

CR-2020

Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes



Ministerio de
Obras Públicas y
Transportes

PRÓLOGO

Mediante Decreto Ejecutivo N°. 37016 – MOPT “Reglamento al artículo 6 de la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria N°. 8114”, se establece la creación del procedimiento para proyectos de actualización del Manual de Especificaciones del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Como producto de este decreto es que se procede a actualizar el Volumen 1, correspondiente al Manual de "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2020".

Con fundamento en lo anterior es que, se presenta y se pone a disposición este documento a los profesionales que laboran en la implementación de esta normativa en su quehacer cotidiano. En el mismo, se ha procurado introducir los cambios que se han generado en la ciencia de la ingeniería tanto a nivel mundial como aquellas propias de la realidad nacional.

Lo plasmado en este Manual, constituye una guía técnica con las especificaciones para los profesionales en ingeniería, sean estos públicos o privados, relacionados con proyectos de infraestructura vial del país en lo atinente a construcción de carreteras, caminos y puentes, con el objetivo de aplicar un conjunto sistemático de especificaciones técnicas generales y procedimientos constructivos adecuados, así como, aspectos administrativos y gerenciales relacionados con éstos, de manera que se garantice la calidad en las obras viales.

Es por ello que, se agradece los aportes de todos los profesionales involucrados en el proceso de actualización, revisión y aprobación del CR-2020. Se les invita a seguir colaborando con base en la experiencia adquirida en este proceso, la investigación como base científica y la aplicación de buenas prácticas en la ingeniería, tomando en cuenta que este proceso es dinámico y como tal, está en constante evolución y con ello, garantizar la mejora continua.

Ing. Rodolfo Méndez Mata
Ministro de Obras Públicas y Transporte

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN CR-2020 DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES

La Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias N°8114 del 4 de julio del 2001 y su reglamento al artículo 6 del 13 de febrero del 2012 le asignaron recursos y tareas a la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). En el Capítulo III del reglamento al artículo 6 de la Ley N°8114 se establece la actualización del Manual de Especificaciones en materia vial para Costa Rica, conformado por un total de nueve volúmenes, para ser aplicados en todos los trabajos de construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y ampliación de vías públicas y sus obras complementarias, ya sea aquellos realizados por Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y sus consejos adscritos, así como por las municipalidades (Art. 25).

Esta legislación persigue el máximo aprovechamiento de los dineros dispuestos por el Estado costarricense para la conservación y construcción de las vías públicas, asignándole al LanammeUCR las labores de investigación, capacitación, evaluación y asistencia técnica del sector vial, en procura de que las funciones que ejecuta el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), sus Consejos y otras dependencias públicas alcancen mayor eficiencia y eficacia en la tarea de reconstruir, rehabilitar y conservar el patrimonio vial nacional.

El proceso de actualización del Manual de *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes*, correspondiente al *Volumen 1* del Manual de Especificaciones, se realizó de conformidad con el Capítulo III, Sección I y III del Reglamento al artículo 6 de la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria N°8114, Decreto Ejecutivo N°37016-MOPT.

Equipo de coordinación y revisión: LanammeUCR

Equipo de revisión: Comisión de Revisión Permanente

La revisión y aprobación del CR-2020 para su oficialización, se realizó de conformidad con la, Sección III Procedimiento para la oficialización del Manual de Especificaciones, del DE-37016-MOPT, a través de:

Equipo de revisión y aprobación: Comisión Revisora de los Proyectos de Actualización del Manual de Especificaciones del MOPT (CRPAME)

INTRODUCCIÓN

El Volumen 1 del Manual de Especificaciones que corresponde al “Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2020”, es aplicable a todos los proyectos que ejecute el MOPT, sus Consejos y otras dependencias públicas, ya sean por administración o por contrato y por concesión.

El Reglamento al artículo 6 de la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria N°8114, de fecha 13 de febrero del 2012, incorpora en su artículo 26, el alcance general del presente Manual:

"En el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes se establecerán los requisitos técnicos de calidad, estándares y los procedimientos más usuales de ejecución y pago de obra."

Las disposiciones señaladas en este Manual deberán ser utilizadas tanto por la Administración como por los Contratistas y por cualquier persona o entidad que desarrolle proyectos viales y obras conexas.

Con este manual se pretende velar por la sistematización y uniformidad de criterios, considerando cuando corresponda la experiencia e investigación local, con una adecuada coordinación de los diversos especialistas. Las fórmulas, gráficos y acotaciones que se incluyen, tienen por objeto dar una solución general de los problemas habituales que se presentan tanto en el sitio de obras como en la oficina, debiéndose recurrir a la participación de especialistas en aquellos problemas más complejos no contemplados.

Como toda ciencia, la ingeniería vial está en permanente cambio y renovación, lo que promueve a innovar, mejorar, ampliar o sustituir las disposiciones contenidas en este Manual. Es por ello, que la preocupación de mantenerlo al día, debe ser una constante en las labores que desarrollen todos los profesionales y técnicos ligados, de una u otra forma, al quehacer de las carreteras y obras conexas.

Por tanto, para mantener la actualización permanente de este Manual, toda propuesta de modificación que se presente por parte de la comunidad técnica será gestionada de conformidad con el Capítulo III, Sección I y III del Reglamento al artículo 6 de la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria N°8114, Decreto Ejecutivo N°37016-MOPT.

ÍNDICE GENERAL

División 100: Disposiciones generales.....	6
Sección 101 Términos, formatos y deficiones	6
101.01 Intención de los términos	6
101.02 Formato de las especificaciones	6
101.03 Abreviaturas.....	7
101.04 Definiciones	13
Sección 102 Reservada.....	56
Sección 103 Reservada.....	56
Sección 104 Alcance del trabajo.....	56
104.01 Trabajo por ejecutar	56
104.02 Otros contratos	57
104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito	57
104.04 Mantenimiento del tránsito durante la suspensión parcial o total de las obras	58
104.05 Mantenimiento de la carretera.....	58
104.06 Limpieza final	59
104.07 Oficinas de campo	59
104.08 Estipulaciones sanitarias.....	59
104.09 Materiales	59
104.10 Superintendente en la obra	61
104.11 Equipo y maquinaria	61
104.12 Local del trabajo.....	62
104.13 Organización del Contratista	62
104.14 Cambios en los planos o en el carácter de la obra.....	62
104.15 Condiciones que difieren de las estipuladas en el contrato	63
Sección 105 Control del trabajo	64
105.01 Autoridad de la Administración.....	64

105.02	Autoridad de los inspectores gubernamentales.....	65
105.03	Especificaciones, planos y dibujos.....	65
105.04	Coordinación de los documentos del contrato.....	66
105.05	Restricciones de carga.....	66
Sección 106	Control del material	67
106.01	Fuentes de suministro y requisitos de calidad.....	67
106.02	Fuentes locales de materiales.....	67
106.03	Manejo de la fuente de material	69
106.04	Acopio y manejo del material	69
106.05	Uso de materiales encontrados en la obra	70
106.06	Pago de derechos de explotación y gestión de las fuentes	70
Sección 107	Aceptación del trabajo	71
107.01	Conformidad con los requisitos del Contrato.....	71
107.02	Inspección visual.....	72
107.03	Certificación	73
107.04	Conformidad determinada o ensayada.....	75
107.05	Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).....	75
107.06	Inspección en la planta	81
107.07	Inspección en el sitio.....	81
107.08	Parámetros de aceptación, control y pago	81
107.09	Aceptación parcial y final.....	82
Sección 108	Relaciones legales y responsabilidad respecto al público.....	96
108.01	Leyes que deben ser cumplidas.....	96
108.02	Protección y restauración de la propiedad y del paisaje	96
108.03	Pizarra de anuncios	98
108.04	Protección de los Ferrocarriles.....	98
108.05	Responsabilidad del Contratista por daños y perjuicios.....	98

108.06	Responsabilidad del Contratista en la ejecución del objeto contractual...	99
108.07	Obtención de derechos de vía.....	100
108.08	Sanidad, salud y seguridad	100
108.09	Relación legal entre las partes	100
108.10	Protección del ambiente.....	100
108.11	Protección de bosques, parques y terrenos públicos	101
Sección 109	Ejecución y progreso	101
109.01	Inicio y ejecución del objeto contractual	101
109.02	Subcontratos.....	102
109.03	Plazo de ejecución del Contrato.....	102
109.03.01	Prórrogas al plazo de ejecución.....	103
109.03.02	Suspensión del plazo de ejecución.....	104
109.03.03	Ampliación o disminución del plazo de ejecución	105
109.04	Incumplimiento de los términos del Contrato.....	105
109.05	Recepción de obra y finiquito del contrato.....	105
109.05.01	Recepción de la obra.....	105
109.05.01.01	Recepción provisional	105
109.05.01.02	Recepción definitiva.....	106
109.05.02	Finiquito del Contrato.....	107
109.05.03	Orden de modificación de obra.....	107
Sección 110	Medición y pago	107
110.01	Métodos de medición	107
110.02	Unidades de medición y definiciones	108
110.03	Procedimientos y aparatos de pesaje.....	112
110.04	Procedimientos de recepción	114
110.05	Alcance del pago.....	114
110.06	Servicios especializados y obras especiales a costo, más un porcentaje por Administración	116

110.06.01	Determinación del costo justo para la ejecución de servicios especializados por Administración	117
110.06.02	Consideraciones adicionales para establecer el costo justo de las obras especiales por Administración.....	118
110.06.03	Subcontratación.....	121
110.06.04	Control y registros	122
110.06.05	Aceptación y pago	123
110.07	Pagos parciales por avance de obra ejecutada.....	124
110.08	Aceptación y pago final	124
Sección 111	Disposiciones ambientales generales.....	124
111.01	Aspectos generales.....	124
111.02	Definiciones	126
111.03	Campamentos, plantas y manejo de materiales	131
111.04	Explotación de sitios de préstamo.....	136
111.05	Sitios de disposición de materiales: tierra, material vegetal disminuido y escombreras.....	139
111.06	Precauciones durante los trabajos	142
111.07	Precauciones durante la suspensión temporal de los trabajos	149
111.08	Protección de la propiedad y servicios	150
111.09	Acabado, aseo y presentación final de la obra	151
111.10	Medidas generales de control, prevención, mitigación, seguimiento y compensación socio ambiental para la ejecución de la obra.....	152
111.11	Suspensión temporal de la obra.....	163
División 150:	Requisitos del proyecto	166
Sección 151	Movilización.....	166
151.01	Descripción	166
151.02	Medición	166
151.03	Pago	166
Sección 152	Topografía para la construcción	167

152.01	Descripción	167
152.02	Requerimientos para la construcción	168
152.03	Requerimientos de la topografía	169
152.04	Aceptación	173
152.05	Medición	174
152.06	Pago	175
Sección 153	Control de calidad del proyecto	176
153.01	Descripción	176
153.02	Consultor de calidad	177
153.03	Organismo de ensayo	177
153.04	Plan de control de calidad	178
153.05	Constancias de calidad	180
153.06	Informe mensual de control de calidad	181
153.07	Aceptación	182
153.08	Medición	182
Sección 154	Reservada	182
Sección 155	Programas de trabajo para los contratos de construcción	182
155.01	Descripción	182
155.02	General	183
155.03	Método del Diagrama de Barras (BCM)	184
155.04	Método de la Ruta Crítica (CPM)	184
155.05	Descripción escrita	186
155.06	Actualización del programa	186
Sección 156	Tránsito seguro de los usuarios	187
156.01	Descripción	187
156.02	Materiales	187
156.03	Acomodo del tránsito durante los trabajos	187

156.04	Mantenimiento de la infraestructura vial involucrada en la ejecución de los trabajos	187
156.05	Mantenimiento de la infraestructura vial durante los periodos de suspensión de la obra	188
156.06	Limitaciones durante las operaciones de construcción.....	188
156.07	Trabajos nocturnos o bajo condiciones de visibilidad limitada.....	190
156.08	Supervisor del tránsito y de la seguridad.....	190
156.09	Aceptación	191
156.10	Medición y Pago	191
Sección 157	Control de la erosión del suelo	192
157.01	Descripción	192
157.02	Materiales	192
157.03	General	192
157.04	Controles y limitaciones en el trabajo.....	193
157.05	Barreras filtrantes.....	194
157.06	Estructuras de retención de sedimentos	194
157.07	Protección de la salida de la corriente.....	194
157.08	Pasos de agua	194
157.09	Desvíos.....	194
157.10	Corrientes de agua, protección y estabilización de taludes	195
157.11	Plantación temporal de césped	196
157.12	Inspección y reporte.....	196
157.13	Mantenimiento y limpieza.....	196
157.14	Aceptación	197
157.15	Medición	197
157.16	Pago	198
Sección 158	Aplicación de agua para control de polvo	200
158.01	Descripción	200

158.02	Materiales	200
158.03	General	200
158.04	Aceptación	201
158.05	Medición	201
158.06	Pago	202
División 200: Movimiento de tierra		205
Sección 201	Limpieza y desmonte	205
201.01	Descripción	205
201.02	Materiales	205
201.03	General	205
201.04	Limpieza	206
201.05	Desmonte	206
201.06	Desechos	207
201.07	Aceptación	207
201.08	Medición	207
201.09	Pago	208
Sección 202	Limpieza y desmonte adicional	209
202.01	Descripción	209
202.02	Definiciones	209
202.03	General	209
202.04	Limpieza seleccionada	210
202.05	Limpieza y desmonte seleccionados	210
202.06	Limpieza y desmonte especial	210
202.07	Remoción de árboles individuales o troncos	210
202.08	Aceptación	210
202.09	Medición	210
202.10	Pago	211
Sección 203	Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos	212

203.01	Descripción	212
203.02	Materiales	212
203.03	Material recuperado	212
203.04	Material removido.....	213
203.05	Material de desecho.....	213
203.06	Aceptación	215
203.07	Medición	215
203.08	Pago	215
Sección 204	Excavación, terraplenado y pedraplenado	216
204.01	Descripción	216
204.02	Definiciones	217
204.03	Materiales	220
204.04	Conservación de tierra vegetal.....	221
204.05	Excavación de la vía	222
204.06	Subexcavación.....	223
204.07	Excavación de material de préstamo.....	224
204.08	Requerimientos generales para la construcción de terraplenes y pedraplenes.....	225
204.09	Preparación de la fundación.....	225
204.10	Construcción del terraplén	226
204.11	Construcción del pedraplén.....	228
204.12	Proceso de compactación	228
204.13	Control de compactación.....	233
204.14	Construcción de zanjas temporales	234
204.15	Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies.....	235
204.16	Remoción de derrumbes	236
204.17	Aceptación	237
204.18	Medición	244

204.19	Pago	247
204.20	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	248
Sección 205	Voladura de rocas	255
205.01	Descripción	255
205.02	Materiales	255
205.03	Regulaciones	255
205.04	Plan de voladura	255
205.05	Encargado de la voladura	256
205.06	Voladura de prueba.....	256
205.07	Voladura controlada	257
205.08	Voladura de producción	258
205.09	Registro de voladura	260
205.10	Aceptación	260
205.11	Medición	261
205.12	Pago	261
Sección 206	Acarreo y sobrecarreo	262
206.01	Descripción	262
206.02	Acarreos normal y libre	262
206.03	Sobrecarreo	262
206.04	Medición	262
206.05	Pago	263
Sección 207	Geotextiles para movimiento de tierra	264
207.01	Descripción	264
207.02	Materiales	264
207.03	General	264
207.04	Aplicaciones para separación y estabilización.....	265
207.05	Aplicaciones para control permanente de erosión.....	265
207.06	Aceptación	266

207.07	Medición	267
207.08	Pago	267
Sección 208	Excavación y relleno para estructuras mayores.....	268
208.01	Descripción	268
208.02	Materiales	268
208.03	Consideraciones preliminares	268
208.04	General	269
208.05	Preservación de canales	270
208.06	Ataguías provisionales	270
208.07	Sello de fundación.....	271
208.08	Remoción de aguas	272
208.09	Preparación de la fundación.....	272
208.10	Relleno.....	273
208.11	Compactación	273
208.12	Aceptación	274
208.13	Medición	275
208.14	Pago	276
208.15	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	277
Sección 209	Excavación y relleno para otras estructuras	279
209.01	Descripción	279
209.02	Materiales	279
209.03	Consideraciones preliminares	279
209.04	General	280
209.05	Preservación de canales	280
209.06	Ataguías provisionales	280
209.07	Sello de fundación.....	280
209.08	Remoción de aguas	280
209.09	Preparación de la fundación.....	281

209.10	Construcción de camas o lechos de fundación	281
209.11	Relleno.....	281
209.12	Compactación	282
209.13	Aceptación	282
209.14	Medición	283
209.15	Pago	284
209.16	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	285
Sección 210	Relleno permeable	288
210.01	Descripción	288
210.02	Materiales	288
210.03	General	288
210.04	Aceptación	288
210.05	Medición	289
210.06	Pago	289
210.07	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	290
Sección 211	Eliminación de caminos o calles existentes	291
211.01	Descripción	291
211.02	General	291
211.03	Materiales rígidos.....	291
211.04	Materiales no rígidos.....	292
211.05	Conformación.....	292
211.06	Aceptación	292
211.07	Medición	293
211.08	Pago	293
Sección 212	Construcción lineal de la explanación	294
212.01	Descripción	294
212.02	Preparación de la calzada.....	294
212.03	Excavación y relleno	294

212.04	Tolerancia de la calzada	295
212.05	Aceptación	295
212.06	Medición	296
212.07	Pago	296
Sección 213	Estabilización de la subrasante	297
213.01	Descripción	297
213.02	Materiales	297
213.03	Requisitos mínimos.....	297
213.04	Diseño de mezcla.....	298
213.05	General	300
213.06	Tramo de prueba.....	300
213.07	Aplicación	301
213.08	Compactación y acabado.....	303
213.09	Curado en sitio.....	304
213.10	Control y verificación de calidad.....	304
213.11	Aceptación	304
213.12	Medición	305
213.13	Pago	305
213.14	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	306
División 250:	Refuerzo de taludes y muros de retención.....	311
Sección 251	Escolleras (RIPRAP)	311
251.01	Descripción	311
251.02	Materiales	311
251.03	General	312
251.04	Escollera colocada	312
251.05	Escollera compactada.....	313
251.06	Escollera con lechada de cemento hidráulico.....	313
251.07	Aceptación	314

251.08	Medición	314
251.09	Pago	315
251.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	315
Sección 252	Enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca	318
252.01	Descripción	318
252.02	Materiales	318
252.03	Enrocado	318
252.04	Pedraplenes especiales y contrafuerte de roca.....	320
252.05	Aceptación	320
252.06	Medición	321
252.07	Pago	321
252.08	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	322
Sección 253	Muro de gaviones y colchones para revestimiento	326
253.01	Descripción	326
253.02	Materiales	326
253.03	General	326
253.04	Ensamble de los gaviones	327
253.05	Instalación de la estructura	327
253.06	Relleno de las celdas	328
253.07	Relleno detrás de la estructura.....	328
253.08	Colchones para revestimiento	328
253.09	Subdrenajes de la estructura de muros de gaviones.....	329
253.10	Aceptación	329
253.11	Medición	330
253.12	Pago	330
Sección 254	Reservada	331
Sección 255	Muros de suelo reforzado	331
255.01	Descripción	331

255.02	Materiales	331
255.03	General	332
255.04	Construcción de muros	332
255.05	Relleno.....	335
255.06	Aceptación	335
255.07	Medición	336
255.08	Pago	337
Sección 256	Anclajes permanentes en suelo.....	338
256.01	Descripción	338
256.02	Materiales	338
256.03	Requerimientos de experiencia	338
256.04	Presentación de la información	338
256.05	Fabricación de los anclajes	339
256.06	Manipulación y almacenamiento	343
256.07	Instalación.....	343
256.08	Ensayos y tensado.....	346
256.09	Relleno detrás de la cara del muro cuando la parte superior presente una sección en voladizo	350
256.10	Aceptación	350
256.11	Medición	351
256.12	Pago	351
256.13	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	352
Sección 257	Reservada.....	354
Sección 258	Muros de retención de concreto reforzado.....	354
258.01	Descripción	354
258.02	Materiales	354
258.03	General	354
258.04	Acero de refuerzo.....	355

258.05	Concreto estructural.....	355
258.06	Relleno.....	355
258.07	Red de drenajes.....	355
258.08	Aceptación	356
258.09	Medición	356
258.10	Pago	357
Sección 259	Muros de retención de suelo cosido	358
259.01	Descripción	358
259.02	Materiales	358
259.03	Requisitos de experiencia	358
259.04	Presentación de la información	358
259.05	General	360
259.06	Fabricación de pernos.....	360
259.07	Manipulación y almacenamiento	361
259.08	Instalación de los pernos.....	361
259.09	Pernos de ensayo	362
259.10	Red de drenajes del muro	368
259.11	Construcción del muro	368
259.12	Cara exterior permanente del muro.....	369
259.13	Relleno detrás de la cara del muro cuando en la parte superior presente una sección en voladizo	371
259.14	Aceptación	371
259.15	Medición	372
259.16	Pago	373
259.17	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	373
Sección 260	Anclajes y pernos en rocas.....	376
260.01	Descripción	376
260.02	Materiales	376

260.03	Requisitos de experiencia	376
260.04	Presentación de la información	376
260.05	Fabricación del anclaje en roca.....	378
260.06	Manejo y almacenamiento del material	379
260.07	Instalación.....	379
260.08	Ensayo, tensado y acabado de los anclajes en roca	382
260.09	Ensayo de extracción y acabado de pernos en roca	384
260.10	Resultados de ensayos y reportes	384
260.11	Aceptación	385
260.12	Medición	385
260.13	Pago	385
260.14	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	386
Sección 261	Taludes de suelo reforzado	389
261.01	Descripción	389
261.02	Materiales	389
261.03	Presentación de la información	389
261.04	General	389
261.05	Refuerzo del suelo y fachada	390
261.06	Aceptación	390
261.07	Medición	391
261.08	Pago	391
Sección 262	Revestimiento de Taludes	392
262.01	Descripción	392
262.02	Materiales	392
262.03	General	393
262.04	Geosintético para refuerzo	393
262.05	Revestimiento de concreto hidráulico.....	393

262.06	Revestimiento con adoquines, bloques de mampostería de concreto o mampostería de piedra	393
262.07	Revestimiento con zacateblock	394
262.08	Aceptación	394
262.09	Medición	395
262.10	Pago	395
262.11	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	396
División 300: Capas de base y subbase		401
Sección 301 Subbases y bases granulares.....		401
301.01	Descripción	401
301.02	Materiales	401
301.03	Colocación y compactación.....	402
301.04	Mantenimiento	406
301.05	Aceptación	407
301.06	Medición	408
301.07	Pago	409
301.08	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	410
Sección 302 Base estabilizada con cemento		417
302.01	Descripción	417
302.02	Materiales	417
302.03	Actividades previas a la estabilización de la base con cemento	418
302.04	Diseño de base estabilizada con cemento (equivalente a BE-25)	418
302.05	Tramo de prueba.....	422
302.06	Pulverización y mezclado.....	423
302.06.01	Mezclado	424
302.06.02	Incorporación del cemento	426
302.07	Compactación y acabado.....	428
302.08	Juntas de construcción	429

302.09	Tolerancia superficial	429
302.10	Curado	430
302.11	Mantenimiento	431
302.12	Aceptación	431
302.13	Medición	433
302.14	Pago	434
302.15	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	435
Sección 303	Reacondicionamiento de la plataforma	440
303.01	Descripción	440
303.02	Materiales	440
303.03	Reacondicionamiento de las cunetas	440
303.04	Reacondicionamiento de los espaldones	441
303.05	Reacondicionamiento de la subrasante.....	441
303.06	Reacondicionamiento de la superficie de agregados	442
303.07	Reacondicionamiento de la plataforma	443
303.08	Aceptación	443
303.09	Medición	443
303.10	Pago	444
Sección 304	Recuperación de pavimento para capas de base	445
304.01	Descripción	445
304.02	Materiales	445
304.03	General	445
304.04	Tramo de prueba.....	446
304.05	Adición de agregado triturado	447
304.06	Recuperación y mezclado	448
304.07	Compactación y acabado.....	448
304.08	Tolerancia superficial	449
304.09	Mantenimiento	450

304.10	Aceptación	450
304.11	Medición	451
304.12	Pago	452
304.13	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	453
Sección 305	Mezcla de tierra vegetal y agregado para recubrimiento.....	457
305.01	Descripción	457
305.02	Materiales	457
305.03	Preparación de la superficie	457
305.04	Mezcla, colocación y compactación	457
305.05	Aceptación	458
305.06	Medición	458
305.07	Pago	459
Sección 306	Control de polvo	460
306.01	Descripción	460
306.02	Materiales	460
306.03	General	460
306.04	Preparación y aplicación	461
306.04.01	Método 1. Una aplicación	461
306.04.02	Método 2. Dos aplicaciones de cloruro de calcio o cloruro de magnesio líquido	462
306.05	Apertura al tráfico.....	462
306.06	Aceptación	463
306.07	Medición	463
306.08	Pago	463
Sección 307	Apilamiento de agregados	464
307.01	Descripción	464
307.02	Materiales	465
307.03	General	465

307.04	Apilamiento	466
307.05	Aceptación	467
307.06	Medición	468
307.07	Pago	468
Sección 308	Agregados triturados para obras temporales	468
308.01	Descripción	468
308.02	Materiales	469
308.03	Preparación de la superficie	469
308.04	Mezcla y colocación	470
308.05	Proceso de compactación y acabado	470
308.06	Mantenimiento	471
308.07	Aceptación	472
308.08	Medición	473
308.09	Pago	473
308.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	474
Sección 309	Estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base	477
309.01	Descripción	477
309.02	Materiales	477
309.03	Diseño de mezcla	478
309.04	Actividades previas al reciclado de la carpeta asfáltica	479
309.05	Equipos	479
309.06	Condiciones climáticas	481
309.07	Procedimientos de inicio de producción	481
309.08	Recuperación y proceso de mezcla	483
309.09	Distribución y reacondicionamiento	483
309.10	Compactación y acabado	484
309.11	Tolerancia superficial	485

309.12	Riegos de niebla	485
309.13	Juntas de construcción	485
309.14	Curado	486
309.15	Mantenimiento	486
309.16	Aceptación	487
309.17	Medición	488
309.18	Pago	489
309.19	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	490
Sección 310 Recuperación de Pavimento para capas de base estabilizadas en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado		
310.01	Descripción	496
310.02	Materiales	496
310.03	General	496
310.04	Diseño de mezcla.....	498
310.05	Tramo de prueba.....	501
310.06	Recuperación y mezclado	502
310.07	Conformación.....	503
310.08	Compactación y acabado.....	504
310.09	Juntas de construcción	505
310.10	Tolerancia de superficie acabada.....	506
310.11	Curado	506
310.12	Riegos de niebla	506
310.13	Mantenimiento	507
310.14	Aceptación	507
310.15	Medición	508
310.16	Pago	509
310.17	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	510
Sección 311 Fracturación de pavimentos rígidos para bases (Rubblizing)		
		517

311.01	Descripción	517
311.02	Materiales	517
311.03	Equipo.....	517
311.04	Limitaciones del proceso de fracturación (rubblizing)	519
311.05	Requisitos granulométricos para la fracturación de pavimentos rígidos	519
311.06	Tramo de prueba.....	520
311.07	Verificación de la fracturación y muestreo	520
311.08	Acero embebido.....	521
311.09	Compactación	521
311.10	Aceptación	522
311.11	Medición	523
311.12	Pago	523
Sección 312	Capa granular de rodadura expuesta	524
312.01	Descripción	524
312.02	Materiales	524
312.03	General	525
312.04	Colocación y compactación.....	526
312.05	Acabado.....	531
312.06	Mantenimiento	532
312.07	Aceptación	532
312.08	Medición	534
312.09	Pago	534
312.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	535
División 400:	Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales	541
Sección 401	Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall	541
401.01	Descripción	541
401.02	Materiales	541
401.03	Diseño de mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall.....	541

401.04	Verificación del diseño de mezcla	546
401.05	Aceptación, Medición y Pago	547
Sección 402	Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®	547
402.01	Descripción	547
402.02	Materiales	547
402.03	Diseño de mezcla asfáltica Superpave®	547
402.04	Verificación del diseño de mezcla	552
402.05	Aceptación, Medición y Pago	553
Sección 403	Diseño de mezclas asfálticas especiales	553
403.01	Descripción	553
403.02	Materiales	553
403.03	Diseño de mezcla asfáltica de Matriz de Agregado Grueso (SMA, por sus siglas en inglés)	554
403.04	Aceptación, Medición y Pago	555
Sección 404	Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada (rap, por sus siglas en inglés)	555
404.01	Descripción	555
404.02	Materiales	555
404.03	Preparación de la mezcla (dosificación de diseño)	556
404.03.01	Contenido de RAP	557
404.04	Aceptación, Medición y Pago	558
Sección 405	Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente	558
405.01	Descripción	558
405.02	Materiales	558
405.03	Aprobación del diseño y la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica	559
405.03.01	Recepción	559
405.03.02	Aceptación para la mezcla asfáltica	559
405.03.03	Fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica	561
405.03.04	Verificación del Diseño de Mezcla	562

405.03.05	Comprobación en campo de la mezcla para obtener la fórmula de trabajo	562
405.03.06	Ajustes a la Fórmula de Trabajo para la mezcla	563
405.03.07	Cambios en la Fórmula de Trabajo para la mezcla	563
405.03.08	Tramo de prueba	564
405.04	Equipo y maquinaria para la distribución y compactación de la mezcla.	565
405.05	Operaciones previas y durante la colocación de mezcla asfáltica en caliente 565	
405.05.01	Operaciones de transporte	565
405.05.02	Operaciones previas y durante la colocación.....	566
405.06	Proceso y control de compactación de la mezcla asfáltica	567
405.06.01	Control del proceso de compactación.....	569
405.07	Control de Regularidad Superficial en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente 570	
405.07.01	Definiciones generales	570
405.07.02	Especificación de regularidad superficial en capas de mezcla asfáltica en caliente.....	571
405.07.03	Control de Regularidad Superficial en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de Mezcla Asfáltica en Caliente	572
405.08	Control y verificación de calidad.....	573
405.09	Medidas correctivas en capas de mezcla asfáltica en caliente	574
405.10	Aceptación	575
405.11	Medición	576
405.12	Pago	577
405.13	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	579
Sección 406	Reservada	587
Sección 407	Mezcla en frío con emulsiones asfálticas.....	587
407.01	Descripción	587
407.02	Materiales	587

407.03	Composición de la mezcla (Dosificación de diseño).....	587
407.04	Verificación del diseño de mezcla	589
407.05	Tramo de prueba.....	590
407.06	Equipos	591
407.07	Preparación de la superficie	595
407.08	Condiciones climáticas.....	595
407.09	Mezclado	595
407.10	Almacenamiento	596
407.11	Proceso de colocación	596
407.12	Compactación	597
407.13	Juntas de construcción	598
407.14	Apertura al tránsito.....	598
407.15	Reparaciones.....	598
407.16	Tolerancia superficial	599
407.17	Bacheo menor.....	599
407.18	Aceptación	600
407.19	Medición	601
407.20	Pago	602
407.21	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	603
Sección 408	Reservada	606
Sección 409	Reservada	606
Sección 410	Reservada	606
Sección 411	Tratamientos superficiales asfálticos	606
411.01	Descripción	606
411.02	Materiales	606
411.03	Dosificación de diseño	606
411.04	Equipo.....	607
411.05	Operaciones previas a la colocación de un tratamiento asfáltico.....	608

411.06	Procedimientos para iniciar la producción de tratamientos superficiales	609
411.07	Aplicación de emulsión asfáltica.....	610
411.08	Aplicación del agregado	611
411.09	Apertura al tránsito.....	614
411.10	Aceptación	615
411.11	Medición	615
411.12	Pago	616
411.13	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	617
Sección 412	Sellos con lechada asfáltica y microcapas.....	620
412.01	Descripción	620
412.02	Materiales	620
412.03	Composición del sello	621
412.04	Equipo.....	624
412.05	Operaciones previas a la colocación de un sello de lechada asfáltica o microcapa	626
412.06	Aplicación del sello de lechada asfáltica o microcapa	627
412.07	Aceptación	629
412.08	Medición	630
412.09	Pago	631
412.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	631
Sección 413	Reservada	634
Sección 414	Riegos de emulsión asfáltica	634
414.01	Descripción	634
414.02	Materiales	634
414.03	Dosificación de diseño	635
414.04	Equipo.....	635
414.05	Limitaciones climáticas.....	636
414.06	Preparación de la superficie	636

414.07	Aplicación del riego	636
414.08	Aceptación	638
414.09	Medición	639
414.10	Pago	639
414.11	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	640
Sección 415	Perfilado de capas asfálticas	642
415.01	Descripción	642
415.02	Equipos	642
415.03	Ejecución del trabajo	643
415.04	Limitaciones en la ejecución de los trabajos	645
415.05	Almacenamiento del material perfilado	645
415.06	Condiciones para recibir los trabajos	646
415.07	Aceptación	646
415.08	Medición	647
415.09	Pago	647
Sección 416	Sello de juntas y grietas en pavimentos asfálticos	648
416.01	Descripción	648
416.02	Materiales	648
416.03	Equipos	648
416.04	Ruteo	649
416.05	Limpieza	649
416.06	Relleno y sellado de grietas	650
416.07	Resellado de grietas	651
416.08	Aceptación	651
416.09	Medición	652
416.10	Pago	652
Sección 417	Reservada	653
Sección 418	Reservada	653

Sección 419	Reservada	653
Sección 420	Sistemas intercapa para retraso del reflejo de grietas	653
420.01	Descripción	653
420.02	Materiales	653
420.03	Preparación de la superficie	654
420.04	Aplicación de la emulsión asfáltica	654
420.05	Colocación de sistema intercapa	655
420.06	Colocación de la sobrecapa asfáltica	656
420.07	Aceptación	657
420.08	Medición	657
420.09	Pago	658
Sección 421	Reservada	658
División 500:	Pavimentos de concreto hidráulico	661
Sección 501	Pavimento de concreto hidráulico	661
501.01	Descripción	661
501.02	Materiales	661
501.02.01	Concreto hidráulico	661
501.03	Diseño de mezcla de concreto hidráulico	662
501.04	Control de calidad del concreto	663
501.05	Limitaciones meteorológicas	663
501.06	Transporte de la mezcla al sitio de la obra	665
501.07	Tramo de prueba y ajuste de fórmulas de trabajo	666
501.08	Colocación del concreto	667
501.08.01	Pavimentación sin pavimentadora	669
501.08.02	Pavimentación con pavimentadora	670
501.09	Acabado de la superficie	671
501.10	Curado	671
501.11	Juntas	673

501.11.01	Juntas longitudinales	674
501.11.02	Juntas transversales de contracción.....	675
501.11.03	Juntas transversales de construcción	676
501.11.04	Dispositivo para transferencia de carga (dovelas)	676
501.11.05	Juntas transversales de aislamiento o expansión.....	677
501.12	Sellado de juntas.....	677
501.13	Comprobación de la superficie	679
501.14	Control de regularidad en pavimentos de losas de concreto hidráulico .	680
501.14.01	Definiciones generales	680
501.14.02	Especificación de regularidad superficial	680
501.15	Protección del pavimento	682
501.16	Apertura al tránsito.....	682
501.17	Aceptación	682
501.18	Medición	684
501.19	Pago	684
501.20	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	686
Sección 502	Rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico.....	688
502.01	Descripción	688
502.02	Materiales	688
502.03	Composición de la mezcla	688
502.04	Equipo.....	688
502.05	Reparación (bacheo) a profundidad parcial o total	690
502.06	Reparación de juntas y grietas	692
502.07	Restablecimiento del nivel y soporte de los pavimentos.....	693
502.08	Estabilización y sellado inferior de los pavimentos	695
502.09	Fresado (cepillado) de la superficie del pavimento.....	697
502.10	Fracturación de un pavimento de concreto.....	697

502.11	Apertura al Tránsito.....	699
502.12	Aceptación	699
502.13	Medición	701
502.14	Pago	702
502.15	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	703
Sección 503	Sobrecapas de concreto hidráulico sobre pavimentos asfálticos	706
503.01	Descripción	706
503.02	Reparación de fallas previo a la colocación de la sobrecapa	706
503.03	Tipos de falla por reparar en el pavimento asfáltico existente	706
503.04	Proceso Constructivo	708
503.05	Bacheo de la superficie existente.....	708
503.06	Fresado del pavimento asfáltico.....	709
503.07	Materiales	710
503.08	Dosificación y resistencia	710
503.09	Operaciones de construcción	710
503.10	Acabado superficial.....	710
503.11	Curado	710
503.12	Juntas	710
503.13	Sellado de juntas.....	710
503.14	Comprobación de la superficie	711
503.15	Control de regularidad (IRI) en las sobrecapas de concreto.....	711
503.16	Control de la textura superficial	711
503.17	Protección del pavimento	711
503.18	Apertura al tránsito.....	711
503.19	Aceptación	711
503.20	Medición	711
503.21	Pago	711

Sección 504	Pavimento de adoquines de concreto hidráulico.....	712
504.01	Descripción	712
504.02	Materiales	712
504.03	Operaciones previas y equipo	713
504.04	Preparación de la superficie de la base.....	713
504.05	Confinamiento.....	714
504.05.01	Confinamiento lateral.....	716
504.05.02	Confinamiento transversal en pendientes	717
504.06	Colocación y nivelación de la cama de arena.....	719
504.07	Colocación de los adoquines	719
504.08	Ajustes	720
504.09	Compactación inicial	720
504.10	Sello de juntas y compactación final.....	721
504.11	Limitaciones en la ejecución	721
504.12	Apertura al tránsito.....	721
504.13	Conservación	722
504.14	Calidad del producto terminado.....	722
504.15	Aceptación	722
504.16	Medición	723
504.17	Pago	723
504.18	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	724
Sección 505	Pavimentos de concreto compactado con rodillo (CCR)	727
505.01	Descripción	727
505.02	General	727
505.03	Dosificación y resistencia	730
505.04	Equipo, mezclado y colado	732
505.05	Control de calidad del concreto	733
505.06	Limitaciones meteorológicas	733

505.07	Tramo de prueba y ajuste de la fórmula de trabajo	734
505.08	Colocación del concreto	734
505.09	Compactación	735
505.10	Curado	736
505.11	Ejecución de juntas	737
505.12	Sellado de juntas.....	739
505.13	Comprobación de la superficie	739
505.14	Apertura al tránsito.....	740
505.15	Aceptación	740
505.16	Medición	741
505.17	Pago	741
505.18	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	742
División 550: Construcción de puentes		746
Sección 551	Hinca de pilotes	746
551.01	Descripción	746
551.02	Materiales	746
551.03	Equipo para la hinca de pilotes	747
551.04	Longitud de los pilotes	754
551.05	Pilotes de prueba	754
551.06	Capacidad de soporte del pilote	754
551.07	Perforación previa.....	756
551.08	Preparación e hincado	757
551.09	Empalmes	759
551.10	Pilotes que emergen luego de hincarse	761
551.11	Pruebas de carga de pilotes.....	761
551.12	Corte de pilotes.....	764
551.13	Pilotes rechazados.....	765
551.14	Colado de concreto en corazas o pilotes tubulares	765

551.15	Aceptación	766
551.16	Medición	767
551.17	Pago	767
Sección 552	Concreto estructural	769
552.01	Descripción	769
552.02	Materiales	769
552.03	Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico).....	770
552.04	Manipulación y almacenamiento de materiales	775
552.05	Medida de materiales.....	776
552.06	Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores	776
552.07	Mezcla	776
552.08	Entrega	777
552.09	Control de calidad de la mezcla en planta.....	778
552.10	Temperatura y condiciones ambientales	780
552.11	Concreto hidráulico autocompactable	784
552.12	Manejo y colocación del concreto hidráulico	788
552.13	Juntas de construcción	794
552.14	Juntas de expansión y contracción	794
552.15	Acabado de concreto hidráulico plástico	795
552.16	Curado del concreto hidráulico.....	799
552.17	Acabado de superficies encofradas.....	801
552.18	Accesorios de anclajes	805
552.19	Cargas en estructuras nuevas de concreto hidráulico	806
552.20	Aceptación	807
552.21	Medición	808
552.22	Pago	809
552.23	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	810

Sección 553	Concreto preesforzado	814
553.01	Descripción	814
553.02	Materiales	814
553.03	Método de aprobación	814
553.04	Acero de preesfuerzo.....	815
553.05	Concreto	815
553.06	Tensado.....	817
553.07	Miembros pretensados.....	818
553.08	Almacenaje, transporte y erección de estructuras.....	819
553.09	Miembros postensados	820
553.10	Pintura de acero.....	825
553.11	Aceptación	828
553.12	Medición	829
553.13	Pago	830
553.14	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	830
Sección 554	Acero de refuerzo	833
554.01	Descripción	833
554.02	Materiales	833
554.03	Equipo.....	833
554.04	Suministro y almacenamiento	833
554.05	Planos y listas de corte y doblado	834
554.06	Doblado	834
554.07	Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico	834
554.08	Colocación y fijación del acero de refuerzo	835
554.09	Empalmes y uniones.....	837
554.10	Sustitución del acero de refuerzo.....	838
554.11	Lista de pedido.....	838
554.12	Aceptación	839

554.13	Medición	839
554.14	Pago	840
554.15	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	841
Sección 555	Estructuras de acero.....	843
555.01	Descripción	843
555.02	Materiales	843
555.03	General	843
555.04	Orden de inicio de trabajo	844
555.05	Inspección.....	844
555.06	Planos de taller, planos de erección y transporte	845
555.07	Almacenamiento del material	846
555.08	Fabricación	847
555.09	Destemplado y alivio de esfuerzos.....	853
555.10	Agujeros para los pernos (tornillos).....	854
555.11	Pasadores y rodillos.....	857
555.12	Barra de ojo	858
555.13	Ensamblaje- Atornillado	858
555.14	Conexiones soldadas.....	858
555.15	Preensamblado de conexiones de campo.....	859
555.16	Conexiones utilizando pernos sin tornear, torneados o nervados.....	860
555.17	Conexiones utilizando pernos de alta resistencia	861
555.18	Soldadura	871
555.19	Erección de estructura	871
555.20	Aceptación	874
555.21	Medición	874
555.22	Pago	875
Sección 556	Sistemas de contención vehicular para puentes.....	875
Sección 557	Estructuras de madera	876

557.01	Descripción	876
557.02	Materiales	876
557.03	General	876
557.04	Madera tratada.....	877
557.05	Agujeros para pernos, dovelas, barras y tornillos tirafondo	878
557.06	Pernos y arandelas	878
557.07	Avellanado	878
557.08	Arrostramiento	878
557.09	Arrostramiento de caballetes.....	879
557.10	Cabeceros de todos los caballetes.....	879
557.11	Riostras.....	879
557.12	Largueros.....	880
557.13	Pisos de tablones.....	880
557.14	Cubiertas de láminas clavadas transversalmente.....	881
557.15	Guardarruedas y barandas y postes	881
557.16	Armaduras	882
557.17	Drenajes	882
557.18	Pintura	882
557.19	Aceptación	882
557.20	Medición	883
557.21	Pago	883
Sección 558	Impermeabilización de mampostería y concreto	884
558.01	Descripción	884
558.02	Materiales	884
558.03	Impermeabilización	884
558.04	Aceptación	885
558.05	Medición	885

558.06	Pago	885
Sección 559	Impermeabilización (agua)	886
559.01	Descripción	886
559.02	Materiales	886
559.03	Membrana impermeable	887
559.04	Membrana impermeable protegida con mortero	888
559.05	Membrana impermeable protegida con asfalto laminado	888
559.06	Aceptación	889
559.07	Medición	889
559.08	Pago	890
Sección 560	Remoción de concreto por demolición hidráulica	890
560.01	Descripción	890
560.02	Materiales	890
560.03	General	891
560.04	Equipo	891
560.05	Remoción de concreto	891
560.06	Acero de refuerzo	892
560.07	Preparación de la superficie	892
560.08	Aceptación	892
560.09	Medición	893
560.10	Pago	893
Sección 561	Drenajes en puentes	894
561.01	Descripción	894
561.02	Material	894
561.03	Procedimiento de trabajo	894
561.04	Aceptación	895
561.05	Medición	896
561.06	Pago	896

Sección 562	Obras temporales	897
562.01	Descripción	897
562.02	Material	897
562.03	Diseño.....	897
562.04	Planos.....	899
562.05	Fundaciones	899
562.06	Construcción	900
562.07	Mantenimiento e inspección	902
562.08	Remoción.....	902
562.09	Aceptación	904
562.10	Medición	904
562.11	Pago	904
Sección 563	Pintura	904
563.01	Descripción	904
563.02	Materiales	905
563.03	Protección al público, propiedades y trabajadores	905
563.04	Protección del trabajo	906
563.05	Generalidades de la preparación de la superficie.....	906
563.06	Generalidades sobre la aplicación de la pintura	907
563.07	Hierro y acero estructural	908
563.08	Pintura de superficies galvanizadas	912
563.09	Pintura de estructuras de madera	913
563.10	Pintura de estructuras de concreto.....	913
563.11	Aceptación	913
563.12	Medición	914
563.13	Pago	914
Sección 564	Accesorios de apoyo	915
564.01	Descripción	915

564.02	Materiales	915
564.03	General	916
564.04	Apoyos elastoméricos	917
564.05	Apoyos oscilantes, de rodillos y deslizantes.....	918
564.06	Placas en mampostería, de fundación y de relleno para los apoyos	919
564.07	Superficies de Politetrafluoroetileno (PTFE) para los apoyos.....	919
564.08	Pernos de anclaje	920
564.09	Asiento de las placas de mampostería.....	920
564.10	Aceptación	921
564.11	Medición	921
564.12	Pago	921
Sección 565	Pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio	922
565.01	Descripción	922
565.02	Materiales	922
565.03	Plan de instalación.....	922
565.04	Pilotes preexcavados y colados en sitio	924
565.05	Acero de refuerzo para pilotes preexcavados y colocación de los tubos de acceso para el ensayo de Registros Sónicos Cruzados (Crosshole – CSL).....	931
565.06	Concreto para los pilotes preexcavados.....	933
565.07	Ensayos de integridad.....	936
565.08	Aceptación	938
565.09	Ensayos de carga a pilotes preexcavados	940
565.10	Medición	941
565.11	Pago	942
Sección 566	Concreto lanzado	943
566.01	Descripción	943
566.02	Materiales	943
566.03	Composición (Diseño de mezcla para el concreto lanzado)	943

566.04	Aditivos estabilizantes de la hidratación	945
566.05	Ensayos previos a la construcción	945
566.06	Construcción con concreto lanzado	947
566.07	Curado del concreto lanzado	948
566.08	Reporte de Producción	948
566.09	Aceptación	948
566.10	Medición	949
566.11	Pago	949
566.12	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	950
Sección 567	Juntas impermeabilizantes del agua	953
567.01	Descripción	953
567.02	Materiales	953
567.03	Juntas impermeabilizantes de cobre	953
567.04	Juntas impermeabilizantes de hule	953
567.05	Juntas impermeabilizantes plásticas	954
567.06	Colocación de juntas impermeabilizantes	954
567.07	Aceptación	954
567.08	Medición	955
567.09	Pago	955
Sección 568	Pegamento en concreto estructural	955
568.01	Descripción	955
568.02	Materiales	956
568.03	Preparación de la grieta	956
568.04	Procedimientos de inyección.....	956
568.05	Núcleos.....	957
568.06	Aceptación	958
568.07	Medición	958
568.08	Pago	959

568.09	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	960
Sección 569	Encofrados y andamiaje	961
569.01	Descripción	961
569.02	Planos.....	961
569.03	Cargas de diseño	963
569.04	Esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones.....	965
569.05	Accesorios de ensamblaje	967
569.06	Fundaciones para el andamiaje	967
569.07	Andamiaje sobre o adyacente a carreteras y ferrocarriles.....	967
569.08	Andamiaje para estructuras de acero.....	968
569.09	Construcción de andamiajes	968
569.10	Encofrados.....	969
569.11	Remoción de encofrados y andamios	970
569.12	Aceptación	972
569.13	Medición	972
569.14	Pago	972
Sección 570	Micropilotes	973
570.01	Descripción	973
570.02	Materiales	973
570.03	Presentación de la información	973
570.04	Construcción.....	974
570.05	Ensayos y carga	976
570.06	Resultados del ensayo e informes	981
570.07	Aceptación	982
570.08	Medición	982
570.09	Pago	982
570.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	983
División 600:	Construcciones conexas.....	988

Sección 601	Concreto hidráulico para estructuras menores.....	988
601.01	Descripción	988
601.02	Materiales	988
601.03	Composición del concreto hidráulico	989
601.04	General	991
601.05	Colocación del concreto	992
601.06	Curado del concreto	992
601.07	Aceptación	992
601.08	Medición	994
601.09	Pago	994
601.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	995
Sección 602	Sistemas de alcantarillado	996
602.01	Descripción	996
602.02	Materiales	997
602.03	General	999
602.04	Instalación de tuberías	1006
602.05	Estructuras complementarias	1035
602.06	Aceptación	1035
602.07	Medición	1038
602.08	Pago	1039
Sección 603	Chapas o láminas estructurales.....	1041
603.01	Descripción	1041
603.02	Materiales	1041
603.03	General	1042
603.04	Montaje	1042
603.05	Aceptación	1043
603.06	Medición	1043
603.07	Pago	1044

Sección 604	Pozos de registro, tomas y tragantes.....	1045
604.01	Descripción	1045
604.02	Materiales	1045
604.03	General	1045
604.04	Construcción de concreto.....	1045
604.05	Construcción con bloques de mampostería.....	1046
604.06	Construcción en metal	1047
604.07	Ajustes de pendiente de estructuras existentes	1047
604.08	Aceptación	1048
604.09	Medición	1048
604.10	Pago	1049
Sección 605	Subdrenajes para pavimentos de carretera	1050
605.01	Descripción	1050
605.02	Materiales	1050
605.03	Elementos mínimos requeridos	1052
605.04	Sistemas de subdrenajes	1054
605.05	Subdrenaje longitudinal.....	1058
605.06	Subdrenaje transversal	1060
605.07	Sistema de cama drenante con geocompuesto.....	1061
605.08	Aceptación	1061
605.09	Medición	1062
605.10	Pago	1063
605.11	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	1064
Sección 606	Vertederos de metal corrugado	1065
606.01	Descripción	1065
606.02	Materiales	1065
606.03	Colocación de vertederos de metal corrugado	1065
606.04	Aceptación	1066

606.05	Medición	1066
606.06	Pago	1067
Sección 607 existentes	Limpieza, reacondicionamiento y reparación de estructuras de drenaje 1067	
607.01	Descripción	1067
607.02	General	1068
607.03	Remoción y limpieza de alcantarillas.....	1068
607.04	Limpieza de alcantarillas	1068
607.05	Recolocación o almacenamiento de tubería rescatada	1068
607.06	Reacondicionamiento de estructuras de drenaje.....	1068
607.07	Aceptación	1068
607.08	Medición	1069
607.09	Pago	1069
Sección 608	Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas.....	1070
608.01	Descripción	1070
608.02	Materiales	1071
608.03	Construcción de obras que se ajustan al contorno del terreno natural	1072
608.04	Construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas.....	1073
608.05	Disposición de los materiales excavados	1073
608.06	Revestimiento tipo I (piedra bruta unida con mortero).....	1073
608.07	Revestimiento tipo II (piedra bruta unida con concreto).....	1074
608.08	Revestimiento tipo III (concreto hidráulico).....	1074
608.09	Aceptación	1076
608.10	Medición	1077
608.11	Pago	1078
608.12	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	1079
Sección 609	Bordillos o cordón.....	1082
609.01	Descripción	1082

609.02	Materiales	1082
609.03	General	1083
609.04	Bordillo de piedra	1084
609.05	Bordillo de concreto hidráulico	1084
609.06	Bordillo de concreto hidráulico con fundación de concreto	1086
609.07	Bordillo de concreto asfáltico	1087
609.08	Relleno de respaldo para bordillo de concreto hidráulico con caño o cuneta 1087	
609.09	Aceptación	1088
609.10	Medición	1089
609.11	Pago	1089
609.12	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	1090
Sección 610	Construcción de drenajes horizontales en taludes	1091
610.01	Descripción	1091
610.02	Materiales	1091
610.03	General	1091
610.04	Instalación de los drenajes horizontales	1092
610.05	Aceptación	1093
610.06	Medición	1094
610.07	Pago	1094
Sección 611	Estructuras para vados	1095
611.01	Descripción	1095
611.02	Materiales	1095
611.03	General	1096
611.04	Diseño	1096
611.05	Obras preliminares	1098
611.06	Construcción	1098
611.07	Aceptación	1100

611.08	Medición	1101
611.09	Pago	1102
Sección 612	Descargas de aguas.....	1103
612.01	Descripción	1103
612.02	Materiales	1103
612.03	Procedimiento de trabajo	1103
612.04	Aceptación	1104
612.05	Medición	1105
612.06	Pago	1106
Sección 613	Superficies de mampostería simulando piedra	1107
613.01	Descripción	1107
613.02	Materiales	1107
613.03	Fabricación de forros de encofrado.....	1108
613.04	Instalación de los forros de encofrado.....	1108
613.05	Superficie superior	1108
613.06	Remoción del forro encofrado	1108
613.07	Preparación de la superficie de concreto	1109
613.08	Aplicación del color/tinte.....	1109
613.09	Pared de prueba	1110
613.10	Aceptación	1110
613.11	Medición	1111
613.12	Pago	1111
Sección 614	Relleno de concreto pobre.....	1112
614.01	Descripción	1112
614.02	Materiales	1112
614.03	Composición de la mezcla	1112
614.04	General	1113
614.05	Mezcla y colocación del relleno de concreto pobre	1113

614.06	Aceptación	1113
614.07	Medición	1114
614.08	Pago	1114
Sección 615	Aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados	1115
615.01	Descripción	1115
615.02	Materiales	1115
615.03	General	1115
615.04	Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto hidráulico....	1115
615.05	Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto asfáltico	1116
615.06	Aceras, entradas a propiedades y senderos de ladrillos.....	1116
615.07	Aceptación	1117
615.08	Medición	1118
615.09	Pago	1118
615.10	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	1119
Sección 616	Control de filtraciones en túneles.....	1120
616.01	Descripción	1120
616.02	Materiales	1120
616.03	General	1121
616.04	Técnicas de control de filtraciones	1121
616.05	Aceptación	1122
616.06	Medición	1123
616.07	Pago	1124
Sección 617	Sistemas de contención vehicular.....	1125
617.01	Descripción general	1125
617.02	Materiales	1126
617.03	General	1126
617.04	Postes para barreras de contención vehicular.....	1127
617.05	Vigas para barreras de contención vehicular.....	1128

617.06	Tornillería para sistemas de contención vehicular	1129
617.07	Barreras de contención vehicular de concreto (rígidas).....	1129
617.08	Terminales de barreras de contención vehicular	1129
617.09	Pretilos metálicos de puente	1130
617.10	Transiciones entre sistemas.....	1131
617.11	Amortiguadores de impacto	1131
617.12	Rampas de escape o lechos de frenado	1131
617.13	Remoción de sistemas de contención vehicular	1132
617.14	Altura de los sistemas de contención vehicular	1132
617.15	Ensayo estático in situ	1133
617.16	Aceptación	1134
617.17	Medición	1134
617.18	Pago	1135
Sección 618	Sistemas de contención vehicular de concreto	1137
618.01	Descripción general	1137
618.02	Materiales	1137
618.03	General	1138
618.04	Barreras de contención de concreto.....	1138
618.05	Terminales de barrera de contención de concreto.....	1139
618.06	Aceptación	1140
618.07	Medición	1141
618.08	Pago	1141
Sección 619	Cercas, portones y guardaganado.....	1142
619.01	Descripción	1142
619.02	Materiales	1142
619.03	Cercas y portones.....	1143
619.04	Barreras con conexión a tierra	1147
619.05	Reconstrucción y remoción de barreras de protección.....	1147

619.06	Cerca temporal	1147
619.07	Sistema de protección para el ganado	1148
619.08	Postes	1149
619.09	Aceptación	1149
619.10	Medición	1149
619.11	Pago	1150
Sección 620	Mampostería de piedra	1151
620.01	Descripción	1151
620.02	Materiales	1151
620.03	General	1151
620.04	Colocación de la piedra	1152
620.05	Elaboración de las juntas	1153
620.06	Construcción de las paredes	1154
620.07	Revestimiento para el concreto	1156
620.08	Construcción de arcos	1157
620.09	Muretes	1158
620.10	Aceptación	1159
620.11	Medición	1159
620.12	Pago	1160
620.13	Requisitos mínimos para muestreo y ensayo	1161
Sección 621	Monumentos y marcadores	1162
621.01	Descripción	1162
621.02	Materiales	1162
621.03	Monumentos y marcadores	1162
621.04	Aceptación	1163
621.05	Medición	1163
621.06	Pago	1164
Sección 622	Reservada	1164

Sección 623	Trabajos generales.....	1164
623.01	Descripción	1164
623.02	Trabajadores y equipo menor.....	1165
623.03	Aceptación	1165
623.04	Medición	1165
623.05	Pago	1166
Sección 624	Capa vegetal	1166
624.01	Descripción	1166
624.02	Materiales	1166
624.03	Preparación de áreas.....	1167
624.04	Colocación de la capa vegetal.....	1167
624.05	Aceptación	1167
624.06	Medición	1168
624.07	Pago	1168
Sección 625	Instalación del césped	1169
625.01	Descripción	1169
625.02	Materiales	1169
625.03	General	1170
625.04	Preparación de la zona de siembra.....	1170
625.05	Riego	1170
625.06	Fertilización.....	1170
625.07	Siembra	1170
625.08	Colocación de recubrimiento vegetal.....	1171
625.09	Protección y cuidado de las áreas sembradas	1172
625.10	Aceptación	1172
625.11	Medición	1173
625.12	Pago	1173
Sección 626	Plantas, árboles, arbustos, enredaderas y setos	1174

626.01	Descripción	1174
626.02	Materiales	1174
626.03	General	1174
626.04	Inspección y entrega	1175
626.05	Protección y almacenamiento temporal.....	1175
626.06	Excavación de los hoyos y camas para las plantas.....	1176
626.07	Colocación de las plantas	1177
626.08	Fertilización.....	1178
626.09	Riego	1178
626.10	Arriostramiento y estacado.....	1178
626.11	Poda	1178
626.12	Colocación del recubrimiento vegetal.....	1179
626.13	Período de establecimiento de las plantas	1179
626.14	Aceptación	1179
626.15	Medición	1180
626.16	Pago	1180
Sección 627	Césped	1181
627.01	Descripción	1181
627.02	Materiales	1181
627.03	General	1181
627.04	Inspección y entrega	1181
627.05	Preparación del terreno.....	1182
627.06	Colocación del césped	1182
627.07	Mantenimiento de las zonas cubiertas con césped	1183
627.08	Aceptación	1183
627.09	Medición	1184
627.10	Pago	1184

Sección 628	Plantación de espigas y arbustos para evitar la erosión	1185
628.01	Descripción	1185
628.02	Materiales	1185
628.03	General	1185
628.04	Recolección de espigas y arbustos	1185
628.05	Preparación y limpieza completa por anticipado	1186
628.06	Colocación de capa vegetal superior.....	1186
628.07	Plantación de las espigas y arbustos	1186
628.08	Recubrimiento con retenedor de humedad y compactación	1187
628.09	Aceptación	1188
628.10	Medición	1188
628.11	Pago	1189
Sección 629	Materiales para el control de la erosión, redes para el control de erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular	1190
629.01	Descripción	1190
629.02	Materiales	1190
629.03	Materiales para el control de la erosión (tipos 1, 2, 3, 4 y 5).....	1190
629.04	Redes para el control de la erosión.....	1191
629.05	Sistemas de confinamiento de tipo celular	1191
629.06	Aceptación	1192
629.07	Medición	1192
629.08	Pago	1193
Sección 630	Reservada	1194
Sección 631	Reservada	1194
Sección 632	Reservada	1194
Sección 633	Señalización vial vertical permanente	1194
633.01	Descripción	1194
633.02	Materiales	1195
633.03	General	1195

633.04	Soportes y postes	1196
633.05	Paneles	1196
633.06	Postes delineadores abatibles.....	1197
633.07	Eliminación de señales viales verticales permanentes	1198
633.08	Aceptación	1198
633.09	Medición	1199
633.10	Pago	1200
Sección 634	Demarcación vial horizontal.....	1201
634.01	Descripción y alcances	1201
634.02	Materiales	1201
634.03	General	1201
634.04	Aceptación	1202
634.05	Medición	1203
634.06	Pago	1204
Sección 635	Seguridad y control temporal del tránsito.....	1206
635.01	Descripción	1206
635.02	Materiales	1207
635.03	Suministro y colocación de las señales	1207
635.04	Aceptación	1208
635.05	Medición	1209
635.06	Pago	1209
Sección 636	Sistemas eléctricos de alumbrado o señalización.....	1210
636.01	Descripción	1210
636.02	Materiales	1210
636.03	Regulaciones y normas eléctricas.....	1211
636.04	General	1211
636.05	Conducto eléctrico	1211
636.06	Período de prueba	1212

636.07	Garantías e instrucciones.....	1212
636.08	Aceptación	1212
636.09	Medición	1213
636.10	Pago	1213
Sección 637	Servicios e instalaciones de obra.....	1214
637.01	Descripción	1214
637.02	General	1215
637.03	Instalaciones	1215
637.04	Aceptación	1217
637.05	Medición	1218
637.06	Pago	1218
División 700:	Materiales.....	1222
Sección 701	Cemento hidráulico.....	1222
701.01	General	1222
Sección 702	Cemento bituminosos	1223
702.01	Asfalto.....	1223
702.02	Asfalto Modificado.....	1229
702.03	Emulsión asfáltica	1230
702.04	Reservada.....	1239
702.05	Reservada.....	1239
702.06	Materiales impermeabilizantes	1239
702.07	Agentes de reciclado.....	1239
702.08	Mastique asfáltico	1239
702.09	Aditivos	1239
702.10	Procedimiento de evaluación para cementos asfálticos	1243
702.11	Reservada.....	1244
Sección 703	Agregados	1244
703.01	Agregados finos	1244

703.01.01	Arena natural de río.....	1244
703.01.02	Arenas manufacturadas.....	1245
703.02	Agregados gruesos.....	1245
703.03	Agregado para relleno granular.....	1247
703.04	Agregado para relleno permeable.....	1247
703.05	Agregado para capas de subbase y base granular.....	1248
703.06	Agregado triturado.....	1251
703.07	Agregado para mezcla asfáltica.....	1251
703.08	Reservada.....	1257
703.09	Agregado para mezclas en frío con emulsión asfáltica.....	1257
703.10	Agregado para tratamiento superficial bituminoso.....	1259
703.11	Agregado para lechadas superficiales (slurry seal) y microsuperficies	1261
703.12	Reservada.....	1262
703.13	Material de secado.....	1262
703.14	Agregado para recubrimiento suelo vegetal-agregado.....	1262
703.15	Arena.....	1263
703.16	Agregado para rellenos con concreto pobre.....	1263
703.17	Reservada.....	1263
703.18	Agregados para concreto lanzado.....	1263
703.19	Arena para cama de soporte de adoquines.....	1264
703.20	Arena para sello de adoquines.....	1264
703.21	Agregado para capas de base estabilizadas con cemento.....	1265
703.22	Agregado para capa granular de rodadura expuesta.....	1266
703.23	Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado	1268
703.24	Roca granular para drenaje.....	1269
Sección 704	Suelos.....	1270
704.01	Relleno de fundación.....	1270

704.02	Material de cama.....	1271
704.03	Material de relleno.....	1271
704.04	Relleno estructural	1272
704.05	Reservada.....	1272
704.06	Préstamo sin clasificar	1272
704.07	Préstamo selecto	1272
704.08	Reservada.....	1273
704.09	Base de apoyo	1273
704.10	Relleno granular selecto.....	1273
704.11	Reservada.....	1275
704.12	Reservada.....	1275
704.13	Material para terraplén	1275
704.14	Material para pedraplén	1275
704.15	Material de préstamo seleccionado para acabado	1275
Sección 705	Rocas	1276
705.01	Rocas para gaviones y colchonetas.....	1276
705.02	Rocas para protección de taludes (Riprap)	1277
705.03	Rocas para estructuras de mampostería.....	1279
705.04	Rocas para pedraplenes especiales	1282
705.05	Rocas para contrafuertes	1282
705.06	Roca para bordillos en piedra.....	1283
705.07	Rocas para enrocados	1284
705.08	Agregado ciclópeo	1285
Sección 706	Tuberías de concreto o plástico.....	1286
706.01	Tuberías de concreto sin refuerzo.....	1286
706.02	Tuberías de concreto reforzado	1286
706.03	Tuberías perforadas y ranuradas de concreto.....	1286
706.04	Tuberías de arco de concreto reforzado.....	1286

706.05	Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado	1286
706.06	Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D.....	1286
706.07	Vigas cajón prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja 1287	
706.08	Pozos de inspección prefabricados de concreto reforzado.....	1287
706.09	Tubería plástica	1287
Sección 707	Tubería metálica.....	1288
707.01	Tubería para alcantarilla de hierro dúctil	1288
707.02	Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico.....	1288
707.03	Tubería corrugada de aleación de aluminio.....	1288
707.04	Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa	1289
707.05	Lámina de acero estructural.....	1289
707.06	Lámina estructural de aleación de aluminio.....	1289
707.07	Lámina estructural recubierta con capa bituminosa.....	1289
707.08	Tubería de acero recubierta con polímeros.....	1290
707.09	Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada.....	1290
707.10	Tubería ranurada para drenaje.....	1290
707.11	Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico.....	1291
707.12	Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio.	1291
707.13	Tubería de acero corrugado con recubrimiento de concreto	1291
707.14	Tubería de acero corrugado con recubrimiento interno	1291
Sección 708	Pintura	1291
708.01	General	1291
708.02	Muestreo y ensayos	1293
708.03	Pintura para estructuras de madera	1293
708.04	Pintura para estructuras de concreto y mampostería	1294
708.05	Pintura para estructuras de acero	1294
708.06	Pintura penetrante.....	1294

708.07	Pintura de tránsito para demarcación vial horizontal	1294
Sección 709	Acero de refuerzo y cables	1294
709.01	Acero de refuerzo.....	1294
709.02	Cable de acero acordalado	1297
709.03	Acero preesforzado.....	1297
Sección 710	Cercas, mallas y barreras de contención vehicular	1298
710.01	Alambre de púas.....	1298
710.02	Malla para cerca	1298
710.03	Cercas de protección	1298
710.04	Postes para cercas	1298
710.05	Portones	1299
710.06	Vigas para barreras de contención vehicular.....	1299
710.07	Reservada.....	1299
710.08	Reservada.....	1299
710.09	Postes para barreras de contención vehicular.....	1299
710.10	Separadores, accesorios y cables para barreras de contención vehicular 1300	
710.11	Malla plástica temporal	1300
710.12	Barriles amortiguadores de impacto.....	1300
Sección 711	Materiales de curado del concreto hidráulico y aditivos	1301
711.01	Materiales de curado.....	1301
711.02	Aditivos inclusores de aire.....	1301
711.03	Aditivos químicos	1301
711.04	Látex modificado.....	1301
711.05	Colorantes del concreto	1302
Sección 712	Material para juntas	1302
712.01	Sellantes, sellos y rellenos	1302
712.02	Mortero	1305

712.03	Cubrejunta impermeable	1305
712.04	Reservada.....	1305
712.05	Reservada.....	1305
712.06	Retenedores de cobre y botaguas para agua.....	1305
712.07	Retenedores de caucho para agua	1305
712.08	Retenedores de plástico para agua.....	1306
Sección 713	Materiales para merojamiento de la faja lateral en carreteras.....	1307
713.01	Capa superior de tierra vegetal	1307
713.02	Piedra caliza para uso agrícola	1308
713.03	Fertilizante	1308
713.04	Semillas	1308
713.05	Cubierta vegetal.....	1309
713.06	Plantas.....	1311
713.07	Mallas o redes para control de erosión y geoceldas.....	1311
713.08	Material misceláneo para plantas.....	1314
713.09	Espigas	1315
713.10	Césped	1315
713.11	Estacas para césped.....	1315
Sección 714	Geosintéticos.....	1315
714.01	Geotextiles	1315
714.01.01	Separación y filtro.....	1317
714.01.02	Refuerzo.....	1319
714.01.03	Estabilización	1322
714.01.04	Drenaje.....	1323
714.01.05	Control de erosión	1324
714.01.06	Pavimentos.....	1326
714.01.07	Procedimientos de evaluación.....	1327
714.02	Geomallas.....	1328

714.02.01	Estabilización	1328
714.02.02	Refuerzo.....	1328
714.02.03	Pavimentos.....	1329
714.03	Geomembranas	1329
714.03.01	Uso general	1329
714.03.02	Pavimentos.....	1330
714.04	Geomantas	1330
714.05	Geoceldas.....	1331
714.06	Geocompuestos.....	1332
714.06.01	Drenaje, separación y filtro.	1332
714.06.02	Refuerzo, separación y filtro.	1334
714.06.03	Impermeabilización y drenaje.	1334
714.06.04	Control de erosión y refuerzo.....	1335
714.06.05	Pavimentos.....	1335
Sección 715	Pilotes	1336
715.01	Pilotes de madera sin tratar	1336
715.02	Pilotes de madera tratados	1336
715.03	Pilotes de concreto.....	1336
715.04	Cascos de acero	1336
715.05	Tubos y placas de acero	1337
715.06	Pilotes de acero estructural tipo H.....	1337
715.07	Tablestacas.....	1338
715.08	Zapatas de pilotes.....	1338
715.09	Traslapes	1338
Sección 716	Materiales para estructuras de madera	1338
716.01	Maderamen y madera aserrada estructural.....	1338
716.02	Herraje	1338
716.03	Madera estructural tratada	1339

716.04	Madera laminada estructural pegada (adherida)	1339
Sección 717	Metal de uso estructural	1339
717.01	Acero estructural	1339
717.02	Forjados de acero	1341
717.03	Pines y rodillos	1341
717.04	Colados	1342
717.05	Conectores de cortante	1342
717.06	Tubos de acero	1342
717.07	Recubrimiento galvanizado	1342
717.08	Plomo en láminas	1342
717.09	Mallas de acero para piso	1343
717.10	Apoyos	1343
717.11	Politetrafluoroetileno (PTFE por sus siglas en inglés) Superficies para apoyos	1343
717.12	Rieles de aleación de aluminio para puentes	1345
717.13	Pernos y tuercas de aluminio	1345
717.14	Alambre de soldadura de aluminio	1345
717.15	Sellos elastoméricos de juntas de compresión	1345
Sección 718	Materiales para señalización y demarcación vial	1348
718.01	Material retrorreflectivo	1348
718.02	Reservada	1348
718.03	Paneles de plywood	1348
718.04	Paneles de acero	1348
718.05	Paneles de aluminio	1348
718.06	Paneles de plástico	1349
718.07	Paneles de aluminio extruido	1350
718.08	Postes para señales verticales	1350
718.09	Reservada	1351

718.10	Tornillería y elementos de sujeción	1351
718.11	Letras, números, flechas, símbolos y bordes	1351
718.12	Reflectores para delineadores y marcadores de objeto.....	1351
718.13	Materiales para demarcación vial horizontal.....	1352
718.14	Reservada.....	1353
718.15	Reservada.....	1353
718.16	Reservada.....	1353
718.17	Reservada.....	1353
718.18	Cinta preformada para demarcación vial horizontal permanente.....	1353
718.19	Reservada.....	1353
718.20	Captaluces	1353
718.21	Demarcación vial horizontal temporal.....	1353
718.22	Dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito	1354
718.23	Adhesivos para colocación de captaluces	1354
718.24	Captafaros y sistemas delineadores lineales.....	1354
Sección 719	Reservada	1355
Sección 720	Materiales para muros estructurales y muros de suelo reforzado	1355
720.01	Gaviones y colchonetas	1355
720.01.01	Malla para canastas	1355
720.01.02	Sujetadores permanentes.....	1358
720.01.03	Alambres internos de conexión.....	1359
720.02	Materiales para muros de suelo reforzado	1359
720.02.01	Fachadas.....	1359
720.02.02	Elementos de conexión	1360
720.02.03	Refuerzo.....	1361
Sección 721	Material eléctrico y de alumbrado	1362
721.01	Material eléctrico	1362
721.02	Material para alumbrado	1363

Sección 722	Material para anclajes.....	1365
722.01	Elementos para anclajes.....	1365
722.02	Anclajes.....	1365
722.03	Anclajes en roca.....	1367
722.04	Anclaje para suelo cosido.....	1368
Sección 723	Reservada.....	1369
Sección 724	Reservada.....	1369
Sección 725	Materiales diversos.....	1369
725.01	Agua.....	1369
725.02	Cloruro de calcio, cloruro de magnesio y lignosulfonato.....	1369
725.03	Cal.....	1370
725.04	Puzolanas.....	1370
725.05	Relleno mineral.....	1370
725.06	Concreto prefabricado.....	1371
725.07	Ladrillos de arcilla y lajas.....	1371
725.08	Ladrillos de concreto.....	1371
725.09	Bloques de mampostería de concreto.....	1371
725.10	Reservada.....	1372
725.11	Anclajes prefabricados.....	1372
725.12	Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras.....	1372
725.13	Unidades de metal corrugado.....	1373
725.14	Recubrimientos de protección del concreto.....	1373
725.15	Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas 1373	
725.16	Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas ...	1373
725.17	Tubería de acero.....	1373
725.18	Tubería de cobre.....	1373
725.19	Revestimiento de plástico.....	1374

725.20	Revestimiento sulfonado	1374
725.21	Adhesivos epóxicos de resina	1374
725.22	Lechada (relleno fluido).....	1374
725.23	Adoquines	1376
725.24	Color del recubrimiento	1377
725.25	Explosivos y accesorios de voladura.....	1377
725.26	Lodos de perforación	1377
725.27	Encofrados.....	1378
725.28	Reservada.....	1378
725.29	Fibras para refuerzo de concreto hidráulico	1378
725.30	Rejillas para sumideros	1379
725.31	Unidades de concreto prefabricado y accesorios	1379
725.32	Concreto y mortero con polímero	1379

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 107-01 Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)	83
Tabla 107-02 Factor de calidad o de pago	89
Tabla 152-01 Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado fase del estacado horizontal vertical	173
Tabla 157-01 Proporciones de aplicaciones para colocación de césped temporal	196
Tabla 204-01 Información requerida para el tramo de prueba	232
Tabla 204-02 Requisitos de aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado	239
Tabla 204-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado	250
Tabla 208-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de estructuras mayores	278
Tabla 209-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno para otras estructuras	287
Tabla 210-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para relleno permeable	291
Tabla 213-01 Requisitos para selección de estabilizador	298
Tabla 213-02 Requisitos de resistencia mínimos requeridos para mezclas de estabilización	299
Tabla 213-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante	308
Tabla 251-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para escolleras	317
Tabla 252-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca	324

Tabla 255-01 Tolerancias constructivas con respecto al diseño ⁽¹⁾	333
Tabla 256-01 Secuencia de carga del ensayo de desempeño	348
Tabla 256-02 Secuencia de carga del ensayo de comprobación	349
Tabla 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo	353
Tabla 259-01 Esquema para el ensayo de verificación ⁽¹⁾	364
Tabla 259-02 Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido	365
Tabla 259-03 Tolerancias de construcción para los elementos del muro	369
Tabla 259-04 Tolerancias para la construcción de superficies permanentes de concreto lanzado	369
Tabla 259-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido	375
Tabla 260-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes y pernos en roca	388
Tabla 262-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para revestimiento de taludes	398
Tabla 301-01 Información requerida para el tramo de prueba	403
Tabla 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares	411
Tabla 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares	414
Tabla 302-01 Parámetros de diseño de las mezclas de agregados y cemento	421
Tabla 302-02 Especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción	422
Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento	436

Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base	455
Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales	476
Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base.....	491
Tabla 310-01 Requerimientos para el diseño de mezcla de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado.....	500
Tabla 310-02 Requerimientos para el asfalto espumado a la temperatura de diseño ⁽¹⁾ . 501	
Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado	512
Tabla 312-01 Información requerida para el tramo de prueba.....	527
Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.....	537
Tabla 401-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso	542
Tabla 401-02 Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica utilizando el método Marshall	544
Tabla 401-03 Porcentajes mínimos de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	544
Tabla 401-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas	545
Tabla 401-05 Tolerancias aceptables entre diseño de mezcla y la verificación.....	546
Tabla 402-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso	548
Tabla 402-02 Giros de compactación Superpave® (Tabla 1, AASHTO R35, 2017)	550
Tabla 402-03 Requisitos de la mezcla para el diseño Superpave® (Tabla 7, AASHTO M323, 2017)	550
Tabla 402-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas	551
Tabla 402-05 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.....	552

Tabla 403-01 Especificaciones adicionales para los agregados de mezclas asfálticas especiales (Adaptado de AASHTO M325)	554
Tabla 403-02 Requerimientos volumétricos para mezclas asfálticas especiales SMA (AASHTO M325 y R46)	554
Tabla 405-01 Requisitos de Regularidad Superficial para pavimentos flexibles	572
Tabla 405-02 Especificación de MRI para colocación de sobrecapas asfálticas en mezcla asfáltica en caliente	573
Tabla 405-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente	580
Tabla 407-01 Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica en frío densa y abierta con emulsión asfáltica	589
Tabla 407-02 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.....	590
Tabla 407-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas.....	604
Tabla 411-01 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales simples	612
Tabla 411-02 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales dobles	613
Tabla 411-03 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales triples	614
Tabla 411-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el tratamiento superficial asfáltico	618
Tabla 412-01 Requisitos de calidad en emulsiones asfálticas CQS-1h.....	621
Tabla 412-02 Tasas de aplicación recomendadas	622
Tabla 412-03 Límites de dosificación para los componentes del sello de lechada asfáltica y microcapa	623
Tabla 412-04 Especificaciones recomendadas para los sellos de lechada asfáltica y microcapa	624

Tabla 412-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para los sellos de lechadas asfáltica y microcapas	633
Tabla 414-01 Tasa de aplicación de emulsión asfáltica ⁽¹⁾	637
Tabla 414-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el riego de emulsión asfáltica	641
Tabla 420-01 Dosificación típica de emulsión asfáltica de acuerdo con el tipo de material geosintético	654
Tabla 501-01 Requisitos del concreto hidráulico para pavimentos.....	662
Tabla 501-02 Requisitos de regularidad superficial para pavimentos rígidos	681
Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico.....	687
Tabla 503-01 Reparación previa de fallas.....	706
Tabla 504-01 Tipos de confinamiento según la aplicación	714
Tabla 504-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de adoquines de concreto hidráulico ⁽¹⁾	726
Tabla 505-01 Graduación del agregado combinado para mezclas de concreto compactado con rodillo	729
Tabla 505-02 Plazo de trabajabilidad según tipo de obra.....	731
Tabla 505-03 Tolerancias según material	732
Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo	743
Tabla 551-01 Eficiencia de los martillos para el análisis de la ecuación de onda	750
Tabla 551-02 Energía mínima del martinete	751
Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural	771
Tabla 552-02 Límites de asentamiento (revenimiento) para concreto estructural.....	773
Tabla 552-03 Resistencia a compresión promedio de diseño requerida	775

Tabla 552-04 Tolerancias en la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico	776
Tabla 552-05 Flujo de asentamiento por elemento estructural.....	785
Tabla 552-06 Flujo de asentamiento para estructuras construidas con concreto autocompactable	785
Tabla 552-07 Proporciones de materiales en mezclas de concreto autocompactable....	786
Tabla 552-08 Requisitos para vibradores manuales	791
Tabla 552-09 Valores del ensayo de carga sostenida.....	805
Tabla 552-10 Momento torsional para dispositivos de anclaje	806
Tabla 552-11 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado fino	811
Tabla 552-12 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado grueso	812
Tabla 552-13 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico	813
Tabla 553-01 Tolerancias de miembros de concreto pretensado.....	826
Tabla 553-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto preesforzado.....	832
Tabla 554-01 Pesos unitarios de varillas para acero de refuerzo.....	840
Tabla 554-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de las varillas de refuerzo	842
Tabla 555-01 Código de colores de identificación del acero	847
Tabla 555-02 Tamaño de las marcas de estampado del acero.....	848
Tabla 555-03 Radios mínimos de doblado.....	851
Tabla 555-04 Valores de regularidad superficial definidas por ANSI.....	852
Tabla 555-05 Temperaturas de enderezado térmico	853
Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos ⁽¹⁾	863

Tabla 555-07 Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste	864
Tabla 563-01 Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida.....	910
Tabla 563-02 Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies con pintura existente en buen estado	911
Tabla 563-03 Sistemas de recubrimiento para otras estructuras	912
Tabla 564-01 Coeficiente de fricción.....	920
Tabla 565-01 Tolerancias del pilote	924
Tabla 565-02 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación minerales ..	928
Tabla 565-03 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación a base de polímeros.....	928
Tabla 565-04 Tolerancias en la colocación de la armadura del pilote preexcavado	931
Tabla 565-05 Ensayos de integridad a pilotes preexcavados.....	937
Tabla 565-06 Clasificación de condición del pilote de acuerdo al ensayo CSL	938
Tabla 566-01 Composición del Concreto Lanzado.....	944
Tabla 566-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para concreto lanzado	952
Tabla 568-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pegamento en concreto estructural	960
Tabla 569-01 Presión de viento de diseño – Puntales de acero para trabajo pesado	964
Tabla 569-02 Presión de viento de diseño – Otros tipos de andamios.....	964
Tabla 569-03 Criterio de soporte mínimo para remoción de encofrados	971
Tabla 570-01 Tolerancia en la construcción de micropilotes	975
Tabla 570-02 Esquema del ensayo de carga de verificación	978
Tabla 570-03 Esquema del ensayo de carga de comprobación.....	980
Tabla 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes ..	985

Tabla 601-01 Composición del concreto para estructuras menores.....	989
Tabla 601-02 Composición de otros tipos de concreto para estructuras menores	990
Tabla 601-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico para estructuras menores	996
Tabla 602-01 Hiladas de apilado de tubos	1001
Tabla 602-02 Separación entre tubos de acero corrugados instalados en zanja común	1009
Tabla 602-03 Profundidad mínima de instalación a la altura de la corona del tubo ⁽¹⁾ ...	1009
Tabla 602-04 Profundidad máxima de instalación a la altura de la corona del tubo ⁽¹⁾ ..	1010
Tabla 602-05 Clases de material de relleno para tuberías de plástico	1014
Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado	1017
Tabla 602-07 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén y pedraplén1 según ASTM C1479.....	1018
Tabla 602-08 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en zanja según ASTM C1479	1020
Tabla 602-09 Deflexión máxima de la tubería.....	1037
Tabla 605-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subdrenajes para pavimentos de carretera	1065
Tabla 608-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas.....	1081
Tabla 609-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para suministro y colocación de bordillos o cordón.....	1091
Tabla 615-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados.....	1120
Tabla 620-01 Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería	1153

Tabla 620-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la mampostería de piedra.....	1161
Tabla 637-01 Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra	1216
Tabla 637-02 Suministro mínimo en las instalaciones y servicios	1217
Tabla 701-01 Especificaciones para cementos de mampostería y de mortero.....	1222
Tabla 702-01 A Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C	1223
Tabla 702-01 B Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C	1223
Tabla 702-02 Especificaciones adicionales de asfalto	1225
Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño ...	1226
Tabla 702-04 Incremento en límite superior de clasificación por grado de desempeño requerido por Proyecto, a partir de volumen de carga de diseño del pavimento y velocidad de carga.....	1229
Tabla 702-05 Especificaciones para el asfalto modificado	1229
Tabla 702-06 Temperaturas de aplicación de emulsiones asfálticas.....	1231
Tabla 702-07 Especificaciones para la emulsión asfáltica aniónica ⁽¹⁾	1232
Tabla 702-08 Especificaciones para la emulsión asfáltica catiónica ⁽¹⁾	1234
Tabla 702-09 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizadas adicionalmente para aplicaciones de tratamiento superficial ⁽¹⁾	1236
Tabla 702-10 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada para microcapas ⁽¹⁾	1237
Tabla 702-11 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada adicionalmente para aplicaciones de riego de liga ⁽¹⁾	1238
Tabla 702-12 Especificaciones para la cal.....	1241
Tabla 702-13 Propiedades físicas de los agentes rejuvenecedores de mezclas asfálticas	1242
Tabla 703-01 Especificaciones para arena de río	1244

Tabla 703-02 cificaciones para arena manufacturada (fabricada).....	1245
Tabla 703-03 Granulometría para los agregados gruesos	1246
Tabla 703-04 Especificaciones para el agregado grueso.....	1247
Tabla 703-05 Granulometría para rellenos permeables	1248
Tabla 703-06 Tipos de granulometrías a usar para las subbases granulares	1248
Tabla 703-07 Tipos de granulometrías a usar para las bases granulares	1250
Tabla 703-08 Especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica	1252
Tabla 703-09 (A) Granulometrías densas finas.....	1254
Tabla 703-09 (B) Granulometrías densas gruesas.....	1254
Tabla 703-10 Granulometrías para mezclas asfálticas especiales.....	1256
Tabla 703-11 Coeficiente de pulimento acelerado del agregado grueso	1257
Tabla 703-12 Granulometría densa para mezclas en frío con emulsión asfáltica.....	1258
Tabla 703-13 Granulometría abierta para mezclas en frío con emulsión asfáltica.....	1259
Tabla 703-14 Especificaciones para los agregados utilizados en los tratamientos superficiales.....	1259
Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de simple y múltiple capa	1260
Tabla 703-16 Requisitos de calidad del agregado para sello de lechada asfáltica y microcapa.....	1261
Tabla 703-17 Especificaciones granulométricas para los agregados para lechadas asfálticas.....	1261
Tabla 703-18 Límites de granulometría para combinaciones de agregado en concreto lanzado.....	1263
Tabla 703-19 Granulometría para la cama de soporte.....	1264
Tabla 703-20 Granulometría para la capa de sello	1264
Tabla 703-21 Requisitos granulométricos para bases a estabilizar con cemento.....	1265

Tabla 703-22 Granulometría de material para capa granular de rodadura	1267
Tabla 703-23 Otras especificaciones de material para capa granular de rodadura	1267
Tabla 703-24 Rangos requeridos para la granulometría de agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica y asfalto espumado	1269
Tabla 703-25 Granulometría de la roca granular para drenaje	1270
Tabla 704-01 Granulometría del material de relleno de fundación	1271
Tabla 704-02 Granulometría del material de préstamo selecto	1272
Tabla 704-03 Granulometría del material de base de apoyo	1273
Tabla 704-04 Granulometría de material de relleno granular selecto	1274
Tabla 704-05 Granulometría para material de préstamo seleccionado para acabado	1275
Tabla 705-01 Requerimientos para la granulometría de rocas para protección de taludes ⁽¹⁾	1278
Tabla 705-02 Usos recomendados de tipos de granulometría para protección de taludes	1279
Tabla 705-03 Granulometría para roca colocada mecánicamente	1282
Tabla 705-04 Granulometría para roca colocada manualmente	1282
Tabla 712-01 Tamaño del cordón de respaldo	1304
Tabla 712-02 Retenedores de plástico	1306
Tabla 713-01 Granulometría para la piedra caliza de uso agrícola	1308
Tabla 713-02 Mallas de paja para control de erosión	1312
Tabla 713-03 Malla de paja y fibra de coco	1313
Tabla 713-04 Malla de coco	1313
Tabla 713-05 Malla sintética para control de erosión	1314
Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro ⁽¹⁾	1316

Tabla 714-02 Requisitos físicos para geotextiles con función de separación ⁽¹⁾	1317
Tabla 714-03 Grado de vida útil para escogencia de geotextiles como separación ⁽¹⁾ ..	1318
Tabla 714-04 Requisitos de traslapes ⁽¹⁾	1319
Tabla 714-05 Requisitos adicionales de resistencia para geotextiles y geomallas	1320
Tabla 714-06 Requisitos de los polímeros usados en el refuerzo ⁽¹⁾	1321
Tabla 714-07 Requisitos físicos para geotextiles con función de estabilización ⁽¹⁾	1322
Tabla 714-08 Requisitos físicos para geotextiles con función de drenaje ⁽¹⁾	1323
Tabla 714-09 Requisitos físicos para geotextiles con función de control de erosión ⁽¹⁾ .	1325
Tabla 714-10 Requisitos físico-mecánicos de geotextiles no tejidos para uso en pavimentos ⁽¹⁾ ⁽²⁾	1327
Tabla 714-11 Requisitos físico-mecánicos de geomallas para uso como estabilización ⁽¹⁾	1328
Tabla 714-12 Propiedades de las geomallas en sobrecapado asfáltico ⁽²⁾	1329
Tabla 714-13 Requisitos físico-mecánicos de geomembranas ⁽¹⁾	1329
Tabla 714-14 Requisitos físico-mecánicos de geomantas ⁽¹⁾	1330
Tabla 714-15 Requisitos físico-mecánicos de las geoceldas ⁽¹⁾	1331
Tabla 714-16 Propiedades de los geocompuestos en sobrecapado asfáltico ⁽²⁾	1335
Tabla 717-01 Láminas de llenado de politetrafluoroetileno	1344
Tabla 717-02 Alambre para soldadura de aluminio	1345
Tabla 717-03 Aleaciones de aluminio para barandas de puentes	1346
Tabla 718-01 Coeficientes mínimos de intensidad luminosa retrorreflectiva (RI). Candelas por lux.....	1352
Tabla 720-01 Características del revestimiento con PVC del alambre para gavión.....	1358
Tabla 725-01 Especificaciones del relleno mineral	1371
Tabla 725-02 Especificaciones de la granulometría del relleno mineral	1371

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 204-01 Configuración geométrica de la construcción del tramo de prueba.	230
Figura 256-01 Esquema típico de un anclaje	343
Figura 501-01 Razón de evaporación de humedad superficial.....	665
Figura 501-02 Detalle de la colocación del sello de juntas	679
Figura 504-01 Esquema de confinamiento con prefabricados de concreto y roca cortada.	715
Figura 504-02 Esquema de confinamiento con aluminio y acero.	715
Figura 504-03 Esquema de confinamiento con plástico	716
Figura 504-04 Esquema de confinamiento con concreto hidráulico vertido en sitio.....	716
Figura 504-05 Esquema de confinamiento lateral y transversal.	718
Figura 552-01 Razón de evaporación de humedad superficial.....	783
Figura 602-01 Esquema de capas del relleno para instalación en zanja	1006
Figura 602-02 Esquema de capas del relleno para instalación en terraplén y pedraplén	1007
Figura 605-01 Sistemas de Subdrenajes	1058
Figura 617-01 Ensayo estático in situ	1133

Disposiciones generales

División 100

DIVISIÓN 100: DISPOSICIONES GENERALES

Queda sobreentendido y acordado que todo el contenido de estas Disposiciones Generales, así como la Oferta, el Cartel de Licitación y las Especificaciones Especiales, formarán parte del Contrato.

SECCIÓN 101 TÉRMINOS, FORMATOS Y DEFICIONES

101.01 Intención de los términos

Estas especificaciones están escritas, por lo general, en modo imperativo. En las frases en que se use el modo imperativo, el sujeto “el Contratista” es implícito. En este lenguaje también son implícitas las palabras “debe”, “debe ser” o palabras y frases similares. En las especificaciones de materiales el sujeto también puede ser el proveedor, productor o fabricante que suple los materiales, productos o equipo que se usarán en el proyecto.

En donde quiera que diga “dirigido”, “requerido”, “ordenado” u otras palabras similares, se sobreentiende que la “dirección”, “requerimiento” u “orden” provienen de la Administración. De igual manera, en donde se usen las palabras “aprobado”, “aceptable”, “apropiado”, “satisfactorio” u otras similares, estos vocablos significan “aprobado por”, “aceptable para” o “satisfactorio para” la Administración. Los verbos conjugados en futuro por lo general atañen a decisiones o acciones de la Administración.

101.02 Formato de las especificaciones

Estas especificaciones están divididas en diez (10) Divisiones.

La División 100 Disposiciones generales, contiene los requerimientos generales del Contrato, para los cuales no se hace pago directo, siendo aplicable a todos los contratos.

La División 150 contiene los requerimientos contractuales aplicables a todos los Contratos. El trabajo que se realice según la División 150 será remunerado directamente cuando exista un renglón de pago específico dentro del Cartel. En caso contrario, no se hará pago directo.

Las Divisiones 200 a 600 contienen los requisitos de construcción de los Contratos para los diferentes renglones específicos del proyecto. El trabajo llevado a cabo según estas Divisiones es pagado directa o indirectamente, conforme a lo establecido en la Subsección 109.05 Recepción de Obra y finiquito del Contrato.

La División 700 contiene los requerimientos para los materiales indicados en las Divisiones 150 a 600, por lo que no se establece en ellas pago directo. El pago correspondiente del material se incluye como parte del trabajo requerido según las Divisiones 150 a 600.

Los primeros tres dígitos del número del renglón de pago identifican la Sección bajo la cual se realiza el trabajo.

101.03 Abreviaturas

Cuando se usen abreviaturas en las especificaciones, éstas representan lo siguiente:

(a) Siglas

AA	Aluminum Association
AAR	Association of American Railroads
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
ACPA	American Concrete Pavement Association
AGC	Associated General Contractors of America
AI	Asphalt Institute
AIA	American Institute of Architects
AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
APWA	American Public Works Association
ARA	American Railway Association
AREA	American Railway Engineering Association
ARTBA	American Road and Transportation Builders Association
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASLA	American Society of Landscape Architects
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATSSA	American Traffic Safety Services Association

AWPA	American Wood Protection Association
AWS	American Welding Association
CCC	Cámara Costarricense de la Construcción
CETAC	Dirección General de Aviación Civil
CFR	Code of Federal Regulations
CNC	Consejo Nacional de Concesiones
CNE	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
CONAVI	Consejo Nacional de Vialidad
COSEVI	Consejo de Seguridad Vial
CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
CGR	Contraloría General de la República
CRSI	Concrete Reinforcing Steel Institute
CTP	Consejo de Transporte Público
DGTCC	Dirección General de Transportes y Comercialización de Combustibles
ECA	Ente Costarricense de Acreditación
EPA	Environmental Protection Agency
FHWA	Federal Highway Administration
ICCYC	Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto
INTECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
ISO	International Organization of Standardization
ISSA	International Slurry Surfacing Association
ITE	Institute of Transportation Engineers
LACOMET	Laboratorio Costarricense de Metrología
LanammeUCR	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica
LCA	Ley de Contratación Administrativa

MCDCT	Manual Centroamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras
MIDCT	Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras
MICIT	Ministerio de Ciencia y Tecnología
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
MUTCD	Manual of Uniform Traffic Control Devices
NBS	National Building Specification
NCA	Nivel de Calidad Aceptable
NEC	National Electric Code
NEMA	National Electrical Manufactures Association
NI	Nivel de Incumplimiento Aceptado
NFPA	National Fire Protection Association
NIST	National Institute of Standards and Technology
ONNUM	Oficina Nacional de Normas y Unidades
ORT	Órgano de Reglamentación Técnica
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PCA	Portland Cement Association
PCI	Prestressed Concrete Institute
PTI	Post-Tensioning Institute
SAE	Society of Automotive Engineers
SF	Standard Form
SI	Sistema Internacional de Unidades
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
SSPC	Steel Structures Painting Council
UL	Underwriters Laboratories
API	American Petroleum Institute
ARESEP	Autoridad Reguladora de Servicios Públicos

ASME	American Society of Mechanical Engineers
CIC	Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica
CAN	Comisión Arqueológica Nacional
INS	Instituto Nacional de Seguros
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
MINAET	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental

(b) Símbolos SI:

A	Amperio	Corriente eléctrica
cd	Candela	Intensidad lumínica
°C	Grado Celsius	Temperatura
d	Día	Tiempo
g	Gramo	Masa
h	Hora	Tiempo
H	Henry	Inductancia
ha	Hectárea	Área
Hz	Hertz (s-1)	Frecuencia
J	Joule (N • m)	Energía
K	Kelvin	Temperatura
L	Litro	Volumen
lx	Lux	Iluminación
m	Metro	Longitud
m²	Metro cuadrado	Área
m³	Metro cúbico	Volumen
min	Minuto	Tiempo
N	Newton (kg • m/s ²)	Fuerza

Pa	Pascal (N/m ²)	Presión
s	Segundo	Tiempo
t	Tonelada	Fuerza
Tm	Tonelada métrica	Masa
V	Voltio (W/A)	Potencial eléctrico
W	Vatio (J/s)	Potencia
Ω	Ohmio (V/A)	Resistencia eléctrica
°	Grado	Ángulo plano
'	Minuto	Ángulo plano
"	Segundo	Ángulo plano

(c) Prefijos de los símbolos SI:

E	exa	10 ¹⁸
P	peta	10 ¹⁵
T	tera	10 ¹²
G	giga	10 ⁹
M	mega	10 ⁶
k	kilo	10 ³
c	centi	10 ⁻²
m	mili	10 ⁻³
μ	micro	10 ⁻⁶
n	nano	10 ⁻⁹
p	pico	10 ⁻¹²
f	femto	10 ⁻¹⁵
a	atto	10 ⁻¹⁸

(d) Anotación de la pendiente (vertical : horizontal)

Para taludes menores que 1:1, la pendiente se expresa como la proporción de una unidad vertical y el número de unidades horizontales correspondientes. Para inclinaciones más empinadas que 1:1, se expresa el talud como la razón del número de unidades verticales y una unidad horizontal.

(e) Conversión de unidades

FACTORES DE CONVERSIÓN SISTEMA MÉTRICO A INGLÉS				
Símbolo	Sí tiene	X por	Para tener	Símbolo
LONGITUD				
µm	micrómetros	3,9 x 10 ⁻⁵	pulgadas	in
mm	milímetros	0,039	pulgadas	in
m	metros	3,28	pies	ft
m	metros	1,09	yardas	yd
km	kilómetros	0,621	millas	mi
ÁREA				
mm ²	milímetros cuadrados	0,0016	pulgadas cuadradas	in ²
m ²	metros cuadrados	10,764	pies cuadrados	ft ²
m ²	metros cuadrados	1,195	yardas cuadradas	yd ²
ha	hectáreas	2,47	acres	ac
km ²	kilómetros cuadrados	0,386	millas cuadradas	mi ²
VOLUMEN				
mL	mililitros	0,034	onzas fluidas	fl oz
L	litros	0,264	galones	gal
m ³	metros cúbicos	35,31	pies cúbicos	ft ³
m ³	metros cúbicos	1,308	yardas cúbicas	yd ³
MASA				

g	gramos	0,035	onzas	oz
kg	kilogramos	2,202	libras	lb
t	toneladas cortas	1,1023	toneladas métricas	Tm
TEMPERATURA				
°C	Celsius	1,8 C + 32	Fahrenheit	°F
ILUMINACIÓN				
lx	lux	0,0929	candelas-pie	fc
cd/m ²	candela/ m2	0,2919	Lamberts-pie	fl
MISCELANEOS				
J	joule	0,7376	librafuerza-pie	ft • lbf
N	newtons	0,225	librafuerza	lbf
kPa	kilopascales	0,145	librafuerza por pulgada cuadrada	lbf / in ²

101.04 Definiciones

Acera - Área de la vía pública terrestre destinada al uso por parte de peatones y para la instalación de servicios; la cual podría estar destinada a un uso compartido con modos activos de movilidad siempre que su diseño sea adecuado para tales fines, con prioridad peatonal.

Acero - Material utilizado en la industria de la construcción, formado mediante una aleación de hierro, carbono y otros elementos.

Acero de refuerzo - Típicamente varilla corrugada y torones, embebidos en el interior de un elemento de concreto que trabajan en conjunto con el concreto para resistir las cargas impuestas en un elemento estructural.

Acreditación - Procedimiento mediante el cual un organismo autorizado, reconoce de manera formal que una organización es competente para la ejecución de actividades específicas de evaluación de la conformidad.

Acta de Recepción - Documento firmado por el representante de la Administración y el Contratista, en el que se señalan las circunstancias pertinentes en orden al estado de la

obra, si el recibo es a plena satisfacción de la Administración, si se hace bajo protesta o si dada la gravedad y trascendencia del incumplimiento, la obra no se acepta en ese momento. La recepción de la obra puede ser provisional en caso de que la obra se encuentre en un nivel aceptable, en la que únicamente falten detalles de acabado o corrección de algún defecto menor; o bien la recepción puede ser definitiva cuando se cuente con los estudios técnicos que acrediten el cumplimiento de los términos del Contrato, sin embargo, no exime de responsabilidad al Contratista por incumplimiento o vicios ocultos de la obra.

Actividad - Parte de un renglón de pago, renglón de pago o grupo de renglones de pago asociados entre sí que constituyen una parte individual del trabajo. Tiene una asignación de recursos y consume un tiempo determinado dentro del programa de trabajo.

Actividad crítica - Es aquella actividad que fija la duración de un Proyecto ya que cualquier demora en alguna de ellas retrasa la conclusión de la obra.

Adhesivo epóxico - Adhesivo usado en reparaciones para mejorar la adhesión entre el concreto existente y el concreto fresco.

Administración - Cuando en este manual se utilice este término, se entenderá que se refiere a la institución dueña del proyecto. De igual forma, hace “referencia a los sujetos que deben someter su actividad contractual a los preceptos de la legislación nacional vigente en esta materia, independientemente de que en sentido estricto no formen parte de la Administración Pública”

Agregado - Material granular con composición mineralógica que puede ser arena, grava, escoria o roca triturada, con graduación variable.

Agregados de cantera - Son los agregados extraídos de fuentes naturales conocidas como tajo.

Agregado fino - Agregado que pasa el tamiz de 4,75 mm (N°. 4).

Agregado grueso - Agregado retenido en el tamiz de 4,75 mm (N°. 4).

Agrietamiento - Abertura o formación de grietas en un elemento. Se caracterizan mediante la causa que lo origina, medición de su espesor, profundidad, espaciamiento y longitud.

Alcantarilla - Estructura de tubos de concreto, acero, plástico o concreto armado que sirve como medio de paso de las aguas pluviales a través de la carretera.

Alcantarilla de cuadro - Estructura de sección cuadrada o rectangular, de una o varias celdas, que permite el paso de agua, animales terrestres o vehículos, por lo general sobre ellas hay un relleno que forma parte de la rasante de una carretera.

Aletón - Muros adyacentes a los bastiones de un puente, o que prolongan la boca de un canal o alcantarilla a la entrada y/o salida, que sirven para contener los terraplenes y encauzar las aguas.

Aletones de cabezal - Su fin es contener los taludes que conforman el terraplén de la vía o el terreno natural,

Aliviaderos - Son estructuras de control hidráulico cuya función es la de controlar la velocidad del agua para evitar socavación.

Amortiguador o atenuador de impacto - Sistema de contención vehicular que reduce la severidad de daños al vehículo y sus ocupantes ante un impacto frontal, haciendo disminuir la aceleración del vehículo de manera gradual absorbiendo la energía cinética mediante la deformación del sistema hasta lograr que se detenga con una desaceleración tolerable para sus ocupantes.

Apoyos - Sistemas mecánicos que transmiten las cargas de la superestructura a las pilas o bastiones.

Apoyo de expansión - Permite que la estructura rote y se traslade en el sentido longitudinal, puede ser placa, de neopreno, de nódulo o balancín.

Apoyo fijo - Restringe la traslación y permite únicamente la rotación de la estructura.

Apoyo rígido o empotrado - Apoyos que restringen todos los movimientos de traslación y rotación.

Área de protección - Porción de terreno que presenta restricciones de uso debido a aspectos técnicos o jurídicos, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (DE-31849), en la medida de que sirve para proteger un recurso natural dado.

Área de previsión vial - Área o superficie de terreno adyacente a cada lado del derecho de vía, comprendida entre el límite de propiedad frente a la vía pública y la línea de construcción fijada por la oficina gubernamental competente. Los terrenos destinados a este fin permanecen en propiedad de los colindantes hasta que la Administración los adquiera

cuando lo considere pertinente. En este caso, pasan a formar automáticamente parte del derecho de vía.

Aseguramiento de la calidad - Acciones planificadas y sistemáticas emprendidas para proporcionar la confianza adecuada de que un proceso productivo y constructivo cumple con los requisitos de calidad establecidos según los términos del Contrato.

Aserrado - Es una operación de preparación que se realiza con la hoja de sierra y cuyo objeto es cortar el material, parcial o totalmente.

Auditoría técnica - Proceso de evaluación, sistemático, independiente y documentado de las diferentes fases de un proyecto de infraestructura vial (pudiendo cubrir desde los procesos de gestión en los que se sustentan las inversiones, la elaboración y contratación de la obra hasta su ejecución, supervisión y finiquito), destinado a obtener evidencias y evaluarlas objetivamente, a efecto de determinar si se están cumpliendo (o se cumplieron) los requerimientos contractuales, normas aplicables, manual de calidad (o los documentos que lo conforman de hecho), procedimientos generales y específicos, registros y formularios, e instrucciones de trabajo.

Aviso de licitación - Comunicación pública de que se están solicitando ofertas para suministros o trabajos, generalmente para el Estado.

Bacheo - Reparación de zonas puntuales dañadas de una vía, que deben ser reparadas mediante el corte y extracción de material dañado o contaminado para ser restituido usando mezcla asfáltica debidamente compactado. No debe ser utilizado de manera extensiva.

Baranda de puente - Es la parte de la estructura que tiene por objeto servir de protección a los peatones.

Barras de acero – Pieza larga y maciza de acero, de sección circular que se emplea como refuerzo en reforzamientos de concreto, conocida como: varilla. Pueden ser corrugadas o lisas.

Barreras de contención vehicular o barrera de seguridad - Sistema longitudinal paralelo al flujo vehicular en los márgenes de una carretera o en la medianera, cuyo propósito es contener y redireccionar los vehículos que pierden el control y se salen de la vía o de los carriles de circulación.

Base - Material triturado constituido por partículas duras y durables que se encuentra inmediatamente debajo de la capa superficial o de una capa intermedia. Puede estar compuesta de escoria triturada, roca triturada, grava y arena triturada o cualquier combinación de estos materiales, que cumple con la normativa vigente. Pueden ser tratadas con ligantes bituminosos, cemento hidráulico o aditivos químicos.

Bastiones - Elementos de la subestructura que proporcionan soporte vertical y horizontal en los extremos del puente, retienen los rellenos en los accesos de aproximación en los extremos del puente y transmiten las cargas de la superestructura hasta las fundaciones y el medio soportante.

Bermas al pie del talud - Colocación de material para proporcionar contrapeso al pie del talud para estabilizarlo. El material por colocar puede ser tierra, pedraplén o un contrafuerte de rocas.

Bitácora digital para el control de proyectos - Es el medio digital oficial que el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica pone a disposición de los profesionales responsables de la ejecución de un proyecto, constructivo o no, así como todas aquellas personas autorizadas, conforme con el artículo 4 del Reglamento Especial de la Bitácora Digital para el Control de Proyectos, para que dejen constancia de su actuación profesional.

Bloques de césped - Son elementos de forma aproximadamente rectangular, y provendrán de sitios aprobados por la Administración, o haber sido obtenidos de descapotes, preferiblemente de la misma zona del sitio a sembrar.

Bombeo - Es la pendiente transversal de la carretera, que se desarrolla desde el eje longitudinal de la superficie de rodamiento hasta los bordes, con el objeto fin de facilitar el escurrimiento superficial del agua.

Bordillos y cordón de caño - Son estructuras de concreto hidráulico o mezcla asfáltica, que se construyen en general, adosados al borde exterior del revestimiento de los espaldones, o al borde exterior de las pistas de circulación, en uno o en ambos lados de una carretera para el encauzamiento de las aguas, con el fin de evitar la erosión de los taludes de relleno.

Brigada balanceada de maquinaria y equipo - Conjunto de maquinaria y equipo que, permita un balance de ejecución óptimo, sin maquinaria ni equipo ocioso.

Cabezal - Estructura de concreto construida a la entrada y/o salida de la alcantarilla con el fin de proteger los extremos de las alcantarillas, los rellenos y terraplenes.

Caja de registro - Estructura colocada para controlar el buen funcionamiento del sistema, que sirven para evacuar el agua recogida por otros elementos como alcantarillas y cunetas, quiebra gradientes.

Calibración - Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre condiciones especificadas, la relación entre valores indicados mediante un instrumento de medición o mediante un sistema de medición, o valores representados por una medida de material o un material de referencia, y los valores correspondientes de una cantidad realizados mediante un patrón de referencia.

Calidad - Conjunto de propiedades o características de un producto o servicio, que le confieren idoneidad para satisfacer necesidades requeridas y expresadas por la Administración en las especificaciones contractuales.

Calles de travesía - Conjunto de carreteras públicas que atraviesan el cuadrante de un área urbana o de calles que unen dos secciones de carretera en el área referida, de conformidad con el artículo 3 de la Ley General de Caminos Públicos

Calzada - Sección del derecho de vía destinada a la circulación vehicular, la cual puede incluir uno o más carriles de circulación (no incluye el espaldón).

Canales - Estructuras para recolectar las aguas captadas con el fin de entregarlas en cauces naturales u otras áreas sin causar daños o contaminación. Pueden recibir agua por sus dos márgenes por lo general su capacidad hidráulica se incrementa a lo largo del recorrido. Pueden ser escalonados con el fin de disminuir la energía del flujo.

Canalizadores temporales - Son aquellos elementos o dispositivos temporales que se utilizan para encauzar al tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en construcción o mantenimiento en la vía pública, para indicar cierres, estrechamientos y desvíos por motivo de las obras.

Caño - Estructura longitudinal que se construye en ambos lados de la carretera, con el fin de recibir y conducir el agua de la superficie de ruedo y las aguas pluviales que llegan de las propiedades colindantes a la carretera, hacia un punto determinado donde no provoque daños a la estructura del pavimento, otras estructuras de la carretera y propiedades privadas.

Capa - Riego continuo de un material específico, con un mismo esfuerzo de compactación en toda su extensión.

Capacidad estructural - Capacidad de las vías de resistir las cargas vehiculares producto del volumen y peso de los vehículos, identificando y calificando la estructura de los pavimentos de acuerdo con un nivel de desempeño esperado, necesario para decidir sobre niveles de intervención como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de las secciones.

Capacidad funcional - Capacidad que tiene la vía de brindar un servicio al usuario, considerando aspectos de confort, seguridad vial, costos de operación vehicular o deterioro de los vehículos por irregularidad de las vías, velocidad de circulación, niveles de congestión, contaminación ambiental por gases o por ruido.

Captafaro - Elemento retrorreflectivo, de una o dos caras, que se coloca principalmente en barreras de contención vehicular, e indican la alineación de la vía y advierten a los conductores de la presencia de dispositivos viales.

Captaluz - Dispositivos de demarcación vial provistos de elementos retrorreflectivos o lumínicos según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA) que se adhieren a la superficie del pavimento, con el fin de canalizar, guiar y prevenir a los usuarios de la vía, instalados de manera conjunta con la demarcación vial horizontal.

Carbonatación - Es un proceso lento que ocurre en el hormigón, donde la cal apagada (hidróxido cálcico) del cemento reacciona con el dióxido de carbono del aire formando carbonato cálcico.

Carretera o camino - Toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios, que permite el tránsito.

Carril de circulación - Parte de la calzada destinada al tránsito vehicular en una sola dirección.

Carril de tránsito - Subdivisión de la superficie de rodadura, sobre la cual se permite el tránsito de una fila de vehículos, en un solo sentido.

Cartelas - Pieza de chapa metálica o acero con forma triangular que soldada a una superficie o barra se utiliza para reforzar la unión de ésta con otras barras, formando un ángulo recto.

Cartel de licitación - Conjunto de documentos que constituye el pliego de información entregada por la Administración a los posibles oferentes.

Cauce - Es el canal natural por el que circulan las aguas de una quebrada, río o bahía, se compone por el lecho o fondo más las riberas, bordes o taludes que limitan cualquier curso de agua, se compone tanto del cauce principal como de las planicies de inundación. Además, constituye el límite físico vertical de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

Centistokes - Unidad de medida de viscosidad (cST).

Certificación - Es el proceso mediante el cual una tercera parte independiente manifiesta por escrito que un producto, un proceso o un servicio es conforme con requisitos específicos.

Chapea - Limpiar el derecho de vía de una carretera de hierbas y malezas empleando para ello el machete, moto guadaña o cualquier otro medio aceptado por la Administración y según sea especificado en el Contrato.

Ciclovía - Vía o sección de la calzada destinada, exclusivamente, al tránsito de bicicletas, triciclos no motorizados y peatones (estos últimos únicamente cuando no existan aceras), cuyo ancho se establecerá reglamentariamente, esto de conformidad con la normativa vigente.

Ciclocarriles - Son carriles exclusivos para la circulación de ciclistas, su diferencia con las ciclovías es que solo cuentan con demarcación vial, mientras que las ciclovías cuentan con una segregación física, sea por medio de dispositivos blandos o rígidos, según se requiera.

Cinta preformada - Material manufacturado que consiste en una cinta adhesiva con elementos retrorreflectivos fabricada específicamente para su uso como demarcación vial horizontal, temporal o permanente.

Cisterna - Conjunto móvil automotor, conformado por cabezal y tanque o ambos en una sola unidad, autorizado por la Dirección General de Transporte y Comercialización de

Combustibles para el transporte de líquidos combustibles, cementos asfálticos y solventes de alta y baja viscosidad en carreteras.

Colapso del subdrenajes - Se considera que el subdrenaje ha colapsado cuando el agua comienza a entrar en la capa inferior y el flujo sube a medida que baja la succión.

Combustibles - Producto derivado del petróleo para ser usado en motores de combustión.

Compactación - Proceso mecánico con el fin de comprimir un volumen dado de material en otro más pequeño, que se logra usando rodillos o compactadoras especiales según sea el tipo de obra y la etapa del proceso constructivo.

Comparaciones interlaboratoriales - Es una actividad organizada por un ente externo oficial acreditado, en la cual participan varios laboratorios de ensayo, para analizar una misma muestra de material con la finalidad de comparar los resultados obtenidos por los diferentes laboratorios, los cuales se remiten al ente organizador, quien compara contra el valor de referencia y realiza el análisis estadístico correspondiente para darles una "calificación".

Concreto hidráulico - Material compuesto por un aglomerante formado por cemento y agua al que se añade partículas o fragmentos de agregado y aditivos específicos si técnicamente se requiere. Con la reacción química resultante entre el agua y el cemento se logra obtener elementos sólidos con resistencias específicas.

Conformar - Construir los perfiles transversales y longitudinales, así como las elevaciones de una carretera, de conformidad con las especificaciones geométricas requeridas por el proyecto.

Concesión de obra pública - Contrato administrativo por el cual la Administración concedente encarga a un tercero, el cual puede ser persona pública, privada o mixta, el diseño, la planificación, el financiamiento, la construcción, la conservación, ampliación o reparación de cualquier inmueble público, a cambio de contraprestaciones cobradas a los usuarios de la obra, a los beneficiarios del servicio o de contrapartidas de cualquier tipo pagadas por la Administración concedente.

Concesión de obra con servicio público - Contrato administrativo por el cual la Administración encarga a un tercero, el cual puede ser persona pública, privada o mixta, el diseño, la planificación, el financiamiento, la construcción, la conservación, la ampliación o la reparación de cualquier bien inmueble público, así como su explotación, prestando los

servicios previstos en el Contrato a cambio de contraprestaciones cobradas a los usuarios de la obra, a los beneficiarios del servicio o de contrapartidas de cualquier tipo pagadas por la Administración concedente.

Conservación vial - Conjunto de actividades destinadas a preservar, en forma continua y sostenida, el buen estado de las vías y los puentes, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario. La conservación comprende todo lo que no alcanza a ser construcción de obras nuevas o variación sustancial de estándar de las existentes. Tampoco comprende las obras de restauración que se requieren a causa de emergencias. Dentro de la conservación vial pueden distinguirse las siguientes actividades: mantenimiento (rutinario y periódico), refuerzo de pavimento, rehabilitación y mejoramiento puntuales.

Constancia de calidad - Credencial presentado por el Contratista donde se plasman los resultados de los ensayos de laboratorio, de un material utilizado en el proyecto y que obedecen al cumplimiento del Programa de Control de Calidad. Este documento debe ser firmado por la persona responsable para tal propósito.

Consultor de la calidad - Persona física o jurídica con amplia y reconocida experiencia en el control o verificación de calidad de obras viales y en la ejecución de ensayos de laboratorio de materiales.

Contracuneta - Zanja lateral de una berma construida en un talud en corte, generalmente paralela al eje de la carretera o camino, o construida en la parte superior de las laderas de corte, que recoge las aguas de lluvia por encima del borde superior del corte para evitar la acción erosiva de las aguas sobre el talud.

Contracuneta revestida - Elementos que se construyen con similares características de una cuneta, pero su fin es prevenir que cierto exceso de aguas llegue a la carretera. Se ubican por lo general en la parte superior de un talud de corte para evitar la acción erosiva de las aguas sobre el mismo talud de corte; pueden estar revestidas ya sea de: mampostería de piedra, concreto lanzado o concreto simple fundido en sitio.

Contratación administrativa - Proceso mediante el cual la Administración contrata la ejecución de una obra pública, bienes o servicios, fundamentándose en los lineamientos establecidos para ello en la legislación nacional vigente en esta materia.

Contratista - La persona física o jurídica que celebra un Contrato con la Administración, de conformidad con las disposiciones de la legislación nacional vigente en esta materia.

Contrato (de obra pública) - Documento que establece un acuerdo de voluntades celebrado entre el contratista y la Administración, en relación con la ejecución, reparación o conservación de una obra pública, bienes o servicios. En este documento se señalan los trabajos a ejecutar, sus normas y especificaciones, monto, forma de pago, plazos, garantías, multas y procedimientos generales a seguir para llevar a buen término los trabajos contratados. De igual forma, se refiere a los eventos relevantes asociados al proceso de licitación y adjudicación.

Control de calidad (auto control) - Acciones emprendidas por el Contratista, a través de su Consultor de Calidad, para cumplir con la calidad requerida por la Administración, definida y pactada en los términos contractuales, como cantidad o frecuencia de ensayos. El control de calidad es total responsabilidad del contratista.

Corrimiento de la mezcla asfáltica - Desplazamiento longitudinal permanente de un área localizada de la superficie del pavimento causado por las cargas del tránsito.

Corrugaciones - Es una serie de crestas y valles que ocurren a intervalos regulares (usualmente menos de tres metros (3 m)) a través del pavimento y en dirección perpendicular a la de avance de los vehículos.

Corte - Excavación de tierras situadas por encima del nivel de la explanación, o sea de la rasante deseada, de conformidad con el trazo de la carretera o camino.

Cotización - Este término se refiere al precio (parcial, total, unitario o global) que el contratista propone dentro de la oferta que presenta para la ejecución de una obra.

Cuero de lagarto (grietas de fatiga) - El cuero de lagarto consiste en una serie de grietas interconectadas causadas debido a la falla por fatiga (paso repetido de vehículos), las grietas se propagan del fondo de la capa de mezcla asfáltica hacia arriba. El deterioro aparece inicialmente como una serie de grietas longitudinales paralelas que conforme se someten a más pasadas vehiculares se interconectan y forman algo parecido al cuero de un lagarto. El deterioro ocurre solamente en áreas sujetas al paso repetido de los vehículos como las huellas de estos.

Cuneta - Estructura longitudinal que se construye a partir de zanjas que se hacen en uno o ambos lados de la carretera, revestidas o no revestidas, con el fin de recibir y conducir el agua de escorrentía superficial, talud de corte y laderas, alledañas a la carretera hacia un

punto determinado donde no provoque daños al pavimento, a otras estructuras de la carretera o a propiedades privadas.

Cuneta no revestida - Estructura longitudinal que se construye a partir de zanjas que se hacen en uno o ambos lados de la carretera, sin recubrimiento, normalmente en tierra, con el fin de recibir y conducir el agua de la superficie de ruedo, talud de corte y laderas, aledañas a la carretera hacia un punto determinado donde no provoque daños al pavimento, a otras estructuras de la carretera o a propiedades privadas.

Cuneta revestida - Estructura longitudinal que se construye a partir de zanjas que se hacen en uno o ambos lados de la carretera, revestidas ya sea de mampostería de piedra, concreto lanzado o concreto simple fundido en sitio; con el fin de recibir y conducir el agua de la superficie de ruedo, talud de corte y laderas, aledañas a la carretera hacia un punto determinado donde no provoque daños al pavimento, a otras estructuras de la carretera o a propiedades privadas.

Curva horizontal - Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

Curva vertical - Curva en elevación que enlaza dos tangentes con diferente pendiente.

Daño por impacto - Se da cuando un vehículo o un factor externo impactan un elemento y provoca un daño sobre el mismo o la falla total.

Deflexión - Es el movimiento vertical u horizontal de un elemento debido a la aplicación de una carga o fuerza.

Deformación - Distorsión local o cambio de forma de un elemento o material producto de la aplicación de una fuerza. Puede ser elástica o inelástica.

Deformación elástica - Distorsión que ocurre cuando el esfuerzo en un material es menor que el punto de fluencia, por lo que es reversible, desaparece una vez que la carga es removida.

Deformación plástica - Distorsión permanente e irreversible de un material, permanece deformado una vez removida la carga.

Delaminación - Es una discontinuidad en la superficie de concreto, donde el concreto está separado en capas, pero no desprendido. Este daño, se puede identificar como el sonido hueco al momento de golpear la superficie.

Delantal - Piso que se hace, generalmente de hormigón o de mampostería, para afirmar el terreno falso o invadido por el agua, o para evitar la erosión y socavación de los aletones.

Delineador - Dispositivos que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos del camino que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados para advertir al usuario de su presencia.

Demarcación vial horizontal - Conjunto de marcas y elementos instalados sobre la superficie de rodamiento y otra infraestructura según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA), con el fin de regular, canalizar, prevenir e informar a los usuarios viales que se movilizan por la vía pública y espacios adyacentes, sean públicos o privados.

Demarcación vial horizontal temporal - Conjunto de marcas y elementos temporales instalados sobre la superficie de rodamiento y otra infraestructura vial según se requiera, con el fin de regular, prevenir, informar y canalizar de forma segura a los usuarios viales que se movilizan a través de zonas de trabajos temporales en la vía pública, rutas alternas y otras zonas adyacentes; los cuales deberán ser retirados una vez terminadas las obras e instalada la demarcación y señalización vial permanente.

Densidad - Es la masa por unidad de volumen de un material, o sea, la gravedad específica multiplicada por la unidad de masa del agua.

Densificación - La acción que consiste en aumentar la densidad de una mezcla durante el proceso de compactación.

Derecho de vía - Aquella área o superficie de terreno, propiedad del Estado, destinada al uso de una vía pública, con zonas adyacentes utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, así como zonas de seguridad para el usuario. Esta área está delimitada a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes.

Derrumbe - Se le llama derrumbe a todo deslizamiento de material (tierra, vegetación, rocas o cualquier tipo de estructuras) proveniente de un talud de corte o un talud de relleno pendiente abajo.

Descascaramiento - Es la delaminación local o desprendimiento de una superficie terminada de concreto endurecido.

Desgaste - Daño superficial sufrido por los materiales después de determinadas condiciones de trabajo a los que es sometido.

Desintegración - Proceso que consiste en la reducción a fragmentos pequeños y posteriormente a partículas, del concreto endurecido.

Desprendimientos de agregados - Desprendimientos de las partículas gruesas de agregado por cargas aplicadas por el tránsito y exceso de humedad. Las cargas aplicadas desplazan las partículas desprendidas, de manera que se forman apilamientos en las zonas menos transitadas y en los bordes de la calzada; o bien, provocan pérdida de finos, que genera alta permeabilidad y desmoronamiento del material.

Día calendario - Cada día que muestre el calendario, sean o no laborables.

Día laborable - Los establecidos como tales en el Contrato.

Días de lluvia - Son aquellos en que, debido a la precipitación, se impide que las operaciones puedan realizarse de acuerdo con la planificación existente para la parte o partes de la obra que estuviesen siendo desarrolladas en aquel momento.

Diagrama de barras - El programa de barras debe contener una barra por cada actividad, tiempo de inicio y término, holgura, ruta crítica.

Diagrama de flechas - El diagrama de flechas debe contener la secuencia, duración y tiempo de inicio más próximo y lejano para cada actividad. Tiempo de término más próximo y lejano para cada actividad, holgura total y libre y ruta crítica.

Diagrama de flujo de pagos - Se refiere al flujo de pago propuesto por el contratista de un proyecto desglosado por renglón de pago y por estimación mensual, coincidente en un 100 % con el Programa de Trabajo.

Diario del proyecto - Libro foliado y de hojas no removibles que lleva los Ingenieros que participan en el proyecto, en donde consigna anotaciones diarias hechas y firmadas por él mismo. Si el Ingeniero de proyecto está ausente, estas anotaciones diarias son hechas y firmadas por la persona a cuyo cargo queda la obra durante dicha ausencia.

Dirección de obra - Servicio en el cual, el o los profesionales tienen la responsabilidad de la ejecución de una obra en cuanto a los aspectos técnicos y/o constructivos, según sea el tipo de proyecto; adicionalmente, tienen la responsabilidad de garantizar el estricto apego

a las buenas prácticas de ejecución, planos, especificaciones técnicas y demás documentos que forman parte integral del Contrato.

Director de obra o responsable de la ejecución (REC) e inspección - Ingeniero representante del contratista a cargo de la ejecución de la obra según el artículo 9 del Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura publicado en Diario Oficial La Gaceta N°. 155, en el Alcance N°. 186 y sus reformas.

Diseño de mezcla - Procedimientos de laboratorio que tienen como propósito determinar (dentro de los límites de las especificaciones de proyecto) una graduación de agregado mineral y un contenido de ligante asfáltico o de material cementicio, que produzcan una mezcla que logre un balance entre todas las propiedades deseadas.

Disgregación - Consiste en la separación de un material heterogéneo en sus componentes.

Disipadores de energía - Están diseñados para reducir la velocidad del agua y con ello disipar la energía del flujo en la salida de determinadas estructuras de drenajes, con el fin de evitar socavación o desestabilización de otras estructuras, tales como taludes de corte o relleno.

Disposiciones - Directrices de la División de Obras Públicas del MOPT y el Consejo Nacional de Vialidad, las cuales pueden abarcar todos los temas técnicos y administrativos relacionados con las obras públicas.

Dispositivos de Seguridad - Son las señales, marcas, semáforos y cualquier otro elemento que se coloquen dentro del derecho de vía de manera temporal o permanente para prevenir, regular, guiar e informar a todos los usuarios viales con el fin de que transiten con confort y seguridad.

Dovelas - Barras de acero liso que permiten la transmisión de las cargas aplicadas del tránsito entre losas de concreto hidráulico, colocadas en las juntas transversales de manera que no se restrinja el movimiento paralelo a la superficie del pavimento. Se colocan en la dirección del tránsito.

Drenaje - Dispositivos para captar, dirigir y evacuar el agua de la carretera.

Drenaje longitudinal - Son zanjas drenantes que se disponen longitudinalmente a la carretera o elemento a proteger, aguas arriba de los mismos, con el fin de interceptar flujos de agua hacia éstos.

Drenaje superficial - Conjunto de obras destinadas a captar las aguas pluviales, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno.

Drenaje transversal - Permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura vial, de forma que no se produzcan destrozos en esta última. Comprende pequeñas y grandes obras de paso, como puentes o viaductos.

Eflorescencia - Depósito de sales que son lixiviadas fuera del concreto, las cuales se cristalizan luego de la evaporación del agua que las transportó. Ocurren frecuentemente en la superficie del concreto cuando el agua tiene la posibilidad de percolar a través del material o cuando se presentan procesos de humedecimiento y secado alternadamente.

Elementos de captación - Son elementos para la toma de las aguas pluviales que caen al puente. Los elementos deberán ser colocados preferentemente cerca de los bordes exteriores de la vía de tráfico.

Elementos estructurales de acero - Son todos aquellos elementos de acero (platina, angulares, perfiles, entre otras) que cumplen una función estructural.

Emulsión Asfáltica - Es una dispersión de ligante asfáltico y agua que contiene una pequeña cantidad de agente emulsionante. La emulsión de asfalto puede ser de tipo aniónica (glóbulos cargados negativamente) o catiónica (glóbulos cargados positivamente), dependiendo del agente emulsionante.

Enmienda - Documento mediante el cual es posible hacer una variante en un documento contractual, Orden de Servicio o en una Orden de Modificación.

Enrocado - Es roca colocada sobre una superficie previamente preparada de manera que forme una masa bien graduada.

Ensayos Destructivos (ED) - Tipo de pruebas realizadas a materiales o elementos estructurales que, a diferencia de los ensayos no destructivos, sí altera las propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales de los elementos ensayados.

Ensayos No Destructivos (END) - Prueba practicada en un material que no altera de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo.

Escamaduras - Pérdida de escamas o láminas pequeñas en la zona superficial del concreto endurecido.

Escarificar - Comprende el corte y la separación del material de la capa de rodamiento en el espesor especificado de una capa de mezcla asfáltica, con el fin de reconformar la capa de superficie de rodamiento.

Escombreras - Lugares donde se depositan materiales de desecho proveniente de la construcción. Al tratarse de residuos generados por la construcción de una carretera, las escombreras son rellenos artificiales que permiten la disposición final de materiales de escombros de estructuras que fueron removidas, suelos o rocas sobrantes del movimiento de tierra.

Espaldón - Sección del derecho de vía libre de obstáculos, contigua a los carriles de circulación, destinada a emergencias y al acomodo de los vehículos que se detienen, con el fin de no interrumpir el flujo vehicular; además, provee soporte lateral a la estructura del pavimento.

Especificaciones - Término utilizado para referirse a las disposiciones, normativas y diversos requisitos técnicos y de ley que rigen la ejecución de una obra específica.

Especificaciones especiales - Complemento y/o revisión de las especificaciones generales, que abarcan las condiciones peculiares o específicas de una obra individual.

Especificaciones generales - Las especificaciones contenidas en este manual.

Especificaciones suplementarias - Las adiciones y revisiones a las especificaciones normales, que son acogidas como normas posteriormente a su publicación.

Estabilidad - Capacidad de un cuerpo de resistir la deformación ante la imposición de cargas. Esta es función de las características de cohesión y fricción del material en cuestión.

Estabilización de materiales - Proceso que modifica las propiedades fisicoquímicas de un material (suelo o granular), con el fin primordial de aumentar su resistencia mecánica, otorgándole cierto grado de rigidez. Este proceso se logra con la incorporación de un

estabilizador (cal, cemento o emulsión asfáltica), en la cantidad que establezca el diseño realizado para tales efectos.

Estación - (1) La medida de distancia utilizada en carreteras y ferrocarriles. (2) La ubicación puntual en una línea topográfica.

Estimación mensual - Pagos provisionales de avance al contratista que quedan firmes, y son definitivos hasta el finiquito del Contrato.

Estructura - Los puentes, alcantarillas, tomas y cabezales, muros de retención, pozos de inspección, cunetas, cloacas, tuberías de servicio, subdrenajes, drenajes y otros elementos similares que pueden ser necesarios en el proyecto.

Estructura de entrada de alcantarilla - Obras construidas para conducir el flujo de agua hacia la alcantarilla. Además, se construyen para estabilizar el terraplén de la vía o el terreno natural, de manera que estas obras pueden ser: muro de cabezal, aletones de cabezal, aliviaderos, disipadores de energía, tomas y tragantes, delantales, entre otros.

Estructura de salida de alcantarilla - Obras construidas para entregar el agua que recibe de la tubería y descargarla en el sitio predeterminado, que deben asegurar no desestabilizar las zonas aledañas con dicha descarga, ni socavación en el sitio donde esté cimentado el sistema de alcantarilla. Estas estructuras pueden ser: muro de cabezal, aletones de cabezal, aliviaderos, disipadores de energía, tomas y tragantes, delantales, entre otros.

Estructura de los precios del contrato - Es un desglose de los diferentes elementos constitutivos de cada renglón de pago que incluya entre otros, los costos directos, los costos indirectos, la utilidad y los imprevistos.

Estructura del pavimento - Estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante de la vía con el objeto de soportar y distribuir las cargas del tránsito proyectadas para un período de varios años, según lo dicte el diseño elaborado por un profesional en el área; brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura.

Estructuras mayores - Estructuras de drenaje que incluyen: puentes, alcantarillas de cuadro, vados, diques permanentes y provisorios muros de protección aledaños a esas estructuras, así como muros de contención y refuerzo.

Estructuras menores - Estructuras de drenaje utilizadas para la evacuación de aguas: tuberías de servicio, drenajes, subdrenajes, alcantarillas, cunetas, contracunetas, canales, disipadores de energía y obras de drenaje similares.

Esviaje - Sección inicial y final de una barrera de contención vehicular, con el fin de alejar del flujo vehicular la barrera y su respectiva terminal, reduciendo así la posibilidad de que un vehículo pueda colisionar de manera frontal con el terminal de la barrera, agravando las consecuencias de un accidente.

Epóxico - Material con consistencia de gel, utilizado especialmente para realizar anclajes, fijaciones, juntas de expansión, entre otros. Posee varias características como: excelente adhesión estructural del concreto con acero, resistente a la humedad, funciona para el sello de fisuras y la unión de piezas de metal.

Expediente técnico - Documentación cronológica debidamente foliada, relacionada con el desarrollo de un proyecto de obra vial, que incluye todas las etapas del proyecto (Iniciación, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control y Cierre).

Fabricante - Se considera fabricante a aquella persona física o jurídica que diseñe y fabrique algún producto, que además sea responsable de la conformidad de este. En ausencia de un fabricante en el sentido indicado, se considera fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice dicho producto.

Familia de normas ISO - Son normas de “calidad” y “gestión continua de calidad”, establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) orientadas a la producción de bienes o servicios. Se componen de normas y guías relacionados con sistemas de gestión y de herramientas específicas como los métodos de auditoría (el proceso de verificar que los sistemas de gestión cumplen con la norma).

Fertilizantes - Sustancias que mejoran la calidad del terreno y propician el crecimiento de las plantas. Estos deben atender las normativas ambientales vigentes que correspondan.

Finiquito de Obra - Documento firmado por el representante de la Administración y el Contratista, en el que se declara el acaecimiento del plazo y la ejecución del objeto contractual.

Fisura - Deterioro de un pavimento que forman pequeñas grietas de espesores menores a seis milímetros (6 mm).

Flexión - Deflexión o doblez en sentido transversal del eje longitudinal de un elemento, que es provocado por la aplicación de fuerzas externas.

Flujo de pagos - Se refiere a la programación de los pagos a realizar por la realización de un Contrato. Se desarrolla en períodos de tiempo que en general son mensuales y que se relacionan directamente con el programa de trabajo.

Flujo plástico - Deformación gradual, continua e irreversible que experimenta un material ante la aplicación de un esfuerzo constante y sostenido de magnitud inferior al esfuerzo de fluencia.

Formaleta - Son estructuras de encofrado temporales o moldes, utilizadas para retener el hormigón fresco con la forma en que fue diseñado hasta que se endurezca.

Fórmula de trabajo - Es la fórmula de una mezcla propuesta por el Contratista, verificada por la Administración y en obra mediante un paño de prueba, y con los ajustes que se deriven de su ejecución, autorizada ésta por escrito por la Administración.

Fotografía georeferenciada - Fotografía tomada con dispositivo electrónico con función de localización global (conocido como GPS que reporta entre otros la latitud y longitud de un punto dado) o con una cámara fotográfica o cualquier otro dispositivo electrónico (como teléfono celular) con capacidad de agregar automáticamente la información geográfica (latitud-longitud) al archivo digital de la imagen, función conocida como geoetiquetado (geotagging) por medio de un GPS incorporado.

Fotografía referenciada - Fotografía tomada y referenciada a un punto de estacionamiento (punto de kilometraje) y a una referencia física, cuyas coordenadas (latitud-longitud) deberán ser tomadas de la hoja cartográfica que corresponda.

Fractura - Rompimiento o pérdida de continuidad de un cuerpo causada por la acción de fuerzas externas sobre él.

Fuente de materiales - Zonas en las cuales el Contratista obtiene los materiales pétreos (materia prima) aptos para la construcción de obras viales. En general se agrupan en canteras o ríos.

Gaviones - Son estructuras formadas por un receptáculo (canasta) de malla de alambre galvanizada, relleno de material pesado y resistente, construidas de consistencia sólida y flexible.

Geocolchón - Estructura que funciona como elemento de refuerzo que se emplea para revestimiento de riveras, protección de zonas donde el cauce del agua genera socavación o arrastre, para espigones y diques y revestimiento de canales. Está compuesto por una geomalla uniaxial (inerte y anticorrosivo) de alta resistencia y rocas.

Geocompuesto - Está compuesto por geotextil y geodrén, el cual se utiliza para captar y conducir fluidos en mayores cantidades en comparación con lo que un geotextil común permite.

Geomembrana - Recubrimiento o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material para controlar la mitigación de fluidos.

Geotextil - Material sintético plano formado por fibras poliméricas que se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción y a su capacidad drenante. Utilizado para conducir fluidos.

Grietas - Aberturas que se forman sobre pavimentos compuestos por concreto o mezcla asfáltica, que poseen espesores mayores a seis milímetros (6 mm) que pueden ser longitudinales, transversales o formar patrones que se consideran un deterioro del pavimento. Las grietas longitudinales son paralelas a la línea de centro de la carretera y las transversales se extienden a través del pavimento en ángulos rectos con respecto a la línea de centro de la carretera (dirección de avance de los vehículos).

Herraje - Pernos, tornillos tirafondos, clavos y similares, tuercas y accesorios fabricados de acero estructural galvanizado.

Homogenizar - Proceso mecánico por medio del cual se obtiene una mezcla uniforme de varios materiales, para los cuales la composición granulométrica es la misma en todo el material homogenizado, sin presentar segregaciones.

Hueco - Depresiones en forma de tazón en la superficie de ruedo, generada por las cargas aplicadas por el tránsito, favorecida por la acumulación y presencia continua de agua.

Informe final de calidad - Credencial final donde se plasman los resultados de los ensayos de campo y laboratorio y se da constancia de la calidad de los materiales, productos y procesos incorporados al proyecto, de acuerdo con la calidad requerida por la Administración. Este documento debe ser firmado por el Consultor de Calidad.

Ingeniería de proyecto - Personal de la Administración, integrado por el (los) Ingeniero (s) de proyecto, inspectores, consultor (es), laboratorio de materiales del proyecto. Estos funcionarios pueden ser personal de planta de la Administración o ser contratados.

Ingeniero de proyecto - Es el Ingeniero asignado por la Administración, responsable de supervisar la buena ejecución de las obras y administrar el Contrato. Este profesional, con un equipo de apoyo, se encarga de la administración y control del proyecto en su fase de ejecución y de cierre; es quien tendrá la responsabilidad de aprobar el pago de toda estimación acorde con la obra realmente realizada, entre otras funciones.

Ingeniero residente - Es el Ingeniero designado por el contratista para ser el encargado de la ejecución de lo establecido en el Contrato, los planos de construcción y las especificaciones técnicas de la obra y otros.

Intemperismo o meteorización - Es la alteración de los materiales rocosos expuestos al aire, la humedad y al efecto de la materia orgánica; puede ser intemperismo mecánico o de desintegración, y químico o de descomposición, pero ambos procesos, por regla general, interactúan. Las variaciones de humedad y temperatura inciden en ambas formas de intemperismo, toda vez que afectan la roca desde el punto de vista mecánico; además, el agua y el calor favorecen las reacciones químicas que la alteran.

Inspección - Es el reconocimiento, ya sea de forma visual o a través de técnicas más especializadas con el fin de evaluar la condición de las obras el día de la visita al sitio.

Inspector - Autorizado para realizar las inspecciones necesarias de los trabajos en ejecución o del estado de las obras, los materiales y el equipo utilizado para asegurar el cumplimiento del Contrato.

Juntas abiertas - Junta utilizada en estructuras mayores, con abertura libre inferior doce milímetros y siete décimas (12,7 mm). Suelen contar con angulares o perfiles de acero para evitar el desprendimiento del concreto en los bordes externos.

Juntas con sellos comprimidos de neopreno - Se aplica en puentes con desplazamientos de doce milímetros y siete décimas a sesenta y tres milímetros con cinco décimas (12,7 mm a 63,5 mm), se instala un sello elástico preformado, comprimido dentro de una junta abierta y que permite la impermeabilidad y el movimiento de la losa.

Juntas de expansión - Elementos divisorios de la losa instalados en los extremos de cada tipo de superestructura que permite la traslación o rotación, para garantizar la expansión y contracción de la superestructura por temperatura y sismo.

Juntas de perfil de acero continua - Se utilizan en puentes con desplazamientos mayores de ciento un milímetros (101 mm). Consiste en perfiles o placas de acero ancladas a ambos de los extremos de la estructura que permiten el movimiento de la superestructura.

Juntas de placas dentadas - Se utilizan en puentes con desplazamientos de hasta seiscientos diez milímetros (610 mm), están compuestas por dos placas en forma de dientes que se entrelazan dejando un área libre entre sí para poder admitir los movimientos.

Juntas rellenas - Se utilizan en puentes cortos con desplazamientos inferiores a treinta y ocho milímetros con una décima (38,1 mm), éstas se diferencian de las juntas abiertas porque cuentan con una tapa junta de goma para fijar el relleno premoldeado que se sella con hule chorreado.

Laboratorio - Organización de competencia reconocida, que cumpla con las normativas vigentes y que brinda servicios de ensayo y análisis de muestras de materiales para su certificación.

Láminas de detalle - Las hojas de diseño, fabricación, erección, o detalles de construcción, sometidas a la Administración por el Contratista para su conocimiento y aprobación.

Lastre - Material granular clasificado, que se coloca sobre una subrasante para protegerla, o bien sobre una capa granular terminada de una carretera para que funcione como una superficie de ruedo expuesta. Puede ser material de tajo, río o préstamo.

Lechada cementante - Mezcla de material cementicio y agua, con o sin agregados, dosificada para obtener una consistencia que permita su colocación sin que se produzca la segregación de los constituyentes.

Licitación - Es un proceso de contratación regulado por ley.

Ligante asfáltico - Un material cementante, en el cual los constituyentes predominantes son bitúmenes que aparecen en la naturaleza o se obtienen en el procesamiento del petróleo.

Límite de la construcción - El límite a ambos lados del proyecto que establece el área que puede ser disturbada durante las operaciones de construcción, más allá del cual no se permiten alteraciones del terreno.

Línea de centro de la carretera - Línea que señala la división entre carriles de circulación, es decir, con sentido de circulación opuestos.

Líneas transversales reductoras de velocidad - Líneas horizontales sobre el pavimento que tienen por objeto funcionar como una alerta óptica o sonora al conductor para que disminuya la velocidad de operación. Se emplean generalmente en los pasos a nivel de peatones y en zonas de alto riesgo de accidente, y se colocan según el diseño aprobado por la Administración.

Litología - Parte de la geología que describe y clasifica las rocas, y su distribución espacial.

Madera estructural - Es la madera aserrada o dimensionada que deberá cumplir con lo especificado en los documentos contractuales. De preferencia las piezas destinadas a elementos estructurales deberán ser de la misma especie o al menos, tener el mismo grado estructural de las que reemplazan.

Madera estructural laminada y encolada - Es un producto ingenieril de una planta de laminado de madera clasificado según esfuerzos, que comprende elementos fabricados de láminas de madera especialmente seleccionadas, preparadas, montadas y unida entre sí con adhesivos. El grano de cada lámina es aproximadamente paralelo a la dirección longitudinal del elemento.

Mampostería de piedra - Material conformado de rocas unidas unas con otras, sin uso de mortero, acomodadas de tal manera que dejen entre sí la menor cantidad de espacios vacíos, sin necesidad de formar hiladas uniformes. La forma puede ser regular o irregular, pero siempre de consistencia sólida y rígida.

Mantos para control de erosión - Compuestos por fibras o una matriz tridimensional que garantiza la protección del suelo, el refuerzo y el buen establecimiento de la vegetación.

Márgenes de carretera - Son todas aquellas zonas dentro del derecho de vía de una carretera que están fuera de la calzada, ya sea que esté libre de obstáculos o no.

Mastique asfáltico - Consiste en una mezcla de ligante asfáltico, aire y agregado fino.

Material - Materia prima, con características específicas, utilizada para construir las diferentes estructuras requeridas como parte del trabajo objeto del Contrato.

Material insatisfactorio - Material con características que no cumplen con las especificaciones del proyecto.

Material de préstamo - Material utilizado en la construcción de rellenos, terraplenes u otras partes de una obra debidamente aprobadas por la Administración.

Material pétreo - Es todo aquel producto o subproducto cuya materia prima es la piedra.

Material satisfactorio - Material con características que cumplen con las especificaciones del proyecto.

Material suelto - Tierra, piedras, árboles caídos, con tendencia evidente al desplazamiento y caída en la carretera.

Medición - El proceso de identificar las dimensiones, cantidades o peso de un renglón de pago (ver la Sección 110 Medición y Pago).

Mejoramiento - Mejoras o modificaciones de las normas de diseño horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la capacidad de la vía y la velocidad de circulación. También se incluyen dentro de esta categoría, la ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie (“upgrade”) de tierra a lastre o de lastre a asfalto, entre otros, y la construcción de estructuras tales como alcantarillas grandes, puentes o intersecciones.

Mejoramiento de propiedades físicas - Proceso que modifica las propiedades físicas de un material (suelo o granular), con el fin primordial de mejorar sus condiciones de plasticidad o granulometría. Con este proceso no se pretende aumentar la resistencia mecánica del material, tal y como efectivamente sucede con el proceso de estabilización. Este procedimiento, según sea el propósito, se puede realizar de dos formas:

Mecánico - Por medio de la adición de cierta cantidad de material (suelo o granular), determinado por el diseño realizado para este fin, a otro material que presenta incumplimiento en la granulometría o un índice de plasticidad por debajo del rango de las especificaciones técnicas requeridas.

Fisicoquímico - Por medio de la adición de cierta cantidad de material estabilizante (cal, cemento, emulsión, entre otros), determinada por el diseño realizado para este fin, a

otro material que presenta índices de plasticidad por encima del rango de las especificaciones requeridas. Se puede utilizar cuando la capacidad de soporte (CBR) es levemente inferior al requerido por las especificaciones técnicas requeridas, con la incorporación de muy pequeñas cantidades de estabilizador (cal, cemento o emulsión asfáltica).

Mejoramientos puntuales - Corresponden a mejoras o modificaciones localizadas de las normas de diseño horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la seguridad vial. Se consideran mejoramientos puntuales: la construcción de bahías de autobuses, el mejoramiento de cruces, la ampliación puntual de la calzada para ubicar un carril de giro; así como corregir el alineamiento vertical u horizontal de puntos con incidencia de accidentes de tránsito.

Mezcla asfáltica - Material compuesto por una mezcla de ligante asfáltico, agregado y aditivos específicos, éstos últimos cuando técnicamente se requiera, cuyo uso principal es para conformar capas de rodamiento en pavimentos o como superficie de desgaste en puentes.

Mezcla asfáltica en caliente - Mezcla en caliente, muy bien controlada, de ligante asfáltico (de alta calidad) y agregado bien graduado (también de alta calidad), compactada para formar una capa densa y uniforme todo según especificaciones vigentes.

Mortero - Es una mezcla de cemento hidráulico, agregado fino, agua y posibles aditivos.

Normas ambientales - Disposiciones que se establecen en un proyecto tendientes a conseguir que las labores de construcción o conservación de las obras viales no alteren las condiciones ambientales del medio físico que circunda la obra, evitando modificaciones innecesarias del medio, la contaminación con residuos derivados de la construcción y otros impactos que atenten contra el ambiente.

Normas nacionales INTE - Normas técnicas aprobadas y adoptadas como tales, por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, que constituyen un conjunto de reglas en las que se establecen los requisitos y especificaciones técnicas, parámetros y límites de tolerancia permisibles, en el desarrollo de actividades o en el uso y destino de productos y servicios.

Obra de contención - Se refiere a obras que se colocan en la base del talud, cimentadas donde no haya posibilidad de remoción del suelo de fundación. Estas estructuras soportan la presión de tierra por medio de su propio peso, puede ser por gravedad (diques en tierra y piedra, gaviones, concreto, concreto ciclópeo, tierra reforzada) o por semigravedad, en voladizo, de contrafuertes.

Obra de mitigación - Son obras que tienen como finalidad suavizar o disminuir la afectación de algún proceso dentro de la construcción de una Obra Pública.

Obras de recuperación - Son obras tendientes a recuperar algo que no existe o se ha visto afectado en una construcción de Obra Pública y que se hace necesaria su recuperación.

Obras de refuerzo - Se refiere a anclajes o tensores preesforzados o no, que se pueden combinar con estructuras de contención. Pueden ser anclajes en suelo o roca, pantallas ancladas, suelo pernado ("soil nailings"), pilotes, entre otros), por medio del cual la masa inestable se sostiene entre el muro y el terreno más allá del plano de falla.

Obra falsa - Cualquier construcción temporal en la obra, usada para soportar una estructura permanente hasta que esta llega a ser autosoportante. Las obras falsas incluyen vigas de acero o de madera, columnas, pilotes, fundaciones y cualquier equipo propiedad del Contratista, incluyendo marcos modulares de apuntalamiento, postes y puntales horizontales ajustables.

Obra nueva - Construcción de todas las obras viales que se incorporen a la red vial existente. Esta actividad está fuera del alcance de la conservación vial.

Obra pública - Se refiere a aquel proyecto u obra que se contrata por parte de la Administración y cuyo propietario es el Estado costarricense.

Oferente - Cualquier individuo, sociedad, empresa o corporación que actúe directamente o por medio de un representante debidamente autorizado, que someta una oferta para los trabajos proyectados. Las palabras licitante, oferente o postor son consideradas sinónimas para este efecto.

Oferta - Es toda propuesta presentada en los formularios correspondientes para ejecutar el trabajo mencionado en la Licitación. Comprende la cotización de los renglones de pago del Contrato, el suministro de la información requerida en los cuestionarios, de experiencia, de maquinaria y de estado financiero, así como la garantía de participación.

Oferta evaluada como la más baja - Propuesta válida, que satisface todos los requerimientos del proceso licitatorio, que ofrece el precio más bajo dentro del concurso para la contratación de la obra.

Orden de inicio - Orden emitida por la Administración una vez obtenido el refrendo del Contrato por parte de la Contraloría General de la República o el refrendo interno según corresponda, en donde se indica la fecha para iniciar para iniciar la obra y de esta manera el Contratista pueda iniciar las labores para las que fue contratado.

Orden de modificación - Instrumento por el cual la Administración podrá modificar unilateralmente sus contratos tan pronto éstos se perfeccionen, aún antes de iniciar su ejecución y durante ésta, bajo las reglas establecidas en la legislación nacional vigente en esta materia.

Orden de servicio - Orden escrita de la Ingeniería de Proyecto o Unidad Ejecutora, por medio de la cual se solicita la ejecución de una acción contemplada dentro de los términos del Contrato y que, por lo tanto, no significa modificación de éste. Las Órdenes de Servicio deben ajustarse a los formatos que para el efecto establezca la Administración.

Organismo de ensayo - Laboratorio de materiales aceptado por la Administración que forma parte o es una entidad con responsabilidad legal (persona jurídica); con competencia técnica para la ejecución de ensayos o pruebas a los materiales, sea en la gestión de control de calidad de la inspección, verificación de la calidad o como laboratorio de tercera parte, para la ejecución de los ensayos a las muestras testigo.

Organismos de evaluación de la conformidad (OEC) - Los organismos de evaluación de la conformidad (laboratorios de ensayo, calibración, unidades de inspección y organismos de certificación) son los encargados de evaluar y realizar una declaración objetiva de que el órgano o entidad evaluada cumple con unos requisitos específicos, ya sean reglamentarios o voluntarios.

Organismo financiero - Ente financiero, generalmente un banco internacional, que financia total o parcialmente un proyecto.

Parámetros de aceptación - Requerimientos de calidad regulados por especificaciones vigentes que le permiten a la Administración aceptar o rechazar una materia prima, un producto manufacturado o un proceso constructivo.

Parámetros de control - Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales.

Parámetros de pago - Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales.

Partículas friables - Partículas que son fáciles de desmenuzarse.

Pasada de rodillo - El movimiento de un rodillo en una dirección sobre cualquier área.

Pasarela peatonal en puente - Se refiere a un paso peatonal en puentes de acero, madera o concreto contiguo a puentes vehiculares existentes.

Patrimonio vial - Conjunto de caminos, arterias, calles o vías férreas, incluidas sus obras complementarias, que con su respectivo derecho de vía conforman la estructura vial de uso y dominio público susceptible de valorización.

Pavimento - Estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante de la vía con el objeto de soportar las cargas del tránsito durante un período de varios años, brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura.

Pavimento flexible - Pavimento cuya superficie de ruedo está constituida principalmente por mezcla asfáltica. En estos pavimentos la totalidad de la estructura interviene en la distribución de cargas. Dicha distribución depende de la trabazón entre agregados, la fricción entre partículas y cohesión (estabilidad).

Pavimento rígido - Pavimento cuya superficie de ruedo está constituida principalmente por concreto hidráulico. En estos pavimentos las cargas son absorbidas por la losa de concreto hidráulico, las capas inferiores deben servir de apoyo.

Pavimento rígido tipo JPCP - Pavimento de concreto simple articulado o de juntas.

Pavimento rígido tipo JRCP - Pavimento de concreto reforzado con acero y con juntas.

Pendiente - Razón de la altura sobre la distancia horizontal (altura/distancia).

Peralte o superelevación - Es la inclinación transversal de la superficie de rodamiento en las curvas horizontales, dirigida hacia el lado interior de la curva, cuyo fin es para

contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrípeta que actúa sobre un vehículo en movimiento

Perfilado de taludes - Este trabajo consiste en la recuperación o nueva definición del perfil longitudinal y transversal de un talud, eliminando irregularidades, aristas y partículas gruesas sueltas. Este trabajo se hace utilizando herramientas y equipo mecanizado, de acuerdo con los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones de la Administración.

Perfilar o fresar - Consiste en el corte, desgaste o la desintegración, así como remoción, del material de la superficie de ruedo (asfáltica o hidráulica), con el fin de texturizar la superficie lo suficiente para: mejorar las condiciones de regularidad superficial, las condiciones de rozamiento de superficie (resistencia al deslizamiento) o bien para mejorar la adhesión de la superficie con una nueva sobrecapa de superficie de rodamiento. También se puede usar para intervenir escalonamientos o descalces en pavimentos rígidos, eliminando el desnivel entre las losas con el fresado, siempre que esta eliminación de espesor no comprometa la capacidad estructural de la losa. Esta actividad se debe realizar con una máquina especializada que permita el control de espesores de intervención.

Período de corrección de defectos - Es el período dentro del cual el Contratista debe corregir los defectos notificados por la Administración a través de la Unidad Inspectora. La duración del período la establece la Administración a través de la Unidad Inspectora, de acuerdo con el defecto que debe ser corregido.

Perno de alta resistencia - Conjunto de tuerca, arandela y tornillo que cumpla con especificaciones SAE, DIN, ASTM o la que indique el Contrato.

Piedra - Agregado de minerales, resultado de los procesos geológicos, físicos y químicos.

Pilas - Elementos de la subestructura que proporcionan soporte vertical y horizontal a la superestructura en los puntos intermedios del puente y transmiten las cargas de la superestructura hasta las fundaciones y el medio soportante.

Pintura de contraste - Es la pintura o material de demarcación de color negro que se utiliza para brindarle contraste principalmente a las líneas blancas discontinuas de carril, cuando se instala demarcación vial sobre superficies claras; usualmente sobre pavimentos rígidos (concreto hidráulico). Existen diversos patrones disponibles para lograr este efecto de contraste.

PITRA - Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR. Es el programa que tiene la labor directa de administrar los recursos de la ley N°. 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria, en relación con las labores y alcances definidos en el artículo 6 de dicha ley y en su reglamento.

Plan de control de tránsito en obras (PCTO) - Documento técnico indicado en el Contrato del proyecto que plantea las estrategias y alternativas necesarias que deben ser implementadas y mantenidas durante todo el proyecto para minimizar el impacto en el sitio de ejecución de una obra y en las zonas y rutas aledañas para una movilidad segura y ordenada de todos los usuarios viales, trabajadores de la obra y vecinos del lugar, garantizando la continuidad del flujo vehicular.

Plan mínimo de control de calidad - Programa recomendado por la Administración, donde se define el nombre y cantidad de los ensayos de laboratorio que como mínimo, pero no limitándose a, que deberá incluir el Contratista en su Programa de Control de Calidad, donde, además, se define la frecuencia mínima de los ensayos y el sitio de muestreo. El control de calidad es responsabilidad directa de cada contratista y responde a una obligación contractual de brindar los mayores estándares de calidad posibles de acuerdo con los principios de eficiencia y eficacia que rigen la función pública.

Planos - Todos los planos, o reproducción de ellos, relativos a la construcción de la obra.

Planos estándar - Los planos de detalles aprobados para uso repetitivo e incluidos como parte del conjunto de planos.

Planta asfáltica de mezclado continua - Planta para la fabricación de mezclas asfálticas de pavimentación en donde los agregados y el asfalto son proporcionados en la mezcla por medio de un sistema continuo de proporcionamiento sin intervalos de carga definidos.

Planta asfáltica de mezclado por dosificación - Planta para la fabricación de mezclas asfálticas de pavimentación. En dicha planta los agregados son proporcionados en la mezcla por medio de “cargas” (cantidades ya pesadas) y el asfalto es suministrado por peso o volumen.

Planta trituradora - Es aquel equipo electromecánico diseñado para triturar materiales pétreos y así obtener diferentes tamaños de acuerdo con las necesidades.

Plataforma - Área o superficie de la carretera o camino que comprende la calzada, cunetas, bordillos y los espaldones.

Plazo del Contrato - Número de días calendario otorgados al Contratista para el cumplimiento del objeto del Contrato, incluyendo de ser requerido el plazo adicional generado por órdenes de modificación previamente autorizadas por la Administración.

Polvo - Unión entre partículas minerales existentes en la superficie que se elevan por efecto del viento o del paso vehicular.

Postes delineadores abatibles - Dispositivos de señalización vial vertical con material retrorreflectivo instalados en el derecho de vía de forma vertical con el fin de canalizar, guiar y prevenir a todos los usuarios de la vía, los cuales deben estar fabricados con materiales que no provoquen daños a los vehículos ni a sus ocupantes al momento de ser impactados.

Precalificación de empresas - Proceso de selección de empresas interesadas y capacitadas para ejecutar una obra, las cuales demuestran lo anterior mediante el aporte de información siguiendo los lineamientos del cuestionario suministrado por la Administración.

Pretil - Sistema de contención vehicular que se diseña para los bordes de los puentes, pasos de alcantarilla, coronaciones de muros de retención o cualquier obra similar con peligro de caída para el vehículo, con la suficiente capacidad para contener y redirigir a cualquier vehículo.

Prisma de la carretera - El volumen definido por el área comprendida entre la sección transversal del terreno original y la sección transversal final, multiplicada por la distancia horizontal a lo largo de la línea de centro de la carretera.

Procedimiento de muestreo aleatorio - Metodología definida por el Contratista o establecida por la Administración, para la determinación de los sitios y/o puntos de muestreo, según la producción total o frecuencia de muestreo, que aseguren al Contratista y a la Administración la aleatoriedad de la selección y se evite el sesgo en el muestreo.

Productos químicos preservantes - Cualquier sustancia que sea efectiva para prevenir el desarrollo y la acción de hongos que descomponen la madera, moluscos e insectos barrenadores y otros tipos de insectos dañinos.

Programa de control de calidad - Documento que contiene el plan estratégico, diseñado por el Contratista, donde define el nombre de los ensayos de laboratorio que ejecutará, su frecuencia y sitio de muestreo, para cumplir con los requisitos de calidad requeridos por la Administración y además asegurar la uniformidad del proceso productivo y constructivo.

Este programa de control de calidad no podrá ser inferior al denominado “Plan Mínimo de Control de Calidad”.

Programa de trabajo oficial - Es el programa de trabajo presentado por el Contratista y aprobado por la Administración y sobre el cual se establecerá el estado de la obra (adelanto o atraso) y el de referencia para efectos de reajustes y/o tipo de cambio a utilizar para proceder a la facturación.

Proyecto - Obra completa, susceptible de ser contratada. Igual se denomina cuando están siendo preparados los estudios, planos y especificaciones, que cuando está siendo ejecutada su construcción bajo Contrato.

Publicación del concurso - Aviso oficial publicado en los diarios y otros medios de comunicación masiva que se consideren necesarios, para divulgar la invitación a participar en un proceso de contratación administrativa, en la que se fija el plazo máximo para la entrega de las ofertas.

Puente - Obra de arte mayor construida en acero, concreto, madera, mampostería o la combinación de éstos, con el fin de permitir el paso vehicular por encima de una corriente de agua, carretera, vía férrea o una depresión del terreno.

Puente de viga cajón - Estructura que funciona como puente, cuya luz es soportada por vigas cajón, que posee gran resistencia a la torsión.

Rasante - Línea que representa, en proyección vertical, la superficie de una carretera, puente u obra en general, y que normalmente coincide con el eje longitudinal de la misma.

Rasante de puente - Elevación (cota) final de la superficie de desgaste del puente.

Reacondicionar - Consiste en escarificar, homogenizar, humedecer (si corresponde), distribuir y uniformizar una superficie de rodamiento existente, para adecuarla a las elevaciones, perfiles transversales y longitudinales, originales de la ruta o requeridas por la Administración, para luego reconformar.

Rampa de escape o lecho de frenado - Sistema de contención vehicular que se diseña en áreas adyacentes a la calzada, por lo general en pendientes extensas en descenso donde haya probabilidad de falla en los sistemas de frenos, permitiendo que principalmente los vehículos pesados puedan abandonar la calzada hacia una zona segura si pierden el control.

Reajustes - Reconocimiento que se hace al contratista como compensación económica para mantener la ecuación financiera de un Contrato de acuerdo con la normativa vigente.

Reconformar - Consiste en nivelar, compactar y acabar una superficie de rodamiento existente para devolver el nivel y los perfiles transversales y longitudinales originales o requeridas por la Administración.

Reconstrucción - Renovación completa de la estructura del camino, con previa demolición parcial o total de la estructura del pavimento o las estructuras de puente. Esta actividad está fuera del alcance de la conservación vial.

Recuperar - Proceso de rescate de la capa de rodamiento de una o varias capas subsiguientes por medio del proceso de reacondicionamiento, para lo cual, y si así lo establece el estudio correspondiente, se puede mezclar todo el material escarificado con material granular virgen y aditivos (como cemento, cal, asfalto y enzimas, entre otros) para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas, para luego continuar con la reconformación del material resultante. Lo anterior de acuerdo con los lineamientos, cotas y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones de la Administración.

Red vial cantonal - Conjunto de carreteras cantonales cuya administración corresponde a las Municipalidades. Esta red se subdivide de acuerdo con la Ley General de Caminos Públicos, de la siguiente manera:

Caminos vecinales - Caminos públicos que dan acceso directo a fincas y a otras actividades económicas rurales; unen caseríos y poblados con la Red Vial Nacional, y se caracterizan por tener bajos volúmenes de tránsito y altas proporciones de viajes locales de corta distancia.

Calles locales - Vías públicas dentro de un área urbana no clasificada como travesías urbanas de la Red Vial Nacional.

Caminos no clasificados - Caminos públicos no clasificados dentro de las categorías descritas anteriormente, tales como caminos que dan acceso a muy pocos usuarios, quienes son responsables de los costos de mantenimiento y mejoramiento.

Red vial nacional - Conjunto de carreteras nacionales administradas por el Consejo Nacional de Vialidad. Esta red se subdivide de acuerdo con la Ley General de Caminos Públicos, de la siguiente manera:

Carreteras primarias - Red de rutas troncales, para servir a corredores, caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de larga distancia.

Carreteras secundarias - Rutas que conecten cabeceras cantonales importantes no servidas por carreteras primarias, así como otros centros de población, producción o turismo, que generen una cantidad considerable de viajes interregionales o intercantonales.

Carreteras terciarias - Rutas que sirven de colectoras del tránsito para las carreteras primarias y secundarias, y que constituyen las vías principales para los viajes dentro de una región o entre distritos importantes.

Red vial nacional pavimentada - Conjunto de carreteras nacionales determinadas por el Consejo Nacional de Vialidad, constituidas por carreteras primarias, secundarias y terciarias, con superficies de ruedo compuestas por mezclas asfálticas o concretos hidráulicos, cuya composición se puede establecer como la superposición de distintas capas de materiales, con características mecánicas que varían en función de su contribución esperada para resistir las cargas de los vehículos. La administración de estas carreteras es competencia directa del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, por intermedio del CONAVI.

Reductores de velocidad - Son dispositivos de control de tránsito utilizados para propiciar en los conductores la reducción de la velocidad a la que conducen. Se utilizan mayormente en sitios de alta velocidad, en cruces de carretera por sitios poblados, en zonas urbanas con presencia de peatones que cruzan la vía, en zonas escolares y en la llegada a estaciones de peaje o pesaje, entre otras aplicaciones.

Reductores tipo lomo o "policía dormido" - Son elevaciones transversales a la vía y se constituyen en el elemento más efectivo para obtener una reducción de velocidad. En caso de que se requiera hacer más drástica la restricción de reducir la velocidad o mantenerla a lo largo de un tramo de vía, se deberán construir varios reductores tipo lomo en serie o combinar este tipo de dispositivos con otros tipos de reductores de velocidad. Su instalación deberá apegarse al reglamento vigente.

Reductores portátiles - Son dispositivos elaborados en caucho, plástico o cualquier otro tipo de material sintético de bajo peso y de alta resistencia al impacto que se colocan sobre la superficie de la vía como reductores de velocidad.

Reflejo de grietas existentes - Manifestación en la nueva superficie de las grietas o juntas presentes en un pavimento existente subyacente por efecto de las cargas vehiculares o de las condiciones climáticas.

Relleno - El material usado para reemplazar el material removido durante la excavación o material adicional requerido para conformar los rellenos de aproximación a la elevación de la rasante del puente.

Relleno mineral - Un producto mineral finamente dividido en donde más del 70% pasa el tamiz de 0,075 mm (N°. 200). La caliza pulverizada constituye el relleno mineral fabricado más común. También se usan otros polvos de roca, cal hidratada, cemento hidráulico y ciertos depósitos naturales de material fino.

Renglón de pago - Es una unidad de trabajo, específicamente descrito para lo cual todo oferente cotiza un precio unitario y que pasa a formar parte del Contrato con la Administración.

Residuo - Material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente, o en su defecto ser manejado por sistemas adecuados de disposición final.

Residuos sólidos no degradables - Son aquellos materiales que no se descomponen fácilmente bajo condiciones naturales, como materiales electrónicos, vidrio, plástico, metal, baterías, entre otros.

Responsabilidad objetiva del Estado - Es aquella que se limita a constatar el daño infringido a un tercero y que el mismo se haya producido por la actividad de la Administración.

Resolución del Contrato - Acto en el que la Administración resuelve unilateralmente el Contrato, por motivo de incumplimiento imputable al Contratista. La resolución permite a la Administración ejecutar la garantía de cumplimiento, el cobro de multas y la aplicación de retenciones de los pagos para cubrir daños y perjuicios.

Rescisión del Contrato - Acto en el que la Administración rescinde el Contrato de manera unilateral por motivos de interés público, caso fortuito o fuerza mayor, debidamente acreditados.

Ribera - Es el borde de un cuerpo de agua. El término hace referencia a la zona de tierra más cercana al océano, mar, lago, río o quebrada.

Roderas - Depresiones o surcos en las huellas causadas por las cargas aplicadas por los vehículos, paralelas a la línea de centro. Deformación permanente en cualquiera de las capas del camino o la subrasante, asociadas con las cargas aplicadas por el tránsito y favorecidas por deficiencia en la capacidad de soporte o en el proceso constructivo.

Ruta crítica - Es la secuencia de actividades y de eventos en donde no hay tiempo libre. La duración de la ruta crítica es el tiempo mínimo requerido para terminar un proyecto. Un atraso en alguna actividad de la ruta crítica atrasa el total del proyecto.

Salud ocupacional - Se refiere al marco dentro del cual debe el Contratista atender el desarrollo de las obras en cuanto a pólizas de riesgos, seguridad e higiene ocupacional, información de accidentes y enfermedades, equipo de protección personal.

Secador - Es un aparato que seca los agregados y los calienta a la temperatura especificada.

Sección típica - Dibujo del perfil transversal típico de una carretera en el que se incluyen todas sus características, mostrando las diferentes capas del pavimento y las dimensiones de la calzada, incluyendo los carriles, espaldones, isla central, barandas, cunetas, y otros elementos.

Sección transversal - Se define como la sección vertical en ángulo recto respecto de la línea de centro o línea de base de la plataforma.

Seguridad laboral - Responsabilidad del Contratista en materia de prevención de riesgos del trabajo durante la ejecución de las obras y según la legislación vigente.

Seguridad vial - Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad.

Seguros (Pólizas) - Se refiere a la póliza emitida por el I.N.S. para garantizar al trabajador su protección ante los riesgos del trabajo durante el proceso constructivo de una obra vial.

Sellador - El sellador, conocido también como "primer" por su nombre en inglés, es un producto (compuesto químico) que se utiliza en pavimentos rígidos (concreto hidráulico) y en pavimentos flexibles viejos (más de un año de haber sido colocado) previo a la

colocación de material termoplástico, con el fin de asegurar la adecuada adherencia con la superficie de rodamiento.

Sellado de juntas y grietas - Actividad que consiste básicamente en limpieza de las grietas o juntas y sellado de las mismas con productos asfálticos o materiales elásticos, a fin de prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento.

Sello asfáltico - Tratamiento superficial delgado utilizado para mejorar la textura superficial e impermeabilizar, puede ser o no recubiertas con agregado.

Sello con lechada asfáltica - Los sellos con lechada asfáltica o slurry seal son una mezcla asfáltica que puede mejorar la textura superficial e impermeabilizar la capa de ruedo, están compuestos de: emulsión asfáltica, agregados, filler mineral, agua y otros aditivos, dosificado en proporciones, mezclada y aplicada sobre la superficie del pavimento, en concordancia con especificaciones y procedimientos autorizados.

Señales de kilometraje - Denominados comúnmente como "mojones de kilometraje", son señales ubicadas principalmente en la red vial primaria.

Señales elevadas - También llamadas señales tipo "overhead". Son dispositivos de control de tránsito que se instalan en sitios donde no hay espacio lateral disponible. Son señales informativas, reglamentarias o preventivas que se encuentran ubicadas sobre los carriles de circulación instaladas en estructuras elevadas, generalmente metálicas o en otro tipo de estructura. Su función es agilizar la circulación y aumentar la seguridad vial.

Señalización vial vertical permanente - Conjunto de señales de tránsito definidas en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA) y otros dispositivos instalados en el derecho de vía de forma vertical con el fin de reglamentar, prevenir, canalizar e informar a los usuarios de la vía, cuyo tamaño, ubicación y otras características dependen del tipo de vía en la cual serán instalados.

Servicios públicos - Son aquellos servicios que permiten resolver las necesidades de la comunidad: como alumbrado, limpieza, salud, teléfono y transporte, administrados por el Estado o por empresas privadas.

Sistemas delineadores lineales - Dispositivo retrorreflectivo que se puede instalar de forma lineal en los sistemas de contención vehicular, barandas peatonales, muros u otros obstáculos aledaños a la calzada con el fin de guiar y prevenir a los usuarios de la vía.

Sistemas de alcantarillado - Está compuesto de tuberías (de forma circular, ovalada, rectangular, cuadrada o de arco) y estructuras de entrada y de salida, que se construyen por debajo de la subrasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales. Recibe el agua y permite el paso de ésta en forma transversal o diagonal al eje longitudinal de la carretera, según sea, hacia sitios predeterminados.

Sistemas de contención vehicular - Sistema diseñado para reducir la severidad de las consecuencias de los accidentes por salida de la vía, tanto para los ocupantes del vehículo como para otros usuarios de la vía y terceros situados en las proximidades.

Sistema de protección contra la corrosión - Sistema de barrera (pinturas) o de protección catódica, galvanización en caliente o en frío que protegen el acero contra la corrosión y el intemperismo.

Sitio de disposición de residuos - Sitio escogido por el Contratista y debidamente aprobado por la Administración para el depósito de desechos sólidos según se establece en la legislación vigente.

Sobrecancho - Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos para circular.

Sonorizadores o trepidadores - dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, que causa trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida.

Subbase - Capa secundaria de distribución de carga, se encuentra ubicada bajo la capa de base o la superficie de pavimento, y sobre la subrasante o el material seleccionado como soporte de la base. Es de una calidad superior al de la subrasante, que se especifica en términos de granulometría, condiciones de plasticidad y resistencia.

Subcontratista - La persona jurídica o individual con la cual el Contratista subcontrata parte del trabajo.

Subcontrato - El acuerdo escrito entre el Contratista y una persona jurídica o individual conviniendo la realización de una porción específica de la obra.

Subdrenaje colector longitudinal - Intercepta y elimina de la sección estructural del pavimento, las aguas que se infiltran a través de la superficie del camino.

Subdrenaje de perforación horizontal - Destinado a interceptar flujos de aguas subterráneas, disminuyendo hasta un nivel determinado el nivel freático presente en suelos naturales o en rellenos artificiales.

Subdrenaje interceptor longitudinal - Intercepta y corta filtración en taludes de corte, de predraplones y terraplones, y permite abatir el nivel freático.

Subdrenaje transversal - Recorre la carretera de forma transversal a su eje longitudinal. Se pueden usar en las juntas de los pavimentos para drenar la infiltración y el agua subterránea en bases y subbases.

Subestructura - Es el conjunto de elementos estructurales del puente que reciben las cargas transmitidas por la superestructura, se compone de los bastiones y las pilas, que a través de las fundaciones transmiten las cargas al medio soportante.

Subrasante - Superficie del terreno, ya sea en corte o relleno, sobre la que se colocan las diferentes capas de material que constituyen el pavimento de una carretera.

Suelos orgánicos o material vegetal - Son suelos que tienen un alto contenido de materia orgánica y material vegetal. Es todo aquello proveniente de plantas, ya sean raíces, hojas, frutas, entre otros.

Sumario de cantidades - Enumeración de cantidades, incluido en los formularios de la oferta, Cartel de licitación o en planos que contiene las cantidades estimadas para los diferentes renglones de pago y para los cuales se solicita cotización de precios.

Superestructura - Es el componente del puente que se encarga de recibir en forma directa las cargas vehiculares y transferirlas a la subestructura. Los elementos que conforman la superestructura son: tablero, elementos principales y elementos secundarios.

Superficie de rodamiento - Capa superior de la estructura del pavimento, su función es proporcionar una superficie uniforme y segura al rodamiento de los vehículos. Debe soportar el intemperismo, tener suficiente resistencia tanto al desgaste como a la fractura para soportar las cargas del tránsito consideradas en el diseño de la estructura del pavimento. Debe ser antiderrapante y no deformable.

Suspensión de plazo - Es cuando por razones ajenas a la obra en sí, esta no se puede continuar, ya sea parcial o totalmente, dando lugar a una suspensión del plazo contractual de duración del proyecto.

Tablero de un puente - Plataforma de concreto reforzado, acero, madera o polímeros de fibra reforzada que transfiere las cargas vehiculares a los demás elementos de la superestructura.

Tamaño máximo nominal de agregados - Es el tamaño del tamiz inmediatamente superior al primero que retiene una cantidad superior a diez por ciento.

Tamiz - Malla utilizada, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material y donde las aberturas son cuadradas.

Tanque - Recipiente con propiedades y características adecuadas para almacenar combustibles.

Talud - Superficie inclinada respecto de la horizontal, adoptada permanentemente ya sea en su condición natural o como consecuencia de la ejecución de obras, talud de corte o talud de relleno.

Talud de corte - Es el talud que se forma luego de realizar una excavación del terreno, necesaria para permitir el trazado y la construcción de una carretera.

Talud de relleno - Es el talud de un relleno para lograr la subrasante, requerida para el trazado y construcción de una carretera (terraplén o pedraplén).

Técnico inspector - Representante de la Administración, autorizado por ésta para hacer las inspecciones necesarias de los trabajos en ejecución, y de los materiales y equipo suministrados por el Contratista, para asegurar el fiel cumplimiento del Contrato.

Tendido de talud - Remoción de material que genera inestabilidad, con disminución de la pendiente del talud.

Terminal de barrera de contención vehicular - Componente de una barrera de contención vehicular que se diseña para reducir la severidad de las consecuencias para los ocupantes del vehículo ante una eventual colisión frontal o lateral contra el extremo de la barrera, en función del nivel de contención.

Terraceo - Se aplica en casos donde el talud es muy empinado y el tendido resulte complicado, se realiza removiendo material modificando la geometría del talud en escalones.

Terreno soportante - La sección conformada del prisma de una carretera, preparada como fundación para soportar la estructura del pavimento y los espaldones.

Tiempo de reporte - Tiempo para la obtención de datos o información relacionada con la ejecución de las obras, difiere del tiempo requerido para la presentación formal de datos e informes para el pago de las mismas.

Tierra vegetal - La tierra provendrá de áreas determinadas o como producto del proceso de descapote, preferiblemente de la misma zona del sitio a sembrar; o bien puede ser suministrada por un proveedor, que para cualquiera de los casos deberá contar con previa autorización por parte de la Administración. La tierra deberá estar razonablemente libre de suelo duro, rocas, arcilla, troncos, raíces, basura, sustancias tóxicas, elementos extraños o materiales perjudiciales.

Tomas - Estructuras que reciben el agua recolectada de diferentes estructuras de drenaje longitudinal o del terreno mismo, pueden ser utilizados como una estructura de entrada o de salida.

Trabajabilidad - La facilidad con que las mezclas asfálticas o de otro tipo pueden ser colocadas y compactadas.

Trabajo - La ejecución de todo el trabajo, el suministro de materiales y equipo, incluyendo los imprevistos necesarios para completar el proyecto satisfactoriamente, de acuerdo con el Contrato.

Tragantes - Es una estructura que se coloca en un sitio donde la superficie acumula mucha agua que debe ser dirigida con rapidez a los puntos de desfogue, por lo general cuentan con una rejilla o entrada lateral reducida para evitar el paso de material extraño.

Tramo de prueba - Es la sección del proyecto que se construye para obtener el patrón de colocación y/o compactación a utilizar en la obra a fin de cumplir con los requisitos contractuales.

Transición - Sistema que se diseña para unir un sistema flexible o semirrígido a un sistema rígido o un objeto fijo (de distinta capacidad de deformación, geometría o nivel de contención) para un aumento gradual de la rigidez, para permitir una mayor seguridad.

Transitabilidad - Condición física de la vía que permite la circulación vehicular.

Tránsito - Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público.

Tránsito promedio diario (TPD) - Se refiere a la cantidad promedio de vehículos que circulan por día en un tramo de carretera.

Transportista - Aquella persona física o jurídica que opere un cisterna al cual se le ha otorgado una autorización de operación por parte de la DGTCC de conformidad con las disposiciones de este decreto, para que brinde el servicio de transporte a los combustibles ya sea por vía terrestre.

Tratamiento superficial - Es un revestimiento delgado que consiste en la distribución uniforme de un agregado fino sobre un ligante bituminoso, aplicado sobre una superficie. Puede estar compuesto por una o varias capas de ligante y agregado fino. Tiene como fin:

- Proteger el pavimento de un envejecimiento demasiado rápido por exposición al ambiente.
- Limita la permeabilidad.
- Mejora la resistencia al desgaste.
- Mejora el coeficiente de roce.
- Mejora y prolonga el índice de serviciabilidad del pavimento.

Trinchera estabilizante - Es una zanja con material drenante que puede estar acompañada de un sistema de geotextil, que permite el manejo de aguas, que cuando se combina, si así se requiere, con el tendido del talud se evita su inestabilidad.

Tubería de alcantarilla - Debe garantizar el flujo del agua de un lado a otro, sin infiltraciones que afecten los materiales del pavimento. Puede tener forma circular, ovalada, rectangular, cuadrangular, de arco, y pueden ser de concreto, PVC, PRFV, PEAD, acero corrugado (láminas).

Unidad de pago - Unidad de medida establecida para un renglón determinado del Contrato, con base a la cual se hace la medición previa al pago del trabajo realizado por el Contratista en ese apartado.

Unidad inspectora - Organismo de Inspección. Persona jurídica o grupo de profesionales debidamente inscritos ante el CFIA, responsables de proveer los servicios de inspección.

Unidades - Son las unidades del Sistema Internacional de medidas. Cuando sea necesario recurrir al uso de otras unidades, éstas serán definidas en los documentos con respecto al sistema métrico decimal.

Uniformizar - Proceso mecánico por medio del cual se asegura que una capa de material tratada presente una condición similar a lo largo de la longitud intervenida.

Vacíos - Espacios vacíos en una mezcla asfáltica compactada rodeados de partículas cubiertas de asfalto.

Vado - El vado es una estructura de roca o material endurecido para permitir el paso vehicular, construido a través de un cauce de quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura. En períodos en que el nivel de agua es más alto, el flujo pasa sobre la estructura.

Vehículo automotor - Cualquier tipo de vehículo que posea algún dispositivo mecánico que genere tracción.

Verificación de calidad - Acciones emprendidas por la Administración, a través de un Consultor de Calidad o por cuenta propia, para verificar el cumplimiento por parte del Contratista de los requisitos definidos y pactados en los términos contractuales. Para ello se puede tomar como base, una proporción de las cantidades de ensayos definidos para el autocontrol.

Voladura (Blow up) - Las voladuras/explosiones ocurren en temperaturas altas, usualmente en las juntas o grietas transversales que no poseen ancho suficiente para que las losas se expandan. Al colisionar la presión hace que los bordes de las losas exploten.

SECCIÓN 102 RESERVADA

SECCIÓN 103 RESERVADA

SECCIÓN 104 ALCANCE DEL TRABAJO

104.01 Trabajo por ejecutar

El trabajo cubierto por estas especificaciones comprende la ejecución y terminación total de la obra objeto del Contrato y sus modificaciones autorizadas, en el plazo definido y por el monto contratado, incluyendo el suministro de todos los materiales, equipo, transporte,

mano de obra y todo lo demás que sea necesario e imprevisto, así como la limpieza final del sitio del proyecto, el pago de todas las obligaciones contraídas y el reemplazo de la obra y materiales defectuosos, todo de acuerdo con los planos, especificaciones y demás documentos contractuales.

104.02 Otros contratos

Debe ajustarse a la legislación y normativa vigentes, la Administración puede encargarse directamente, o mediante la adjudicación de otros Contratos, de la ejecución de trabajo adicional. El Contratista deberá cooperar plenamente con la Administración o con los demás Contratistas y disponer cuidadosamente su propio trabajo para que sea compatible con estas otras labores, conforme a las instrucciones que dé la Administración. El Contratista no deberá cometer, ni permitir, actos que interfieran con la ejecución del trabajo realizado por otro Contratista o por la Administración.

104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito

El Contratista, está obligado a mantener por su cuenta señales permanentes aceptadas por la unidad de inspección, tanto de día como de noche, para prevenir cualquier peligro o dificultad para el tránsito. También se obliga a colocar por lo menos dos (2) rótulos informativos del proyecto, cuyas dimensiones mínimas serán de cuatro metros y medio por dos metros y medio (4,50 m x 2,50 m), con la leyenda y tamaño de letra o logotipo que le indique la Administración. El lugar de colocación de estos rótulos deberá ser aceptado por la unidad de inspección de la obra.

Excepto cuando se disponga lo contrario, el Contratista deberá mantener en servicio para todo tránsito cualquier camino existente al cual le esté haciendo mejoras. Cuando así fuese previsto en los planos o en las disposiciones especiales, el Contratista podrá desviar el tránsito por una ruta alterna autorizada, o canalizarlo debidamente en un carril de la misma vía, colocando el señalamiento necesario y el personal suficiente para la conducción del tránsito.

El Contratista deberá conservar en buenas condiciones de ruedo la parte del proyecto que esté siendo utilizada por el tránsito para cuyo efecto dará en todo momento un mantenimiento satisfactorio a la superficie de ruedo. También proporcionará y mantendrá en condiciones de seguridad los accesos, cruces e intersecciones con servidumbres, caminos, calles, comercios, estacionamientos para vehículos, residencias, garajes y fincas.

Cuando se produzca polvo como consecuencia de las labores de construcción, deberá aplicar riegos de agua o emplear otros medios satisfactorios para su control.

Serán por cuenta del Contratista todos los gastos relacionados con el mantenimiento del tránsito sobre la sección del camino existente que se esté reparando o mejorando y de la construcción y mantenimiento de las vías de acceso antes mencionadas, cruceros, intersecciones y otros en lo que sea necesario, sin compensación directa, excepto si en las Disposiciones Especiales se prevé otra modalidad.

104.04 Mantenimiento del tránsito durante la suspensión parcial o total de las obras

El Contratista pagará, por los medios que defina la Administración, todos los gastos para mantener el tránsito en aquellas partes del proyecto y caminos provisionales o partes de los mismos, que sean necesarios para acomodar el tránsito durante los períodos de suspensión parcial o total del trabajo, que no sean debidos a actos de la naturaleza o conveniencia de la Administración.

El Contratista no será relevado de la responsabilidad del mantenimiento hasta que el proyecto sea aceptado por la Administración.

104.05 Mantenimiento de la carretera

Excepto cuando se disponga lo contrario, cuando se le estén haciendo mejoras a un camino existente, el Contratista deberá mantenerlo en buenas condiciones de servicio para todo tipo de tránsito.

El Contratista puede desviar el tránsito por una ruta alterna autorizada, o mediante la construcción aprobada de una parte del ancho usual, según se especifique en el Contrato.

La porción del proyecto que esté siendo utilizada por el tránsito, bien sea local o de paso, deberá mantenerse en condiciones seguras y satisfactorias.

El Contratista proporcionará y mantendrá en condiciones seguras y aceptables las vías de acceso e intersecciones con caminos, carreteras, calles, comercios, estacionamientos para vehículos, residencias, garajes, entre otros.

Se debe proveer a los usuarios de la vía una ruta razonablemente libre de polvo, manteniendo una limpieza razonable en todo el proceso constructivo, en especial en proyectos urbanos.

El señalamiento necesario para el paso del tránsito debe cumplir con los requisitos establecidos en las Secciones correspondientes de estas Especificaciones.

104.06 Limpieza final

Antes de la aceptación final del proyecto, el Contratista retirará todo el equipo, instalaciones provisionales, materiales no usados o inservibles, escombros, entre otros, y reparará o reemplazará de manera aceptable las cercas u otras propiedades públicas o privadas que hayan sido dañadas o destruidas debido a la realización del trabajo. Asimismo, conformará a satisfacción de la Administración todas las irregularidades en el terreno que sean producto de la construcción del proyecto, tanto en propiedades públicas como privadas. Limpiará las obstrucciones causadas por el trabajo en los cauces; limpiará los desagües y acequias dentro de los límites del proyecto y en sus lugares adyacentes, ya sea en propiedad pública como privada, de manera precisa y en condición presentable.

104.07 Oficinas de campo

Cuando el tamaño del proyecto lo requiera, y así lo defina la Administración, las oficinas, laboratorios e instalaciones especiales necesarias para la inspección, serán construidos por el Contratista conforme al diseño aprobado por la Administración. El costo de estos servicios correrá por cuenta del Contratista, salvo que dispongan otra cosa las Especificaciones Especiales del proyecto.

104.08 Estipulaciones sanitarias

El Contratista proporcionará y mantendrá facilidades de limpieza y sanidad para sus empleados de acuerdo con la normativa nacional existente y de las entidades que tengan jurisdicción. El costo de estos servicios correrá por cuenta del Contratista.

104.09 Materiales

Todos los materiales para el proyecto serán suministrados por el Contratista, salvo disposición contraria en las Especificaciones Especiales, y deberán provenir de fuentes de suministro aprobadas por la Administración.

La solicitud para la aprobación de la fuente de materiales deberá indicar claramente la ubicación del sitio, o el nombre y dirección del proveedor según sea el caso, el sistema de despacho, la fecha propuesta del primer envío y el uso que se dará al material. Los materiales podrán ser inspeccionados en el lugar de origen y aprobados antes de su envío.

Para todos los materiales importados, el Contratista presentará a la Administración constancias de calidad de los ensayos realizados por un organismo competente y que cubran todos los requerimientos de las especificaciones para cada lote o envío. Los materiales no podrán ser usados hasta después de su aceptación por la Administración. La aprobación mediante muestras será aplicable siempre y cuando el material a proveer sea igual a las muestras aprobadas y que pueda ser provisto en el tiempo y cantidades requeridas, conservando los materiales sus características, calidad y composición uniforme. La aceptación para un caso o uso determinado no implica aceptación para otros casos o usos.

Los materiales aprobados que aparenten ser defectuosos cuando se reciban, o los que hubiesen sufrido deterioro durante su transporte y almacenamiento, no podrán ser utilizados hasta que hayan sido ensayados y aprobados nuevamente por la Administración. Los pedidos de materiales deberán contener la descripción detallada y el uso que se les dará, así como la designación oficial del proyecto donde serán usados. Se entregarán a la Administración copias de los pedidos en el momento en que se ejecuten.

Salvo especificación contraria en las Disposiciones Especiales, el contratista deberá suministrar, con prontitud y sin ningún costo adicional, todas las facilidades, mano de obra, equipo y materiales razonablemente necesarios para realizar los ensayos. Cuando se establezca el sistema de "control de calidad", el Contratista deberá tomar y preparar las muestras para las pruebas requeridas. Los gastos en que incurra el Contratista con relación a las pruebas anteriormente indicadas, serán incluidos en los precios de los distintos renglones de la oferta. Salvo especificación contraria, se harán las pruebas de los materiales de acuerdo con las normas nacionales vigentes o con los métodos de la AASHTO u otros aceptados.

Los vehículos y recipientes usados para el transporte de materiales deberán estar en buen estado, ser resistentes, fuertes y limpios. De otro modo, los materiales transportados podrán ser rechazados.

Los recipientes deberán estar claramente marcados con el nombre del fabricante, peso neto, calidad, número del lote del material aprobado a que corresponda y la fecha de aprobación. Los materiales susceptibles de sufrir daños por causa de los elementos naturales deberán ser almacenados en construcciones apropiadas o de otra manera aceptable para su protección contra deterioro.

Los materiales deberán mantenerse limpios y libres de materias extrañas antes, durante y después de haber sido colocados en la obra, para lo cual el Contratista cumplirá las recomendaciones de la Administración. Los materiales, en el momento de ser usados en la obra, deberán estar en buenas condiciones y de acuerdo en todo con los requerimientos de las especificaciones. Los materiales sucios, dañados o de otra forma defectuosos, no deberán usarse en la obra, aunque hayan sido previamente aceptados.

104.10 Superintendente en la obra

El Contratista dirigirá el trabajo por medio de un superintendente competente, que hable el idioma español, con el grado mínimo de licenciado en Ingeniería Civil, con autoridad suficiente para recibir y cumplir instrucciones. Los trabajadores deberán ser competentes y ejecutarán su labor de manera esmerada. Cualquier persona que no sea debidamente calificada para su trabajo, o quien lo efectúe de manera no satisfactoria o contraria a las especificaciones o instrucciones de la Administración, deberá ser despedido si así lo solicita la Administración, no pudiendo nuevamente ser contratado para el proyecto salvo aprobación de la Administración. El número de trabajadores deberá ser suficiente y el desempeño de la superintendencia satisfactorio, en opinión de la Administración, para asegurar la terminación del proyecto en el plazo estipulado.

104.11 Equipo y maquinaria

Se usará únicamente equipo y maquinaria adecuados, y en óptimas condiciones de trabajo. Se utilizará suficiente cantidad de equipo y maquinaria en la obra para asegurar la terminación del proyecto dentro del plazo estipulado. Se operará el equipo y maquinaria de manera tal que no cause daño a la propiedad pública ni privada. Cuando se estipule un equipo y maquinaria de tipo y clase especial, deberá ser provisto y usado por el Contratista. Todo equipo y maquinaria está sujeto a la aceptación de la Administración. Si el Contratista o Subcontratistas no son propietarios de todo o parte del equipo o maquinaria requerido, deberán presentar una declaración escrita con el nombre y dirección del dueño o dueños, la cual se hará acompañar de una manifestación de dicho propietario o propietarios de haber llegado a un acuerdo de alquiler del equipo o maquinaria, así como del término de vigencia del mismo.

Todo el equipo y maquinaria deberá cubierto por una póliza de responsabilidad civil por daños a terceros a efecto de que cualquier daño o perjuicio que cauce a la Administración o a un tercero, sea cubierto por dicha póliza. Cualquier daño a un servicio público deberá

ser reparado mediante póliza, toda vez que cualquier afectación de los servicios públicos, existe la obligación del Contratista de responsabilizarse de los mismos. En caso de subcontratación de equipo o maquinaria, se deberá cumplir a cabalidad con lo estipulado en la normativa que rige la materia y las condiciones establecidas en el Cartel.

104.12 Local del trabajo

Cualquier espacio que el Contratista necesite para la ubicación de plantas, equipo, almacenaje u otros fines, fuera del disponible en el sitio de la obra, deberá ser adquirido por el Contratista y el costo de ello se incluirá en los precios de los distintos renglones de la oferta. En caso de incumplimiento del Contrato, la Administración tiene el derecho de tomar posesión y ocupar tal espacio directa o indirectamente para la terminación del proyecto. Si estuviese en arriendo, la escritura de arrendamiento contendrá una cláusula que exprese que, en caso de incumplimiento del Contratista, el arrendamiento podrá ser transferido a la Administración o su designado. El Contratista acepta que, en caso de dicho incumplimiento, él tramitará tal transferencia.

104.13 Organización del Contratista

El personal, equipo y local de trabajo provisto por el Contratista para el proyecto, deberán ser adecuados y suficientes para la terminación del proyecto dentro del plazo estipulado. Cuando en opinión de la Administración, parte o la totalidad de ellos sean inadecuados o insuficientes para terminar el proyecto dentro del plazo estipulado, podrá ordenar al Contratista corregir la deficiencia y éste deberá acatar la orden.

Cuando el Contratista no cumpla con el requisito de suministrar equipos adecuados y en suficiente cantidad para la prosecución correcta de la obra, la Administración podrá proceder a la retención de los pagos de las estimaciones mensuales por obra ejecutada que se originan en tal concepto, o suspender la obra hasta tanto se suministre el equipo adecuado si el Contrato no dispone otra cosa.

104.14 Cambios en los planos o en el carácter de la obra

La Administración podrá en cualquier momento, hacer cambios dentro del alcance general del Contrato, mediante Órdenes de Servicio o de Modificación, según lo permita la legislación vigente y que puedan relacionarse con:

- Especificaciones, incluyendo esquemas, dibujos y diseños
- Métodos constructivos para ejecutar la obra

- Medios proporcionados por la Administración, como equipo, materiales y servicios
- “Programas de Trabajo”

Cualquier otra orden escrita o verbal (que pueda ser una indicación, una instrucción, una interpretación, o una disposición de parte de la Administración) podrá ser tratada como una Orden de Modificación o de Servicio, siempre que el Contratista obtenga por escrito la confirmación de esa Orden indicando la fecha, detalles y origen.

Excepto que se haya procedido en la forma indicada en los puntos a) y b) anteriores, ninguna orden, manifestación o forma de proceder por parte de los funcionarios de la Administración, será tomada como Orden de Modificación de Obra o de Servicio y, por lo tanto, el Contratista no podrá presentar ningún reclamo posterior.

El Contratista tendrá derecho de presentar reclamos en los casos en que considere que las órdenes han sido injustas en cuanto a costo o tiempo. Estos reclamos deberán presentarse en un plazo no mayor de veinte días calendario después de que el Contratista haya recibido la orden por escrito, pero tendrá la obligación ineludible de devolverla dentro de los tres días hábiles siguientes a su recibo, indicando su protesta y anunciando con ello la respectiva reclamación.

El hecho de no devolver la orden firmada dentro del plazo de los tres días hábiles señalado, se tomará como la aceptación de los términos de ésta en todos sus extremos.

El Contratista estará obligado a devolver, dentro de los tres días hábiles siguientes a su recibo, toda Orden de Modificación o de Servicio que le sea remitida, ya sea con su aprobación o con la indicación de protesta.

104.15 Condiciones que difieren de las estipuladas en el contrato

Cuando el Contratista considere que existen condiciones reales, diferentes de las contempladas en los documentos de licitación, deberá, sin demora y antes de que tales condiciones sean alteradas, notificar por escrito al Ingeniero encargado de la supervisión de la obra, en los siguientes casos:

- (a) Condiciones físicas del suelo o latentes en la ubicación de la obra, que sustancialmente difieren de las indicadas en los planos y especificaciones,
- (b) Condiciones físicas desconocidas en la ubicación de la obra, que sean de naturaleza extraña y difieran sustancialmente de las que por lo general son encontradas en la construcción de carreteras. El Ingeniero tomará las acciones correspondientes para

investigar las condiciones en el sitio y, si encuentra que estas son en realidad diferentes y ocasionan aumento o disminución en los costos del Contratista, deberá hacer un ajuste equitativo y modificar el Contrato por escrito, de acuerdo con lo convenido entre las partes.

No se admitirá ningún reclamo del Contratista bajo este artículo, si no se ha presentado previamente la notificación exigida en el párrafo a) anterior.

No se admitirá ningún reclamo del Contratista efectuado con posterioridad al finiquito del Contrato.

Queda tácitamente reconocido y aceptado que es inherente a la naturaleza de la construcción de carreteras el hecho de que, durante su ejecución, puedan ser necesarios algunos cambios en los planos y especificaciones para ajustarlos a las condiciones de campo, y que, por tal razón, es esencial aceptar un margen normal de cambios, que originarán modificaciones en el Contrato.

SECCIÓN 105 CONTROL DEL TRABAJO

105.01 Autoridad de la Administración

La Administración delegará la autoridad en sus representantes para decidir en cuanto a la aceptación, progreso y suspensión del trabajo, así como a la interpretación y aceptación de lo concerniente al cumplimiento del Contrato. El término Administración comprende a todos los representantes autorizados, incluyendo los inspectores que actúan dentro de los límites de su autoridad, tal como les fue delegado.

La Administración decidirá ante todos los problemas que se presenten en cuanto a la calidad y aceptabilidad de los materiales suministrados, al trabajo ejecutado y al avance en la ejecución de la obra.

La Administración decidirá en caso de surgir dudas respecto a la interpretación de los planos y especificaciones, así como en aquellas dudas que surjan acerca del Contrato mismo, la decisión de la administración se fundamentará en un criterio de Ingeniería tomando en consideración todos los hechos, las variaciones inherentes en la elaboración y en los ensayos de los materiales para las carreteras, experiencias obtenidas en el pasado, resultado de investigaciones y otros factores relacionados con el problema, incluyendo todos los reglamentos, instrucciones y pautas establecidas por el gobierno para la administración de obras públicas bajo Contrato. Deberá de hacerse todas las pruebas o

ensayos que la administración opine que sean necesarias para determinar el grado de concordancia del material o del trabajo que se trate, con los planos o especificaciones correspondientes.

105.02 Autoridad de los inspectores gubernamentales

La Unidad de Inspección estará autorizada para inspeccionar todo el trabajo, incluyendo la preparación, producción, o elaboración de los materiales para el proyecto. La Unidad de Inspección no está autorizada para variar o renunciar los requerimientos del Contrato, emitir instrucciones contrarias al Contrato, actuar como supervisor o dirigir las operaciones del Contratista. La Unidad de Inspección tiene autoridad para suspender el trabajo hasta que su decisión pueda ser referida al Administración para la resolución definitiva.

105.03 Especificaciones, planos y dibujos

Las cláusulas del Contrato relativas a especificaciones, planos y dibujos para la construcción, se complementan de la siguiente manera:

- (a) General. El Contratista debe preparar planos y dibujos adicionales, según sea necesario, para la adecuada ejecución del trabajo. Esto incluye, pero no se limita a, dibujos para el control del tráfico, obra falsa, diagramas de esfuerzos, esquemas de anclajes, planos de construcción y listas del equipo.

Las láminas de los dibujos se ajustarán a un tamaño máximo de seiscientos diez milímetros por novecientos veinte milímetros (610 mm x 920 mm). En cada lámina u hoja de cálculo, debe incluirse el número del proyecto, nombre, y cualquier otra identificación que se estipule en el Contrato; así como entregarse en versión digital con la versión final de la obra.

El Contratista debe suministrar cinco (5) juegos de los planos, dibujos y cálculos de soporte para la debida aceptación, antes de ejecutar el trabajo cubierto por ellos. Si los documentos son devueltos por el Administración para revisión, una vez corregidos deben ser reenviados por el Contratista para la aceptación correspondiente. El Administración tendrá un plazo de cuarenta (40) días naturales para la devolución de estos documentos cuando se trate de estructuras de ferrocarril y treinta (30) días para las demás estructuras. Si los documentos deben ser reenviados, el tiempo para la aceptación comienza a contarse de nuevo. El

Contratista debe obtener aprobación escrita previa para realizar cambios o desviaciones en los planos.

- (b) Requisitos específicos para estructuras de concreto y misceláneas. El Contratista debe suministrar diseños y/o esquemas para fundaciones, obras falsas, trabajos de construcción, sistemas de soporte temporales, encofrados, estructuras de desvío y otras obras transitorias, así como para métodos de construcción propuestos. Éstos deben proporcionarse con el sello y firma de un profesional con destreza en el campo de diseño respectivo.
- (c) El contratista no deberá de aprovecharse de cualquier error u omisión aparente en los planos o especificaciones. En caso del que el Contratista detecte algún error u omisión, deberá de notificar a la administración inmediatamente. La Administración hará tales correcciones e interpretaciones que sean necesarias para el cumplimiento del propósito de los planos o especificaciones, indicando su criterio o las justificaciones técnicas que correspondan.

105.04 Coordinación de los documentos del contrato

Las especificaciones especiales del Contrato, los planos, las especificaciones suplementarias y las especificaciones generales son documentos del Contrato. Cuando se solicita un requisito técnico en uno de ellos es como si lo fuera en todos. Se entiende que los documentos del Contrato son complementarios y que describen y proporcionan la información requerida para el Contrato en su totalidad. En caso de discrepancia entre ellos, las dimensiones calculadas y mostradas gobiernan sobre las dimensiones medidas. Los documentos del Contrato prevalecen en el orden siguiente:

- (a) Regulaciones legales vigentes
- (b) Especificaciones especiales del Contrato
- (c) Planos
- (d) Especificaciones suplementarias
- (e) Especificaciones generales

105.05 Restricciones de carga

Cuando se transporte material y equipo en caminos públicos desde o hacia el sitio del proyecto, deben cumplirse todas las restricciones legales de carga existentes. La emisión

de un permiso especial no releva al Contratista de la responsabilidad por daños resultantes del transporte de material o equipo.

A menos que sea permitido específicamente en algún documento del Contrato, no deben operarse equipos o vehículos que excedan los límites de carga legales sobre estructuras nuevas o existentes dentro del proyecto. Todos los daños, resultantes del uso de tales equipos o vehículos, deben repararse o reemplazarse de manera aceptable, sin ningún costo para el Administración.

En las secciones del proyecto usadas para acomodar el paso del público, debe operarse el equipo de construcción y vehículos de manera que no haya conflicto con el flujo del tráfico y que se minimicen los retrasos de los usuarios que circulan por la vía.

SECCIÓN 106 CONTROL DEL MATERIAL

106.01 Fuentes de suministro y requisitos de calidad

El Contratista debe seleccionar fuentes y proporcionar material aceptable. Antes de usarlas en el proyecto, debe informar a la Administración sobre todas las fuentes de materiales propuestas, a efectos de facilitar la inspección y ensayos del material. No debe incorporarse el material propuesto a la obra hasta tanto no sea aceptado por la unidad de inspección.

El material debe ser aceptado en la fuente antes de ser llevado al proyecto. Si una fuente debidamente autorizada y aceptada no continúa suministrando material aceptable durante la ejecución del proyecto, el uso posterior de esa fuente será prohibido.

106.02 Fuentes locales de materiales

Las fuentes de piedra, arena, grava, tierra u otro material natural localizados por la Administración en las inmediaciones del proyecto, pueden ser mencionadas en los documentos del Contrato. Estas fuentes identificadas podrán ser definidas por la Administración como aptas para el proyecto o sólo enlistadas como información de ayuda al Contratista para su localización. La decisión de usar o no una fuente identificada por la Administración es privativa del Contratista.

- (a) Fuentes suministradas por la Administración. La Administración, a su conveniencia, podrá adquirir permisos y derechos para obtener material de las fuentes identificadas en el Contrato y para usar el terreno de esas fuentes para un sitio de planta y/o apilamientos. Los informes disponibles de pruebas y de datos históricos

del comportamiento del material, que verifiquen su aceptabilidad, deben ser suministrados por el Contratista.

No deben ejecutarse trabajos dentro de una fuente suministrada por la Administración hasta que sea aceptado un plan de operación para su explotación. Deben ejecutarse todas las obras necesarias para producir material aceptable, incluyendo el desarrollo del sitio, la preparación, el control de la erosión y la restauración del lugar.

En general, aunque la calidad de las fuentes provistas sea aceptable, pueden contener capas o bolsas de material inaceptable. No es factible determinar sólo con algunas muestras la calidad del material del depósito entero, por lo que pueden esperarse variaciones. El Contratista debe determinar la cantidad y tipo de equipo y trabajo necesarios para seleccionar y producir material aceptable.

- (b) Fuentes indicadas por la Administración. La Administración puede señalar posibles fuentes de materiales. Las indicaciones de la Administración no son demostrativas de la calidad o cantidad de material, o del derecho al uso de material de estas fuentes. Estas fuentes serán consideradas como fuentes localizadas por el Contratista conforme al punto (c) siguiente.
- (c) Fuentes localizadas por el Contratista. El Contratista es responsable por estas fuentes, incluyendo los suministros comerciales establecidos. Deben usarse fuentes que cumplan con la cantidad y requisitos de calidad del Contrato. Deben determinarse la cantidad y tipos de equipo y trabajo necesarios para seleccionar y producir material aceptable. Deben obtenerse todos los permisos para el uso de la fuente y entregar copias de todos los documentos al Ingeniero de proyecto.

Deben entregarse informes de los ensayos de laboratorio y datos del comportamiento histórico disponibles que indiquen la aceptabilidad del material de la fuente. No debe usarse material de una fuente que es inaceptable para la Administración. Debe desecharse el material inaceptable y localizar otra fuente que sea aceptable, sin ningún costo para la Administración.

106.03 Manejo de la fuente de material

El Contratista debe notificar a la Administración catorce (14) días naturales antes de iniciar las operaciones en una fuente aprobada. El Contratista debe desarrollar y operar la fuente de material de acuerdo con el plan de funcionamiento, o con acuerdo escrito aceptado por la Administración para su explotación.

Debe cumplirse con los requisitos ambientales vigentes y tomando en consideración labores como las siguientes:

- (a) Antes de desarrollar una fuente de material, deben medirse los contenidos de sedimento de la corriente de agua aledaña al sitio, que recibirá el desagüe del área de operaciones. Debe controlarse toda erosión de manera que no aumente el nivel de sedimento arrastrado por las corrientes de agua que desembocan.
- (b) Después de que la operación de la fuente se termine, debe retornarse al área de la fuente todo el material de cubierta que existía en el sitio antes de comenzar la explotación. Debe nivelarse el área cuidadosamente, conformando los taludes en la extensión correspondiente. El material almacenado de la cubierta debe esparcirse uniformemente sobre los lados y base del área explotada. Debe colocarse una cobertura vegetal en el sitio y en el área circundante.

106.04 Acopio y manejo del material

El material debe manejarse y almacenarse de manera que preserve su calidad y aptitud para el trabajo. Después de almacenado, el material aprobado puede ser de nuevo inspeccionado antes de su uso en la obra. El material almacenado debe identificarse debidamente para facilitar su inspección.

Para acopiar materiales y colocar plantas y equipo, deben utilizarse sólo áreas aprobadas del derecho de vía. El Contratista debe proporcionar todo el espacio adicional requerido. No debe usarse propiedad privada para almacenamiento de materiales sin permiso escrito del dueño o arrendatario. El Contratista debe suministrar copias de estos acuerdos. Todos los sitios de almacenamiento provistos por la Administración deben restaurarse y quedar en su condición original. El Contratista es responsable por la seguridad y el manejo de todo el material almacenado.

106.05 Uso de materiales encontrados en la obra

El material que aparezca en las excavaciones, tal como piedra, grava o arena, puede ser usado para otro renglón de pago cuando sea aceptable. Cuando exista en el Contrato un renglón de pago de excavación aplicable, tal material se pagará en ambos renglones: como excavación y como parte del otro renglón de pago en que esté siendo utilizado. Este material debe ser reemplazado con otro material aceptable, si es necesario para ejecutar un terraplén o relleno, sin ningún costo para la Administración. El material sólo debe ser excavado o removido dentro de los límites de la explanación del proyecto, tal como se indique en los perfiles, secciones y taludes.

El derecho a usar y procesar materiales encontrados en la obra no incluye el trabajo en obras no gubernamentales, salvo que resulte necesario deshacerse del material de desperdicio. Si el contratista produce o procesa material de terrenos del Estado en exceso de las cantidades requeridas por el Contrato, la Administración puede:

- (a) Tomar posesión del exceso de material pagando al Contratista sólo el costo de producción, o
- (b) Requerir la remoción del material y la restauración del terreno hasta una condición satisfactoria, sin ningún costo para la Administración.

Como una alternativa a la remoción y reemplazo, el Contratista puede solicitar por escrito que:

- (1) Se tenga el trabajo por aceptado a un precio reducido, o
- (2) Se le otorgue permiso para ejecutar medidas correctivas a conformidad del Ingeniero de proyecto.

La solicitud contendrá argumentos y documentación de apoyo. Deben incluirse referencias o datos que justifiquen la propuesta, basados en una evaluación de resultados de pruebas, efecto en la vida de servicio, valor del material o del trabajo, calidad y otros datos útiles de Ingeniería. La Administración tomará la decisión relativa al trabajo no conforme.

106.06 Pago de derechos de explotación y gestión de las fuentes

El Contratista proporcionará fuentes de materiales aceptables para la Administración. Deberá asumir todas las responsabilidades legales por la explotación de las fuentes, conforme a la legislación vigente, así como el pago relacionado con la adquisición del

derecho de explotación del material, incluyendo el pago de cualquier tasa u otros cargos inherentes.

SECCIÓN 107 ACEPTACIÓN DEL TRABAJO

107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato

Las alusiones a los métodos estándares de prueba AASHTO, ASTM y otras autoridades de normalización reconocidas, se refieren a los métodos vigentes en la fecha de la solicitud de las ofertas.

Cabe apuntar que, tal como lo establece nuestra legislación, las correspondientes normas nacionales homologadas emitidas por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) son voluntarias, por lo que queda a criterio de la Administración su incorporación en los Carteles de licitación, cuando así lo considere pertinente.

El trabajo debe ejecutarse según los requerimientos del Contrato y realizarse conforme alineamientos, gradientes, secciones transversales, dimensiones, procesos y materiales requeridos, según se muestre en los planos o se especifique en el Contrato.

Las dimensiones que aparecen en los planos y los montos señalados en las especificaciones del Contrato son valores que deben lograrse para cumplir el diseño dentro de las desviaciones permitidas. El trabajo ejecutado y los materiales usados deben ser uniformes en carácter y razonablemente cercanos a los valores prescritos dentro del rango de tolerancia. El propósito de un rango de tolerancia es conciliar variaciones ocasionales de la medida, que resulten inevitables por razones prácticas.

La Administración puede inspeccionar, muestrear o probar todo el trabajo en ejecución en cualquier momento antes de la aceptación final del proyecto. Cuando la Administración haga ensayos en la obra, los resultados de las pruebas se entregarán al Contratista a su solicitud formal expresa. Únicamente los resultados de los ensayos obtenidos de un proceso de verificación establecido por la Administración serán usados para pago y aceptación de las labores. El Contratista no puede disponer de los resultados de los ensayos hechos por la Administración para el control del proceso.

El trabajo aceptable conforme al Contrato se pagará por medio del renglón unitario de pago consignado en la oferta. Para determinar la conformidad y aceptabilidad del trabajo realizado por el Contratista, se describen cuatro métodos en las Subsecciones 107.02 Inspección visual a 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de

pago (valor del trabajo) inclusive. El método primario de aceptación se especifica en cada sección del trabajo. Sin embargo, el trabajo puede ser rechazado en cualquier momento cuando se determine, por cualesquiera de los métodos, que no cumple con las normas del Contrato y los estándares de calidad esperados por la Administración bajo los principios de razonabilidad, eficiencia y eficacia del buen uso de los fondos públicos.

Debe rehacerse el trabajo que no esté conforme con el Contrato, o con las normas prevalecientes en la industria, cuando no se puntualicen requisitos específicos en el Contrato, sin ningún costo para la Administración.

Como una alternativa a la remoción o remplazo del material colocado, el Contratista puede enviar una solicitud escrita para:

Que el trabajo se acepte a un precio reducido, siempre y cuando la Administración haya establecido una metodología para tal efecto; o

Que se realicen medidas correctivas llevando el trabajo a un estado de conformidad.

La solicitud debe contener documentación de soporte suficiente y racional. Debe incluir datos que justifiquen la solicitud, basados en ensayos de evaluación y desempeño, costo y calidad del material utilizado, aspectos estéticos y otros elementos ingenieriles tangibles. Estos resultados de ensayo deben ser estadísticamente representativos del lote en cuestionamiento y provenir de una fuente confiable, objetiva e independiente, con competencia técnica demostrada de acuerdo con los estándares y las legislaciones de calidad vigentes y su costo será cubierto en su totalidad por el Contratista. La Administración definirá las acciones a realizar con respecto al trabajo no conforme.

Cuando se especifiquen estándares para materiales prefabricados (tales como cercas, alambres, placas, perfiles, tuberías y otros, que se identifiquen por calibre, unidad de masa o dimensiones de la sección y otros.), la identificación se anotará como masa nominal o dimensiones. A menos que se hayan establecido tolerancias de Contrato específicas, se aceptarán las tolerancias establecidas por el fabricante.

107.02 Inspección visual

La aceptación de la obra se complementará con una inspección visual del trabajo, realizada para efectos de evidenciar en sitio el cumplimiento de las normas del Contrato y las prevalecientes en la industria. Se deberá presentar un informe con fotografías referenciadas y copia de bitácora que evidencien la inspección visual.

107.03 Certificación

Acorde con lo establecido en la Ley N°. 8279 “Sistema Nacional para la Calidad”, sus reformas y reglamentos. Para el suministro de material manufacturado fuera del retiro del proyecto, deben usarse fabricantes certificados bajo normas de calidad acordes con la legislación vigente, o que resulten aptos en un procedimiento de inspección y ensayo efectivos, a criterio de la Administración. El material adquirido de esta forma debe ser el idóneo para la actividad a la que va a ser destinado y es responsabilidad del Contratista elegir el mejor material disponible para cumplir con las expectativas de la Administración. Asimismo, se debe pedir al fabricante que identifique claramente el material, o el empaque, con una identificación única para ese producto y para la especificación estándar bajo la cual se elabora.

El material aceptado mediante certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encuentra que no está conforme con el Contrato, se rechazará en el lugar en que se encuentre.

Puede ser requerida alguna de las certificaciones siguientes:

- (a) Certificación de producto: la cual debe ser otorgada por un organismo de certificación que opere un sistema de certificación por tercera parte, según los requisitos descritos en la Guía INTE- ISO/IEC 65. En tales casos, se debe notificar al Contratista que el fabricante se obliga a suministrar una certificación de la producción para cada embarque del material. Esta certificación debe incluir al menos:
 - (1) Fecha y lugar de manufactura.
 - (2) Resultados de los ensayos del material del mismo lote y documentación emitida por el sistema de inspección y ensayo sobre el respecto.
 - (3) Número del lote u otros medios de referencia cruzada de la inspección del fabricante con el sistema de ensayos de la obra.
 - (4) Declaración del fabricante de que el material cumple con todos los requisitos del Contrato.
 - (5) Manifestación firmada por el fabricante, u otros medios aceptables, que demuestren el cumplimiento con la certificación.

- (b) Declaración de Conformidad del Proveedor: para lo cual se debe cumplir con los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17050: Evaluación de la conformidad - Declaración de la Conformidad del Proveedor.

En todo caso, el Contratista deberá demostrar al Ingeniero de Proyecto que los materiales manufacturados fuera del proyecto e incorporados a la obra cumplen con las especificaciones contractuales, suministrándole las constancias de calidad correspondientes. Podrán ser aceptados los certificados que usualmente el proveedor entrega al Contratista.

Los materiales manufacturados que generalmente se usan en las obras pueden ser entre otros los siguientes:

- Pilotes
- Acero estructural
- Acero de refuerzo
- Cables y accesorios de postensión de concreto
- Láminas de acero estructural corrugado
- Apoyos de neopreno
- Geotextiles
- Gaviones
- Cemento Portland
- Productos manufacturados de concreto
- Cementos asfálticos
- Emulsiones asfálticas
- Pinturas para señalamiento vial y para puentes de acero
- Materiales para señalamiento vial vertical
- Barandas de seguridad metálicas y de concreto
- Aditivos químicos
- Otros materiales de aplicación en el proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

107.04 Conformidad determinada o ensayada

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumple de manera cabal con los requisitos del Contrato.

Los resultados de la inspección o ensayos deberán mostrar valores dentro de los límites de tolerancia especificados. Cuando no se indique ningún valor de tolerancia en el Contrato, el trabajo será aceptado con base en lo estipulado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción.

107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo)

La evaluación estadística del trabajo es un método basado en el Manual de Implementación para el Aseguramiento de la Calidad de AASHTO (The AASHTO Implementation Manual for Quality Assurance) para analizar la inspección, o los resultados de las pruebas de laboratorio, con el fin de determinar la conformidad del trabajo con los requisitos del Contrato. El cálculo del factor de pago y el análisis estadístico debe realizarse con los ensayos de verificación de la calidad. El proceso de aceptación del trabajo es el siguiente:

- (a) General. Para el trabajo valorado con base en la evaluación estadística, tanto la Administración como el Contratista, asumen ciertos riesgos.

El riesgo de la Administración es la probabilidad de que un trabajo con un nivel de calidad no aceptable sea recibido. El riesgo del Contratista es la probabilidad de que el trabajo producido con un nivel de calidad aceptable (NCA) sea rechazado, o aceptado a un precio reducido.

El nivel de incumplimiento aceptado (NI) es el porcentaje máximo de trabajo o suministro de material que, con base en los resultados de las pruebas de calidad, se encuentra fuera de los límites de especificación de cada parámetro especificado en el Contrato. Para el cálculo se sigue como se establece en (c) y (d).

El factor de calidad será determinado para dos categorías definidas para cada parámetro de pago, la Categoría I corresponde cuando es relevante la incidencia resultante del no cumplimiento de las especificaciones en la calidad de la obra o suministro de material. La Categoría II no es tan relevante la incidencia en la calidad de obra o suministro de material.

Las características de la calidad que se evalúen, el tamaño del lote, la frecuencia del muestreo, la localización de las muestras, los métodos de ensayo, los límites de las especificaciones y la categorización se definen como se indica a continuación:

- (1) Características o parámetros de calidad. Las características o parámetros de calidad que se evalúen se enumeran en la Subsección de aceptación de cada Sección de estas especificaciones.
- (2) Tamaño del lote de muestras. Un lote de muestras representa una evaluación estadística. Un lote de muestras normalmente representa la cantidad total del trabajo producido en una jornada. Puede requerirse el análisis de más de un lote si ocurren cambios en los valores fijados en las fuentes de materiales, o si se piden por escrito cambios en la fórmula de trabajo de la mezcla o ajustes en ella, tal como se indica en el párrafo (b). Deberán evaluarse al menos cinco muestras por parámetro de pago.
- (3) Frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. El lote normalmente señala resultados adecuados cuando se efectúa un mínimo de cinco (5) muestras, que es el número límite requerido para llevar a cabo una evaluación estadística. El factor de pago máximo obtenible con cinco (5) muestras es 1,00. Un incremento en la frecuencia del muestreo puede resultar en un factor de pago reducido.
- (4) Localización de la muestra. El sitio de muestreo se enumera en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. La localización exacta del muestreo será especificada por la Administración, basada en números al azar.
- (5) Métodos de prueba. Los métodos de prueba que se usan para examinar las muestras se señalan en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.
- (6) Límites de la especificación. Los límites de la especificación para las características de calidad están indicados en las especificaciones generales del Contrato.
- (7) Categorización. La categorización de las características de calidad se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

- (b) Aceptación. El trabajo en el lote será pagado mediante un factor de pago final, cuando toda la inspección técnica y/o el resultado de las pruebas estén completos y evaluados.

El factor final de pago deberá determinarse antes de que el material sea incorporado totalmente en el proyecto, previniéndose al Contratista de que el factor de pago normal no debe caer por debajo de 0,90. Si un lote se constituye con menos de cinco (5) muestras, el material se evaluará bajo la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

Si el factor de pago normal de un lote cae por debajo de 0,90, se debe suspender de inmediato la producción. Ésta puede reiniciar después de que el Contratista haya tomado acciones eficaces, aceptables y verificables por la Administración, para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción envuelve un cambio significativo en el proceso, el lote en ejecución será terminado sin que sea incorporado en el proyecto y se comenzará un nuevo lote. Se deberán utilizar parámetros de control por parte del Contratista, como se explica en la Subsección 107.08 Parámetros de aceptación, control y pago.

Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material fuera de especificación (menos que 1,00 de factor de pago) se acepta con tal de que el factor de pago más bajo no haya caído en la porción rechazada en la Tabla 107- 02 Factor de calidad o de pago. Un lote que contenga un porcentaje de material fuera de especificaciones con el factor de pago más bajo, cayendo en la porción objetada de la Tabla 107-02 Factor de calidad o de pago, debe ser rechazado. Debe removerse de la obra todo el material rechazado, sin embargo, lo ideal es que se detecte el rechazo antes de que el material sea incorporado en el proyecto.

Cuando sea aceptable, es permitido voluntariamente remover el material defectuoso y reemplazarlo con material nuevo para evitar o minimizar un factor de pago menor que 1,00. El material nuevo será muestreado, ensayado y evaluado de acuerdo con esta Subsección.

Cualquier cantidad de material que se defina como defectuoso, puede ser rechazado con base en una inspección visual y/o en los resultados de los ensayos.

No deberá incorporarse material rechazado en el trabajo. Los resultados de los ensayos llevados a cabo en el material rechazado se excluirán del lote.

- (c) Evaluación estadística. El método de Variabilidad-Desconocida/Desviación Estándar será usado para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites de las especificaciones.

La cantidad de números significativos usada en los cálculos estará de acuerdo con AASHTO R11, método absoluto.

El porcentaje estimado de trabajo que está fuera de los límites de las especificaciones para cada característica de la calidad, se determina como sigue:

- (1) Calcular la media aritmética (\bar{x}) de los valores de los ensayos:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{Ec. 107-01}$$

En donde:

Σ = Suma

x_i = valores de los ensayos individuales

n = número total de valores

- (2) Calcular la desviación estándar (s):

$$s = \sqrt{\frac{n \sum(x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad \text{Ec. 107-02}$$

En donde:

$\Sigma(x^2)$ = Suma de los cuadrados de los valores de los ensayos individuales

$(\Sigma x)^2$ = Suma de los valores individuales de los ensayos al cuadrado.

- (3) Calcular el Índice de calidad superior (ICS_j):

$$ICS_j = \frac{LSPE - \bar{x}}{s} \quad \text{Ec. 107-03}$$

En donde:

LSPE = Límite Superior del Parámetro de Especificación

Nota: LSPE es igual al valor superior del rango especificado o al valor objetivo máximo más la tolerancia especificada del parámetro analizado,

según el Cartel o lo establecido en cada Subsección correspondiente de estas especificaciones.

- (4) Calcular el Índice de Calidad Inferior (ICI_j):

$$ICI_j = \frac{\bar{x} - LIPE}{s} \quad \text{Ec. 107-04}$$

En donde:

LIPE = Límite Inferior del Parámetro de Especificación

Nota: LIPE es igual al valor inferior del rango especificado o al valor objetivo mínimo menos la tolerancia especificada del parámetro analizado, según el Cartel o lo establecido en cada Subsección correspondiente de estas especificaciones.

- (5) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (superior) del límite Superior del parámetro de especificación (PIS_j).

PIS_j se obtiene mediante la conjugación de los valores del ICS (en las filas de la Tabla 107-01 Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)) y el valor del grado de libertad GL (en las columnas de la Tabla 107-01 Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)); o bien mediante la fórmula de la Distribución t de Student's, para una cola. El valor de GL se obtiene de la siguiente manera: GL= (n- 1).

- (6) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (inferior) del límite Inferior del parámetro de especificación (PII_j).

El PII_j se obtiene mediante la conjugación de los valores del ICI (en las filas de la Tabla 107-01 Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)) y el valor del grado de libertad GL (en las columnas de la Tabla 107-01 Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)); o bien mediante la fórmula de la Distribución t de Student's, para una cola. El valor de GL se obtiene de la siguiente manera: GL= (n- 1).

- (7) Calcular el Nivel de Incumplimiento (NI):

$$NI = PIS_j + PII_j \quad \text{Ec. 107-05}$$

(8) Finalmente, calcular el Nivel de Cumplimento (NC):

$$NC = 100 - NI$$

Ec. 107-06

(9) Repetir los pasos (1) a (8) en cada característica o parámetro de calidad enumerada para la evaluación estadística.

(d) Determinación del factor de pago (valor del trabajo). El factor de pago para un lote será determinado como sigue:

- (1) De la Tabla 107-02 Factor de calidad o de pago, determinar el factor de pago para cada uno de los parámetros de calidad usando el número total de los valores de los ensayos y el Nivel de Incumplimiento o porcentaje fuera de los límites de las especificaciones, tomado del paso (6) y (7).
- (2) Cuando todas las características de calidad para un lote están en la Categoría I, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad de la Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de cinco (5) ensayos).
- (3) Cuando las características de calidad para un lote están en ambas categorías I y II, el factor de pago del lote resulta de lo siguiente:
 - 1) Cuando todas las características de calidad de categoría II sean 1,00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual menor para todas las características de Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de cinco (5) valores de ensayos).
 - 2) Cuando cualquier característica de calidad Categoría II sea menor que 1,00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual menor para cualquier característica de calidad.
- (4) Cuando todas las características de calidad para un lote sean de la Categoría II, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad Categoría II.
- (5) Debe ajustarse el pago para todo el material de un lote a un precio determinado, multiplicando el precio unitario de Contrato por el factor de pago, tal como se determina en la explicación detallada anteriormente.

- (6) El máximo valor por aplicar de FC es de 100 % para el Pago en Función de la Calidad sobre una actividad o Reglón de Pago de un lote y el menor valor aceptable a aplicar es de 75 % en ambas Categorías (I y II).

107.06 Inspección en la planta

El trabajo puede ser inspeccionado en el punto de producción o de fabricación. Las plantas de manufactura pueden ser inspeccionadas o fiscalizadas para verificar el cumplimiento de los métodos especificados de manufactura. Pueden obtenerse muestras de material para las pruebas de laboratorio relativas al cumplimiento de los requisitos de calidad. Debe permitirse la entrada durante todo el tiempo a las partes de la planta en donde se realiza el trabajo.

107.07 Inspección en el sitio

El trabajo incorporado en el proyecto deberá ser inspeccionado por un Ingeniero responsable que verifique de manera oportuna el cumplimiento de la calidad de las obras en el sitio. Se requerirá la presencia de un profesional capacitado durante toda la ejecución del proyecto para su aceptación mediante inspección técnica.

107.08 Parámetros de aceptación, control y pago

- (a) Parámetros de aceptación. Requerimientos de calidad regulados por especificaciones vigentes que le permiten a la Administración aceptar o rechazar una materia prima, un producto manufacturado o un proceso constructivo.
- (b) Parámetros de control. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales. Y para los cuales se recomienda emplear métodos estadísticos de control, tales como cartas de control con la frecuencia requerida para asegurar la calidad en los resultados.
- (c) Parámetros de pago. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración con los que se medirá el nivel de cumplimiento del trabajo realizado durante un período de estimación de obra para el pago.

107.09 Aceptación parcial y final

El Contratista debe dar al trabajo contratado, el debido mantenimiento durante la construcción y hasta que el proyecto sea aceptado.

- (a) Aceptación parcial. Cuando una porción separada del proyecto se completa, puede solicitarse una inspección final de esa parte. Si de esa inspección se concluye que la sección está terminada y cumple con las normas del Contrato, será aceptada y el Contratista será relevado de la responsabilidad futura del mantenimiento de la sección terminada. La aceptación parcial no anula ni altera ningún término del Contrato.

Cuando el público deba movilizarse a través de la construcción, empezando a utilizar las secciones de la carretera que han sido terminadas, el mantenimiento de tales tramos continuará hasta la aceptación final de la obra.

- (b) Aceptación final. Cuando el Contratista notifica que la totalidad del proyecto está terminado, debe programarse una inspección. Si se comprueba que todo el trabajo ha sido completado, esta inspección constituirá la inspección final y el Contratista será notificado por escrito de la aceptación a partir de la fecha de esa inspección final. La aceptación final releva al Contratista de la responsabilidad futura de mantenimiento del proyecto.

Si la inspección determina trabajos insatisfactorios, el Contratista recibirá una lista de tales trabajos incompletos o que requieren corrección. Tan pronto complete o corrija el trabajo, el Contratista deberá notificar de nuevo a la Administración, para programar y efectuar una nueva inspección y resolución.

Tabla 107-01

Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's) (cont.)

Índice de Calidad Superior (ICS) o Índice de Calidad Inferior (ICl)	Grado de Libertad (GL)							
	64	65	66	67	68	69	70	
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PIS, o PII)							
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	
0,05	48,014%	48,014%	48,014%	48,014%	48,013%	48,013%	48,013%	
0,10	46,033%	46,033%	46,032%	46,032%	46,032%	46,032%	46,032%	
0,15	44,062%	44,061%	44,061%	44,061%	44,060%	44,060%	44,060%	
0,20	42,106%	42,105%	42,105%	42,104%	42,104%	42,103%	42,103%	
0,25	40,169%	40,169%	40,168%	40,168%	40,167%	40,167%	40,166%	
0,30	38,257%	38,257%	38,256%	38,255%	38,255%	38,254%	38,253%	
0,35	36,374%	36,374%	36,373%	36,372%	36,371%	36,370%	36,369%	
0,40	34,524%	34,523%	34,522%	34,521%	34,521%	34,520%	34,519%	
0,45	32,712%	32,710%	32,709%	32,708%	32,707%	32,706%	32,705%	
0,50	30,939%	30,938%	30,937%	30,936%	30,934%	30,933%	30,932%	
0,55	29,212%	29,210%	29,209%	29,207%	29,206%	29,205%	29,204%	
0,60	27,531%	27,530%	27,528%	27,527%	27,525%	27,524%	27,522%	
0,65	25,901%	25,899%	25,897%	25,896%	25,894%	25,893%	25,891%	
0,70	24,323%	24,321%	24,319%	24,318%	24,316%	24,314%	24,312%	
0,75	22,800%	22,798%	22,796%	22,794%	22,792%	22,790%	22,788%	
0,80	21,334%	21,331%	21,329%	21,327%	21,325%	21,323%	21,321%	
0,85	19,925%	19,922%	19,920%	19,918%	19,915%	19,913%	19,911%	
0,90	18,575%	18,572%	18,570%	18,567%	18,565%	18,563%	18,560%	
0,95	17,284%	17,282%	17,279%	17,276%	17,274%	17,271%	17,269%	
1,00	16,054%	16,051%	16,048%	16,045%	16,043%	16,040%	16,038%	
1,05	14,883%	14,880%	14,877%	14,875%	14,872%	14,869%	14,866%	
1,10	13,773%	13,769%	13,766%	13,763%	13,761%	13,758%	13,755%	
1,15	12,721%	12,718%	12,715%	12,712%	12,709%	12,706%	12,703%	
1,20	11,728%	11,725%	11,721%	11,718%	11,715%	11,712%	11,709%	
1,25	10,793%	10,789%	10,786%	10,782%	10,779%	10,776%	10,773%	
1,30	9,913%	9,910%	9,906%	9,903%	9,900%	9,896%	9,893%	
1,35	9,089%	9,085%	9,081%	9,078%	9,075%	9,071%	9,068%	
1,40	8,317%	8,313%	8,310%	8,306%	8,303%	8,300%	8,296%	
1,45	7,597%	7,593%	7,590%	7,586%	7,583%	7,579%	7,576%	
1,50	6,927%	6,923%	6,919%	6,916%	6,912%	6,909%	6,906%	
1,55	6,304%	6,300%	6,296%	6,293%	6,289%	6,286%	6,283%	
1,60	5,726%	5,722%	5,719%	5,715%	5,712%	5,708%	5,705%	
1,65	5,192%	5,188%	5,185%	5,181%	5,178%	5,174%	5,171%	
1,70	4,699%	4,696%	4,692%	4,688%	4,685%	4,682%	4,679%	
1,75	4,246%	4,242%	4,238%	4,235%	4,231%	4,228%	4,225%	
1,80	3,829%	3,825%	3,822%	3,818%	3,815%	3,812%	3,808%	
1,85	3,447%	3,443%	3,440%	3,436%	3,433%	3,430%	3,427%	
1,90	3,097%	3,094%	3,090%	3,087%	3,084%	3,081%	3,078%	
1,95	2,778%	2,775%	2,771%	2,768%	2,765%	2,762%	2,759%	
2,00	2,487%	2,484%	2,481%	2,478%	2,475%	2,472%	2,469%	
2,05	2,223%	2,220%	2,217%	2,214%	2,211%	2,208%	2,206%	
2,10	1,984%	1,981%	1,978%	1,975%	1,972%	1,969%	1,967%	
2,15	1,767%	1,764%	1,761%	1,758%	1,755%	1,753%	1,751%	
2,20	1,571%	1,568%	1,566%	1,563%	1,560%	1,558%	1,555%	
2,25	1,395%	1,392%	1,389%	1,387%	1,384%	1,382%	1,380%	
2,30	1,238%	1,233%	1,231%	1,229%	1,226%	1,224%	1,222%	
2,35	1,093%	1,091%	1,089%	1,086%	1,084%	1,082%	1,080%	
2,40	0,966%	0,963%	0,961%	0,959%	0,957%	0,955%	0,953%	
2,45	0,852%	0,849%	0,847%	0,845%	0,843%	0,841%	0,839%	
2,50	0,750%	0,748%	0,746%	0,744%	0,742%	0,740%	0,738%	
2,55	0,659%	0,657%	0,655%	0,653%	0,652%	0,650%	0,648%	
2,60	0,578%	0,576%	0,575%	0,573%	0,571%	0,570%	0,568%	
2,65	0,507%	0,505%	0,503%	0,502%	0,500%	0,499%	0,497%	
2,70	0,443%	0,441%	0,440%	0,439%	0,437%	0,436%	0,434%	
2,75	0,387%	0,385%	0,384%	0,383%	0,381%	0,380%	0,379%	
2,80	0,337%	0,336%	0,335%	0,334%	0,332%	0,331%	0,330%	
2,85	0,294%	0,293%	0,291%	0,290%	0,289%	0,288%	0,287%	
2,90	0,255%	0,254%	0,253%	0,252%	0,251%	0,250%	0,249%	
2,95	0,222%	0,221%	0,220%	0,219%	0,218%	0,217%	0,216%	
3,00	0,192%	0,191%	0,190%	0,189%	0,189%	0,188%	0,187%	
3,05	0,166%	0,165%	0,165%	0,164%	0,163%	0,162%	0,162%	
3,10	0,144%	0,143%	0,142%	0,141%	0,141%	0,140%	0,139%	
3,15	0,124%	0,123%	0,123%	0,122%	0,121%	0,121%	0,120%	
3,20	0,107%	0,106%	0,106%	0,105%	0,104%	0,104%	0,103%	
3,25	0,092%	0,091%	0,091%	0,090%	0,090%	0,089%	0,089%	
3,30	0,079%	0,079%	0,078%	0,078%	0,077%	0,077%	0,076%	
3,35	0,068%	0,067%	0,067%	0,067%	0,066%	0,066%	0,065%	
3,40	0,058%	0,058%	0,057%	0,057%	0,057%	0,056%	0,056%	
3,45	0,050%	0,049%	0,049%	0,049%	0,048%	0,048%	0,048%	
3,50	0,043%	0,042%	0,042%	0,042%	0,041%	0,041%	0,041%	
3,55	0,036%	0,036%	0,036%	0,035%	0,035%	0,035%	0,035%	
3,60	0,031%	0,031%	0,031%	0,030%	0,030%	0,030%	0,030%	
3,65	0,026%	0,026%	0,026%	0,026%	0,026%	0,025%	0,025%	
3,70	0,023%	0,022%	0,022%	0,022%	0,022%	0,021%	0,021%	
3,75 o más	0,019%	0,019%	0,019%	0,019%	0,018%	0,018%	0,018%	

Notas:

Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o IClj a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o IClj inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o IClj son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100 % menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago

Categoría		Factor de Calidad o de Pago										
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)										
I	II	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij										
100,0%		Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior										
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	20,000%	18,618%	17,450%	16,438%	15,545%	14,747%	14,025%	13,365%	12,759%	12,197%	
99,5%		20,500%	19,118%	17,950%	16,938%	16,045%	15,247%	14,525%	13,865%	13,259%	12,697%	
99,0%		21,000%	19,618%	18,450%	17,438%	16,545%	15,747%	15,025%	14,365%	13,759%	13,197%	
98,5%		21,500%	20,118%	18,950%	17,938%	17,045%	16,247%	15,525%	14,865%	14,259%	13,697%	
98,0%		22,000%	20,618%	19,450%	18,438%	17,545%	16,747%	16,025%	15,365%	14,759%	14,197%	
97,5%		22,500%	21,118%	19,950%	18,938%	18,045%	17,247%	16,525%	15,865%	15,259%	14,697%	
97,0%		23,000%	21,618%	20,450%	19,438%	18,545%	17,747%	17,025%	16,365%	15,759%	15,197%	
96,5%		23,500%	22,118%	20,950%	19,938%	19,045%	18,247%	17,525%	16,865%	16,259%	15,697%	
96,0%		24,000%	22,618%	21,450%	20,438%	19,545%	18,747%	18,025%	17,365%	16,759%	16,197%	
95,5%		24,500%	23,118%	21,950%	20,938%	20,045%	19,247%	18,525%	17,865%	17,259%	16,697%	
95,0%		100,0%	25,000%	23,618%	22,450%	21,438%	20,545%	19,747%	19,025%	18,365%	17,759%	17,197%
94,5%		99,5%	25,500%	24,118%	22,950%	21,938%	21,045%	20,247%	19,525%	18,865%	18,259%	17,697%
94,0%	99,0%	26,000%	24,618%	23,450%	22,438%	21,545%	20,747%	20,025%	19,365%	18,759%	18,197%	
93,5%	98,5%	26,500%	25,118%	23,950%	22,938%	22,045%	21,247%	20,525%	19,865%	19,259%	18,697%	
93,0%	98,0%	27,000%	25,618%	24,450%	23,438%	22,545%	21,747%	21,025%	20,365%	19,759%	19,197%	
92,5%	97,5%	27,500%	26,118%	24,950%	23,938%	23,045%	22,247%	21,525%	20,865%	20,259%	19,697%	
92,0%	97,0%	28,000%	26,618%	25,450%	24,438%	23,545%	22,747%	22,025%	21,365%	20,759%	20,197%	
91,5%	96,5%	28,500%	27,118%	25,950%	24,938%	24,045%	23,247%	22,525%	21,865%	21,259%	20,697%	
91,0%	96,0%	29,000%	27,618%	26,450%	25,438%	24,545%	23,747%	23,025%	22,365%	21,759%	21,197%	
90,5%	95,5%	29,500%	28,118%	26,950%	25,938%	25,045%	24,247%	23,525%	22,865%	22,259%	21,697%	
90,0%	95,0%	30,000%	28,618%	27,450%	26,438%	25,545%	24,747%	24,025%	23,365%	22,759%	22,197%	
89,5%	94,5%	30,500%	29,118%	27,950%	26,938%	26,045%	25,247%	24,525%	23,865%	23,259%	22,697%	
89,0%	94,0%	31,000%	29,618%	28,450%	27,438%	26,545%	25,747%	25,025%	24,365%	23,759%	23,197%	
88,5%	93,5%	31,500%	30,118%	28,950%	27,938%	27,045%	26,247%	25,525%	24,865%	24,259%	23,697%	
88,0%	93,0%	32,000%	30,618%	29,450%	28,438%	27,545%	26,747%	26,025%	25,365%	24,759%	24,197%	
87,5%	92,5%	32,500%	31,118%	29,950%	28,938%	28,045%	27,247%	26,525%	25,865%	25,259%	24,697%	
87,0%	92,0%	33,000%	31,618%	30,450%	29,438%	28,545%	27,747%	27,025%	26,365%	25,759%	25,197%	
86,5%	91,5%	33,500%	32,118%	30,950%	29,938%	29,045%	28,247%	27,525%	26,865%	26,259%	25,697%	
86,0%	91,0%	34,000%	32,618%	31,450%	30,438%	29,545%	28,747%	28,025%	27,365%	26,759%	26,197%	
85,5%	90,5%	34,500%	33,118%	31,950%	30,938%	30,045%	29,247%	28,525%	27,865%	27,259%	26,697%	
85,0%	90,0%	35,000%	33,618%	32,450%	31,438%	30,545%	29,747%	29,025%	28,365%	27,759%	27,197%	
84,5%	89,5%	35,500%	34,118%	32,950%	31,938%	31,045%	30,247%	29,525%	28,865%	28,259%	27,697%	
84,0%	89,0%	36,000%	34,618%	33,450%	32,438%	31,545%	30,747%	30,025%	29,365%	28,759%	28,197%	
83,5%	88,5%	36,500%	35,118%	33,950%	32,938%	32,045%	31,247%	30,525%	29,865%	29,259%	28,697%	
83,0%	88,0%	37,000%	35,618%	34,450%	33,438%	32,545%	31,747%	31,025%	30,365%	29,759%	29,197%	
82,5%	87,5%	37,500%	36,118%	34,950%	34,938%	33,045%	32,247%	31,525%	30,865%	30,259%	29,697%	
82,0%	87,0%	38,000%	36,618%	35,450%	34,438%	33,545%	32,747%	32,025%	31,365%	30,759%	30,197%	
81,5%	86,5%	38,500%	37,118%	35,950%	34,938%	34,045%	33,247%	32,525%	31,865%	31,259%	30,697%	
81,0%	86,0%	39,000%	37,618%	36,450%	35,438%	34,545%	33,747%	33,025%	32,365%	31,759%	31,197%	
80,5%	85,5%	39,500%	38,118%	36,950%	35,938%	35,045%	34,247%	33,525%	32,865%	32,259%	31,697%	
80,0%	85,0%	40,000%	38,618%	37,450%	36,438%	35,545%	34,747%	34,025%	33,365%	32,759%	32,197%	
79,5%	84,5%	40,500%	39,118%	37,950%	36,938%	36,045%	35,247%	34,525%	33,865%	33,259%	32,697%	
79,0%	84,0%	41,000%	39,618%	38,450%	37,438%	36,545%	35,747%	35,025%	34,365%	33,759%	33,197%	
78,5%	83,5%	41,500%	40,118%	38,950%	37,938%	37,045%	36,247%	35,525%	34,865%	34,259%	33,697%	
78,0%	83,0%	42,000%	40,618%	39,450%	38,438%	37,545%	36,747%	36,025%	35,365%	34,759%	34,197%	
77,5%	82,5%	42,500%	41,118%	39,950%	38,938%	38,045%	37,247%	36,525%	35,865%	35,259%	34,697%	
77,0%	82,0%	43,000%	41,618%	40,450%	39,438%	38,545%	37,747%	37,025%	36,365%	35,759%	35,197%	
76,5%	81,5%	43,500%	42,118%	40,950%	39,938%	39,045%	38,247%	37,525%	36,865%	36,259%	35,697%	
76,0%	81,0%	44,000%	42,618%	41,450%	40,438%	39,545%	38,747%	38,025%	37,365%	36,759%	36,197%	
75,5%	80,5%	44,500%	43,118%	41,950%	40,938%	40,045%	39,247%	38,525%	37,865%	37,259%	36,697%	
75,0%	80,0%	45,000%	43,618%	42,450%	41,438%	40,545%	39,747%	39,025%	38,365%	37,759%	37,197%	
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	45,500%	44,118%	42,950%	41,938%	41,045%	40,247%	39,525%	38,865%	38,259%	37,697%	
	79,0%	46,000%	44,618%	43,450%	42,438%	41,545%	40,747%	40,025%	39,365%	38,759%	38,197%	
	78,5%	46,500%	45,118%	43,950%	42,938%	42,045%	41,247%	40,525%	39,865%	39,259%	38,697%	
	78,0%	47,000%	45,618%	44,450%	43,438%	42,545%	41,747%	41,025%	40,365%	39,759%	39,197%	
	77,5%	47,500%	46,118%	44,950%	43,938%	43,045%	42,247%	41,525%	40,865%	40,259%	39,697%	
	77,0%	48,000%	46,618%	45,450%	44,438%	43,545%	42,747%	42,025%	41,365%	40,759%	40,197%	
76,5%	48,500%	47,118%	45,950%	44,938%	44,045%	43,247%	42,525%	41,865%	41,259%	40,697%		
76,0%	49,000%	47,618%	46,450%	45,438%	44,545%	43,747%	43,025%	42,365%	41,759%	41,197%		
75,5%	49,500%	48,118%	46,950%	45,938%	45,045%	44,247%	43,525%	42,865%	42,259%	41,697%		
75,0%	50,000%	48,618%	47,450%	46,438%	45,545%	44,747%	44,025%	43,365%	42,759%	42,197%		
Rechazar		Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior										

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago (continuación)

Categoría		Factor de Calidad o de Pago										
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)										
I	II	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij										
- Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior												
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	11,674%	11,185%	10,726%	10,292%	9,883%	9,494%	9,124%	8,772%	8,435%	8,112%	
99,5%		12,174%	11,685%	11,226%	10,792%	10,383%	9,994%	9,624%	9,272%	8,935%	8,612%	
99,0%		12,674%	12,185%	11,726%	11,292%	10,883%	10,494%	10,124%	9,772%	9,435%	9,112%	
98,5%		13,174%	12,685%	12,226%	11,792%	11,383%	10,994%	10,624%	10,272%	9,935%	9,612%	
98,0%		13,674%	13,185%	12,726%	12,292%	11,883%	11,494%	11,124%	10,772%	10,435%	10,112%	
97,5%		14,174%	13,685%	13,226%	12,792%	12,383%	11,994%	11,624%	11,272%	10,935%	10,612%	
97,0%		14,674%	14,185%	13,726%	13,292%	12,883%	12,494%	12,124%	11,772%	11,435%	11,112%	
96,5%		15,174%	14,685%	14,226%	13,792%	13,383%	12,994%	12,624%	12,272%	11,935%	11,612%	
96,0%		15,674%	15,185%	14,726%	14,292%	13,883%	13,494%	13,124%	12,772%	12,435%	12,112%	
95,5%		16,174%	15,685%	15,226%	14,792%	14,383%	13,994%	13,624%	13,272%	12,935%	12,612%	
95,0%		100,0%	16,674%	16,185%	15,726%	15,292%	14,883%	14,494%	14,124%	13,772%	13,435%	13,112%
94,5%		99,5%	17,174%	16,685%	16,226%	15,792%	15,383%	14,994%	14,624%	14,272%	13,935%	13,612%
94,0%		99,0%	17,674%	17,185%	16,726%	16,292%	15,883%	15,494%	15,124%	14,772%	14,435%	14,112%
93,5%		98,5%	18,174%	17,685%	17,226%	16,792%	16,383%	15,994%	15,624%	15,272%	14,935%	14,612%
93,0%	98,0%	18,674%	18,185%	17,726%	17,292%	16,883%	16,494%	16,124%	15,772%	15,435%	15,112%	
92,5%	97,5%	19,174%	18,685%	18,226%	17,792%	17,383%	16,994%	16,624%	16,272%	15,935%	15,612%	
92,0%	97,0%	19,674%	19,185%	18,726%	18,292%	17,883%	17,494%	17,124%	16,772%	16,435%	16,112%	
91,5%	96,5%	20,174%	19,685%	19,226%	18,792%	18,383%	17,994%	17,624%	17,272%	16,935%	16,612%	
91,0%	96,0%	20,674%	20,185%	19,726%	19,292%	18,883%	18,494%	18,124%	17,772%	17,435%	17,112%	
90,5%	95,5%	21,174%	20,685%	20,226%	19,792%	19,383%	18,994%	18,624%	18,272%	17,935%	17,612%	
90,0%	95,0%	21,674%	21,185%	20,726%	20,292%	19,883%	19,494%	19,124%	18,772%	18,435%	18,112%	
89,5%	94,5%	22,174%	21,685%	21,226%	20,792%	20,383%	19,994%	19,624%	19,272%	18,935%	18,612%	
89,0%	94,0%	22,674%	22,185%	21,726%	21,292%	20,883%	20,494%	20,124%	19,772%	19,435%	19,112%	
88,5%	93,5%	23,174%	22,685%	22,226%	21,792%	21,383%	20,994%	20,624%	20,272%	19,935%	19,612%	
88,0%	93,0%	23,674%	23,185%	22,726%	22,292%	21,883%	21,494%	21,124%	20,772%	20,435%	20,112%	
87,5%	92,5%	24,174%	23,685%	23,226%	22,792%	22,383%	21,994%	21,624%	21,272%	20,935%	20,612%	
87,0%	92,0%	24,674%	24,185%	23,726%	23,292%	22,883%	22,494%	22,124%	21,772%	21,435%	21,112%	
86,5%	91,5%	25,174%	24,685%	24,226%	23,792%	23,383%	22,994%	22,624%	22,272%	21,935%	21,612%	
86,0%	91,0%	25,674%	25,185%	24,726%	24,292%	23,883%	23,494%	23,124%	22,772%	22,435%	22,112%	
85,5%	90,5%	26,174%	25,685%	25,226%	24,792%	24,383%	23,994%	23,624%	23,272%	22,935%	22,612%	
85,0%	90,0%	26,674%	26,185%	25,726%	25,292%	24,883%	24,494%	24,124%	23,772%	23,435%	23,112%	
84,5%	89,5%	27,174%	26,685%	26,226%	25,792%	25,383%	24,994%	24,624%	24,272%	23,935%	23,612%	
84,0%	89,0%	27,674%	27,185%	26,726%	26,292%	25,883%	25,494%	25,124%	24,772%	24,435%	24,112%	
83,5%	88,5%	28,174%	27,685%	27,226%	26,792%	26,383%	25,994%	25,624%	25,272%	24,935%	24,612%	
83,0%	88,0%	28,674%	28,185%	27,726%	27,292%	26,883%	26,494%	26,124%	25,772%	25,435%	25,112%	
82,5%	87,5%	29,174%	28,685%	28,226%	27,792%	27,383%	26,994%	26,624%	26,272%	25,935%	25,612%	
82,0%	87,0%	29,674%	29,185%	28,726%	28,292%	27,883%	27,494%	27,124%	26,772%	26,435%	26,112%	
81,5%	86,5%	30,174%	29,685%	29,226%	28,792%	28,383%	27,994%	27,624%	27,272%	26,935%	26,612%	
81,0%	86,0%	30,674%	30,185%	29,726%	29,292%	28,883%	28,494%	28,124%	27,772%	27,435%	27,112%	
80,5%	85,5%	31,174%	30,685%	30,226%	29,792%	29,383%	28,994%	28,624%	28,272%	27,935%	27,612%	
80,0%	85,0%	31,674%	31,185%	30,726%	30,292%	29,883%	29,494%	29,124%	28,772%	28,435%	28,112%	
79,5%	84,5%	32,174%	31,685%	31,226%	30,792%	30,383%	29,994%	29,624%	29,272%	28,935%	28,612%	
79,0%	84,0%	32,674%	32,185%	31,726%	31,292%	30,883%	30,494%	30,124%	29,772%	29,435%	29,112%	
78,5%	83,5%	33,174%	32,685%	32,226%	31,792%	31,383%	30,994%	30,624%	30,272%	29,935%	29,612%	
78,0%	83,0%	33,674%	33,185%	32,726%	32,292%	31,883%	31,494%	31,124%	30,772%	30,435%	30,112%	
77,5%	82,5%	34,174%	33,685%	33,226%	32,792%	32,383%	31,994%	31,624%	31,272%	30,935%	30,612%	
77,0%	82,0%	34,674%	34,185%	33,726%	33,292%	32,883%	32,494%	32,124%	31,772%	31,435%	31,112%	
76,5%	81,5%	35,174%	34,685%	34,226%	33,792%	33,383%	32,994%	32,624%	32,272%	31,935%	31,612%	
76,0%	81,0%	35,674%	35,185%	34,726%	34,292%	33,883%	33,494%	33,124%	32,772%	32,435%	32,112%	
75,5%	80,5%	36,174%	35,685%	35,226%	34,792%	34,383%	33,994%	33,624%	33,272%	32,935%	32,612%	
75,0%	80,0%	36,674%	36,185%	35,726%	35,292%	34,883%	34,494%	34,124%	33,772%	33,435%	33,112%	
79,5%	79,5%	37,174%	36,685%	36,226%	35,792%	35,383%	34,994%	34,624%	34,272%	33,935%	33,612%	
79,0%	79,0%	37,674%	37,185%	36,726%	36,292%	35,883%	35,494%	35,124%	34,772%	34,435%	34,112%	
78,5%	78,5%	38,174%	37,685%	37,226%	36,792%	36,383%	35,994%	35,624%	35,272%	34,935%	34,612%	
78,0%	78,0%	38,674%	38,185%	37,726%	37,292%	36,883%	36,494%	36,124%	35,772%	35,435%	35,112%	
77,5%	77,5%	39,174%	38,685%	38,226%	37,792%	37,383%	36,994%	36,624%	36,272%	35,935%	35,612%	
77,0%	77,0%	39,674%	39,185%	38,726%	38,292%	37,883%	37,494%	37,124%	36,772%	36,435%	36,112%	
76,0%	76,0%	40,174%	39,685%	39,226%	38,792%	38,383%	37,994%	37,624%	37,272%	36,935%	36,612%	
76,0%	76,0%	40,674%	40,185%	39,726%	39,292%	38,883%	38,494%	38,124%	37,772%	37,435%	37,112%	
75,0%	75,0%	41,174%	40,685%	40,226%	39,792%	39,383%	38,994%	38,624%	38,272%	37,935%	37,612%	
75,0%	75,0%	41,674%	41,185%	40,726%	40,292%	39,883%	39,494%	39,124%	38,772%	38,435%	38,112%	
Rechazar		- Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior										

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago (continuación)

Categoría		Factor de Calidad o de Pago										
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)										
I	II	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij										
~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior												
100,0%		7,803%	7,506%	7,220%	6,944%	6,678%	6,421%	6,173%	5,932%	5,699%	5,473%	
99,5%		8,303%	8,006%	7,720%	7,440%	7,178%	6,921%	6,673%	6,432%	6,199%	5,973%	
99,0%		8,803%	8,506%	8,220%	7,944%	7,678%	7,421%	7,173%	6,932%	6,699%	6,473%	
98,5%		9,303%	9,006%	8,720%	8,444%	8,178%	7,941%	7,673%	7,432%	7,199%	6,973%	
98,0%		9,803%	9,506%	9,220%	8,944%	8,678%	8,421%	8,173%	7,932%	7,699%	7,473%	
97,5%		10,303%	10,006%	9,720%	9,444%	9,178%	8,921%	8,673%	8,432%	8,199%	7,973%	
97,0%		10,803%	10,506%	10,220%	9,944%	9,678%	9,421%	9,173%	8,932%	8,699%	8,473%	
96,5%		11,303%	11,006%	10,720%	10,444%	10,178%	9,921%	9,673%	9,432%	9,199%	8,973%	
96,0%		11,803%	11,506%	11,220%	10,944%	10,678%	10,421%	10,173%	9,932%	9,699%	9,473%	
95,5%		12,303%	12,006%	11,720%	11,444%	11,178%	10,921%	10,673%	10,432%	10,199%	9,973%	
95,0%	100,0%	12,803%	12,506%	12,220%	11,944%	11,678%	11,421%	11,173%	10,932%	10,699%	10,473%	
94,5%	99,5%	13,303%	13,006%	12,720%	12,444%	12,178%	11,921%	11,673%	11,432%	11,199%	10,973%	
94,0%	99,0%	13,803%	13,506%	13,220%	12,944%	12,678%	12,421%	12,173%	11,932%	11,699%	11,473%	
93,5%	98,5%	14,303%	14,006%	13,720%	13,444%	13,178%	12,921%	12,673%	12,432%	12,199%	11,973%	
93,0%	98,0%	14,803%	14,506%	14,220%	13,944%	13,678%	13,421%	13,173%	12,932%	12,699%	12,473%	
92,5%	97,5%	15,303%	15,006%	14,720%	14,444%	14,178%	13,921%	13,673%	13,432%	13,199%	12,973%	
92,0%	97,0%	15,803%	15,506%	15,220%	14,944%	14,678%	14,421%	14,173%	13,932%	13,699%	13,473%	
91,5%	96,5%	16,303%	16,006%	15,720%	15,444%	15,178%	14,921%	14,673%	14,432%	14,199%	13,973%	
91,0%	96,0%	16,803%	16,506%	16,220%	15,944%	15,678%	15,421%	15,173%	14,932%	14,699%	14,473%	
90,5%	95,5%	17,303%	17,006%	16,720%	16,444%	16,178%	15,921%	15,673%	15,432%	15,199%	14,973%	
90,0%	95,0%	17,803%	17,506%	17,220%	16,944%	16,678%	16,421%	16,173%	15,932%	15,699%	15,473%	
89,5%	94,5%	18,303%	18,006%	17,720%	17,444%	17,178%	16,921%	16,673%	16,432%	16,199%	15,973%	
89,0%	94,0%	18,803%	18,506%	18,220%	17,944%	17,678%	17,421%	17,173%	16,932%	16,699%	16,473%	
88,5%	93,5%	19,303%	19,006%	18,720%	18,444%	18,178%	17,921%	17,673%	17,432%	17,199%	16,973%	
88,0%	93,0%	19,803%	19,506%	19,220%	18,944%	18,678%	18,421%	18,173%	17,932%	17,699%	17,473%	
87,5%	92,5%	20,303%	20,006%	19,720%	19,444%	19,178%	18,921%	18,673%	18,432%	18,199%	17,973%	
87,0%	92,0%	20,803%	20,506%	20,220%	19,944%	19,678%	19,421%	19,173%	18,932%	18,699%	18,473%	
86,5%	91,5%	21,303%	21,006%	20,720%	20,444%	20,178%	19,921%	19,673%	19,432%	19,199%	18,973%	
86,0%	91,0%	21,803%	21,506%	21,220%	20,944%	20,678%	20,421%	20,173%	19,932%	19,699%	19,473%	
85,5%	90,5%	22,303%	22,006%	21,720%	21,444%	21,178%	20,921%	20,673%	20,432%	20,199%	19,973%	
85,0%	90,0%	22,803%	22,506%	22,220%	21,944%	21,678%	21,421%	21,173%	20,932%	20,699%	20,473%	
84,5%	89,5%	23,303%	23,006%	22,720%	22,444%	22,178%	21,921%	21,673%	21,432%	21,199%	20,973%	
84,0%	89,0%	23,803%	23,506%	23,220%	22,944%	22,678%	22,421%	22,173%	21,932%	21,699%	21,473%	
83,5%	88,5%	24,303%	24,006%	23,720%	23,444%	23,178%	22,921%	22,673%	22,432%	22,199%	21,973%	
83,0%	88,0%	24,803%	24,506%	24,220%	23,944%	23,678%	23,421%	23,173%	22,932%	22,699%	22,473%	
82,5%	87,5%	25,303%	25,006%	24,720%	24,444%	24,178%	23,921%	23,673%	23,432%	23,199%	22,973%	
82,0%	87,0%	25,803%	25,506%	25,220%	24,944%	24,678%	24,421%	24,173%	23,932%	23,699%	23,473%	
81,5%	86,5%	26,303%	26,006%	25,720%	25,444%	25,178%	24,921%	24,673%	24,432%	24,199%	23,973%	
81,0%	86,0%	26,803%	26,506%	26,220%	25,944%	25,678%	25,421%	25,173%	24,932%	24,699%	24,473%	
80,5%	85,5%	27,303%	27,006%	26,720%	26,444%	26,178%	25,921%	25,673%	25,432%	25,199%	24,973%	
80,0%	85,0%	27,803%	27,506%	27,220%	26,944%	26,678%	26,421%	26,173%	25,932%	25,699%	25,473%	
79,5%	84,5%	28,303%	28,006%	27,720%	27,444%	27,178%	26,921%	26,673%	26,432%	26,199%	25,973%	
79,0%	84,0%	28,803%	28,506%	28,220%	27,944%	27,678%	27,421%	27,173%	26,932%	26,699%	26,473%	
78,5%	83,5%	29,303%	29,006%	28,720%	28,444%	28,178%	27,921%	27,673%	27,432%	27,199%	26,973%	
78,0%	83,0%	29,803%	29,506%	29,220%	28,944%	28,678%	28,421%	28,173%	27,932%	27,699%	27,473%	
77,5%	82,5%	30,303%	30,006%	29,720%	29,444%	29,178%	28,921%	28,673%	28,432%	28,199%	27,973%	
77,0%	82,0%	30,803%	30,506%	30,220%	29,944%	29,678%	29,421%	29,173%	28,932%	28,699%	28,473%	
76,5%	81,5%	31,303%	31,006%	30,720%	30,444%	30,178%	29,921%	29,673%	29,432%	29,199%	28,973%	
76,0%	81,0%	31,803%	31,506%	31,220%	30,944%	30,678%	30,421%	30,173%	29,932%	29,699%	29,473%	
75,5%	80,5%	32,303%	32,006%	31,720%	31,444%	31,178%	30,921%	30,673%	30,432%	30,199%	29,973%	
75,0%	80,0%	32,803%	32,506%	32,220%	31,944%	31,678%	31,421%	31,173%	30,932%	30,699%	30,473%	
	79,5%	33,303%	33,006%	32,720%	32,444%	32,178%	31,921%	31,673%	31,432%	31,199%	30,973%	
	79,0%	33,803%	33,506%	33,220%	32,944%	32,678%	32,421%	32,173%	31,932%	31,699%	31,473%	
	78,5%	34,303%	34,006%	33,720%	33,444%	33,178%	32,921%	32,673%	32,432%	32,199%	31,973%	
	78,0%	34,803%	34,506%	34,220%	33,944%	33,678%	33,421%	33,173%	32,932%	32,699%	32,473%	
	77,5%	35,303%	35,006%	34,720%	34,444%	34,178%	33,921%	33,673%	33,432%	33,199%	32,973%	
	77,0%	35,803%	35,506%	35,220%	34,944%	34,678%	34,421%	34,173%	33,932%	33,699%	33,473%	
	76,0%	36,303%	36,006%	35,720%	35,444%	35,178%	34,921%	34,673%	34,432%	34,199%	33,973%	
	76,0%	36,803%	36,506%	36,220%	35,944%	35,678%	35,421%	35,173%	34,932%	34,699%	34,473%	
	75,0%	37,303%	37,006%	36,720%	36,444%	36,178%	35,921%	35,673%	35,432%	35,199%	34,973%	
	75,0%	37,803%	37,506%	37,220%	36,944%	36,678%	36,421%	36,173%	35,932%	35,699%	35,473%	
	Rechazar	~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior										

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago (continuación)

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nlj									
		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100.0%	Más de 100.0% => aplicar 100%	5.253%	5.039%	4.832%	4.630%	4.433%	4.241%	4.054%	3.871%	3.693%	3.519%
99.5%		5.753%	5.539%	5.332%	5.130%	4.933%	4.741%	4.554%	4.371%	4.193%	4.019%
99.0%		6.253%	6.039%	5.832%	5.630%	5.433%	5.241%	5.054%	4.871%	4.693%	4.519%
98.5%		6.753%	6.539%	6.332%	6.130%	5.933%	5.741%	5.554%	5.371%	5.193%	5.019%
98.0%		7.253%	7.039%	6.832%	6.630%	6.433%	6.241%	6.054%	5.871%	5.693%	5.519%
97.5%		7.753%	7.539%	7.332%	7.130%	6.933%	6.741%	6.554%	6.371%	6.193%	6.019%
97.0%		8.253%	8.039%	7.832%	7.630%	7.433%	7.241%	7.054%	6.871%	6.693%	6.519%
96.5%		8.753%	8.539%	8.332%	8.130%	7.933%	7.741%	7.554%	7.371%	7.193%	7.019%
96.0%		9.253%	9.039%	8.832%	8.630%	8.433%	8.241%	8.054%	7.871%	7.693%	7.519%
95.5%		9.753%	9.539%	9.332%	9.130%	8.933%	8.741%	8.554%	8.371%	8.193%	8.019%
95.0%		10.0%	10.253%	10.039%	9.832%	9.630%	9.433%	9.241%	9.054%	8.871%	8.693%	8.519%
94.5%	99.5%	10.753%	10.539%	10.332%	10.130%	9.933%	9.741%	9.554%	9.371%	9.193%	9.019%
94.0%	99.0%	11.253%	11.039%	10.832%	10.630%	10.433%	10.241%	10.054%	9.871%	9.693%	9.519%
93.5%	98.5%	11.753%	11.539%	11.332%	11.130%	10.933%	10.741%	10.554%	10.371%	10.193%	10.019%
93.0%	98.0%	12.253%	12.039%	11.832%	11.630%	11.433%	11.241%	11.054%	10.871%	10.693%	10.519%
92.5%	97.5%	12.753%	12.539%	12.332%	12.130%	11.933%	11.741%	11.554%	11.371%	11.193%	11.019%
92.0%	97.0%	13.253%	13.039%	12.832%	12.630%	12.433%	12.241%	12.054%	11.871%	11.693%	11.519%
91.5%	96.5%	13.753%	13.539%	13.332%	13.130%	12.933%	12.741%	12.554%	12.371%	12.193%	12.019%
91.0%	96.0%	14.253%	14.039%	13.832%	13.630%	13.433%	13.241%	13.054%	12.871%	12.693%	12.519%
90.5%	95.5%	14.753%	14.539%	14.332%	14.130%	13.933%	13.741%	13.554%	13.371%	13.193%	13.019%
90.0%	95.0%	15.253%	15.039%	14.832%	14.630%	14.433%	14.241%	14.054%	13.871%	13.693%	13.519%
89.5%	94.5%	15.753%	15.539%	15.332%	15.130%	14.933%	14.741%	14.554%	14.371%	14.193%	14.019%
89.0%	94.0%	16.253%	16.039%	15.832%	15.630%	15.433%	15.241%	15.054%	14.871%	14.693%	14.519%
88.5%	93.5%	16.753%	16.539%	16.332%	16.130%	15.933%	15.741%	15.554%	15.371%	15.193%	15.019%
88.0%	93.0%	17.253%	17.039%	16.832%	16.630%	16.433%	16.241%	16.054%	15.871%	15.693%	15.519%
87.5%	92.5%	17.753%	17.539%	17.332%	17.130%	16.933%	16.741%	16.554%	16.371%	16.193%	16.019%
87.0%	92.0%	18.253%	18.039%	17.832%	17.630%	17.433%	17.241%	17.054%	16.871%	16.693%	16.519%
86.5%	91.5%	18.753%	18.539%	18.332%	18.130%	17.933%	17.741%	17.554%	17.371%	17.193%	17.019%
86.0%	91.0%	19.253%	19.039%	18.832%	18.630%	18.433%	18.241%	18.054%	17.871%	17.693%	17.519%
85.5%	90.5%	19.753%	19.539%	19.332%	19.130%	18.933%	18.741%	18.554%	18.371%	18.193%	18.019%
85.0%	90.0%	20.253%	20.039%	19.832%	19.630%	19.433%	19.241%	19.054%	18.871%	18.693%	18.519%
84.5%	89.5%	20.753%	20.539%	20.332%	20.130%	19.933%	19.741%	19.554%	19.371%	19.193%	19.019%
84.0%	89.0%	21.253%	21.039%	20.832%	20.630%	20.433%	20.241%	20.054%	19.871%	19.693%	19.519%
83.5%	88.5%	21.753%	21.539%	21.332%	21.130%	20.933%	20.741%	20.554%	20.371%	20.193%	20.019%
83.0%	88.0%	22.253%	22.039%	21.832%	21.630%	21.433%	21.241%	21.054%	20.871%	20.693%	20.519%
82.5%	87.5%	22.753%	22.539%	22.332%	22.130%	21.933%	21.741%	21.554%	21.371%	21.193%	21.019%
82.0%	87.0%	23.253%	23.039%	22.832%	22.630%	22.433%	22.241%	22.054%	21.871%	21.693%	21.519%
81.5%	86.5%	23.753%	23.539%	23.332%	23.130%	22.933%	22.741%	22.554%	22.371%	22.193%	22.019%
81.0%	86.0%	24.253%	24.039%	23.832%	23.630%	23.433%	23.241%	23.054%	22.871%	22.693%	22.519%
80.5%	85.5%	24.753%	24.539%	24.332%	24.130%	23.933%	23.741%	23.554%	23.371%	23.193%	23.019%
80.0%	85.0%	25.253%	25.039%	24.832%	24.630%	24.433%	24.241%	24.054%	23.871%	23.693%	23.519%
79.5%	84.5%	25.753%	25.539%	25.332%	25.130%	24.933%	24.741%	24.554%	24.371%	24.193%	24.019%
79.0%	84.0%	26.253%	26.039%	25.832%	25.630%	25.433%	25.241%	25.054%	24.871%	24.693%	24.519%
78.5%	83.5%	26.753%	26.539%	26.332%	26.130%	25.933%	25.741%	25.554%	25.371%	25.193%	25.019%
78.0%	83.0%	27.253%	27.039%	26.832%	26.630%	26.433%	26.241%	26.054%	25.871%	25.693%	25.519%
77.5%	82.5%	27.753%	27.539%	27.200%	27.130%	26.933%	26.741%	26.554%	26.371%	26.193%	26.019%
77.0%	82.0%	28.253%	28.039%	27.832%	27.630%	27.433%	27.241%	27.054%	26.871%	26.693%	26.519%
76.5%	81.5%	28.753%	28.539%	28.332%	28.130%	27.933%	27.741%	27.554%	27.371%	27.193%	27.019%
76.0%	81.0%	29.253%	29.039%	28.832%	28.630%	28.433%	28.241%	28.054%	27.871%	27.693%	27.519%
75.5%	80.5%	29.753%	29.539%	29.332%	29.130%	28.933%	28.741%	28.554%	28.371%	28.193%	28.019%
75.0%	80.0%	30.253%	30.039%	29.832%	29.630%	29.433%	29.241%	29.054%	28.871%	28.693%	28.519%
Menos de 75.0% => Rechazar	79.5%	30.753%	30.539%	30.332%	30.130%	29.933%	29.741%	29.554%	29.371%	29.193%	29.019%
	79.0%	31.253%	31.039%	30.832%	30.630%	30.433%	30.241%	30.054%	29.871%	29.693%	29.519%
	78.5%	31.753%	31.539%	31.332%	31.130%	30.933%	30.741%	30.554%	30.371%	30.193%	30.019%
	78.0%	32.253%	32.039%	31.832%	31.630%	31.433%	31.241%	31.054%	30.871%	30.693%	30.519%
	77.5%	32.753%	32.539%	32.332%	32.130%	31.933%	31.741%	31.554%	31.371%	31.193%	31.019%
	77.0%	33.253%	33.039%	32.832%	32.630%	32.433%	32.241%	32.054%	31.871%	31.693%	31.519%
	76.5%	33.753%	33.539%	33.332%	33.130%	32.933%	32.741%	32.554%	32.371%	32.193%	32.019%
76.0%	34.253%	34.039%	33.832%	33.630%	33.433%	33.241%	33.054%	32.871%	32.693%	32.519%	
75.5%	34.753%	34.539%	34.332%	34.130%	33.933%	33.741%	33.554%	33.371%	33.193%	33.019%	
75.0%	35.253%	35.039%	34.832%	34.630%	34.433%	34.241%	34.054%	33.871%	33.693%	33.519%	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nlj determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nlj de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago (continuación)

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij									
		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100.0%	Más de 100.0% => aplicar 100%	3,348%	3,182%	3,019%	2,859%	2,703%	2,550%	2,400%	2,253%	2,108%	1,967%
99.5%		3,848%	3,682%	3,519%	3,359%	3,203%	3,050%	2,900%	2,753%	2,608%	2,467%
99.0%		4,348%	4,182%	4,019%	3,859%	3,703%	3,550%	3,400%	3,253%	3,108%	2,967%
98.5%		4,848%	4,682%	4,519%	4,359%	4,203%	4,050%	3,900%	3,753%	3,608%	3,497%
98.0%		5,348%	5,182%	5,019%	4,859%	4,703%	4,550%	4,400%	4,253%	4,108%	3,967%
97.5%		5,848%	5,682%	5,519%	5,359%	5,203%	5,050%	4,900%	4,753%	4,608%	4,467%
97.0%		6,348%	6,182%	6,019%	5,859%	5,703%	5,550%	5,400%	5,253%	5,108%	4,967%
96.5%		6,848%	6,682%	6,519%	6,359%	6,203%	6,050%	5,900%	5,753%	5,608%	5,467%
96.0%		7,348%	7,182%	7,019%	6,859%	6,703%	6,550%	6,400%	6,253%	6,108%	5,967%
95.5%		7,848%	7,682%	7,519%	7,359%	7,203%	7,050%	6,900%	6,753%	6,608%	6,467%
95.0%	8,348%	8,182%	8,019%	7,859%	7,703%	7,550%	7,400%	7,253%	7,108%	6,967%	
94.5%	8,848%	8,682%	8,519%	8,359%	8,203%	8,050%	7,900%	7,753%	7,608%	7,467%	
94.0%	9,348%	9,182%	9,019%	8,859%	8,703%	8,550%	8,400%	8,253%	8,108%	7,967%	
93.5%	9,848%	9,682%	9,519%	9,359%	9,203%	9,050%	8,900%	8,753%	8,608%	8,467%	
93.0%	10,348%	10,182%	10,019%	9,859%	9,703%	9,550%	9,400%	9,253%	9,108%	8,967%	
92.5%	10,848%	10,682%	10,519%	10,359%	10,203%	10,050%	9,900%	9,753%	9,608%	9,467%	
92.0%	11,348%	11,182%	11,019%	10,859%	10,703%	10,550%	10,400%	10,253%	10,108%	9,967%	
91.5%	11,848%	11,682%	11,519%	11,359%	11,203%	11,050%	10,900%	10,753%	10,608%	10,467%	
91.0%	12,348%	12,182%	12,019%	11,859%	11,703%	11,550%	11,400%	11,253%	11,108%	10,967%	
90.5%	12,848%	12,682%	12,519%	12,359%	12,203%	12,050%	11,900%	11,753%	11,608%	11,467%	
90.0%	13,348%	13,182%	13,019%	12,859%	12,703%	12,550%	12,400%	12,253%	12,108%	11,967%	
89.5%	13,848%	13,682%	13,519%	13,359%	13,203%	13,050%	12,900%	12,753%	12,608%	12,467%	
89.0%	14,348%	14,182%	14,019%	13,859%	13,703%	13,550%	13,400%	13,253%	13,108%	12,967%	
88.5%	14,848%	14,682%	14,519%	14,359%	14,203%	14,050%	13,900%	13,753%	13,608%	13,467%	
88.0%	15,348%	15,182%	15,019%	14,859%	14,703%	14,550%	14,400%	14,253%	14,108%	13,967%	
87.5%	15,848%	15,682%	15,519%	15,359%	15,203%	15,050%	14,900%	14,753%	14,608%	14,467%	
87.0%	16,348%	16,182%	16,019%	15,859%	15,703%	15,550%	15,400%	15,253%	15,108%	14,967%	
86.5%	16,848%	16,682%	16,519%	16,359%	16,203%	16,050%	15,900%	15,753%	15,608%	15,467%	
86.0%	17,348%	17,182%	17,019%	16,859%	16,703%	16,550%	16,400%	16,253%	16,108%	15,967%	
85.5%	17,848%	17,682%	17,519%	17,359%	17,203%	17,050%	16,900%	16,753%	16,608%	16,467%	
85.0%	18,348%	18,182%	18,019%	17,859%	17,703%	17,550%	17,400%	17,253%	17,108%	16,967%	
84.5%	18,848%	18,682%	18,519%	18,359%	18,203%	18,050%	17,900%	17,753%	17,608%	17,467%	
84.0%	19,348%	19,182%	19,019%	18,859%	18,703%	18,550%	18,400%	18,253%	18,108%	17,967%	
83.5%	19,848%	19,682%	19,519%	19,359%	19,203%	19,050%	18,900%	18,753%	18,608%	18,467%	
83.0%	20,348%	20,182%	20,019%	19,859%	19,703%	19,550%	19,400%	19,253%	19,108%	18,967%	
82.5%	20,848%	20,682%	20,519%	20,359%	20,203%	20,050%	19,900%	19,753%	19,608%	19,467%	
82.0%	21,348%	21,182%	21,019%	20,859%	20,703%	20,550%	20,400%	20,253%	20,108%	19,967%	
81.5%	21,848%	21,682%	21,519%	21,359%	21,203%	21,050%	20,900%	20,753%	20,608%	20,467%	
81.0%	22,348%	22,182%	22,019%	21,859%	21,703%	21,550%	21,400%	21,253%	21,108%	20,967%	
80.5%	22,848%	22,682%	22,519%	22,359%	22,203%	22,050%	21,900%	21,753%	21,608%	21,467%	
80.0%	23,348%	23,182%	23,019%	22,859%	22,703%	22,550%	22,400%	22,253%	22,108%	21,967%	
79.5%	23,848%	23,682%	23,519%	23,359%	23,203%	23,050%	22,900%	22,753%	22,608%	22,467%	
79.0%	24,348%	24,182%	24,019%	23,859%	23,703%	23,550%	23,400%	23,253%	23,108%	22,967%	
78.5%	24,848%	24,682%	24,519%	24,359%	24,203%	24,050%	23,900%	23,753%	23,608%	23,467%	
78.0%	25,348%	25,182%	25,019%	24,859%	24,703%	24,550%	24,400%	24,253%	24,108%	23,967%	
77.5%	25,848%	25,682%	25,519%	25,359%	25,203%	25,050%	24,900%	24,753%	24,608%	24,467%	
77.0%	26,348%	26,182%	26,019%	25,859%	25,703%	25,550%	25,400%	25,253%	25,108%	24,967%	
76.5%	26,848%	26,682%	26,519%	26,359%	26,203%	26,050%	25,900%	25,753%	25,608%	25,467%	
76.0%	27,348%	27,182%	27,019%	26,859%	26,703%	26,550%	26,400%	26,253%	26,108%	25,967%	
75.5%	27,848%	27,682%	27,519%	27,359%	27,203%	27,050%	26,900%	26,753%	26,608%	26,467%	
75.0%	28,348%	28,182%	28,019%	27,859%	27,703%	27,550%	27,400%	27,253%	27,108%	26,967%	
Menos de 75.0% => Rechazar	79.5%	28,848%	28,682%	28,519%	28,359%	28,203%	28,050%	27,900%	27,753%	27,608%	27,467%
	79.0%	29,348%	29,182%	29,019%	28,859%	28,703%	28,550%	28,400%	28,253%	28,108%	27,967%
	78.5%	29,848%	29,682%	29,519%	29,359%	29,203%	29,050%	28,900%	28,753%	28,608%	28,467%
	78.0%	30,348%	30,182%	30,019%	29,859%	29,703%	29,550%	29,400%	29,253%	29,108%	28,967%
	77.5%	30,848%	30,682%	30,519%	30,359%	30,203%	30,050%	29,900%	29,753%	29,608%	29,467%
	77.0%	31,348%	31,182%	31,019%	30,859%	30,703%	30,550%	30,400%	30,253%	30,108%	29,967%
76.5%	31,848%	31,682%	31,519%	31,359%	31,203%	31,050%	30,900%	30,753%	30,608%	30,467%	
76.0%	32,348%	32,182%	32,019%	31,859%	31,703%	31,550%	31,400%	31,253%	31,108%	30,967%	
75.5%	32,848%	32,682%	32,519%	32,359%	32,203%	32,050%	31,900%	31,753%	31,608%	31,467%	
75.0%	33,348%	33,182%	33,019%	32,859%	32,703%	32,550%	32,400%	32,253%	32,108%	31,967%	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago (continuación)

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nj									
100.0%		→ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100.0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	1,828%	1,691%	1,557%	1,425%	1,296%	1,168%	1,043%	0,920%	0,798%	0,679%
99.5%		2,328%	2,191%	2,057%	1,925%	1,796%	1,668%	1,543%	1,420%	1,298%	1,179%
99.0%		2,828%	2,691%	2,557%	2,425%	2,296%	2,168%	2,043%	1,920%	1,798%	1,679%
98.5%		3,328%	3,191%	3,057%	2,925%	2,796%	2,668%	2,543%	2,420%	2,298%	2,179%
98.0%		3,828%	3,691%	3,557%	3,425%	3,296%	3,168%	3,043%	2,920%	2,798%	2,679%
97.5%		4,328%	4,191%	4,057%	3,925%	3,796%	3,668%	3,543%	3,420%	3,298%	3,179%
97.0%		4,828%	4,691%	4,557%	4,425%	4,296%	4,168%	4,043%	3,920%	3,798%	3,679%
96.5%		5,328%	5,191%	5,057%	4,925%	4,796%	4,668%	4,543%	4,420%	4,298%	4,179%
96.0%		5,828%	5,691%	5,557%	5,425%	5,296%	5,168%	5,043%	4,920%	4,798%	4,679%
95.5%		6,328%	6,191%	6,057%	5,925%	5,796%	5,668%	5,543%	5,420%	5,298%	5,179%
95.0%	100.0%	6,828%	6,691%	6,557%	6,425%	6,296%	6,168%	6,043%	5,920%	5,798%	5,679%
94.5%	99.5%	7,328%	7,191%	7,057%	6,925%	6,796%	6,668%	6,543%	6,420%	6,298%	6,179%
94.0%	99.0%	7,828%	7,691%	7,557%	7,425%	7,296%	7,168%	7,043%	6,920%	6,798%	6,679%
93.5%	98.5%	8,328%	8,191%	8,057%	7,925%	7,796%	7,668%	7,543%	7,420%	7,298%	7,179%
93.0%	98.0%	8,828%	8,691%	8,557%	8,425%	8,296%	8,168%	8,043%	7,920%	7,798%	7,679%
92.5%	97.5%	9,328%	9,191%	9,057%	8,925%	8,796%	8,668%	8,543%	8,420%	8,298%	8,179%
92.0%	97.0%	9,828%	9,691%	9,557%	9,425%	9,296%	9,168%	9,043%	8,920%	8,798%	8,679%
91.5%	96.5%	10,328%	10,191%	10,057%	9,925%	9,796%	9,668%	9,543%	9,420%	9,298%	9,179%
91.0%	96.0%	10,828%	10,691%	10,557%	10,425%	10,296%	10,168%	10,043%	9,920%	9,798%	9,679%
90.5%	95.5%	11,328%	11,191%	11,057%	10,925%	10,796%	10,668%	10,543%	10,420%	10,298%	10,179%
90.0%	95.0%	11,828%	11,691%	11,557%	11,425%	11,296%	11,168%	11,043%	10,920%	10,798%	10,679%
89.5%	94.5%	12,328%	12,191%	12,057%	11,925%	11,796%	11,668%	11,543%	11,420%	11,298%	11,179%
89.0%	94.0%	12,828%	12,691%	12,557%	12,425%	12,296%	12,168%	12,043%	11,920%	11,798%	11,679%
88.5%	93.5%	13,328%	13,191%	13,057%	12,925%	12,796%	12,668%	12,543%	12,420%	12,298%	12,179%
88.0%	93.0%	13,828%	13,691%	13,557%	13,425%	13,296%	13,168%	13,043%	12,920%	12,798%	12,679%
87.5%	92.5%	14,328%	14,191%	14,057%	13,925%	13,796%	13,668%	13,543%	13,420%	13,298%	13,179%
87.0%	92.0%	14,828%	14,691%	14,557%	14,425%	14,296%	14,168%	14,043%	13,920%	13,798%	13,679%
86.5%	91.5%	15,328%	15,191%	15,057%	14,925%	14,796%	14,668%	14,543%	14,420%	14,298%	14,179%
86.0%	91.0%	15,828%	15,691%	15,557%	15,425%	15,296%	15,168%	15,043%	14,920%	14,798%	14,679%
85.5%	90.5%	16,328%	16,191%	16,057%	15,925%	15,796%	15,668%	15,543%	15,420%	15,298%	15,179%
85.0%	90.0%	16,828%	16,691%	16,557%	16,425%	16,296%	16,168%	16,043%	15,920%	15,798%	15,679%
84.5%	89.5%	17,328%	17,191%	17,057%	16,925%	16,796%	16,668%	16,543%	16,420%	16,298%	16,179%
84.0%	89.0%	17,828%	17,691%	17,557%	17,425%	17,296%	17,168%	17,043%	16,920%	16,798%	16,679%
83.5%	88.5%	18,328%	18,191%	18,057%	17,925%	17,796%	17,668%	17,543%	17,420%	17,298%	17,179%
83.0%	88.0%	18,828%	18,691%	18,557%	18,425%	18,296%	18,168%	18,043%	17,920%	17,798%	17,679%
82.5%	87.5%	19,328%	19,191%	19,057%	18,925%	18,796%	18,668%	18,543%	18,420%	18,298%	18,179%
82.0%	87.0%	19,828%	19,691%	19,557%	19,425%	19,296%	19,168%	19,043%	18,920%	18,798%	18,679%
81.5%	86.5%	20,328%	20,191%	20,057%	19,925%	19,796%	19,668%	19,543%	19,420%	19,298%	19,179%
81.0%	86.0%	20,828%	20,691%	20,557%	20,425%	20,296%	20,168%	20,043%	19,920%	19,798%	19,679%
80.5%	85.5%	21,328%	21,191%	21,057%	20,925%	20,796%	20,668%	20,543%	20,420%	20,298%	20,179%
80.0%	85.0%	21,828%	21,691%	21,557%	21,425%	21,296%	21,168%	21,043%	20,920%	20,798%	20,679%
79.5%	84.5%	22,328%	22,191%	22,057%	21,925%	21,796%	21,668%	21,543%	21,420%	21,298%	21,179%
79.0%	84.0%	22,828%	22,691%	22,557%	22,425%	22,296%	22,168%	22,043%	21,920%	21,798%	21,679%
78.5%	83.5%	23,328%	23,191%	23,057%	22,925%	22,796%	22,668%	22,543%	22,420%	22,298%	22,179%
78.0%	83.0%	23,828%	23,691%	23,557%	23,425%	23,296%	23,168%	23,043%	22,920%	22,798%	22,679%
77.5%	82.5%	24,328%	24,191%	24,057%	23,925%	23,796%	23,668%	23,543%	23,420%	23,298%	23,179%
77.0%	82.0%	24,828%	24,691%	24,557%	24,425%	24,296%	24,168%	24,043%	23,920%	23,798%	23,679%
76.5%	81.5%	25,328%	25,191%	25,057%	24,925%	24,796%	24,668%	24,543%	24,420%	24,298%	24,179%
76.0%	81.0%	25,828%	25,691%	25,557%	25,425%	25,296%	25,168%	25,043%	24,920%	24,798%	24,679%
75.5%	80.5%	26,328%	26,191%	26,057%	25,925%	25,796%	25,668%	25,543%	25,420%	25,298%	25,179%
75.0%	80.0%	26,828%	26,691%	26,557%	26,425%	26,296%	26,168%	26,043%	25,920%	25,798%	25,679%
Menos de 75,0% => Rechazar	79.5%	27,328%	27,191%	27,057%	26,925%	26,796%	26,668%	26,543%	26,420%	26,298%	26,179%
	79.0%	27,828%	27,691%	27,557%	27,425%	27,296%	27,168%	27,043%	26,920%	26,798%	26,679%
	78.5%	28,328%	28,191%	28,057%	27,925%	27,796%	27,668%	27,543%	27,420%	27,298%	27,179%
	78.0%	28,828%	28,691%	28,557%	28,425%	28,296%	28,167%	28,043%	27,920%	27,798%	27,679%
	77.5%	29,328%	29,191%	29,057%	28,925%	28,796%	28,668%	28,543%	28,420%	28,298%	28,179%
	77.0%	29,828%	29,691%	29,557%	29,425%	29,296%	29,167%	29,043%	28,920%	28,798%	28,679%
	76.5%	30,328%	30,191%	30,057%	29,925%	29,796%	29,668%	29,543%	29,420%	29,298%	29,179%
	76.0%	30,828%	30,691%	30,557%	30,425%	30,296%	30,168%	30,043%	29,920%	29,798%	29,679%
	75.5%	31,328%	31,191%	31,057%	30,925%	30,796%	30,667%	30,543%	30,420%	30,298%	30,179%
	75.0%	31,828%	31,691%	31,557%	31,421%	31,296%	31,168%	31,043%	30,920%	30,798%	30,679%
Rechazar		→ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-02

Factor de calidad o de pago (continuación)

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	65	66	67	68	69	70				
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij									
100,0%		Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	0,562%	0,446%	0,332%	0,220%	0,109%	0,000%				
99,5%		1,062%	0,946%	0,832%	0,720%	0,609%	0,500%				
99,0%		1,562%	1,446%	1,332%	1,220%	1,109%	1,000%				
98,5%		2,062%	1,946%	1,832%	1,720%	1,609%	1,500%				
98,0%		2,562%	2,446%	2,332%	2,220%	2,109%	2,000%				
97,5%		3,062%	2,946%	2,832%	2,720%	2,609%	2,500%				
97,0%		3,562%	3,446%	3,332%	3,220%	3,109%	3,000%				
96,5%		4,062%	3,946%	3,832%	3,720%	3,609%	3,500%				
96,0%		4,562%	4,446%	4,332%	4,220%	4,109%	4,000%				
95,5%		5,062%	4,946%	4,832%	4,720%	4,609%	4,500%				
95,0%	100,0%	5,562%	5,446%	5,332%	5,220%	5,109%	5,000%				
94,5%	99,5%	6,062%	5,946%	5,832%	5,720%	5,609%	5,500%				
94,0%	99,0%	6,562%	6,446%	6,332%	6,220%	6,109%	6,000%				
93,5%	98,5%	7,062%	6,946%	6,832%	6,720%	6,609%	6,500%				
93,0%	98,0%	7,562%	7,446%	7,332%	7,220%	7,109%	7,000%				
92,5%	97,5%	8,062%	7,946%	7,832%	7,720%	7,609%	7,500%				
92,0%	97,0%	8,562%	8,446%	8,332%	8,220%	8,109%	8,000%				
91,5%	96,5%	9,062%	8,946%	8,832%	8,720%	8,609%	8,500%				
91,0%	96,0%	9,562%	9,446%	9,332%	9,220%	9,109%	9,000%				
90,5%	95,5%	10,062%	9,946%	9,832%	9,720%	9,609%	9,500%				
90,0%	95,0%	10,562%	10,446%	10,332%	10,220%	10,109%	10,000%				
89,5%	94,5%	11,062%	10,946%	10,832%	10,720%	10,609%	10,500%				
89,0%	94,0%	11,562%	11,446%	11,332%	11,220%	11,109%	11,000%				
88,5%	93,5%	12,062%	11,946%	11,832%	11,720%	11,609%	11,500%				
88,0%	93,0%	12,562%	12,446%	12,332%	12,220%	12,109%	12,000%				
87,5%	92,5%	13,062%	12,946%	12,832%	12,720%	12,609%	12,500%				
87,0%	92,0%	13,562%	13,446%	13,332%	13,220%	13,109%	13,000%				
86,5%	91,5%	14,062%	13,946%	13,832%	13,720%	13,609%	13,500%				
86,0%	91,0%	14,562%	14,446%	14,332%	14,220%	14,109%	14,000%				
85,5%	90,5%	15,062%	14,946%	14,832%	14,720%	14,609%	14,500%				
85,0%	90,0%	15,562%	15,446%	15,332%	15,220%	15,109%	15,000%				
84,5%	89,5%	16,062%	15,946%	15,832%	15,720%	15,609%	15,500%				
84,0%	89,0%	16,562%	16,446%	16,332%	16,220%	16,109%	16,000%				
83,5%	88,5%	17,062%	16,946%	16,832%	16,720%	16,609%	16,500%				
83,0%	88,0%	17,562%	17,446%	17,332%	17,220%	17,109%	17,000%				
82,5%	87,5%	18,062%	17,946%	17,832%	17,720%	17,609%	17,500%				
82,0%	87,0%	18,562%	18,446%	18,332%	18,220%	18,109%	18,000%				
81,5%	86,5%	19,062%	18,946%	18,832%	18,720%	18,609%	18,500%				
81,0%	86,0%	19,562%	19,446%	19,332%	19,220%	19,109%	19,000%				
80,5%	85,5%	20,062%	19,946%	19,832%	19,720%	19,609%	19,500%				
80,0%	85,0%	20,562%	20,446%	20,332%	20,220%	20,109%	20,000%				
79,5%	84,5%	21,062%	20,946%	20,832%	20,720%	20,609%	20,500%				
79,0%	84,0%	21,562%	21,446%	21,332%	21,220%	21,109%	21,000%				
78,5%	83,5%	22,062%	21,946%	21,832%	21,720%	21,609%	21,500%				
78,0%	83,0%	22,562%	22,446%	22,332%	22,220%	22,109%	22,000%				
77,5%	82,5%	23,062%	22,946%	22,832%	22,720%	22,609%	22,500%				
77,0%	82,0%	23,562%	23,446%	23,332%	23,220%	23,109%	23,000%				
76,5%	81,5%	24,062%	23,946%	23,832%	23,720%	23,609%	23,500%				
76,0%	81,0%	24,562%	24,446%	24,332%	24,220%	24,109%	24,000%				
75,5%	80,5%	25,062%	24,946%	24,832%	24,720%	24,609%	24,500%				
75,0%	80,0%	25,562%	25,446%	25,332%	25,220%	25,109%	25,000%				
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	26,062%	25,946%	25,832%	25,720%	25,609%	25,500%				
	79,0%	26,562%	26,446%	26,332%	26,220%	26,109%	26,000%				
	78,5%	27,062%	26,946%	26,832%	26,720%	26,609%	26,500%				
	78,0%	27,562%	27,446%	27,332%	27,220%	27,109%	27,000%				
	77,5%	28,062%	27,946%	27,832%	27,720%	27,609%	27,500%				
	77,0%	28,562%	28,446%	28,332%	28,220%	28,109%	28,000%				
	76,5%	29,062%	28,946%	28,832%	28,720%	28,609%	28,500%				
	76,0%	29,562%	29,446%	29,332%	29,220%	29,109%	29,000%				
75,5%	30,062%	29,946%	29,832%	29,720%	29,609%	29,500%					
75,0%	30,562%	30,446%	30,332%	30,220%	30,109%	30,000%					
Rechazar		Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Notas:

Para obtener el Factor de Calidad (FCj), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

En todo caso, la aplicación del procedimiento establecido en la Subsección 107.09 Aceptación parcial y final, debe estar acorde con lo regulado al respecto por la norma de rango legal o reglamentaria que rija en ese momento.

SECCIÓN 108 RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD RESPECTO AL PÚBLICO

108.01 Leyes que deben ser cumplidas

Durante el desarrollo del proyecto deben cumplirse todas las leyes, ordenanzas, códigos de seguridad, reglamentos, órdenes y decretos aplicables.

Todos los permisos y acuerdos obtenidos previamente por la Administración para ejecutar el trabajo están incluidos en el Contrato. El Contratista debe conseguir todos los permisos o acuerdos adicionales, así como efectuar las modificaciones que sean necesarias de los permisos y acuerdos obtenidos originalmente por la Administración, cuando esto sea necesario a consecuencia de sus métodos de operación. El Contratista deberá conseguir todos los permisos y documentos adicionales que se precisen para el normal desarrollo del trabajo.

108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje

Para estos efectos y como complemento el contratista deberá contar con una póliza de responsabilidad civil por daños y perjuicios que cubra en su totalidad los daños y perjuicios ocasionados a la Administración y a terceros.

Debe preservarse la propiedad pública y privada y protegerse los hitos establecidos para perpetuar las referencias topográficas establecidas para el control horizontal, vertical, catastral o de los límites del proyecto.

Cuando sea necesario destruir un hito topográfico debe reconstruirse lo antes posible, en conformidad con los estatutos gubernamentales aplicables o siguiendo las indicaciones de la institución que lo erigió.

No debe perturbarse el área más allá de los límites de la construcción.

No se debe excavar, quitar, dañar, alterar o borrar los restos o especímenes arqueológicos o paleontológicos. Deben controlarse las acciones de los empleados y subcontratistas dentro del proyecto para asegurar que esos sitios protegidos no se perturben o dañen. Cuando se encuentren en el terreno cualquiera de estos artículos, deben suspenderse de inmediato las operaciones en el sitio del descubrimiento y notificar a la Administración y a la oficina que corresponda de acuerdo con la naturaleza del hallazgo, y conforme a la

legislación nacional. La Administración informará al Contratista cuando puede reasumir las operaciones en el sitio del descubrimiento.

Cuando deban ser relocalizados o ajustados dispositivos públicos, la Administración notificará a las instituciones afectadas sobre las relocalizaciones o ajustes necesarios. Las relocalizaciones o ajustes serán ejecutados por los entes competentes dentro del tiempo señalado, tan pronto como sea factible. No obstante, si la institución no está en capacidad de hacerlo con la premura que lo requiere el proyecto, bajo la supervisión de tales órganos u entes competentes, la Administración interesada y/o la Empresa Contratista, puede hacerlo con cargo al Renglón de pago CR.110.06 "Trabajo a costo más porcentaje". El reembolso, de ser procedente, podría negociarse y pactarse al momento de concertarse el trabajo.

Antes de comenzar a trabajar en un área, el Contratista deberá localizar los elementos de utilidad pública que estén ubicados en ella, así como avisar a las instituciones responsables de ellos. Deben protegerse estos elementos contra las operaciones de construcción. El Contratista deberá cooperar con las instituciones responsables de esos elementos para facilitar su reubicación o ajuste a fin de minimizar la interrupción de los servicios y evitar la duplicación del trabajo.

Si el acondicionamiento del elemento de utilidad pública se interrumpe como resultado de un daño provocado por la construcción, inmediatamente debe notificarse a la institución responsable de ese elemento y a cualquier otra autoridad relacionada con él.

Debe cooperarse con ellas hasta que se restaure el servicio.

El Contratista no debe trabajar alrededor de un hidrante mientras no haga las provisiones necesarias para mantener la continuidad del servicio, conforme al plan de contingencia aprobado por la Central de Bomberos más cercana y a las disposiciones del AyA.

Si se hace necesario el trabajo de adecuación de un elemento de utilidad pública y no está incluido en el Contrato, deberá pagarse al Contratista la compensación apropiada por el trabajo que se realice, con base en las cláusulas aplicables del Contrato. Si se produce un daño en algún servicio público o privado, debido a falta o negligencia del Contratista, éste debe repararlo por su cuenta sin cargar ningún costo a la Administración.

La reparación de los daños que se ocasionen a elementos de servicio público ubicados en el subsuelo, que no se mostraron en los planos o que no fueron identificados con

anterioridad a la construcción, y en los que en su ocurrencia no medió falta o negligencia del Contratista, será pagada por la Administración.

108.03 Pizarra de anuncios

En los proyectos de rehabilitación y construcción, debe colocarse una pizarra para anuncios, a prueba de intemperie, de tamaño satisfactorio y construcción sólida para el despliegue continuo de avisos y de cualquier otro tipo de información relativa al Proyecto. La pizarra de anuncios debe instalarse y mantenerse de manera visible, en un sitio accesible dentro del proyecto, prevista para ser fácilmente retirada después de que el proyecto haya sido finalmente aceptado.

108.04 Protección de los Ferrocarriles

La Administración obtendrá los permisos y acuerdos requeridos con el INCOFER para cualquier trabajo especificado en el Contrato para la relocalización de vías, o para cualquier labor que sea necesario realizar en los cruces de ferrocarril. Deben entregarse al Contratista copias de todos los permisos y acuerdos.

El trabajo cubierto por un acuerdo o permiso con el ferrocarril, debe llevarse a cabo de manera satisfactoria para éste y no debe interferir con el funcionamiento de los trenes. Si la construcción daña propiedad de la empresa ferroviaria, debe reembolsarse a ésta todos los daños y perjuicios ocasionados o, a opción de ella, debe llevar a cabo la reparación del daño por el Contratista sin ningún costo para la Administración.

El Contratista no debe cruzar las líneas del ferrocarril con vehículos o equipo en el desarrollo de sus operaciones, excepto en los cruces existentes abiertos al público o en los cruces temporales aprobados de previo por el ferrocarril a petición del Contratista.

Si se produce la necesidad de construir un cruce temporal de la vía, deben hacerse los arreglos pertinentes con el INCOFER para su construcción, protección y posterior remoción.

El Contratista debe reembolsar a la empresa ferrocarrilera el costo de todo cruce temporal o, a opción de ésta, ejecutar el trabajo por sus propios medios, de manera satisfactoria para la empresa.

108.05 Responsabilidad del Contratista por daños y perjuicios

El Contratista debe cumplir con lo estipulado en los términos del Contrato, para lo cual deberá rendir una garantía de cumplimiento con un monto y plazo previamente establecido

en el Contrato, para asegurar el resarcimiento de cualquier daño o perjuicio ocasionado a la Administración. La ejecución de esta garantía no exime al Contratista de indemnizar a la Administración por daños que no cubre la garantía.

El Contratista debe mantener vigente la garantía de cumplimiento hasta un plazo adicional posterior a la recepción definitiva del objeto contractual, el cual la Administración estipulará de forma razonada y proporcional al Proyecto vial que se ejecute, en razón de los daños y perjuicios que podrían surgir en ocasión de la entrada en operación de las obras contratadas. Además, si al ejecutar la garantía el monto resulta insuficiente para indemnizar los daños y perjuicios generados, la Administración puede aplicar el monto de las retenciones de precio que se hubiesen dado y los saldos de pago pendientes.

Adicionalmente, el Contratista debe entregar a la Administración las pólizas de seguros, acorde con los términos establecidos en el Contrato y en la normativa nacional vigente, como requisito para emitir la Orden de Inicio y mantenerlas vigentes durante toda la ejecución contractual hasta la recepción definitiva.

108.06 Responsabilidad del Contratista en la ejecución del objeto contractual

El Contratista debe cumplir con lo establecido en los términos del Contrato y en cualquier manifestación formal documentada adicional que haya sido generada durante el desarrollo de la obra, tales como solicitudes de prórrogas y suspensiones del plazo de ejecución, de conformidad con lo indicado en la Subsección 109.03 Plazo de ejecución del Contrato y con las responsabilidades que se deriven y estipulen de estos actos administrativos. Es responsabilidad del Contratista atender todas las actividades desde la orden de inicio hasta la recepción definitiva de la obra o hasta el finiquito, según lo ordene la normativa vigente de contratación pública, sin perjuicio de las responsabilidades correspondientes que se originen por vicios ocultos de la obra.

El Contratista debe proteger la obra contra daños o perjuicios, consecuencia de cualquier causa que provenga de la ejecución o no ejecución del trabajo requerido para cumplir con el objeto contractual. Para este propósito el Contratista deberá tomar las acciones necesarias para prevenir, mitigar o en caso de ser necesario corregir las afectaciones o daños (vandalismo, robo, entre otros) en cualquier lugar del trabajo, durante el plazo del Contrato o en las suspensiones que se le den al mismo, según lo ordene la normativa vigente de contratación pública.

108.07 Obtención de derechos de vía

La Administración obtendrá oportunamente todos los derechos de vía requeridos para la obra.

108.08 Sanidad, salud y seguridad

Deben observarse los reglamentos oficiales de salud. No debe permitirse que los operarios trabajen en un ambiente o condiciones que sean antihigiénicas, arriesgadas o peligrosas.

Debe permitirse la actuación de cualquier inspector de la Administración involucrado en la seguridad y administración de la salud, para desempeño de sus funciones en el sitio del proyecto, sujeto a la presentación de las credenciales que lo identifiquen.

Debe informarse de inmediato a la Administración la ocurrencia de accidentes, por medio de formularios suministrados por éste o, con previa aprobación, en formularios usados por el Contratista para informar de accidentes a empresas aseguradoras. Debe mantenerse en el proyecto un “registro de lesiones profesionales y enfermedades,” disponible para su inspección en cualquier momento.

108.09 Relación legal entre las partes

Para la ejecución del Contrato el Contratista es una persona física o jurídica independiente y ni él, ni nadie contratado o empleado por él, podrá ser agente, empleado o representante de la Administración. El estatus de independencia del Contratista no limita los derechos generales de la Administración derivados del Contrato, incluyendo la inspección, la especificación de medidas de seguridad y la facultad para detener el trabajo.

108.10 Protección del ambiente

El Contratista no debe operar equipo mecanizado, o descargar material, dentro del área de captación de cualquier sistema de aguas, conforme a la normativa vigente. En el evento de que se produzca una descarga accidental, el Contratista debe tomar las siguientes acciones:

- (a) De inmediato, prevenir una mayor contaminación.
- (b) Lo antes posible, notificar el accidente a las autoridades apropiadas.
- (c) Mitigar los daños según sea necesario.

El Contratista debe cumplir con los términos y condiciones establecidas en cualquier permiso para la ejecución del trabajo. Deben aislarse las áreas de trabajo, incluyendo las fuentes de materiales, mediante la construcción de diques u otras barreras satisfactorias que prevengan la contaminación con sedimentos, productos del petróleo, sustancias químicas, u otros materiales líquidos o sólidos, de cualquier fuente de agua usada para suministro público. Debe tenerse cuidado al construir y quitar las barreras, evitando cualquier descarga de material dentro del agua. Debe quitarse y disponerse apropiadamente el sedimento u otro material retenido por la barrera construida.

108.11 Protección de bosques, parques y terrenos públicos

Deben cumplirse todos los reglamentos de los cuerpos de bomberos, comisiones de conservación, regulación forestal, parques nacionales y de cualquier otra autoridad que tenga jurisdicción o administre la protección del terreno del proyecto o adyacente a él.

SECCIÓN 109 EJECUCIÓN Y PROGRESO

En todo caso, deberán respetarse los plazos estipulados en la ley de Contratación Administrativa y sus reglamentos, así mismo los plazos definidos por normas específicas y solo en caso de omisión se aplicará lo establecido en este manual.

109.01 Inicio y ejecución del objeto contractual

A partir de la notificación del refrendo del Contrato y previo a la orden de inicio, se llevará a cabo una reunión de preinicio (preconstrucción). El Contratista deberá presentar la documentación establecida según los términos del Contrato.

El propósito de la reunión de preinicio es analizar y revisar las condiciones especiales existentes en el campo, programa y plan de trabajo, plan de control de calidad propuestos por el Contratista, manejo de compromisos ambientales, tipo, cantidad y ubicación del equipo propuesto, la relación y fondo de los documentos contractuales, fuentes de materiales aprobadas, requerimientos de personal, plan de manejo del tránsito, seguridad del público y de los trabajadores, canales de comunicación y cualquier otro tópico que la Administración o el Contratista consideren conveniente de analizar para un mejor entendimiento entre ambas partes, todo lo anterior referido a los planos y especificaciones del proyecto. Los acuerdos a que se llegue en la reunión de preinicio se plasmarán en un documento, cuyo contenido formará parte de los documentos contractuales.

La Administración deberá solicitar la presencia en dicha reunión, de los profesionales designados por el Contratista en su oferta, o bien la sustitución aprobada por la Administración y cuya participación resulte pertinente para los temas a tratar. En caso de no presentarse a la reunión de preinicio, la Administración podrá aplicar las sanciones que a los efectos se hayan establecido en el Contrato por la no asistencia a las reuniones.

La Administración deberá emitir la orden de inicio dentro de los quince (15) días hábiles posteriores al refrendo del Contrato o del refrendo interno. El plazo máximo para que el Contratista inicie las actividades contratadas será de un mes a partir del refrendo del Contrato, sin perjuicio de lo establecido en el Contrato y en la normativa nacional vigente.

109.02 Subcontratos

El Contratista no podrá subcontratar trabajos sin aprobación escrita de la Administración. Antes de que sea dada la conformidad para subcontratar alguna parte de la obra, el Contratista deberá presentar pruebas de que el subcontratista propuesto está completamente capacitado para ejecutar el trabajo.

Los subcontratos no relevan al Contratista de las obligaciones y responsabilidades estipuladas en el Contrato y no crean ninguna relación contractual entre subcontratistas y la Administración. El Contratista es responsable por cualquier acción o falta de acción de los subcontratistas.

El Contratista deberá ejecutar con su propia organización obras contractuales por un valor no menor del 50 % del valor original del Contrato. Cuando es subcontratado un rubro total de obra, por ejemplo, puentes, el valor total del trabajo subcontratado será computado usando los precios unitarios contractuales involucrados. Cuando el trabajo subcontratado sólo es una parte de un renglón de pago, su valoración se basa en un porcentaje estimado del valor de dicho renglón, computado con la información que suministre el Contratista, sujeta a la aprobación de la Administración y según lo indicado en el artículo 62 de la Ley de Contratación administrativa.

En condiciones especiales, a juicio de la Administración el límite de subcontratación indicado en el párrafo anterior puede sobrepasar el 50 %.

109.03 Plazo de ejecución del Contrato

El plazo de ejecución del Contrato corresponde al número de días naturales acordados para llevar a cabo el objeto contractual, el cual será el indicado en el Contrato.

Durante la ejecución del Contrato la Administración podrá conceder prórrogas al plazo, sea por demoras ocasionadas por parte de la Administración o por demoras no imputables al Contratista, según se indica a continuación:

109.03.01 Prórrogas al plazo de ejecución

Estas prórrogas no responden a modificaciones al Contrato, es decir, no implican que el contratista deba asumir más obligaciones de las originalmente pactadas, sino únicamente implica una compensación o traslado en la fecha de entrega de las obras.

Si la Administración comprobase que una demora en el trabajo fue debida a condiciones fuera del control del Contratista, podrá prorrogar el plazo, es decir, trasladar la fecha de entrega de las obras, hasta donde las circunstancias lo justifiquen. En este caso, el plazo prorrogado deberá quedar por completo en vigor y efecto como si fuese el plazo original y de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente en la materia.

Entre las circunstancias que pueden generar demoras ajenas al Contratista, se tienen:

- **Prórroga por compensación del plazo:** En las prórrogas del plazo sólo serán consideradas las demoras o modificaciones que afecten a las actividades dentro de la ruta crítica del programa de trabajo o que causen que ciertas actividades no críticas pasen a serlo. No se concederán prórrogas de tiempo por demoras que hagan uso de las holguras disponibles en el plazo de ejecución, según aparezcan en la lista de actividades del programa de trabajo requerido como parte del Contrato. La Administración concederá este tipo de prórroga siempre que el Contratista presente la debida justificación y respectiva documentación que sustente los motivos por los que solicita la compensación del plazo.
- **Prórroga por eventos naturales:** En el caso de afectación por lluvia, la Administración podrá extender el plazo si comprueba, mediante la bitácora oficial del CFIA, las bitácoras de los inspectores, los registros de precipitación y, o bien, otros instrumentos como el diario del proyecto, que el tiempo lluvioso impidió la ejecución de las obras. Lo anterior, sin perjuicio de otros eventos naturales, cuyos efectos incidan directamente en la ejecución de los trabajos contratados, por lo cual, el Contratista deberá aportar a la Administración, las pruebas respectivas que demuestren la incidencia en el plazo de ejecución del proyecto y consignarlo en la bitácora oficial del CFIA.

Este tipo de prórrogas en el plazo de ejecución del Contrato será formalizado por medio de una Orden de Servicio, en la cual se expondrán las razones argumentadas por el Contratista y deberán ser aprobadas por la Administración.

En términos generales, para solicitar una prórroga en el plazo de ejecución, el Contratista debe realizar una solicitud por escrito a la Administración, en la que incluya como mínimo lo siguiente:

- (a) Artículos y cláusulas del Contrato con base en las cuales se hace la solicitud.
- (b) Descripción detallada de las razones para pedir el ajuste en el plazo ejecución, incluyendo las siguientes:
 - (1) Causa de la prórroga en el plazo de ejecución
 - (2) Fecha en que se inició el atraso.
 - (3) Duración del atraso.
 - (4) Actividades afectadas.
 - (5) Análisis de la ruta crítica del programa debidamente aprobado por la Administración.
 - (6) Acciones que se emplearán para continuar con las obras, cumpliendo con el plazo y objeto contractual.
- (c) Sugerencia de una nueva fecha previa de terminación para completar la obra o indicación del número de días adicionales, basados en los programas de construcción original y modificado.

Cuando la obra cuente con la recepción definitiva, cesará el cómputo diario del tiempo.

109.03.02 Suspensión del plazo de ejecución

La suspensión del plazo de ejecución podrá ocurrir en caso de que se presenten eventos que por razones justificadas impidan la ejecución de las obras y resulte necesario trasladarla a otro momento. La Administración podrá suspender el plazo de ejecución, de oficio o a solicitud del Contratista.

La suspensión del plazo de ejecución, se gestionará conforme lo estipula la normativa de contratación pública.

109.03.03 Ampliación o disminución del plazo de ejecución

La ampliación o disminución del plazo de ejecución se gestionará de acuerdo con la normativa de contratación pública.

109.04 Incumplimiento de los términos del Contrato

La resolución contractual por incumplimientos, se gestionará conforme la legislación nacional vigente en esta materia y de acuerdo con los términos que establezca el Contrato en materia de incumplimientos al mismo.

109.05 Recepción de obra y finiquito del contrato

109.05.01 Recepción de la obra

La recepción de la obra pública se realizará de conformidad con lo establecido en la legislación nacional vigente en esta materia. De manera complementaria se incorporan aspectos a tomar en cuenta para realizar la recepción de las obras, sin perjuicio de los términos específicos que se establezca en el Contrato y de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Cuando el Contratista que ejecuta una obra considera que los trabajos están concluidos, deberá comunicárselo a la Administración, según corresponda, para que se establezca lugar, fecha y hora para la visita de recepción de la obra. Se generará un acta en donde se consigna el estado de la obra, si el recibo es a plena satisfacción de la Administración, si se hace bajo protesta o si debido a incumplimientos, la obra no se acepta en ese momento.

La Administración, dispondrá de quince (15) días hábiles posterior al aviso por parte del Contratista para fijar la fecha, salvo alguna disposición dictada en el Cartel. Dicha convocatoria indicará la hora, fecha y lugar de partida, así como los profesionales cuya presencia es requerida en ese acto de recepción.

La visita de recepción de obra será dirigida por la Administración y tendrá un carácter provisional.

109.05.01.01 Recepción provisional

Además de lo que se indica en el ordenamiento de la contratación pública, el acta de recepción provisional deberá incluir como mínimo:

- Fecha, hora, lugar en que se levanta el acta.

- Evaluación del proyecto con base en las especificaciones contractuales en las que se recibe la obra con el mayor detalle posible de los aspectos a corregir.
- Plazo para los aspectos a corregir.
- Firma de los presentes.

El propósito de esta visita es realizar una inspección exhaustiva de la obra a recibir y plasmar en la respectiva acta, toda observación relativa al cumplimiento de las partes, el detalle de la ejecución total o parcial de trabajos, corrección de defectos, trabajos pendientes, entre otros. Los profesionales convocados tendrán la función de asesorar a la Administración de acuerdo con su competencia técnica, por lo que evaluarán si el proyecto reúne los objetivos de la contratación; sin embargo, la Administración a través de su representante tendrá la decisión final. Una copia de esta acta deberá ser adjuntada a la bitácora oficial del proyecto.

Salvo que el Contrato estipule otra cosa, la Administración dispondrá de un plazo de un mes (30 días naturales) contados a partir de la recepción provisional para revisar los bienes y servicios, realizar cualquier prueba o análisis necesario y comunicar al Contratista en caso de algún problema para su corrección, y de otro mes para efectuar la recepción definitiva, para la cual se levantará también el acta respectiva con las observaciones correspondientes.

109.05.01.02 Recepción definitiva

Adicionalmente a lo que estipula el ordenamiento de la contratación pública, el acta de recepción definitiva deberá incluir como mínimo:

- Fecha, hora, lugar en que se levanta el acta.
- Tiempo de ejecución, prórrogas, suspensiones concedidas.
- Documentación que compruebe el cumplimiento de los aspectos a corregir detectados en la recepción provisional.
- Observaciones para Finiquito (Garantías ejecutadas o penalidades impuestas debido a incumplimientos del Contrato).
- Firma del profesional a cargo por parte del Contratista y de la Administración.

En el caso de la recepción bajo protesta o no conforme y una vez transcurrido el plazo otorgado para la corrección de defectos, si persistiesen las discrepancias entre la Administración y el Contratista sobre el cumplimiento de los términos contractuales o sobre

las condiciones de la obra, la Administración podrá ejecutar la garantía de cumplimiento, o bien iniciar el procedimiento de resolución contractual.

La discrepancia podrá resolverse en los términos que lo indique el Cartel o mediante arbitraje, de conformidad con las regulaciones y los instrumentos de Derecho Internacional vigentes, sin perjuicio de las acciones legales que procedan, entre ellas la ejecución de la garantía de cumplimiento en sede administrativa, concediéndole el debido proceso al interesado.

La Recepción Definitiva de la Obra no exime de responsabilidad al contratista por vicios ocultos de la obra.

109.05.02 Finiquito del Contrato

El finiquito del Contrato se gestionará conforme la normativa nacional vigente en esta materia.

109.05.03 Orden de modificación de obra

Las órdenes de modificación de obras se gestionarán conforme a lo establecido en la normativa nacional vigente en esta materia.

SECCIÓN 110 MEDICIÓN Y PAGO

110.01 Métodos de medición

A menos de que se indique lo contrario, todas las mediciones del Contrato deben ser hechas de conformidad con el Sistema Internacional de Unidades, ASTM E380.

A menos que fuera especificado de otra manera, la medición debe hacerse cuando el trabajo haya sido terminado, acabado y aceptado (que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas)

Debe medirse el trabajo realmente ejecutado, con la excepción de que no debe tomarse en cuenta, para efectos de pago, el trabajo hecho fuera de los límites del diseño, o de otros límites fijados por la Administración (límites señalados con estacas). Las estructuras deben medirse conforme a las líneas netas mostradas en los planos o ajustadas a las condiciones del terreno con la aceptación de la Administración.

La subdivisión de medición de cada sección puntualiza los detalles y excepciones para el cálculo del trabajo a pagar bajo cada renglón. La Administración verificará las medidas tomadas por el Contratista.

110.02 Unidades de medición y definiciones

A menos de que en otra parte sea indicado de manera diferente, las definiciones de estos términos son:

(a) Cantidades del Contrato. Las cantidades a ser pagadas bajo los renglones del Contrato son las indicadas en el formulario de la propuesta. Las cantidades que aparecen en el Contrato serán ajustadas si se producen cambios autorizados que las afecten, o debido a errores incurridos en el cálculo de tales cantidades. Si hay evidencia de que una cantidad del Contrato es incorrecta, deben presentarse cálculos, dibujos u otras acciones, que demuestren por qué la cantidad es errónea, y una solicitud por escrito para que la cantidad sea corregida.

(b) La siguiente es una relación de las unidades de obra que se someten a medición.

(1) Metro cúbico (m³) medido en sitio. La medición en sitio puede ser bajo dos condiciones “en sitio en su posición inicial” y la otra “en sitio en su posición final”, para lo cual en cada sección del CR-2020 que así lo requiera, indicará cuál de los dos casos aplica para la medición de una actividad, material u obra. No obstante, en ambos casos deberá aplicarse medición topográfica.

Para el caso de posición inicial, se tiene por ejemplo la actividad de excavación en la vía, para lo cual se consideran las secciones transversales del terreno original con medición topográfica para obtener el volumen excavado por diferencia con las secciones transversales del terreno una vez excavado.

Cuando se indica en su posición final se ha de establecer, por ejemplo, en el caso de remoción de derrumbes, que la medición se hará en su posición final en banco (apilado suelto sin compactar) con medición topográfica; o bien, en el caso de la medición de un terraplén, que ésta se hará en su condición final conformado, compactado y acabado con medición

topográfica, situación que aplicará de igual forma para las bases, subbases y capas granulares expuestas.

Lo anterior sin perjuicio de que la Administración podrá diferenciar el caso de emergencias, en donde intervienen circunstancias inherentes a su naturaleza por razones de caso fortuito o causa mayor. En estos casos los trabajos se pagarán de acuerdo con lo que se establezca en el Contrato.

Bajo ninguna circunstancia se reconocerá el pago al Contratista cuando haya incurrido en una mala práctica ingenieril y constituyan hechos imputables al Contratista.

Los volúmenes sólidos deben medirse por un método aprobado por la Administración o por el método del área final promedio, como sigue:

- i) Deben tomarse secciones transversales del terreno original a efecto de compararlas con las plantillas de diseño o plantillas señaladas por las estacas, para determinar las áreas finales. No debe medirse el trabajo realizado fuera de las líneas o taludes establecidos por la Administración.
 - ii) Si cualquier porción del trabajo es aceptable pero no está terminada de conformidad con las líneas y taludes fijados, deben volverse a tomar secciones transversales de esa porción del trabajo para hacer los ajustes de cantidades procedentes. Debe restarse cualquier cantidad fuera de los límites del diseño o del terreno.
 - iii) Deben calcularse los volúmenes usando el promedio de las áreas extremas multiplicado por la distancia horizontal a lo largo de la línea de centro, o de la línea de referencia entre las áreas extremas. Deben reducirse las cantidades fuera de los límites del diseño o de las estacas.
- (2) Metro cúbico (m^3) medido en el vehículo de acarreo concreto hidráulico. El volumen en metros cúbicos (m^3) en el vehículo de acarreo debe determinarse usando mediciones por pesaje o capacidad del vehículo. Se deben utilizar vehículos de acarreo que porten una identificación legible y sistema de lectura en buen estado. Antes de usarse en el proyecto, la

Administración y el Contratista deben ponerse de acuerdo por escrito en cuanto al volumen de material que acarrea cada vehículo y atender lo indicado en la Subsección 110.04 Procedimientos de recepción. Vehículos que lleven menos material que el volumen acordado, pueden ser rechazados o aceptados con el volumen reducido.

Deben nivelarse las cargas seleccionadas. Si la nivelación revela que el vehículo acarrea menos material que el volumen aceptado, debe reducirse la cantidad de todo el material recibido desde la última carga nivelada en la misma proporción en que el volumen real de la carga nivelada es al volumen acordado. No se hará pago por material en exceso al volumen acordado.

- (3) Metro cúbico (m^3) medido en la estructura. Medido según las líneas netas de la estructura mostradas en los planos, excepto los ajustes hechos por la Administración como consecuencia de las condiciones encontradas en el campo. No debe hacerse ninguna deducción por el volumen ocupado por el acero de refuerzo, anclajes, agujeros de drenaje o tuberías con diámetros menores de doscientos milímetros (200 mm).
- (4) Metro cúbico (m^3) medido con cinta. Debe usarse un sistema de medición aceptado.

- (c) Unidad. Se determinará el número real de unidades completadas y aceptadas.
- (d) Hectárea (ha). Diez mil metros cuadrados ($10000 m^2$). Las medidas longitudinales y transversales para el cálculo de áreas deben hacerse horizontalmente a menos que se especifique que se harán sobre la superficie del terreno. No deben hacerse deducciones del cálculo del área por detalles individuales que tengan un área de cincuenta metros cuadrados ($50 m^2$) o menos.
- (e) Tiempo. La medición se hará por el número real de horas (h) ordenadas por la Administración y ejecutadas por el Contratista, o con base en un factor de pago basado en el rendimiento, definido por la Administración.
- (f) Kilogramo (kg). mil gramos ($1000 g$). La medida debe hacerse en conformidad con la Subdivisión 110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje. Si se suministra material ensacado o empaquetado, puede usarse el peso neto tal como fue empacado por el fabricante.

- (g) Kilómetro (km). mil metros (1000 m). La medida debe hacerse a lo largo de la línea de centro de la carretera, camino de acceso o rampa.
- (h) Litro (L). La cantidad debe ser medida por cualquier de los métodos siguientes:
- (1) Recipiente del volumen comprobado.
 - (2) Volumen medido, usando un sistema de medición aceptado.
 - (3) Volúmenes empacados comercialmente.

Los volúmenes de material asfáltico serán medidos a 15,6 °C (60 °F), o corregidos al volumen equivalente a esa temperatura, usando el método ASTM D1250, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Litros a } 15,6^{\circ}\text{C} = \frac{\text{Litros a } A^{\circ}\text{C}}{1 + 0,0045 (A^{\circ}\text{C} - 15,6^{\circ}\text{C})} \quad \text{Ec. 110-01}$$

En donde A °C es la temperatura del material en el momento de ser medido su volumen.

- (i) Metro (m). Medición del trabajo a lo largo de su longitud de extremo a extremo paralela a la base o fundación, a lo largo de la cara superior o a lo largo de la cara frontal. No medir las superposiciones.
- (j) Suma global (glb). No es necesario hacer una medición directa. La cantidad indicada en la oferta corresponde al pago total por todo el trabajo descrito en el Contrato, necesario para completar ese renglón. Se designa la cantidad como “total.” Las cantidades estimadas para el trabajo a “suma global”, mostradas en el Contrato, son aproximadas.
- (k) Tonelada Métrica (Tm). Mil kilogramos (1000 kg). Medida de acuerdo con la Subsección 110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje. No se hará ningún ajuste a un precio unitario del Contrato como consecuencia de variaciones en las cantidades debidas a diferencias en la gravedad específica o contenido de humedad.

Usar pesos netos medidos en balanzas certificadas o pesos determinados con base en volúmenes certificados como una medida base sujeta a corrección cuando se pierda, se desperdicie o no sea incorporado al trabajo el material bituminoso del vehículo o el distribuidor. Cuando el material bituminoso sea transportado en camión u otro medio, pesos netos certificados, sujetos a corrección por pérdida o por espuma, pueden ser usados para calcular cantidades.

Cuando la emulsión asfáltica se convierte de volumen a peso, debe usarse un factor de mil litros (1000 L) por tonelada métrica (Tm), sin importar la temperatura.

Cuando el cemento asfáltico para pavimentos de concreto asfáltico es almacenado en tanques dedicados exclusivamente al Proyecto, las cantidades base serán las consignadas en las facturas de compra de asfalto. Cuando este cemento asfáltico no es almacenado en tanques dedicados exclusivamente al Proyecto, o cuando la validez de la cantidad requerida para pago está en duda, las cantidades base para el contenido de asfalto serán determinadas mediante ensayos de laboratorio.

- (l) Metro cuadrado (m²). Medida hecha en un plano paralelo a la superficie sujeta a medición.

110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje

Cuando se suministre o mida material que es pagado por peso, el Contratista debe suplir lo siguiente:

- (a) Sistema de pesaje comercial. Para los suministros de los proveedores, deben usarse balanzas comerciales certificadas, instaladas permanentemente en los lugares de despacho de los materiales.
- (b) Facturas. Si material a granel es enviado por camión o ferrocarril, y no se procesa en una planta de mezclado del Contratista, éste debe suministrar la factura del proveedor con el peso neto, o el volumen convertido a peso. Se requerirá un chequeo periódico del peso.
- (c) Sistema de pesaje del proyecto. Deben suministrarse, instalarse y mantenerse balanzas automáticas digitales aceptables. Deben proporcionarse balanzas que registren el peso (masa) por lo menos con una precisión de cincuenta kilogramos (50 kg). Debe mantenerse la exactitud de la balanza dentro del 0,5 % del peso correcto en todo el rango de uso. No deben usarse balanzas de resorte.

Deben instalarse y mantenerse balanzas de plataforma, con la plataforma nivelada con cabezas rígidas en cada extremo. La plataforma debe ser de longitud suficiente para permitir el pesaje simultáneo de todos los ejes cargados del vehículo de acarreo. Los vehículos de acople pueden ser pesados separadamente o juntos.

Antes del inicio de la producción en el proyecto, después de una reubicación del equipo y por lo menos una vez por año y con base en lo definido por el fabricante del mismo, debe certificarse el sistema de pesado por la oficina nacional de pesos y medidas o por un organismo de calibración con competencia técnica para brindar este servicio. El sistema debe sellarse una vez calibrado para prevenir manipulaciones u otros ajustes después de la certificación.

Debe instalarse una impresora automática a la balanza en el momento de su programación, o equiparse de otra manera satisfactoria, para prevenir errores manuales en la información de los pesos consignados. Para las cantidades por peso a pagar, debe programarse la impresora a efecto de que proporcione en cada pesada la información siguiente:

- Nombre del proyecto
- Número del renglón de pago y descripción del mismo
- Fecha
- Hora
- Número de comprobante Número de la unidad de acarreo
- Peso neto de la carga, con una precisión de por lo menos cincuenta kilogramos (50 kg)
- Subtotal del peso neto para cada unidad de acarreo desde el inicio del turno
- Peso neto total acumulado para todas las unidades de acarreo desde el inicio del turno

Si la impresora de la balanza funciona mal o sale de operación, el Contratista puede registrar manualmente las pesadas por un término de hasta cuarenta y ocho horas (48 h), asegurándose que el método de pesado cumple con todos los otros requisitos del Contrato.

Deben suministrarse operadores competentes para operar el sistema de pesaje. Cuando se usan balanzas de plataforma, deben pesarse al azar unidades de acarreo vacías por lo menos dos veces por turno.

Debe utilizarse un formato aprobado para los registros del peso. Al final de cada turno debe suministrarse el registro original y una certificación escrita relativa a la exactitud de las pesadas.

El peso de una tanda de mezcla puede ser aceptable para la determinación de las cantidades a pagar cuando existe un sistema automático aprobado de pesado, mezclado y monitoreo, incluido como parte de la planta productora de mezcla.

Cuando se determina que un mecanismo de pesado indica una cantidad menor que el peso verdadero, no se hará ningún pago adicional por material previamente pesado y registrado. Cuando se determine que un dispositivo de pesaje indica un peso mayor al verdadero, todo el material recibido después del último peso correctamente medido conforme a un ensayo de exactitud, será reducido por el porcentaje de error cuando exceda el 0,5 %.

110.04 Procedimientos de recepción

Cuando el método de medición requiere pesada o medida del volumen en el vehículo de acarreo, debe suplirse una persona para dirigir la extensión y distribución del material y registrar la localización y colocación del material en el proyecto. Durante la colocación debe mantenerse un registro de cada entrega y documentarla en una manera aceptable. Debe incluirse la información siguiente como sea aplicable:

- Identificación del proyecto
- Renglón de pago del Contrato y descripción
- Lugar donde fue colocado
- Fecha
- Número de la boleta
- Identificación del vehículo de acarreo
- Tiempo de llegada
- Peso o volumen
- Firma de la persona que recibe

Debe usarse un formato aprobado para el registro de la entrega(s). Debe suministrarse el registro original y una certificación escrita de las entregas del material al final de cada turno.

110.05 Alcance del pago

El pago por todo el trabajo del Contrato es efectuado, directamente o indirectamente, mediante los renglones que se indican en el Cartel de la Licitación, como sigue:

- (a) Pago Directo. Se realiza pago directamente dentro de un renglón de pago mostrado en el Cartel en los siguientes casos:
- (1) Si la medición del trabajo se lleva a cabo de acuerdo con la subdivisión de medida de la sección mediante la cual se ordenó este trabajo y el Cartel de la oferta contiene un renglón de pago para él en la sección correspondiente.
 - (2) Si la Subsección de medición de la Sección según la cual se ordenó el trabajo hace referencia a otra Sección para efectos de medir el trabajo, y el Cartel contiene un renglón de pago para el trabajo de la sección referenciada.
- (b) Pago Indirecto. El trabajo para el que no se prevé pago directo es una obligación subsidiaria del Contratista. La retribución por tal labor se incluye indirectamente bajo otros renglones de pago mostrados en el Cartel. Esto incluye casos en que la sección mediante la cual se ordena el trabajo hace referencia a otra sección para su ejecución y dicho trabajo no es señalado para pago en la subdivisión de medida de la sección original.

La compensación proporcionada por los artículos de pago incluidos en el Contrato corresponde al pago total para todo el trabajo por realizar según aquel, de una manera completa y aceptable. Todo riesgo, pérdida, daño o gasto que sobrevengan fuera de la naturaleza o ejecución del trabajo, está incluido en la compensación provista por los renglones de pago del Contrato.

El trabajo medido y pagado bajo un renglón de pago determinado no se pagará bajo ningún otro renglón.

Las cantidades incluidas en el Cartel son aproximadas, a menos de que hayan sido designadas como una cantidad fija del Contrato. Las cantidades de pago están limitadas a las cantidades señaladas por estacas, ordenadas o autorizadas por otro medio antes de la ejecución del trabajo. El pago será realizado para las cantidades reales del Contrato realizadas y aceptadas, o para el material suministrado de acuerdo con el Contrato. No se efectuará pago por trabajo llevado a cabo en exceso sobre el indicado por las estacas, el ordenado o autorizado por otro medio.

110.06 Servicios especializados y obras especiales a costo, más un porcentaje por Administración

Esta actividad consiste en una asignación presupuestaria definida como un monto global en el presupuesto total del proyecto, para disponer oportunamente de los recursos que permitan atender necesidades por medio de “servicios especializados” y “obras especiales” necesariamente afines a la naturaleza y alcance del proyecto, no previstas en el Contrato y que no tengan precios unitarios definidos en el Contrato, que además se ajusten a la normativa vigente y a las directrices de la Administración. Sin embargo, el uso de este renglón de pago no puede alterar ninguno de los elementos sustantivos del Contrato, o sea el monto, objeto y plazo contractual.

Entiéndase por “servicios especializados”, pero sin limitarse solo a ello, lo siguiente: estudios y levantamientos topográficos; estudios y diseños geológicos; estudios geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos y de vialidad; ensayos de campo y laboratorio, así como otros estudios y evaluaciones técnicas; no se incluye bajo este concepto la: supervisión, inspección, adquisición de bienes ni servicios administrativos (limpieza, seguridad, oficina, entre otros). Cabe aclarar que el levantamiento topográfico que se contempla bajo el concepto de “servicios especializados”, no se refiere a la topografía de apoyo a la supervisión ejecutada por parte de la Administración y la que debe realizar el Contratista, sino a la requerida para atender situaciones no previstas en el Contrato de obra.

La Administración determinará la necesidad de solicitar los servicios y obras no previstas en el Contrato, las cuales deberán ser justificadas técnica y económicamente, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Contratación Administrativa, así como con los procedimientos establecidos y legislación aplicable vigente.

Tanto los “servicios especializados” como las “obras especiales”, no previstas en el Contrato, se deben definir a partir de una justificación técnico-económica, suficiente y pertinente, por medio de la cual la Administración debe demostrar que resultan indispensables para llevar a buen término el proyecto. Estos “servicios especializados” y “obras especiales” se ordenarán al Contratista mediante una Orden de Servicio. En caso de que por efecto de una Orden de Servicio se requiera generar una Orden de Modificación, ésta se tramitará de acuerdo con los procedimientos que para ello establezca la Administración. Estas órdenes deberán emitirse según el formato que establezca la Administración y deberán contar con la aprobación por parte de la Administración, antes de

iniciar con su ejecución y deberán desarrollarse en cumplimiento con las especificaciones de calidad correspondientes e indicadas en este manual y el Contrato.

Este renglón de pago 110.06 Servicios especializados y obras especiales a costo, más un porcentaje por administración, no debe ser utilizado para compensar las variaciones que se puedan presentar en las cantidades de obra del proyecto en sí (ofertado) ni para solventar problemas presentados en los renglones de pago existentes (como deficiencias en su definición y alcance). El Contratista no debe considerar esa partida como una obligación de la Administración de ejecutarla parcial o totalmente, por lo que no la debe tomar en consideración para efectos de la oferta del proyecto. Sin embargo, el monto asignado para el renglón de pago CR-110.06, debe considerarse para el cálculo del monto de la garantía de cumplimiento que debe presentar el Contratista.

Los costos a reconocer por obras especiales contemplan costos directos (mano de obra, materiales y equipo) y el porcentaje por administración de la ejecución de estas obras, que se detalla más adelante en esta Subsección. Por la maquinaria se reconoce el monto que establecen las tarifas por alquiler de maquinaria según la normativa vigente. Para las “servicios especializados” se reconoce un monto global y un porcentaje por administración.

Los “servicios especializados” y “obras especiales”, ordenadas, ejecutadas y financiadas bajo esta Subsección no son objeto de reajuste y, además, el Contratista no debe considerar una ganancia devengada en el caso de que no se use del todo esta partida.

El uso del renglón de pago CR110.06 no deberá poner en riesgo o significar una disminución de los recursos destinados para las obras originalmente establecidas en el Contrato.

El monto asignado para esta partida será de hasta un cinco por ciento (5 %) del monto original del Contrato para proyectos de obra nueva, conservación, rehabilitación y mejoramiento.

110.06.01 Determinación del costo justo para la ejecución de servicios especializados por Administración

La Administración solicitará la respectiva cotización del monto global de las “actividades especializadas” (que debe incluir el costo de todos los recursos requeridos incluyendo todo el personal) requeridos al Contratista quien deberá proporcionar dicha información dentro

de los cinco (5) días calendario posteriores a la solicitud o el período que la Administración haya determinado.

Para lo anterior, el Contratista debe proporcionar al menos tres (3) cotizaciones, según lo estipulado en el Contrato o según le sea solicitado por la Administración.

Dicha cotización junto con la justificación técnica y el análisis de costo-beneficio, deberá ser enviada por el responsable del proyecto de la Administración, a la Unidad Administrativa competente para que elabore el respectivo análisis de la razonabilidad técnico-económico según corresponda, emitiendo posteriormente el análisis respectivo y la recomendación correspondiente, para la toma de decisión final. En el caso de maquinaria, la Ingeniería de Proyecto, evaluará los costos, con base en el "Decreto Ejecutivo N°. 41883-MOPT Tarifas para alquiler de maquinaria contenidas en la tabla denominada "Costos Máximos Horario de Equipo y Maquinaria" o su versión vigente, siendo estos los precios máximos a reconocer.

Si la cotización del Contratista no es de aceptación por parte de la Administración, ambas partes deberán someter a un análisis los costos reales por medio de estudios técnico-económicos correspondientes, a través de estimaciones presupuestarias y cotizaciones razonables que justifiquen el monto correcto y justo para ambas partes. El acuerdo final, deberá enviarse a la Unidad Administrativa para su nuevo análisis.

Una vez conforme, se deberá proceder a elaborar la respectiva Orden de Servicio y Orden de Modificación (si ésta última corresponde realizarse por efecto de la Orden de Servicio), que regirá una vez aprobada, de acuerdo con el procedimiento establecido por la Administración.

En caso de que no sea posible llegar a un acuerdo, el Contratista deberá asignar a un Subcontratista, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 110.06.03 Subcontratación.

La Administración reconocerá un porcentaje por concepto de administración de la ejecución de servicios especializados, de hasta un 5 % del monto global.

110.06.02 Consideraciones adicionales para establecer el costo justo de las obras especiales por Administración

El proceso para determinar el costo justo para la ejecución de "obras especiales", seguirá todo lo indicado en el apartado anterior 110.06.01 Determinación del costo justo para la ejecución de servicios especializados por administración, con excepción del porcentaje por

administración, que para el caso de “obras especiales” se reconocerá de acuerdo con las siguientes previsiones:

(a) Mano de obra

Se reconocerán salarios y costos sobre salarios, de la siguiente forma:

- (1) Salarios. Por cada uno de los obreros y capataces que laboren en las “obras especiales”, el Contratista recibirá el pago correspondiente al salario (que debe incluir las cargas sociales según la legislación vigente) por todo el tiempo que estén efectivamente ocupados en tal trabajo. Para este caso se debe presentar la planilla certificada, con indicación del nombre de las personas y el tiempo laborado en la obra específica contratada bajo el renglón de pago 110.06.
- (2) Costos sobre el salario. El Contratista recibirá compensación por todas las primas por seguros requeridos, para lo cual deberá presentar la documentación suficiente y pertinente requerida para justificar este costo.

La Administración reconocerá un porcentaje por concepto de administración de mano de obra, de hasta un 10 % del total de la suma de (1) + (2), es decir, salarios + costos sobre el salario.

(b) Materiales

Por los materiales entregados y aceptados en la obra, el Contratista recibirá el costo efectivo de dichos materiales, que deberá demostrar con facturas comerciales que cumplan con la legislación vigente correspondiente, incluyendo los gastos de transporte y excluyendo el alquiler de maquinaria según lo expuesto más adelante.

Todos los materiales y los procesos constructivos para la ejecución de obras especiales, deben cumplir con la frecuencia de ensayos y las especificaciones indicadas en el Contrato o en su defecto con lo que establezca la Administración al respecto. Para efectos de realizar el control de calidad de estas obras especiales, el Contratista deberá presentar la cotización respectiva del costo de los ensayos correspondientes, para lo cual la Administración dará la respectiva aprobación.

La Administración reconocerá un porcentaje por concepto de administración de los materiales, de hasta un 10 % del costo efectivo de los mismos.

(c) Equipo y maquinaria

Para la contratación de equipo especial (excepto herramientas pequeñas) que no formen parte de la lista de maquinaria indicada en el Decreto Ejecutivo N°. 41883-MOPT Tarifas para alquiler de maquinaria contenidas en la tabla denominada "Costos Máximos Horario de Equipo y Maquinaria", o su versión vigente, ésta deberá contar con el aval de la Unidad Administrativa competente para que elabore el respectivo análisis de la razonabilidad de su costo.

Para cualquier maquinaria, cuyo uso haya sido autorizado, se pagarán al Contratista las tarifas de alquiler según la normativa que establece la Administración para ello a través del Decreto Ejecutivo N°. 41883- MOPT o su versión vigente. Lo anterior, excepto cuando dichas tarifas de alquiler de equipo estén previamente establecidas en las disposiciones especiales del Contrato.

Se efectuará el pago por el número efectivo de horas que el equipo especial y la maquinaria estén en operación en la ejecución de la obra específica que se realiza bajo los términos de esta sección.

Los gastos de transporte del equipo especial y maquinaria, hasta y desde el lugar de la obra, le serán reconocidos al Contratista sujetos a que:

- (1) El equipo y maquinaria sea obtenido del lugar más cercano debidamente demostrado y aprobado por la Administración, para evitar sobreacarreos innecesarios,
- (2) Los gastos de transporte a reconocer tanto de ida hacia el proyecto como de regreso al sitio de donde se trajeron, sean iguales,
- (3) Las tarifas de acarreo no excedan las tarifas establecidas según la normativa de la Administración para ello, y
- (4) Los costos sólo se reconocen contra facturas comerciales que cumplan con la legislación vigente correspondiente.

Los gastos anteriores aplican para unidades de equipo especial y maquinaria, que no se encuentren ejecutando obra en atención al programa de trabajo propio del proyecto.

El equipo especial y la maquinaria que proponga el Contratista deberán constituir una cuadrilla de maquinaria balanceada en buen estado, por lo que no se

reconocerán costos por equipo ocioso con excepción de aquellos casos causados por caso fortuito o fuerza mayor, debidamente demostrado y aceptado por la Administración. Toda la maquinaria y equipo usado deberá encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento y cumplir con la vida útil que establezca la Administración.

La Administración no reconocerá al Contratista ningún porcentaje adicional a las tarifas de alquiler, ni pagará compensación adicional por reparaciones que pudiera requerir la maquinaria o el equipo.

(d) **Misceláneos**

No se hará ningún pago adicional por concepto de Dirección Técnica, Supervisión, Inspección o Fiscalización, uso de herramientas pequeñas u otros gastos para los cuales no se hubiese previsto una asignación específica.

110.06.03 Subcontratación

En caso de que el Contratista, por las razones que considere, no esté en condiciones de realizar las “servicios especializados” u “obras especiales” solicitadas, deberá presentar la cotización de al menos tres posibles subcontratistas a la Administración. Será responsabilidad del Contratista el verificar que el subcontratista sea competente, tenga la experiencia comprobada y que esté al día con sus obligaciones obrero-patronales.

La negociación y compromisos adquiridos con los Subcontratistas son de competencia única del Contratista. Por lo tanto, es el Contratista el único responsable por incumplimientos y trabajos mal realizados por parte de sus subcontratistas. Los pagos de dichas actividades subcontratadas los realizará la Administración directamente al Contratista y este deberá por su cuenta cancelar a su Subcontratista en el plazo y modalidad pactados entre ellos. No será responsabilidad de la Administración el incumplimiento de contratos pactados entre terceros.

No obstante, lo anterior, la Administración debe inspeccionar las obras ejecutadas para su posterior aceptación y cualquier observación al respecto deberá ser presentada directamente al Contratista. Todos los trabajos mal ejecutados deberán realizarse nuevamente las veces que sean necesarias hasta que queden a satisfacción de la Administración.

Las facturas comerciales presentadas por el Subcontratista deben ser a nombre del Contratista y cumplir con la legislación vigente correspondiente. Estas facturas deberán ser canceladas por el Contratista al Subcontratista, durante el lapso de vida del proyecto y según los acuerdos y responsabilidades correspondientes. Luego, el Contratista presentará a la Administración otra factura a nombre de la Administración por el costo de los trabajos realizados por el Subcontratista.

La Administración reconocerá al Contratista por concepto de administración de lo subcontratado, hasta un 5 % del costo total.

110.06.04 Control y registros

En ambos casos, sea el Contratista o el Subcontratista quien realice las “servicios especializados” u “obras especiales”, este deberá presentar el respectivo informe y los registros, tal y como se detalla a continuación, de manera que se evidencie la realización de lo contratado bajo esos dos conceptos, de acuerdo con las buenas prácticas ingenieriles y con el formato que establezca la Administración. Como complemento a lo anterior, la información contenida debe ser suficiente y pertinente, de manera tal que garantice el cumplimiento del objetivo para el cual fueron ordenados las “servicios especializados” u “obras especiales”, por lo que la Administración deberá ejecutar las acciones necesarias para inspeccionarlos oportuna y adecuadamente.

(a) Registros

Cuando se ordene un trabajo con base en costo más porcentaje, el Contratista y la Administración deberán comparar sus registros de control de ejecución de los servicios especializados u obras especiales en el periodo que la Administración lo determine. Se harán copias de dichos registros en formularios adecuados de acuerdo con los formatos que la Administración establezca para este propósito, y serán firmados por ambas partes, la Administración y el representante del Contratista, guardando cada parte su copia correspondiente. Este registro de control debe ir anexado al pago de la Estimación de Pago y resguardados en el archivo del proyecto.

(b) Informes

No se hará ningún pago por concepto de trabajos realizados con base en costo más porcentaje mientras los registros firmados, no hayan sido preparados con el siguiente detalle como mínimo:

- Indicar tipo de contratación: ya sea para servicios especializados o para obras especiales.
- Nombre, clasificación, fecha, horas diarias, total de horas, tarifa y cálculo para cada obrero y capataz.
- Designación, fechas, horas diarias, total de horas, tarifa de alquiler y cálculo, para cada unidad de maquinaria y equipo.
- Cantidades de materiales con sus precios y cálculos.
- Costo de transporte de materiales.
- Costo de la mano de obra y seguros (con los respectivos soportes para evidenciar tales costos).
- Controles de calidad de materiales y de procesos constructivos.
- Informes de estudios, diseños, ensayos de campo y laboratorio y evaluaciones técnicas, así como cualquier otro trabajo especializado contratado bajo esta Subsección.

El Contratista deberá presentar las estimaciones de pago a nombre de la Administración junto con estos informes y con copia de los controles de obra que llevo con los Subcontratistas, cuando esto corresponda, de manera que justifique con claridad el monto que está presentando.

110.06.05 Aceptación y pago

Todos los materiales adquiridos con cargo al renglón de pago CR.110.06 deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la Administración y están sujetos al cumplimiento de los ensayos y las especificaciones indicadas en el Contrato o en su defecto lo que establezca la Administración.

Todo el equipo y la maquinaria, utilizada con cargo al renglón de pago CR.110.06, deben cumplir con los requisitos establecidos por la Administración.

El pago por “servicios especializados” y “obras especiales” realizados y aprobados de acuerdo con esta Subsección, será incluido en los pagos mensuales o según establezca el Contrato, de acuerdo con el avance de los trabajos. Las cantidades a ser pagadas se basarán en el informe final para pago de la Administración, según se establece en la Subsección 110.06.04 Control y registros.

Las “servicios especializados” y las “obras especiales” financiadas y ordenadas, bajo el renglón de pago CR.110.06 no son objeto de reajustes.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.110.06	Trabajo a costo más	Monto global	(glb)
	porcentaje_____ (1)		

Notas:

(1) Describir si es por “servicios especializados” o por “obras especiales”

110.07 Pagos parciales por avance de obra ejecutada

Los pagos parciales de avance se harán según el Artículo N°. 34 del Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa (RLCA), mensualmente o de acuerdo con las cláusulas correspondientes del Contrato.

A menos que se especifique de otra forma en el Contrato, los pagos parciales por avance se girarán, luego de aplicar los requisitos para la inspección, control y evaluación de calidad, así como los valores de los parámetros de aceptación, control y pago, respectivos, de acuerdo con lo indicado en la Sección 107 Aceptación del trabajo.

110.08 Aceptación y pago final

Todas las estimaciones y pagos parciales de avance estarán sujetos a ser corregidos en cualquier estimación subsiguiente, (incluyendo la estimación y pago finales). El proceso del finiquito del proyecto se hará de conformidad con la normativa que establezca el Contrato y la Administración.

SECCIÓN 111 DISPOSICIONES AMBIENTALES GENERALES

111.01 Aspectos generales

La presente sección contiene disposiciones ambientales generales válidas para todo Contrato de obra que celebre la Administración, cualquiera que sea su naturaleza, siendo el objetivo de esta sección identificar, evitar o prevenir, controlar, minimizar o mitigar, reducir o eliminar, corregir o rehabilitar (restaurar) y compensar el impacto ambiental de las labores constructivas sobre el ambiente físico, biológico y social, evitando cualquier alteración, modificación y/o contaminación al medio socioambiental.

Por su naturaleza y finalidad, el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe haberse completado y aprobado de previo al inicio de actividades constructivas del

proyecto, obra, servicio de conformidad con la normativa ambiental vigente. Además de que los aspectos socio ambientales, se deben considerar a lo largo del ciclo de Proyecto y las consideraciones a aplicarse pueden variar dependiendo de la fase en la que el proyecto se encuentre.

Son aplicables al Contrato todas las disposiciones que correspondan de la legislación ambiental vigente y sus reglamentos. Estas normas legales establecen una serie de exigencias para un determinado grupo de proyectos y sus actividades relacionadas. En este contexto, las presentes disposiciones ambientales generales regulan todas las obras viales, sin exclusión alguna, y conforman un cuerpo normativo específico complementario o basado en la legislación ambiental existente y a sus reglamentos.

El Contratista deberá acatar las instrucciones que imparta la Administración con relación a la protección del medio socioambiental, instrucciones que se efectuarán siempre por escrito y conforme a los términos y condiciones del Contrato.

Al igual que el resto de las exigencias del proyecto, el cumplimiento de las disposiciones ambientales será controlado por la Administración. Cuando se requieran permisos y autorizaciones de otros organismos técnicos, el Contratista deberá antes de iniciar cualquier actividad, obtener dichas autorizaciones y presentarlas a la Administración.

Las obras que requieran de protección socioambiental, según se indica en las presentes disposiciones ambientales, o en especificaciones ambientales especiales si las hubiere, sólo podrán iniciarse una vez satisfechas las acciones que la Administración considere necesarias.

El costo en que el Contratista incurra para cumplir con las exigencias establecidas en las especificaciones socio ambientales, deberá incluirse en los costos generales del Contrato, salvo que se haya considerado en otra forma.

En caso de incumplimiento de cualquiera de estas disposiciones, se generará la sanción correspondiente, según lo establecido en el Contrato.

Si persiste el incumplimiento de las normas ambientales, el responsable ambiental y la Administración podrán ordenar la paralización temporal de las labores hasta tanto no se dé cumplimiento a ellas.

Las responsabilidades ambientales quedarán sujetas a la contratación por parte de las empresas contratistas o la Administración, de conformidad con la tipología de Proyecto y serán auditadas por las unidades ambientales designadas por la Administración.

Según el tipo y la envergadura del proyecto, la Administración valorará el requerimiento de personal en materia de salud ocupacional y gestión socio ambiental por parte del Contratista.

111.02 Definiciones

- (1) Agua residual - Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes.
- (2) Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF) - Espacio geográfico que en función de sus condiciones de aptitud, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad sociocultural; presenta una capacidad de carga restringida y con algunas limitantes técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales, el Estado, en virtud de sus características ambientales ha emitido un marco jurídico especial de protección, reserva, resguardo o administración.
- (3) Áreas de recarga acuífera - Superficies territoriales en las cuales ocurre la mayor parte de la infiltración del agua a través de la corteza terrestre, que alimenta acuíferos y cauces de los ríos.
- (4) Código de Buenas Prácticas Ambientales - Documento que contiene el conjunto de prácticas ambientales, generales y específicas, que debe cumplir todo desarrollador, no importa la categoría ambiental en que se encuentre su actividad, obra o Proyecto, como complemento de las regulaciones ambientales vigentes en el país. En él se establecen acciones de prevención, corrección, mitigación y compensación que deben ejecutarse a fin de promover la protección y prevenir daños al ambiente. Este documento debe ser tomado en consideración por el consultor ambiental y el analista responsable de revisar una evaluación de impacto ambiental y de aplicación obligatoria por el Contratista, por lo que este debe comunicarlo de manera adecuada a todo el personal involucrado en el ciclo de vida del proyecto.
- (5) Consultor Ambiental – Persona física que se encuentra inscrita en el registro de consultores de la SETENA, para brindar asesoría técnica a un desarrollador de actividades, obras o proyectos y que es responsable de la elaboración de las EIA que se presentan a la SETENA, conforme a lo establecido en el Reglamento General

sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N°. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, sus reformas o el decreto que lo sustituya). No podrán registrarse como consultores ambientales ni funcionarios del MINAE, ni de la SETENA.

- (6) Cuerpo receptor - Es todo aquel manantial, zonas de recarga, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, canal artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales.
- (7) Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) - Procedimiento administrativo científico-técnico que permite identificar y predecir cuáles efectos ejercerá sobre el ambiente, una actividad, obra o Proyecto, cuantificándolos y ponderándolos para conducir a la toma de decisiones. De forma general, la Evaluación de Impacto Ambiental, abarca tres fases: a) la Evaluación Ambiental Inicial, b) la confección del Estudio de Impacto Ambiental o de otros instrumentos de evaluación ambiental que corresponda, y c) el Control y Seguimiento ambiental de la actividad, obra o Proyecto a través de los compromisos ambientales establecidos.
- (8) Escombreras - Lugares donde se depositan materiales de desecho proveniente de la construcción, industrias o diversas actividades manufactureras. Al tratarse de residuos generados por la construcción de una carretera, las escombreras son rellenos artificiales que permiten la disposición final de materiales de escombros de estructuras que fueron removidas, suelos o rocas sobrantes del movimiento de tierra.
- (9) Departamento o Unidad Ambiental - Instancia que velará por la incorporación de variables socio ambientales, apoyo logístico y técnico en materia ambiental, y asegurará el cumplimiento de la legislación ambiental en el desarrollo del proyecto.
- (10) Gestión ambiental - Conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales que tienen como objetivo asegurar que el proyecto, obra o actividad, opere dentro de las regulaciones jurídicas, técnicas y ambientales vigentes.
- (11) Gestión integral de residuos - Conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final.

- (12) Lixiviados - Para los efectos de la normativa vigente, son contaminantes fluidos que penetran estratos inferiores del suelo y que inciden generalmente sobre la calidad de las aguas.
- (13) Material vegetal disminuido - Partes de hojarasca y ramas, así como troncos y raíces cortadas en trozos.
- (14) Medidas de Compensación - Son acciones que retribuyen a la sociedad o la naturaleza, o a una parte de ellas, por impactos ambientales negativos, por impactos acumulativos de tipo negativo, ocasionados por la ejecución y operación de una actividad, obra o Proyecto, conforme a lo establecido en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N°. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, sus reformas o el decreto que lo sustituya).
- (15) Medidas de Mitigación - Son aquellas acciones destinadas a disminuir los impactos ambientales y sociales negativos, de tipo significativo, ocasionados por la ejecución y operación de una actividad, obra o Proyecto y que deben ser aplicadas al AP total de la actividad, obra o Proyecto y dependiendo de su magnitud, podrá ser aplicable a su área de influencia directa o indirecta, conforme a lo establecido en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N°. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, sus reformas o el decreto que lo sustituya).
- (16) Plan de buenas prácticas ambientales - Medidas que se aplican para reducir los impactos ambientales que se producen a raíz de alguna actividad, con el objetivo de mantener un desarrollo sostenible.
- (17) Plan de Compensación – Forma en la que se presentan las medidas de compensación a la SETENA, conforme a lo establecido en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N°. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, sus reformas o el decreto que lo sustituya).
- (18) Plan de Mitigación – Forma en la que se presentan las medidas de Mitigación a la SETENA, conforme a lo establecido en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ejecutivo N°. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, sus reformas o el decreto que lo sustituya).

- (19) Plan de gestión ambiental - Instrumento técnico de la Evaluación del Impacto Socio Ambiental y este es un documento, de formato preestablecido, que además de realizar un pronóstico general de los aspectos e impactos ambientales más relevantes que generará la actividad, obra o Proyecto a desarrollar, incluye: las medidas socio ambientales con sus posibles costos, plazos, responsables de aplicación, todas destinadas a identificar, evitar o prevenir, controlar, minimizar o mitigar, reducir o eliminar, corregir o rehabilitar (restaurar) y compensar el impacto socio ambiental que se pueda producir por la realización del proyecto en cuestión.
- (20) Pasos de fauna - Los pasos de fauna son estructuras transversales a la vía que permiten el paso seguro de los animales que habitan en la zona. Su uso ayuda a mitigar la fragmentación de hábitat que se genera al implementar obras constructivas, como carreteras y así reducir el impacto negativo sobre la vida silvestre. Entre sus principales tipos se encuentran: Paso inferior o subterráneo, son estructuras tipo cajón, diseñadas para vertebrados pequeños, medianos y grandes. En su adecuada función debe disponer de las dimensiones estándar para este tipo de estructuras, permitir el drenaje de las aguas sin que impida el paso de los animales, así como las estructuras complementarias necesarias (vallado perimetral, accesos y señalización). Paso arborícola (entre árboles), consiste en cuerdas o cables elevados que permiten el desplazamiento de los animales (monos, ardillas, osos perezosos, entre otros), entre los árboles. Paso mixto (drenaje y paso de fauna), consiste en obras de drenaje adaptadas para el paso de fauna. Para ello, se construyen pasarelas laterales que permiten el paso seco para el tránsito de los animales, tanto su acceso como salida. La correcta realización de los estudios de pasos de fauna sirve para definir entre otras cosas el tipo y dimensiones de la estructura a necesitar, o necesidad de la construcción o instalación de medidas complementarias para dirigir la fauna a los estos pasos, así como de la construcción de pasarelas (aceras) en el paso de fauna, o la colocación de mallado para prevenir la incorporación de grupos de fauna específicos a la calzada.
- (21) Proceso de Gestión Ambiental y Social para los Proyectos del Sector Transporte e Infraestructura - Responde al proceso de seguimiento, auditoría y control socioambiental garantizando que los componentes ambientales y sociales se incorporen tanto dentro de la gestión institucional, como dentro del ciclo de los proyectos que se ejecuten, a fin de contribuir con el desarrollo sostenible.

- (22) Residuo - Material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente, o en su defecto ser manejado por sistemas adecuados de disposición final.
- (23) Residuos de manejo especial - Son aquellos que, por su composición, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje, formas de uso o valor de recuperación, o por una combinación de esos, implican riesgos significativos a la salud y degradación sistemática de la calidad del ecosistema, por lo que requieren salir de la corriente normal de residuos ordinarios.
- (24) Residuos peligrosos - Son aquellos que, por su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, bioinfecciosas e inflamables, o que por su tiempo de exposición puedan causar daños a la salud y al ambiente.
- (25) Residuos ordinarios - Residuos de carácter doméstico o común generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a las de las viviendas. Se excluyen los residuos de manejo especial o peligroso, regulados por la Ley N°. 8839, Ley para la Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.
- (26) Residuos valorizables - Son aquellos residuos que pueden ser recuperados de la corriente de los residuos para su valorización.
- (27) Responsable o regente ambiental - Es la persona física o jurídica, que se encuentra inscrito en el Registro de la SETENA, contratado por el desarrollador, con el fin de velar por cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por la actividad, obra o Proyecto, el Código de Buenas Prácticas Ambientales y la normativa vigente. Tiene la obligación de informar oficialmente a la SETENA y a la autoridad ambiental los resultados del seguimiento y control conforme a lo establecido en este reglamento y demás normativa aplicable.
- (28) Separación - Procedimiento mediante el cual se evita desde la fuente generadora que se mezclen los residuos, para facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables y se evite su disposición final.

- (29) Uso conforme del suelo - Aquel uso del suelo que se ajuste a las normas consideradas en la Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica y a las normas técnicas de manejo y conservación del suelo establecidas en la Ley N°. 7779, Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos.
- (30) Valorización - Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor de los residuos para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente.
- (31) Viabilidad (Licencia) Ambiental (VLA)- Representa la condición de armonización o de equilibrio aceptable, desde el punto de vista de carga ambiental, entre el desarrollo y ejecución de una actividad, obra o Proyecto y sus impactos ambientales potenciales, y el ambiente del espacio geográfico donde se desea implementar. Desde el punto de vista administrativo y jurídico, corresponde al acto en que se aprueba el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, ya sea en su fase de Evaluación Ambiental Inicial, o de Estudio de Impacto Ambiental o de otro documento de EIA (Evaluación de Impacto Ambiental).
- (32) Zona receptora - Área que recibe los niveles de presión sonora provenientes de una fuente emisora de sonido.

111.03 Campamentos, plantas y manejo de materiales

Además de las medidas citadas a continuación, se debe de realizar cualquier otra medida especializada a solicitud del regente ambiental, del proceso socio ambiental, que la Administración valide como necesaria para el control, prevención, mitigación, seguimiento y compensación socio ambiental.

- (a) Campamentos, áreas de trabajo, obras complementarias.

La ubicación de las áreas destinadas a instalaciones necesarias en la obra, tales como campamentos, talleres, plantas de producción (asfalto y/o concreto), quebradores, oficinas, laboratorios u otros, deberá ser estudiada cuidadosamente por el Contratista con el objeto de quedar fuera de aquellos sectores de fragilidad ambiental, para lo cual restringirá al mínimo la superficie de ocupación. Se deberá verificar que estas obras estén contempladas en la Viabilidad Ambiental (si aplica según el tipo y dimensión del proyecto). El Contratista deberá contar con un Plan de Buenas Prácticas Ambientales de conformidad con los lineamientos de la

Administración (y de previa aprobación por ésta) y la legislación pertinente, que defina los protocolos de gestión en cada caso (campamentos, talleres, plantas de producción, oficinas, laboratorios, entre otros), de tal forma que garantice el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, entre ellos contar con el uso de suelo así como el aval para la construcción temporal emitidos por la Municipalidad correspondiente, así como Plan de Manejo de Cierre en el que se incorporen los aspectos técnicos para la devolución del terreno, asegurando la óptima condición.

No está permitido el desfogue de agua caliente para no generar alteraciones a la vida existente en cuerpos de agua, por lo que estas aguas deberán ser enfriadas hasta alcanzar la temperatura similar a la del cuerpo receptor.

Se deben construir trampas de grasa para los residuos sólidos orgánicos generados en las cocinas y áreas de alimentación, los desechos sólidos producto de las actividades ordinarias del personal, deberán ser dispuestos finalmente en un sitio autorizado; las aguas residuales generadas en estos sitios deben ser canalizadas hacia un sistema de tratamiento, al alcantarillado sanitario o en su defecto dirigidas hacia el drenaje temporal, que deberá ser aprobado por la Administración para la disposición de estos residuos líquidos, en apego de la legislación ambiental vigente.

El área de las instalaciones de obra y en general toda el área de la construcción, deberá conservarse en forma ordenada durante todo el transcurso de los trabajos. Para ello, deberá asegurar la gestión adecuada de todos los residuos ya sea domésticos, escombros y propios de la construcción así como residuos peligrosos o de cuidado especial como son; fluorescentes, aceites, llantas, aguas lechosas, entre otros, tal y como lo establece el marco normativo ambiental, así como contar con facilidades para los trabajadores, tales como cabinas sanitarias, áreas de descanso y prevenir la contaminación del suelo y las aguas debidas a la presencia de trabajadores y actividades constructivas.

Cada sitio (centro de acopio) de disposición de residuos debe estar debidamente rotulado, delimitado con cinta, en respectivo orden y limpieza, asegurando mantener el área de Proyecto libre de desechos propios de las actividades constructivas y de terceros.

Una vez finalizados los trabajos de construcción, se deberá restituir rigurosamente el lugar a las condiciones previas a la iniciación de los trabajos. Al menos se deberá:

- (1) Retirar absolutamente todo vestigio de ocupación del lugar, tal como chatarra, escombros, cercas, instalaciones eléctricas y sanitarias, estructuras, pavimentos, plataformas y revisión de las condiciones del suelo que pudo haber entrado en contacto con aceites o derivados de hidrocarburos entre otros;
 - (2) Recuperar o restituir la cubierta vegetal autóctono en caso de que ésta hubiese sido alterada o retirada al instalar las obras temporales;
 - (3) Rellenarlos hoyos y zanjas que se hubieran excavado, de tal forma que no constituyan un foco de accidentes o un peligro para el ambiente;
 - (4) Eliminar en su totalidad las rampas de carga y descarga, de cualquier naturaleza; y
 - (5) Dejar en el lugar solo los elementos que efectivamente signifiquen una mejora para el ambiente o presten utilidad práctica evidente, esto a criterio de la Administración o del propietario, según sea el caso.
 - (6) Visto bueno por parte de la Administración de recibido conforme de los cumplimientos de los compromisos socio ambientales, de conformidad con el Plan de Manejo de Cierre.
- (b) Plantas de producción de materiales

La ubicación e instalación de las plantas de mezcla asfáltica, hormigón, trituración, u otras similares, deberán responder a criterios socioambientales, escogiéndose preferentemente o seleccionando lugares planos, desprovistos de cubierta vegetal y alejados lo más posible de áreas pobladas; se deberá garantizar que no se afectarán áreas ambientalmente frágiles tales como mantos acuíferos, zonas de recarga, cuerpos de agua, ni sitios donde el nivel freático sea muy superficial. Deben ubicarse lo suficientemente lejos de los cuerpos de agua de conformidad con la normativa vigente, de manera que un derrame no tenga posibilidades de llegar a ellos.

Para la ubicación de la planta se deben tomar en cuenta los riesgos de deslizamientos, así como el riesgo sísmico y la dirección del viento, de tal forma que se asegure de causar la menor afectación posible a construcciones cercanas u otros elementos ambientales (ríos, vegetación, entre otros).

Se deberá reducir al mínimo, durante el período de la construcción y operación de la planta de producción de materiales, la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables. Para tal efecto, las emisiones se restringirán a los límites establecidos por las instituciones correspondientes y la legislación vigente.

Se deberán hacer los monitoreos de generación de ruido en horas pico de trabajo, comparando con la línea base (tomada de previo al inicio de las actividades) con la finalidad de aplicación de medidas correctivas correspondientes en el caso de evidenciar impactos en este tema. Se deberá definir la periodicidad y el horario que debe realizar monitoreos de generación de ruido, según corresponda y dentro de las áreas de influencia. Se recomienda una (1) vez por mes, o según lo indique la Administración.

La Administración coordinará con el responsable ambiental la verificación de los niveles de emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones, de acuerdo con la legislación. En caso de ser necesario, el Contratista deberá especificar los métodos que usará para su control. Estos métodos deberán ser presentados a la Administración y aprobados por ésta, antes de iniciar las labores.

Cuando se utiliza agua en el proceso se debe contar con una pila (fosa) de sedimentación con dimensión suficiente para que trabaje eficientemente y se logre recuperar la mayor cantidad de sedimentos o bien contenerlos utilizando trampas (de retención de sedimentos, hidrocarburos u otros), de tal forma que se garantice que el desfogue de aguas no afecte la vida acuática. Todas las instalaciones deberán contar con dispositivos especialmente diseñados para evitar la contaminación del ambiente, por ejemplo, la producida por residuos sólidos, derrames de materias tóxicas o peligrosas, emisiones de gases, ruidos y partículas transportables por el viento.

Se debe contar con un plan de manejo de residuos, dentro del cual se deberá contemplar su cuantificación y procedencia, información básica para definir su gestión; recolección, acumulación y disposición final adecuada.

Toda planta de producción debe contar con un Plan de Mantenimiento Preventivo y medidas de seguridad en la operación, establecido con base en los requerimientos del equipo según lo indique el fabricante, dentro de este plan se deben especificar

los trabajos a realizar, su frecuencia y las medidas de seguridad preventivas de incidentes y/o accidentes.

Cada planta dedicada a la producción deberá contar con la Viabilidad Ambiental vigente y el responsable ambiental según la normativa vigente con la finalidad de velar por el cumplimiento de las buenas prácticas ambientales, obtenido dentro de la EsIA del proyecto o en su caso de manera individual. En los casos de tanques de almacenamiento, sean estos de asfalto, diésel, aceite, productos combustibles, entre otros; se debe construir con una base impermeabilizada y una barrera perimetral al tanque, que retenga cualquier tipo de derrame. Esta barrera debe tener capacidad, como mínimo, de contener 1,5 veces la capacidad del tanque. Se debe tomar en consideración la instalación de mecanismos de bombeo del material derramado y prever su reutilización o disposición final siguiendo los mecanismos que establece la legislación. En estos sitios se debe contar con un equipo antiderrames que incluya al menos, un estañón con arena, pala, paños o churros absorbentes, sustancia biodegradable (biorremediador), guantes de nitrilo, anteojos de seguridad, respirador desechable y recipiente rotulado con la indicación: “material contaminado”, para disponer finalmente de éste. Una vez lleno este recipiente se deberá enviar a un sitio autorizado y presentar constancia de la recepción. Según lo que considere pertinente la Administración, al inicio del proyecto, el Contratista deberá de presentar al menos tres (3) opciones identificadas y justificadas como posibles para el destino final de los residuos.

(c) Manejo y transporte de materiales peligrosos

El almacenamiento y transporte de materiales y elementos contaminantes, tóxicos o peligrosos, tales como explosivos, combustibles, lubricantes, asfaltos, aguas servidas no tratadas, entre otros, deberán efectuarse respetando la normativa existente. Asimismo, deberán garantizarse las condiciones de seguridad necesarias y razonables para prever derrames, pérdidas y daños por lluvia o anegamientos, robos, incendios u otros, así como de su disposición final.

Según lo que considera pertinente la Administración, esta solicitará constancia de la capacitación del personal que estará a cargo de esta labor.

En lo relacionado a la manipulación de explosivos, el Contratista, se atenderá a lo dispuesto en las disposiciones de seguridad del proyecto y en las leyes y reglamentos que en esta materia rigen en el país.

111.04 Explotación de sitios de préstamo

(a) Disposiciones generales

La responsabilidad de la búsqueda, ubicación, explotación y retiro de los sitios de préstamos como fuente de materiales para la obra, será de entera y total responsabilidad del Contratista. El Contratista seleccionará fuentes de materiales que cuenten con todos los permisos establecidos por la ley y vigentes; Viabilidad Ambiental emitida por SETENA y Título Minero. Toda fuente de material deberá contar con los profesionales que indique la legislación vigente, como Regente Ambiental, geólogo y otros quienes; serán los responsables del manejo que se dé a la fuente de materiales, para ello deberá presentar una declaración jurada emitida por los profesionales, en la cual se den por enterados y del cumplimiento de la normativa ambiental vigente ante ambas entidades rectoras (MINAE y SETENA). Deberán de cumplir los procesos administrativos de competencia, constatando el conocimiento del uso que se le dará a la fuente de préstamo de materiales y el compromiso ante esas instancias (por ejemplo, cuando se presente un cambio en la tasa de extracción aligerándose el proceso extractivo que posiblemente difiera del planificado para la fuente en mención), no siendo responsabilidad de la Administración cumplir con nada más allá de lo que se haya definido en el Contrato. Estos profesionales serán los que tengan que dar cuenta a las instituciones del Estado mediante los informes que estable la ley.

El Contratista sólo podrá hacer uso del material de préstamo que cuente con las autorizaciones pertinentes o de aquel cuyos volúmenes de extracción cumplan con lo establecido en el Plan de Explotación. En caso de que el Contratista considera la posibilidad de hacer uso de fuentes de materiales gestionadas por sí mismo, deberá presentar las viabilidades ambientales y el permiso de explotación. Igualmente, si fuese un servicio suministrado por un tercero debe cumplir con la normativa vigente.

La elección de los sitios de préstamo que servirán a la construcción de la obra, deberán ser propuestos por el Contratista y aprobados por la Administración, antes de que se inicien las labores de extracción. El Contratista deberá comprobar la

calidad de sus fuentes de materiales y las condiciones en que se está operando en cualquier momento y sugerir ajustes o cambiar las mismas, siempre y cuando justifique técnicamente que alguna fuente no se ajusta, incluida la calidad del material que aporta para la necesidad específica. Todo de conformidad con lo aprobado por la Administración.

Será responsabilidad del Contratista garantizar que todas las vagonetas que acarrean material desde los centros de materiales porten el toldo cobertor y que el mismo esté en buen estado, logrando cubrir por completo la góndola y garantizar que no salgan partes del material transportado o bien partículas que puedan afectar la calidad ambiental durante su recorrido o afectar a propiedades vecinas o usuarios de la ruta. Igualmente será su responsabilidad seleccionar las rutas que menor congestión o que causen afectación a su paso en las comunidades, y velar por que se cumplan las velocidades adecuadas de trasiego.

El Contratista deberá realizar por su cuenta y a su propio cargo las negociaciones para adquirir los terrenos o derechos de las áreas por usar como préstamos.

En caso de que el Contratista adquiera derechos de explotación, la construcción de las instalaciones necesarias para adecuar las áreas a los propósitos señalados y, en general, la ejecución de todas las acciones y la obtención de las autorizaciones que se requieran para explotar préstamos, en conformidad con la legislación vigente y estas disposiciones ambientales generales, será su responsabilidad por lo que una vez terminados los trabajos en un sitio de préstamo, deberá proceder a la desinstalación completa de las estructuras y retirar todos los escombros y residuos, hasta dejar el área completamente limpia y despejada. Los residuos no aprovechables deberán trasladarse a sitios autorizados y presentar la constancia escrita de la recepción de residuos emitida por el ente propietario del servicio. Se deberá garantizar que la superficie donde se ubicó el sitio de trabajo quede libre de residuos líquidos como aceite o derivados de hidrocarburos.

(b) En cauces naturales de agua

Toda fuente de materiales que sea utilizada en proyectos deberá cumplir con los permisos y la legislación vigente, tales como Viabilidad Ambiental, Título Minero, permisos de extracción de agua, y otros. Para lo cual se deberá presentar las certificaciones vigentes de las instituciones correspondientes. El uso de cauces

naturales para extraer material árido, relleno integral u orgánico, deberá enmarcarse en la normativa legal existente. El Contratista deberá cumplir con los requisitos técnicos establecidos por las instituciones correspondientes.

Para la extracción mecanizada de material fluvial, el Contratista debe presentar un listado de fuentes de material que utilizará en el proyecto, las cuales serán verificadas por la Administración y será responsabilidad del Contratista utilizar una fuente de materiales que cumpla con los permisos de concesión ante la Dirección de Geología y Minas y dar parte de las actividades a realizar ante la Dirección de Agua del MINAE, este último para manifiesto de aprobación y que no haya objeción ante la actividad de extracción del material en los sitios definidos.

Relacionado con el uso de cauces naturales para la extracción de agua, será responsabilidad del Contratista cumplir con los permisos de concesión ante la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), como órgano rector en la materia.

(c) En cortes de caminos

Se permitirá el aprovechamiento de material producto del corte dentro de los límites establecidos por el proyecto.

Será por cuenta y cargo del Contratista el diseño y construcción de todas las obras derivadas que resulten necesarias para dejar el área perfectamente drenada y para evitar los riesgos de deslizamientos y erosión, mediante vegetación, drenes, cunetas, escalonamiento del talud u otro tipo de tratamiento. Será también por cuenta del Contratista la instalación de cercas y otras obras de seguridad, una vez terminada la explotación, o la habilitación de miradores o barreras visuales, entre otros, como parte del plan de mejoramiento ambiental, si ese fuera el caso.

(d) En áreas de préstamo

En caso de requerirse material de zonas de préstamo (cantera y/o tajo) fuera del límite del proyecto, éstos deberán contar con los permisos respectivos (Título Minero o Viabilidad Ambiental) y la normativa vigente.

Será de responsabilidad y cargo del Contratista diseñar y construir todas las obras que permitan, una vez terminados los trabajos de explotación, que el lugar quede con adecuadas condiciones en términos estéticos y de drenaje, de tal modo que no se generen zonas indeseables de aguas estancadas y se evite el riesgo de

deslizamiento y erosión de los taludes de la explotación. Asimismo, será por cuenta del Contratista la instalación de obras de seguridad, de modo que las explotaciones no representen peligro para estructuras, personas y animales.

111.05 Sitios de disposición de materiales: tierra, material vegetal disminuido y escombreras

Además de las medidas citadas a continuación, se debe de realizar cualquier otra medida especializada a solicitud del regente ambiental, del proceso socio ambiental, que la Administración valide como necesaria para el control, prevención, mitigación, seguimiento y compensación socio ambiental.

(a) Disposición de tierra y material vegetal disminuido

En las etapas iniciales del proyecto, se harán las identificaciones de los sitios de disposición, estos deberán cumplir con los aspectos correspondientes y ser validados por la Administración. Durante el movimiento de tierras, siempre que las condiciones naturales del suelo lo permitan, se separará la capa de suelo orgánico y se promoverá reutilizar en otras áreas, o bien se resguardará de la erosión y cuando así corresponda, se utilizará en obras de restauración ambiental dentro del Área de Proyecto (AP) o fuera de ella. No se deberá promover la mezcla de los suelos orgánicos en otras capas de suelo, menos fértiles, ni tampoco se promoverá su disposición dentro de escombreras o botaderos autorizados.

Los materiales estériles, tales como piedras de gran tamaño deberán ser recubiertos con suelos provenientes de los movimientos de tierra, con otra vegetación de crecimiento natural en la zona, tales que permitan superficies razonablemente aptas para favorecer el desarrollo de la vegetación.

En el caso de redefinir un nuevo sitio para escombrera, en la medida de las posibilidades se ubicará dentro del Área de Proyecto (AP) o el Área de Influencia Directa (AID) y se cumplirá con el mismo protocolo que se formuló en el proceso de evaluación ambiental. Estos sitios deberán contar con la aprobación de la Administración, y cumplir con los requerimientos y permisos exigidos por las entidades competentes. Cada sitio deberá haber sido seleccionado por un profesional en Ingeniería o geología o Ingeniero en minas, quien dará la recomendación de uso y hará la propuesta para estudio de parte del Contratista, incluyendo la recomendación técnica del responsable ambiental.

Todos los sitios de disposición de tierra y material vegetal disminuido (partes de hojarasca y ramas, así como troncos y raíces cortadas en trozos) que use el Contratista deberán contar con la aprobación de la Administración, y cumplir con los requerimientos exigidos por las entidades competentes. Cada sitio deberá haber sido seleccionado por un profesional en Ingeniería quien dará la recomendación de uso y hará la propuesta para estudio de parte del Contratista, incluyendo la recomendación técnica del Regente Ambiental.

En caso de sitios de disposición de tierra y material vegetal disminuido, cabe la consulta a la SETENA y a la Municipalidad respectiva para manejarlos como proyectos de bajo impacto ambiental, para lo cual se requerirá llevar un expediente individual para cada sitio que permita darle seguimiento. Se debe documentar todo el proceso hasta concluir con el cierre técnico.

El expediente de los sitios de disposición de tierra y material vegetal disminuido debe contener los documentos que soliciten la Municipalidad o la SETENA.

Adicional a lo solicitado por la SETENA y con el fin de mantener ordenado el proceso de disposición de tierra en propiedades privadas, el expediente individual deberá contener como mínimo el estudio literal de la propiedad, copia de la cédula de identidad del propietario, carta de autorización para el uso que se le dará al terreno, así como una carta de conformidad al cerrar el sitio y haberse devuelto al propietario. En todos los casos se tendrá que presentar la autorización o pronunciamiento de la autoridad municipal correspondiente y llevar registro fotográfico del sitio con las condiciones en que se recibe el sitio y como se deja.

Una vez finalizada la utilización del sitio y se proceda con el protocolo de cierre, se deberá constatar que el terreno no presente problemas de estabilidad ni de drenajes. De ser necesario, se deben construir contracunetas que busquen las corrientes naturales más cercanas. La superficie debe contar con una pendiente tal que permita el drenaje de las aguas, y que, a su vez, disminuye la erosión.

(b) Disposición de escombros (escombreras):

Todos los sitios de escombreras para el proyecto deberán estar definidos e identificados desde el proceso de evaluación ambiental y contenidos en el instrumento de competencia y de plica al Proyecto, asegurándose así, que los sitios de escombreras están contenidos en la Viabilidad Ambiental del Proyecto.

En el caso de que los sitios de escombreras no estén o quedarán definidos en el proceso de evaluación ambiental, el Contratista deberá posterior tramitar la Viabilidad Ambiental para dichos sitios y los Planes de Manejo y de Cierre. De preferencia y/o en medida de las posibilidades, se seleccionará para esos fines, sitios como son canteras que ya concluyeron su vida productiva y donde se requiera realizar cierre técnico o terrenos donde no haya presencia de árboles.

El material por disponer y colocar en las escombreras, ya sea, escombros propios de demoliciones y/o actividades constructivas, la tierra y el material vegetal disminuido (cuando técnicamente se haya definido como material de relleno para la escombrera) no se colocarán en sitios cercanos a drenajes naturales o cuerpos de agua, ni en Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF) de conformidad con la legislación ambiental vigente.

Al escoger los lugares para ubicar sitios de disposición (escombreras), se deberá garantizar que en el sitio no existan pendientes pronunciadas ni se den procesos evidentes de arrastre por aguas de lluvias ni erosión, de tal modo que no se exponga el material depositado a procesos naturales de arrastre ni sedimentos, que puedan afectar cuerpos de agua próximos o bien, provocar obstrucciones a pasos de aguas pluviales u otras propiedades privadas.

(c) Otros residuos

Los residuos varios de la construcción como son restos de vestimenta, cintas, mallas de seguridad, estañones, barreras de seguridad, señalizaciones, empaques de cemento, llantas, estructuras producto de demoliciones, entre otros, no pueden ser considerados como escombros y en consecuencia deberán ser enviadas a sitios de disposición autorizados para recibir residuos no valorizables.

En ningún sitio de escombrera o puntos limpios se deberán disponer fosas o sistemas de tratamiento para el lavado de aguas mezcladoras (chompipas) ni maquinaria.

(d) Residuos peligrosos

Para el caso de residuos como: aceites, aditivos, filtros de aceite, materiales impregnados con sustancias derivadas de hidrocarburos, pinturas, solventes, entre otros, deberán ser gestionados según corresponda por su peligrosidad, debiendo identificar empresas especializadas que reciban aceite, filtros y mostrar evidencia

de recibido por parte del Contratista. Los residuos peligrosos que no puedan ser gestionados a causa de la no existencia de empresas especializadas, deberán ser enviados a sitios o rellenos sanitarios autorizados.

111.06 Precauciones durante los trabajos

Además de las medidas citadas a continuación, se debe de realizar cualquier otra medida especializada a solicitud del regente ambiental, del proceso socio ambiental, que la Administración valide como necesaria para el control, prevención, mitigación, seguimiento y compensación socio ambiental en la etapa de ejecución de la obra.

(a) Protección de la Flora y Fauna

Cuando los trabajos se realicen en zonas donde exista peligro potencial de incendio de la vegetación circundante, y en especial cuando las labores estén dentro o cerca de áreas protegidas, áreas de fragilidad ambiental, o bien, cerca de plantaciones naturales o artificiales importantes, el Contratista deberá tener un permanente cuidado y vigilancia, evitando el encendido de fogatas u otra acción que pudiera originar un incendio.

Asimismo, en el caso de obras dentro del AP (Área del Proyecto), si se determinan durante el ciclo de vida del proyecto la existencia de áreas o ecosistemas biológicos no considerados en la evaluación ambiental que estén expuestos a sufrir una modificación directa por las actividades de la obra, el responsable ambiental deberá velar por el cumplimiento de las medidas ambientales requeridas o dispuestas en el instrumento de evaluación ambiental o normativa vigente ante la posible afectación, dando cuenta del hecho a la Administración para tomar las acciones que correspondan.

En el caso de que las actividades que no quedarán incorporadas dentro del AP (Área del Proyecto), ni en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), será responsabilidad del Desarrollador gestionar el permiso correspondiente a ante la autoridad ambiental competente, según la normativa ambiental vigente.

Todas las áreas destinadas a la construcción de las obras y las áreas restrictivas deberán quedar claramente identificadas y delimitadas en un plano, de tal forma que todo el personal que labore en el proyecto de construcción o que tenga participación de manera directa con el proyecto, conozca la ubicación precisa de estas áreas. Se

deberá demarcar o identificar con dispositivos físicos los perímetros de estas áreas ambientalmente frágiles.

El Contratista deberá contar con un protocolo de protección, rescate y liberación de flora y fauna silvestre según corresponda en el instrumento de evaluación ambiental, el tipo de Proyecto o el Código de Buenas Prácticas Ambientales, adoptar todas las medidas necesarias para evitar que sus empleados efectúen actividades invasivas sobre la vegetación de especies nativas, caza, extracción u otros, de conformidad con la normativa. Los protocolos deberán ser ejecutados por el profesional atinente en la materia y capacitado para la manipulación. Asimismo, se implementará antes, durante y después del proceso de corta de árboles y durante todo el proceso constructivo.

También deberá dotar todos sus equipos e instalaciones con elementos adecuados para asegurar que se minimice la probabilidad de propagación del fuego.

En aquellos entornos donde se hubiera señalado o detectado la presencia de fauna de valor ecológico, se valorará la necesidad de realizar talas y desbroces según la época del año a fin de disminuir la pérdida de animales y no interferir con épocas de reproducción y crianza, para permitir la recuperación de las poblaciones animales en plazos más cortos. En el caso de que se produzca un accidente que cause herida o muerte de ejemplares importantes de la fauna local, el contratista tomará las siguientes acciones:

- En el caso de que el ejemplar sólo quede herido, se correrá con los gastos de rehabilitación del animal, se deberá proceder con el protocolo de fauna y llevar al animal al centro de rescate más cercano.
- En caso de muerte del ejemplar, se estará obligado a informar sobre la forma en que ocurrió el suceso, además de proceder a tomar medidas para evitar se repita el accidente.

Por ejemplares importantes de la fauna se entienden todas aquellas especies que son básicas para que cumplan papeles fundamentales en el desarrollo y reproducción del ecosistema; aquellas que están en vías de extinción, las endémicas y los grandes mamíferos y aves.

Se entiende por rehabilitación el proceso que culmina con la instalación del ejemplar en su nicho ecológico original, con sus facultades plenas para la supervivencia.

En trabajos que se realicen en cauces de dominio público, como son los puentes y sistema de conducción de aguas pluviales, se deberá considerar el tema de macrobentos (grupo de animales invertebrados mayores a un milímetro (1 mm) de tamaño que se asocian con el ecosistema acuático) y garantizar que se incorporen medidas para mantener la calidad del agua (luz y oxígeno) y evitar el aporte de sedimentos que afecte a las especies que viven en estos. Igualmente, no está permitido obstruir el paso del agua como parte de las labores constructivas con el fin de no afectar a estas especies.

Relacionado con la construcción e implementación de medidas dirigidas a la fauna silvestre como por ejemplo pasos de fauna, vallado, señalización, modificaciones o adaptaciones en diseños existentes, entre otros, lo cual se implementará de conformidad con los estudios técnicos o científicos realizados de pasos de fauna (inferiores, arborícolas y/o mixtos) y normativa vigente. El tipo de paso, ubicación, especificación técnica, tipos de especies otras medidas y temas de referencia, estarán definidos en dichos estudios. Posterior a esas condiciones, el diseño de los pasos de fauna, deberán entonces incorporarse a nivel planos constructivos del proyecto. Estas medidas tienen como finalidad, brindar un paso seguro para la fauna silvestre a través de una carretera o autopista, permitiendo la conexión entre hábitats y elementos más amigables con la vida silvestre y su medio.

La chapea del terreno se ejecutará previamente a la remoción de la tierra vegetal y en toda la zona de construcción del proyecto.

Se debe evitar la corta, destrucción o daño de cualquier ejemplar de especie arbórea o arbustiva que se determine deba ser preservado o protegido, atendidas sus características o estado de conservación. En caso de que se requiera la corta de algún árbol maderable, en riesgo de extinción o ubicado en zonas de protección, la Administración gestionará el permiso correspondiente, de conformidad con la normativa ambiental vigente.

El Contratista señalará los árboles y zonas arbustivas existentes dentro de la faja del camino que no vayan a interferir manifiestamente con el buen desarrollo de los trabajos ni con la visibilidad de los usuarios del camino. Estos árboles y masas

arbustivas deberán conservarse y someterse a trabajos de limpieza y poda (raleo), apropiados a cada caso.

Se eliminará únicamente los árboles necesarios y señalados para la ejecución de la obra.

Se debe evitar el utilizar las áreas verdes para el almacenamiento o disposición de materiales. Asimismo, se deberá de hacer de manera anticipada, la señalización para la protección de la vegetación presente.

(b) Uso y resguardo de cursos de agua

El uso de agua requerida para las diversas actividades de construcción, que sea proveniente de fuentes naturales, deberá cumplir con la normativa ambiental vigente, la tramitología y responsabilidad por parte de la empresa contratista. Realizar las averiguaciones en la oficina correspondiente, respecto al estado legal de los recursos hídricos, vale decir, si los derechos de aprovechamiento de las aguas que pretende usar el Contratista están legalizados o no. Si así fuera, el Contratista deberá solicitar autorización al dueño de dichos recursos, estableciendo con éste un Contrato o convenio de uso. Si los recursos que considera el Contratista no estuviesen legalizados, deberá elevar la solicitud de derechos de aprovechamiento a la oficina administrativa correspondiente, quien definirá el caudal disponible para ser usado.

El Contratista deberá de contemplar dentro de sus costos el uso de los recursos de agua que estará incluido en los gastos generales del Contrato.

En casos de canales y acequias del sistema de riego que se encuentran dentro del derecho de vía y que por las obras se puedan ver afectados, se debe de realizar todas obras necesarias a fin de garantizar el suministro normal de agua, el flujo continuo en cantidad y calidad originales.

La calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, puede ser afectada por derrames de aceite, grasa combustible, asfalto u otras causas. No se permitirá en ninguna circunstancia que estos residuos o cualquier otro elemento contaminante sean vertidos en captaciones de ríos, canales, esteros o embalses, como tampoco en las proximidades de ellos. Asimismo, no está permitido el lavado o enjuague de equipos que puedan producir escurrimiento o derrames de contaminantes cerca de los cursos de agua (por ejemplo, mezcladoras, hormigoneras o tanques

distribuidores de asfalto, ni maquinaria alguna). Si por circunstancias particulares se hace necesario el trasiego de algún tipo de combustible o materia contaminante, se debe prevenir el derrame o contacto de éstos con el suelo natural y en caso de que se produzca proceder a retirar el suelo contaminado con pala y colocar el material en un recipiente para ser posteriormente enviado a un relleno sanitario o sitio de disposición final autorizado, previamente aprobado por la Regencia Ambiental del Proyecto.

El contratista deberá contar a lo largo del ciclo de vida del proyecto o según lo defina la Administración, las medidas necesarias para evitar la contaminación de cuerpos de agua, por ejemplo, kits antiderrames, además de mantener informados sus trabajadores sobre estas medidas y disposiciones.

(c) Recuperación de la vegetación

De acuerdo con las disposiciones de derecho de vía, este debe mantenerse libre de vegetación y obstáculos que arriesgue la vida del usuario de la ruta.

Cuando se produzca un daño que afecte a una cubierta vegetal importante en zonas de préstamos, sitios de disposición de tierra, escombreras, instalaciones de trabajo o bien como parte de la eliminación de árboles del proyecto constructivo no contemplado en las obras contratadas, será de cuenta y cargo del Contratista la recuperación de la cubierta vegetal, creando las condiciones óptimas que permitan en corto plazo la plantación de especies herbáceas y en el largo plazo, la recuperación de la vegetación nativa inicial.

Para proceder con la tala de árboles y actividades de corta dentro del derecho de vía, se deberá cumplir con la legislación vigente como, presentar un inventario ante el SINAC-MINAE elaborado con base en un inventario forestal dirigido por un profesional en Ingeniería forestal. Además, se deberán formular los planes de compensación en función de la magnitud del proyecto, las especificaciones técnicas y de seguridad, dirigidas por el profesional de competencia.

En caso de tala completa dentro del derecho de vía se deberá gestionar una medida de compensación o de mitigación según lo defina la Administración, como es la siembra de especies similares a las taladas en razón de dos (2) por cada uno (1) o según recomendación expresa de la Dirección de Seguridad y Embellecimiento de Carreteras (DSEC) del MOPT, como ente competente en la materia y de

conformidad con los planes de compensación que administran para el derecho de vía, o en su defecto, lo que señale el profesional de competencia, según el tipo de Proyecto y la seguridad de la ruta.

Si los inventarios forestales y recomendaciones ante la necesidad de corta son elaborados por el Contratista, deberán cumplirse los lineamientos de ley para los respectivos permisos ante el MINAE, el manejo de la madera de aprovechamiento y la disposición final de los desechos. La vegetación que sea alterada según lo señalado con anterioridad será reemplazada con especies nativas, propias de la zona a los cuales se les darán los cuidados necesarios para entregarlos al finalizar la obra en condiciones aceptables de supervivencia, según los planes de compensación y mantenimiento en la materia para los proyectos. El lugar donde se destine cada especie y su tipo deberá ser aprobado por la Administración.

Cuando el proyecto lo contemple, la vegetación que se use para el recubrimiento vegetal en taludes de cortes, terraplenes y pedraplenes deberá ser de rápido crecimiento y regeneración para esto se debe estudiar las propiedades físico químicas del suelo y de esta manera seleccionar un tipo de vegetación adecuada para la regeneración de la capa vegetal, para así minimizar los efectos indirectos de los procesos de erosión incipientes y generación de sedimentos, según la aprobación de un profesional de competencia.

Con previa autorización de la Administración, los taludes de los terraplenes terminados podrán ser cubiertos con material de escarpe y suelos vegetales extraídos de la obra, con el fin de crear condiciones óptimas para el surgimiento espontáneo de vegetación. En dicho caso, los materiales deberán ser acopiados en forma separada hasta ser usados.

(d) Restos históricos o arqueológicos.

Si durante el transcurso de las operaciones de construcción se descubrieran restos de civilización histórica o arqueológica, el Contratista deberá suspender de inmediato y temporalmente los trabajos en dicha área, y dar cuenta del hecho a la Administración, para que ésta informe a las instituciones competentes.

Debe tenerse en cuenta que, si en la zona de influencia del proyecto se encuentran monumentos históricos o arqueológicos, deberá evitarse la circulación con carga por los lugares adyacentes a éstos. En caso de que éstos se encuentren

inmediatamente adyacentes al lugar de las obras, deberán ser debidamente protegidos y señalados con el objeto de evitar cualquier daño.

(e) Transporte durante las obras y movimiento de maquinarias.

Durante la fase de construcción y especialmente con motivo de los movimientos de tierra que haya que ejecutar para cumplir las condiciones de diseño del proyecto, ya sea durante las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales en sitio. Se deberá evitar que estas actividades produzcan contaminación atmosférica por acción de las partículas de polvo, debiendo el Contratista tomar todas las medidas necesarias para evitar tal efecto (por ejemplo, aplicar riego al área afectada o colocar algún tipo de tratamiento asfáltico, cubrir las góndolas de las vagonetas cuando esas estén cargadas de material, entre otras. También, para el control de las emisiones de partículas de material, implementar un sistema de limpieza o lavado de llantas de todo equipo que salga del área de Proyecto, y cualquier otra actividad que el contratista considere. Todas estas deberán estar debidamente aprobadas por la Administración.

El Contratista deberá garantizar que las rutas que utiliza la maquinaria para el traslado de materiales se mantengan libres de lodos y sedimentos, con el fin de prevenir accidentes y aporte de sedimentos a los drenajes.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar el derrame de material durante el transporte,

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a caminos públicos, afectación de tránsito y servicios de utilidad pública, por lo que el Contratista diseñará un plan de manejo del tránsito con el aval de la Administración.

En caso de que en el transporte de material se deba utilizar sectores de calles o caminos públicos, el Contratista deberá procurar medios para asegurar que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados por la Administración.

La señalización horizontal y vertical de los trabajos deberá regirse por lo dispuesto en las disposiciones de seguridad vigentes.

Se deberá hacer un mantenimiento estricto y periódico de toda la maquinaria que sea usada en la construcción. Para ello se contarán con los registros actualizados de mantenimiento de la maquinaria que la Administración solicite, tanto en plazo como en forma. Los residuos, producto de este mantenimiento deberán ser envasados en recipientes adecuados a las características propias de cada tipo de sustancia y, dispuestos según lo señalado en la Subsección 111.05 Sitios de disposición de materiales: tierra, material vegetal disminuido y escombreras.

La Administración podrá ordenar el retiro de la maquinaria que no cumpla con las disposiciones para el transporte de materiales o para las tareas de construcción.

(f) Caminos de desvío

Cuando amerite y dependiendo del Contrato que se esté ejecutando la Administración deberá coordinar a través del Contratista la propuesta de mejoramiento en los caminos existentes o rutas de desvío, para lo cual deberá diseñar una estructura que soporte las cargas que pasarán por el sitio, así como el mejoramiento de los drenajes y esto se deberá contemplar dentro del Contrato como obras complementarias.

111.07 Precauciones durante la suspensión temporal de los trabajos

Previo a la suspensión temporal de los trabajos por períodos prolongados, el Contratista deberá tomar todas las medidas que sean convenientes para evitar que la erosión afecte la obra y sus áreas marginales durante el período de suspensión, así como las áreas circundantes del proyecto o el Área del Proyecto, AP, según lo defina la Administración. Tomará precaución especial en dejar todos los rellenos compactados y en condiciones adecuadas para facilitar el escurrimiento de las aguas con un mínimo de erosión, así como la utilización de geotextiles, e implementos para estabilización de taludes o cauces. En trabajos localizados en suelos erosionables y en presencia de precipitaciones, deberá tomar medidas temporales para controlar la erosión y la sedimentación, tales como la construcción de descargas, cunetas y fosos, formación de pretilos de tierra, construcción de pequeños tanques de sedimentación, colocación de barreras para disminuir la velocidad del agua, cubrir materiales y taludes expuestos, revegetación, escolleras y otros que la Administración estime necesarios.

Este aspecto deberá ser considerado como una cláusula del Contrato. En caso de que lo anterior no se especifique, las obras temporales para el control de la erosión y la

sedimentación serán de cargo exclusivo del Contratista y su costo deberá estar incluido en los gastos generales del Contrato.

111.08 Protección de la propiedad y servicios

El Contratista será responsable de la conservación de toda la propiedad pública o privada que pudiera verse afectada por la construcción, por lo que deberá tomar precauciones para evitar daños innecesarios, tanto en las áreas de emplazamiento de las obras, como en las zonas marginales. En el tema de cercas, entradas a casas, rampas, muros, portones, entre otros, que se prevea que puedan resultar afectados durante la construcción o ampliación de la calzada existente, o por lo nuevos niveles de rasante, el Contratista deberá realizar un inventario documentado georreferenciado y fotográfico de esos elementos que colinden con el derecho de vía y que podrían ser afectados, que sea la línea base para proceder con las mejoras que correspondan como parte del cierre del proyecto.

Si por efecto de la construcción se causen daños o perjuicios, directos o indirectos a terceros debido a acción, omisión, descuido o mal manejo en la ejecución de las obras, el Contratista deberá, por cuenta propia, reponer o restaurar el daño para obtener una condición igual o mejor a la existente, o deberá indemnizar al propietario por el perjuicio causado.

Sí se incrementa la altura de la rasante se debe tomar en cuenta en las medidas de compensación la implementación de los ingresos o las entradas a las propiedades privadas.

Una situación similar a la señalada para la propiedad se aplicará, también, al caso de los servicios. En efecto, el Contratista será responsable de cualquier deterioro que se produzca en los servicios existentes, tales como tuberías de agua potable, alcantarillado, desagüe, gas, líneas de teléfonos, electricidad, cables de fibra óptica u otros, como consecuencia de las actividades constructivas desarrolladas. Todos los servicios que se encuentran dentro de los límites de las obras por ejecutar deberán ser ubicados, señalizados, afianzados, apuntalados, apoyados o protegidos de manera adecuada, y a satisfacción del propietario o autoridad de quien dependan, con el fin de evitar perjuicios. Cualquier daño ocasionado a los servicios existentes deberá ser subsanado por el Contratista sin cargo adicional para el Contrato.

Especial importancia se deberá asignar a la protección y cuidado, durante la construcción, de conductos mayores tales como: acueductos, emisarios de alcantarillado, gasoductos, oleoductos u otros. Para estos efectos, el Contratista deberá informarse detalladamente de

su ubicación y estado con el objeto de evitar daños o accidentes y coordinar directamente con las instituciones de competencia.

El Contratista deberá contar con pólizas según la normativa nacional, las cuales aseguren el pago por indemnización a daños a terceros, la propiedad o muerte.

111.09 Acabado, aseo y presentación final de la obra

Una vez concluidas las operaciones de construcción, toda el área comprendida dentro del derecho de vía deberá terminarse y limpiarse de manera que presente un aspecto ordenado y limpio, hasta la fase de recibo conforme, por parte del Administración.

Para los efectos señalados, se deberán retirar todos los escombros, chatarra, acopios y restos de materiales, instalaciones auxiliares y todo objeto que no haya quedado incorporado a la obra.

Los taludes de cortes y terraplenes deberán ser conformados y terminados de acuerdo con los perfiles indicados en el proyecto. Las contracunetas, canales y cunetas, dentro de la faja del camino, deberán despejarse de escombros, derrumbes y obstrucciones. Se limpiarán todas las alcantarillas y demás obras de drenaje. Se verificará que toda la señalización y defensas camineras se encuentren en buen estado, limpias y en posición adecuada.

Se retirará toda la señalización provisional de las actividades que hubiese sido colocada durante la construcción.

En caminos pavimentados, las áreas revestidas deberán quedar completamente libres de materiales extraños, suciedad o polvo.

Todos los materiales desechados que resulten de las operaciones descritas anteriormente deberán trasladarse a sitios autorizados por la autoridad competente, donde se dispondrán de acuerdo con lo señalado en la Sección 111.05 Sitios de disposición de materiales: tierra, material vegetal disminuido y escombreras. Asimismo, los sitios de préstamo y sitios de disposición de tierra y material vegetal disminuido, así como las escombreras usadas por el Contratista deberán quedar ordenados, limpios y en conformidad con las disposiciones de esta Sección, la implementación del Plan de Manejo de Cierre Técnico de los sitios de escombrera o lo que la Administración solicite y valide para ese fin. Forma parte del finiquito del proyecto el cierre ambiental, donde se garantice que los aspectos ambientales identificados, hayan sido subsanados.

En caso de incumplimiento de estas disposiciones, la Administración ordenará la ejecución de los trabajos necesarios, los que serán pagados con cargo a las garantías del Contrato.

111.10 Medidas generales de control, prevención, mitigación, seguimiento y compensación socio ambiental para la ejecución de la obra

Además de las medidas citadas a continuación, se debe de realizar cualquier otra medida especializada a solicitud del Regente Ambiental, del proceso socio ambiental, que la Administración valide como necesaria para el control, prevención, mitigación, seguimiento y compensación socio ambiental en la etapa de ejecución de la obra.

(a) Protección al recurso hídrico

Enfatizar la protección de la cubierta natural de vegetación existente, como primera protección, entre el terreno donde se construirán estructuras de puentes, alcantarillas, protecciones, zampeados, entre otras estructuras y los citados cuerpos de agua. Se debe realizar las charlas necesarias, reiterativas sobre protección del recurso hídrico.

Abrir canales temporales corta corrientes, de modo que se disminuya la velocidad y capacidad de arrastre del flujo de esorrentía. El agua captada deberá ser dirigida a un cuerpo receptor, previo paso por algún sistema de retención de sedimentos.

Establecer cunetas y contracunetas de protección al pie y corona de los taludes (de corte o relleno), dirigidos a una trampa de sedimentos, de tal manera que el agua no fluya libremente, y se disminuya el arrastre y la erosión causados por la velocidad del agua.

En medida de las posibilidades, sembrar vegetación en las áreas descubiertas; utilizando hierbas locales; salvo que se establezca distinto en el instrumento de evaluación ambiental que aplique.

Se prohibirá el lavado de maquinaria en los cursos de agua (ríos, quebradas, yurros y otros) y sus márgenes.

Cuando se realicen trabajos en los ríos, quebradas o sus márgenes, deberá garantizarse la inexistencia de eventuales fugas de aceite o combustible, que puedan contaminar el agua.

En cualquier punto de toma, en particular en el caso de utilizar las redes de acueducto público existente, se deberá usar dispositivos de retención de agua en los finales de mangueras y reparar cualquier fuga de forma expedita, de manera que se evite la erosión y el desperdicio.

(b) Protección de aguas superficiales

No realizar labores de reparación ni mantenimiento de la maquinaria en el Área de Proyecto (AP).

Evitar el derrame de combustibles, hidrocarburos, aceites o productos químicos en general. Además, se deberá garantizar la impermeabilización en las zonas vulnerables como bodegas o sitios donde se manipulen o descarguen estos productos, con el fin de evitar las filtraciones en el suelo.

Acondicionar los sitios necesarios para la acumulación de desechos y escombros típicos (centros de acopio) de la etapa de construcción.

Utilizar los dispositivos para el manejo de las aguas residuales ordinarias, idealmente cabinas sanitarias, ubicadas en cada puesto o frente de trabajo de conformidad con la normativa vigente.

Queda terminantemente prohibida la utilización de aguas superficiales, salvo que se cuente con la respectiva concesión para aprovechamiento de este recurso.

No se debe realizar el lavado de llantas cerca de alcantarillados. Se debe anticipar los sitios y protegerlos, con el objetivo de evitar el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua.

Evitar la caída de materiales en cauces. Queda prohibido el almacenamiento de materiales en los márgenes de cuerpos de agua, por susceptibilidad de caída al cauce o posible crecida de río o quebrada.

Cuando se trabaje sobre las quebradas, como por ejemplo en construcción o intervención de puentes, se debe de implementar medidas que eviten la caída de materiales al cauce, como por ejemplo mallas, geotextil o materiales similares que se coloquen en la parte inferior, garantizando que todo residuo que caiga de las obras no llegue al cauce.

(c) Protección de la vegetación y fauna

Antes de iniciar las obras, se debe realizar las charlas y capacitaciones necesarias sobre protección del medio ambiente.

Conservar la mayor cantidad de vegetación posible. Se deberá eliminar la vegetación que sea únicamente necesaria. También, se deberá implementar medidas para la protección de la vegetación que se conserve en el área de Proyecto y alrededores.

Previo a la corta de cualquier árbol, deberán obtenerse los permisos respectivos por parte del MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) y a las respectivas Regionales del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), satisfaciendo los requisitos que establezcan las regulaciones vigentes, por lo que la Administración será coadyuvante en las gestiones correspondientes para que el Contratista realice la corta respectiva en caso de ser necesario.

La corta de vegetación se realizará en el derecho de vía, protegiendo aquella que sea innecesario remover para la ejecución de las obras.

Los residuos generados por el material no aprovechable deberán ser retirados del derecho de vía. Previo a su disposición, los árboles de madera no aprovechables deberán ser desramados y trozados convenientemente para facilitar su disposición final, sea para la reutilización por terceros o para la compactación de los rellenos de materia orgánica, según la regulación vigente.

Se debe garantizar que durante la ejecución de la obra no se utilizarán las zonas verdes como áreas de acumulación de materiales con el fin de evitar la contaminación de los suelos y degradación.

La quema no será un medio de disposición final válido, salvo que se haya obtenido autorización del Ministerio de Salud.

Instruir al personal que labora en el proyecto sobre las prohibiciones legales en cuanto a la extracción, comercialización y muerte de las especies presentes en la zona.

(d) Protección al suelo

Las excavaciones y los rellenos se realizarán únicamente dentro de los terrenos correspondientes al derecho de vía y según los diseños indicados.

Los drenajes se instalarán tan pronto sea posible, previo a la ejecución de los rellenos, para evitar exceso de humedad, reducir erosión y otros problemas.

El retiro de los materiales sobrantes deberá realizarse en forma coordinada con el avance de las excavaciones, a fin de reducir el arrastre de materiales, ya sea por polvo o por barro.

Los materiales que no sean aprovechables, como el suelo orgánico, deberán ser dispuestos en sitios destinados para tal fin.

Las excavaciones permanecerán descubiertas el menor tiempo posible, especialmente en sectores con terrenos poco consolidados, o en los que se requiera instalar sistemas de estabilización temporal, control de drenaje o escorrentía.

En medida de lo posible, no se abastecerá de combustible la maquinaria ubicada en el Área de Proyecto (AP).

Evitar el derrame de combustibles y aceites; además, contar con herramientas para limpiar los posibles derrames.

Cuando se requiera realizar mezclas de concreto en el sitio de la obra, se deberá de acondicionar el lugar, por medio de una cubierta, sobre una plataforma de concreto, metálica o sobre geotextil de un calibre que garantice que no haya contacto con el suelo, de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones. Nunca se deberá de realizar la mezcla directamente en el suelo, para evitar su contaminación, así como, la protección del recurso hídrico.

(e) Control de polvo, barro y erosión

Crear sistemas de drenaje (cunetas y contracunetas) para desviar el agua de la corona de los taludes, dirigidos a una trampa de sedimentos, de tal manera que el agua no fluya libremente, y se disminuya el arrastre y la erosión causados por la velocidad del agua.

Sembrar vegetación que amarre el suelo con sus raíces, o proteja de la erosión, especialmente en los taludes existentes, de conformidad con el instrumento de evaluación ambiental que aplique.

Colocar elementos que disminuyan la velocidad del agua (revestimientos livianos, geomembranas, entre otros) en sectores con pendientes mayores al 10 % (diez por

ciento), ello en caso de que se realicen obras en el sitio durante el periodo lluvioso, sin que se haya restituido la cobertura vegetal.

En los casos que sea requerido, colocar mallas cortaviento, utilizando sarán o geotextiles, evitando la disipación de materiales polvosos y la eventual molestia a los transeúntes y vecinos.

Aplicar riego periódicamente, de acuerdo con las condiciones de viento y radiación solar y evitar la potencial molestia hacia terceros (cercanía de viviendas, escuelas, áreas de cultivo, otros).

Ejecutar las obras adicionales de movimiento de tierra, preferiblemente, en época seca.

(f) Calidad del aire

Exigir a los Contratistas el uso de maquinaria en buen estado y con la revisión técnica vehicular vigente, de manera que se emita la menor cantidad de gases y partículas durante su operación, según la normativa vigente.

Regular la velocidad de las vagonetas en las áreas de trabajo y exigir que su circulación fuera del área de construcción se realice con las góndolas cubiertas por el toldo.

Aplicar riego periódicamente, de acuerdo con las condiciones de viento y radiación solar y evitar la potencial molestia hacia terceros (cercanía de viviendas, escuelas, áreas de cultivo, otros).

En casos donde la medida anterior fuese insuficiente, colocar mallas cortaviento, utilizando sarán o geotextiles, evitando la disipación de materiales polvosos y la eventual molestia a los transeúntes y vecinos.

Almacenar los materiales polvosos o de granulometría fina, en condiciones tales que los protejan de la acción del viento o la lluvia, con el cubrimiento de plástico, sarán, o similar.

El retiro de los materiales sobrantes (suelos, agregados finos, cemento y otros) deberá ejecutarse de forma expedita, reduciendo la generación de polvo.

Cubrir adecuadamente con plástico, sarán o similar los apilamientos de tierra que por fuerza mayor no se puedan eliminar el mismo día.

El contratista debe considerar el uso de las tecnologías limpias, la reducción de huella de carbono y cualquier otra que la Administración considere.

(g) Manejo de desechos sólidos

El contratista, dentro del Plan de Manejo de desechos sólidos, debe de presentar un programa de residuos con un plan de seguimiento y monitoreo, en este se identifican los desechos, los volúmenes esperados y generados, objetivos, indicadores, acciones, los sitios de acopio, formas de identificación o rotulación, programa de reciclaje continuo, entre otros, todo este a consideración de la Administración.

Los residuos sólidos ordinarios que genere el personal en las instalaciones temporales y en los frentes de trabajo, deberán ser recolectados en el punto de generación, por lo que deberán contar con áreas de acopios adecuadas, con basureros y su respectiva rotulación o identificación.

Los residuos deberán disponerse finalmente en un sitio autorizado.

No se deberá ubicar ningún desecho en el derecho de vía ni en propiedades no autorizadas.

En aquellos casos que sea práctico y económicamente factible, deberá atenderse la siguiente jerarquía para el manejo de residuos sólidos: reducción de la generación, reutilización, reciclaje y disposición final.

Deberá disponerse de contenedores separados y debidamente rotulados para la recolección de desechos especiales (hidrocarburos, combustibles, productos químicos, entre otros); en el caso de que se produzcan. Además, deberá entrenarse al personal para su reconocimiento y separación y deberán utilizarse medios de disposición final aprobados para este tipo de desechos, salvo excepciones autorizadas por las entidades competentes, en caso de inexistencia de servicios locales acordes.

Se deberá mantener personal encargado del manejo de residuos sólidos y proporcionar apoyo logístico a la implementación de estas obligaciones durante la construcción.

Según lo requiera la Administración, el Contratista en el Plan de Manejo de Desechos Sólidos, deberá de indicar la forma en que se dará a conocer esta

información a los trabajadores, la cual puede ser mediante capacitaciones, charlas, entre otros.

Los vehículos de transporte de residuos sólidos deberán estar equipados de forma tal que se prevengan goteos o dispersión de lixiviados o desechos a lo largo de la ruta; además dicho transporte deberá ser frecuente y adecuadamente lavado y desinfectado para evitar olores indeseables y la generación de vectores infectocontagiosos. Se deberá atender lo indicado en la Subsección 111.10 (a) Protección al recurso hídrico.

(h) Manejo de desechos líquidos (aguas residuales):

Colocar suficientes cabinas sanitarias para satisfacer las demandas de los obreros, acorde con la regulación vigente. En caso de construcciones de gran extensión superficial, las cabinas sanitarias se espaciarán adecuadamente.

Contratar a una compañía autorizada para alquilar las cabinas sanitarias y efectuar su servicio de limpieza y mantenimiento periódico. Así como de cualquier otra medida que la Administración considere pertinente o que la misma le apruebe al Contratista.

(i) Manejo de productos químicos y combustibles:

Mantener en el sitio la hoja de seguridad del producto, versión en español.

Adicionalmente, en casos de almacenamientos de hidrocarburos, deberán aplicarse las siguientes medidas:

- Obtener el permiso del MINAE, previo trámite ante la Dirección General de Tránsito y Comercialización de Combustible.
- Mantener una mínima cantidad de combustibles en sitio (consumo de un día).
- Asegurar que los envases que contienen combustibles están identificados como tales, señalando su contenido específico. Además, todos los envases deberán estar cerrados, para evitar derrames.
- Colocar los tanques de almacenamiento de combustible, aceites o productos químicos en general en un área impermeabilizada, con un sistema de doble contención, con capacidad suficiente para contener un eventual derrame en

el sitio. El sitio de almacenamiento deberá ser de acceso restringido y permanecer cerrado.

- Señalizar los sitios de almacenamiento, indicando los cuidados que deberán tenerse en sus alrededores (por ejemplo, restricciones para el fumado).
- Tener a disposición las herramientas y los materiales, incluido el material absorbente, las palas y las bolsas plásticas que se requieren para limpiar eventuales derrames.
- Realizar el transporte a granel de hidrocarburos en camiones cisterna autorizados. En su defecto, utilizar recipientes debidamente rotulados, hechos de materiales resistentes a eventuales impactos y al contacto con las sustancias citadas, y en perfecto estado de mantenimiento.

Todo ello, se debe de realizar acorde con la legislación vigente.

(j) Seguridad laboral

Las empresas contratistas deberán contar con una Póliza de Riesgos del Trabajo emitida por el Instituto Nacional de Seguros (INS), vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar; además, deberán presentar constancia de que todos los trabajadores se encuentran asegurados o copia de la inclusión provisional del trabajador, de conformidad con lo establecido en el Código de Trabajo sobre la protección de los trabajadores.

Las empresas contratistas deberán contar con una Póliza de Seguros de Responsabilidad Civil emitida por el INS, vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar.

Mantener asegurados con la Póliza de Riesgos del Trabajo del INS a todos los trabajadores.

A nivel del Contrato y demás legislación concerniente, el Contratista deberá asegurar que todas las personas dentro del Área de Proyecto (AP) utilicen de forma obligatoria el Equipo de Protección Personal (EPP), como chaleco, zapatos de seguridad y casco, tanto para los trabajadores de planta como para los subcontratos y/o cualquier personal que ingrese al Proyecto (empresa, Desarrollador y/o Subcontratista), con la finalidad de protegerlos de los peligros reales o potenciales según las actividades que se desarrollen en el sitio deberán utilizar el equipo de

seguridad específico para las mismas (trabajos de altura—arnés, cuerdas y líneas de vida-, trabajos de compactación —protección de la vista con lentes- o generación de ruido —orejeras o tapones-, inspección en zanjas o áreas descubiertas —arnés, cuerdas, líneas de vida, poleas-, trabajos de soldadura —guantes, máscara, chaleco o tiras reflexivas no plástica-, manejo de maquinaria, entre otros) y de conformidad con la actividad que se ejecute en el sitio.

Este EPP deberá ser certificado y cumplir con las garantías de vida útil de conformidad con los implementos de seguridad correspondientes.

Identificar y señalar las zonas de riesgo tales como zanjas y huecos, mediante cintas alusivas.

Exigir al personal el uso de equipo de protección personal acorde a los riesgos de su puesto.

Mantener un botiquín en el Área de Proyecto (AP) de acuerdo con la normativa vigente.

Al inicio de las obras se deberá conformar una brigada de emergencia y primeros auxilios y capacitarlos.

Se debe de generar un ambiente seguro y limpio para prevenir accidentes.

Según lo que determina la Administración en relación con el tipo y magnitud del proyecto, se le solicitara al Contratista, contar con el personal necesario y competente, con la finalidad específica de investigar causas de riesgos del trabajo, determinar las medidas para prevenirlos y en general vigilar para que, se cumplan las disposiciones de salud ocupacional establecidas.

(k) Seguridad vial, movilización de maquinaria y densidad de construcción

Se deberá cumplir con lo establecido en el Decreto Ejecutivo N°. 38799-MOPT (Reglamento de dispositivos y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías) o versión vigente, así como lo dispuesto en la Sección 635 Seguridad y Control Temporal del Tránsito y en la Subsección 156.08 Supervisor del Tránsito y de la Seguridad, sobre los dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías, algunas de las medidas durante el proceso de construcción, señalización con rótulos de advertencia y otras medidas

(conos, cinta preventiva, luminarias, entre otras), de modo que se minimicen las eventuales dificultades de circulación en las vías del tramo de ejecución y de acceso.

Además, se deberán cumplir con las siguientes recomendaciones:

- En la medida de las posibilidades, realizar el trasiego de materiales fuera de las horas pico.
- Circular por las vías principales siempre que sea posible, haciendo un mínimo uso de las calles vecinales que atraviesan los barrios colindantes.
- Circular con la góndola cubierta, a fin de evitar la caída de materiales en las calles.
- Cumplir los límites de velocidad establecidos por las regulaciones vigentes.
- Limpiar las llantas de las vagonetas antes de que éstas abandonen el AP.
- En caso de deterioros en las vías afectadas por la construcción, el contratista será responsable de la reparación de estas, cuyos costos deberán estar contemplados en el costo inicial del proyecto, según lo autorizado por la Administración.

(l) Control y prevención del ruido

Definir horarios de trabajo que no alteren la tranquilidad pública, lo cual se aplicará para la jornada laboral del personal constructivo, el tipo de zona receptora y para los momentos de carga y descarga de material constructivo y desechos.

El Contratista deberá realizar un monitoreo de los niveles de ruido a lo largo de las actividades constructivas, con el fin de identificar la necesidad de tomar medidas correctivas para evitar afectación de las comunidades, de conformidad con el instrumento de evaluación ambiental y la normativa vigente.

(m) Remoción de estructuras

Velar por que estos trabajos de remoción no impliquen la interrupción de servicios públicos o privados y que, en todo caso se coordinen las respectivas reconexiones, pasos o servicios alternos y que se avise con antelación a la población eventualmente afectada.

Los materiales remanentes de los trabajos de remoción deberán ser reutilizados en la medida de lo posible. En caso contrario, los desechos asociados deberán manejarse y disponerse en los sitios autorizados.

Si por la ejecución de estos trabajos resultaron dañadas estructuras no contempladas en el alcance de los trabajos, las mismas deberán reponer o reparar satisfactoriamente.

(n) Protección a las líneas de servicio público.

Se deberán proteger las líneas de servicio público como sistemas de alcantarillado (tubería) y líneas de transmisión eléctrica aéreo y subterráneo, fibra óptica y otros, para prevenir eventuales daños y repararlos en forma inmediata si llegaran a darse.

Coordinar con la entidad de competencia, en el caso de reubicación de tubería o posterío existente dentro del área del proyecto.

Se deberá restituir la infraestructura existente (si es modificada) a su condición actual, o a una más favorable, durante la ejecución del proyecto.

Informar con anticipación a las personas y empresas que se puedan ver afectadas ante la suspensión de los servicios con la finalidad de que tomen las medidas necesarias.

Cumplir con lo dispuesto en la Guía para la Prevención y mitigación de la electrocución de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica (SINAC-MINAE, 2018), para las actividades de instalación de traslado de posterío, así como el evitar colocar iluminarias cercano a los pasos de fauna (para evitar desorientación).

(o) Obras de rotulación y pintura.

Realizar el señalamiento cumpliendo como mínimo lo establecido en los planos constructivos de la obra.

Aplicar las normas de seguridad y prevención de accidentes laborales, manejo de desechos sólidos y líquidos y otras, antes indicadas.

Incorporar un rotulo en el que se brinde a las personas dentro del Área del Proyecto información para contactarse en caso de consultas, quejas o comentarios.

(p) Hallazgos arqueológicos.

En materia de hallazgos arqueológicos, deberá atenderse lo indicado en las regulaciones nacionales, las cuales indican que, si en el transcurso de los trabajos se detectan restos arqueológicos, deberán suspenderse las labores en el área,

dando parte al Museo Nacional de Costa Rica y atendiendo las recomendaciones que esta entidad o el profesional en la materia realice.

(q) Legislación ambiental y permisos

Es responsabilidad del Contratista garantizar la aplicación de la legislación ambiental vigente y contar con todos los permisos, por lo que esta legislación deberá ser incorporada en el Plan de buenas prácticas socioambientales, mismo que será revisado y aprobado por la Administración para su respectiva documentación.

111.11 Suspensión temporal de la obra

De ser requerida la suspensión temporal de las actividades constructivas por un periodo mayor a un (1) mes, el responsable ambiental deberá también tramitar ante la SETENA la suspensión de las actividades y continuar con la gestión ambiental, realizando y presentando ante esa última instancia la documentación de justificación que respalde dicha suspensión de las actividades, hasta que se brinde la orden de reinicio a través de la orden respectiva. Todo esto conforme a lo señalado por la SETENA en la legislación vigente.

Requisitos
del proyecto

División

150

DIVISIÓN 150: REQUISITOS DEL PROYECTO

SECCIÓN 151 MOVILIZACIÓN

151.01 Descripción

Esta Sección incluye la movilización de personal, equipo, materiales y otros elementos al sitio del proyecto y la ejecución de todas las acciones necesarias antes de comenzar los trabajos en el sitio de la obra. La movilización incluye la obtención de permisos, seguros y garantías.

151.02 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 151 Movilización, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las indicaciones en el Contrato. Para este caso la movilización se mide como una suma global.

151.03 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

La suma global por movilización será pagada de la siguiente manera:

- El 50 % de esa suma global, que no exceda el 5 % del monto total del Contrato, será pagado una vez que se haya completado el 5 % del monto total del Contrato, sin incluir la movilización en dicho monto.

- La porción remanente de la suma global y hasta el 10 % del monto total del Contrato, será pagada una vez que se haya completado el 10 % del monto total del Contrato, sin incluir la movilización.
- Cualquier porción de la suma global en exceso sobre el 10 % del monto total del Contrato será pagada después de la aceptación final.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.151.01	Movilización	Suma Global	(glb)

SECCIÓN 152 TOPOGRAFÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN

152.01 Descripción

Este apartado incluye el suministro del personal calificado, equipo y material necesarios para la ejecución de la topografía, colocación de estacas, cálculo y registro de los datos para el control del trabajo.

El personal, equipo y material deberán conformarse a las siguientes condiciones:

- (a) Personal: Deberán usarse cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de realizar el trabajo en el tiempo previsto y con la debida precisión. Mientras esté en ejecución la labor de topografía, deberá mantenerse en el proyecto un supervisor de cuadrillas debidamente calificadas.
- (b) Equipo: Deberán usarse instrumentos y equipo de soporte aptos para alcanzar las tolerancias especificadas.
- (c) Material: Deberán proporcionarse herramientas, suministros y estacas del tipo y calidad normalmente usados en trabajos de topografía y apropiados para el uso específico propuesto. Las estacas deberán ser de suficiente longitud para obtener un empotramiento firme en el terreno, con suficiente largo sobre la superficie para efectuar las anotaciones necesarias de manera legible.

152.02 Requerimientos para la construcción

La Administración fijará las líneas de referencia iniciales, establecerá los puntos de control horizontal y vertical y suministrará los datos necesarios para obtener un control adecuado del trabajo. Se entregará toda la información relativa a las alineaciones horizontal y vertical, los puntos teóricos de las estacas de talud, así como cualquier otro detalle del diseño que sea de necesidad para el Contratista.

Antes del inicio de la construcción, el Contratista deberá informar a la Administración sobre cualquier línea, punto de control o estacas que se hayan perdido. La Administración restablecerá todos esos elementos antes del inicio.

Deben llevarse a cabo los cálculos adicionales necesarios para el mejor uso de los datos suministrados por la Administración. En el caso de que se encuentren errores aparentes en el estacado inicial o en la información suministrada, debe notificarse esos hechos de manera inmediata a la Administración.

Deben preservarse todos los puntos de control y de referencia iniciales. Luego del inicio de la construcción, el Contratista por su cuenta debe reemplazar todas las referencias iniciales, o puntos de control necesarios para el trabajo, que hubieran sido destruidos o perturbados.

Antes de iniciar la topografía, debe discutirse y coordinarse con la Administración lo siguiente:

- Métodos topográficos y de estacado.
- Anotaciones que se inscribirán en las estacas.
- Control de la gradiente en las diferentes capas de materiales.
- Puntos de referencia.
- Control de estructuras existentes.
- Cualesquiera otros procedimientos y controles necesarios para el trabajo.

La topografía y los controles que se establezcan deberán estar dentro de las tolerancias mostradas en la Tabla 152-01 Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado fase del estacado horizontal vertical.

Las anotaciones de campo deberán realizarse en el formulario aprobado por la Administración. Las anotaciones topográficas de campo deben remitirse a la oficina del

proyecto al menos una vez a la semana. Asimismo, deben elaborarse los datos necesarios para fundamentar las cantidades de pago. Todas las anotaciones de campo y la documentación de soporte son propiedad de la Administración hasta la conclusión del proyecto.

El trabajo no se podrá iniciar hasta que el estacado haya sido aceptado por la Administración. La topografía de la construcción y el trabajo de estacado deben ser revisados aleatoriamente para efectos de precisión y las porciones inaceptables del trabajo deben ser rechazadas. El trabajo de topografía rechazado debe ser rehecho dentro de las tolerancias especificadas en la Tabla 152-01 Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado fase del estacado horizontal vertical, que se muestra más adelante.

La aceptación de las estacas de construcción no releva al Contratista de la responsabilidad de corregir los errores descubiertos durante el trabajo y de cubrir todos los costos adicionales asociados con el error.

Deben removerse y eliminar todas las marcas, cavidades, estacas y cualquier otro material de estacado, inmediatamente después de la conclusión del proyecto y antes de su recepción, con excepción de los monumentos permanentes y mojones.

152.03 Requerimientos de la topografía

Se deberá seguir el siguiente procedimiento:

(a) Puntos de Control

El Contratista debe relocalizar los puntos de control iniciales, tanto horizontales como verticales, que estén en conflicto con la construcción, trasladándolos a áreas que no serán perturbadas por las operaciones de construcción. La Administración debe suministrarle las coordenadas y las elevaciones de los puntos que serán relocalizados, antes de que los puntos iniciales sean eliminados.

(b) Secciones transversales

Las secciones transversales deben ser tomadas normalmente en la línea de centro. El espaciamiento de las secciones transversales en la línea de centro no debe exceder 20 m. Deben tomarse secciones transversales adicionales en los quiebres topográficos y en los cambios de la sección típica. Para cada sección transversal

deben medirse y registrarse todos los quiebres topográficos, al menos cada 5 m. Deben medirse y registrarse puntos al menos en las pendientes anticipadas y puntos de referencia. Todas las distancias entre las secciones transversales deben reducirse a distancias horizontales de la línea de centro.

(c) Estacas de talud y referencias

Las estacas de talud y las de referencia deben colocarse a ambos lados de la línea de centro, en las mismas ubicaciones de las secciones transversales. Las estacas de talud deben colocarse como el punto real de intersección de la gradiente de diseño de la carretera con la línea del terreno natural. Las referencias de las estacas de talud deben ubicarse fuera de los límites la limpieza del terreno. Toda la información de los puntos de referencia y de las estacas de talud debe anotarse en las estacas de referencia. Cuando se suministren puntos de referencia iniciales, las estacas de talud deben ser establecidas con base en esos puntos, con la respectiva verificación de la ubicación de las éstas respecto a medidas de campo. El Contratista debe reponer las estacas de talud de cualquier sección que no estén acordes con las tolerancias establecidas en la Tabla 152-01 Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado fase del estacado horizontal vertical. Deben tomarse los datos de las secciones transversales de la vía entre la línea de centro y la nueva estaca de talud. Deben establecerse referencias adicionales aún en el caso de que se hayan dado puntos de referencia iniciales.

(d) Límites de la limpieza, chapea y destronque

Los límites de limpieza, chapea y destronque deben señalarse a ambos lados de la línea de centro, en las ubicaciones de las secciones transversales de la vía.

(e) Remarcación de la línea de centro

La línea de centro debe marcarse con instrumento desde los puntos de control. El espaciamiento entre los puntos de la línea de centro no debe de exceder 20 m. La línea de centro debe ser restablecida tantas veces como sea necesario para la construcción de la obra.

(f) Estacas de acabado

Las estacas de acabado deben colocarse de conformidad con las elevaciones de la gradiente y el alineamiento horizontal, en la línea de centro y en cada espaldón de

la carretera, en los mismos sitios en que fueron tomadas las secciones transversales. Estas estacas deben señalar el nivel superior de la subrasante y el de cada una de las capas de agregados.

Cuando se construyan áreas de giro, las estacas se colocarán en la línea de centro, sobre cada uno de los espaldones normales de la vía, y en el espaldón del área de giro. En áreas de parqueo, las estacas deben colocarse en el centro y a lo largo de los bordes del área. Deben colocarse estacas en todas las cunetas que serán revestidas.

El espaciamiento máximo entre estacas en cualquier dirección es de 20 m. Deben usarse estacas de referencia para cada una las estacas de trabajo. Las estacas de acabado deben restablecerse tantas veces como sea necesario durante la construcción de la subrasante y de cada una de las capas de agregado.

(g) Estructuras de drenaje

Si la ubicación de las estructuras difiere de los planos se efectuará lo siguiente:

- Levantar y anotar el perfil del terreno a lo largo de la línea de centro de la estructura.
- Establecer la pendiente en los puntos de entrada y salida de la estructura.
- Fijar los puntos de referencia y anotar la información necesaria para determinar el largo de la estructura y las obras que deben ejecutarse al final de ésta.
- Estacar las zanjas o gradientes necesarias para hacer funcional la estructura.
- Trazar el perfil a lo largo de la línea de centro de la estructura para mostrar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la vía y la estructura misma.
- Someter el plano con el diseño de campo de la sección transversal de la estructura a la aprobación de la Administración de la longitud y alineamiento finales.

(h) Puentes

Deben establecerse puntos de control vertical y horizontal, así como referencias adecuadas, para todos los componentes de la subestructura y superestructura de

los puentes. Se demarcarán y colocarán referencias para la cuerda o tangente del puente, así como para las líneas de centro de curvas, bastiones y pilas.

(i) Muros de retención

Se anotarán las mediciones del perfil a lo largo de la cara del muro propuesto y a 2 m frente de la superficie de éste. Cada 5 m, a lo largo de la longitud del muro y en todos los quiebres mayores del terreno, se tomarán secciones transversales dentro de los límites designados por la Administración. Para cada sección transversal, se medirán y registrarán puntos cada 5 m, así como para todos los quiebres del terreno. Se establecerán referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

(j) Sitios de préstamo

Se establecerán claramente el estado inicial y los datos topográficos necesarios para la posterior medición del sitio de préstamo. Se demarcarán una línea base referenciada, los linderos del sitio y los límites de la limpieza y desbosque. Se medirán y registrarán secciones transversales iniciales y finales.

(k) Monumentos permanentes y mojones

Se efectuarán todas las mediciones y estacados necesarios para registrar los monumentos permanentes y mojones. Se registrarán los monumentos permanentes de acuerdo con la Sección 620 Mampostería de Piedra.

(l) Topografía miscelánea y estacado

Se efectuarán todas las mediciones topográficas, estacados y registro de datos esenciales para establecer los esquemas, control y medición de los siguientes elementos, cuando sea aplicable:

- Capa de suelo vegetal que debe removerse.
- Desperdicios.
- Caminos de acceso.
- Cunetas especiales.
- Enzacatados.

(m) Mediciones topográficas intermedias y colocación de estacas

Deben llevarse a cabo todas las mediciones, estacados, registro de datos y cálculos necesarios para construir el proyecto, conforme al esquema básico y a los controles establecidos en los puntos (a) al (l) arriba enumerados. Debe realizarse la topografía

y el estacado adicionales, según sea necesario, para la ejecución de algunos renglones de trabajo individuales. Debe hacerse una nueva medición de las cantidades correspondientes a excavaciones realizadas en la calzada, si se determina que una porción del trabajo es aceptable pero no se ha terminado en conformidad con las líneas, gradientes y dimensiones mostradas en los planos o establecidas por la Administración.

Tabla 152-01

Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado fase del estacado horizontal vertical

Fase del estacado	Horizontal	Vertical
Puntos de control.	1:10000	± 5 mm
Puntos de la línea de centro ⁽¹⁾ (PC), (PT), (POT) y (POC), incluyendo mm las referencias.	1:5000	± 10
Otros puntos de la línea de centro.	± 50 mm	± 100 mm
Puntos de las secciones transversales y estacas de talud. ⁽²⁾	± 50 mm	± 100 mm
Referencias de las estacas de talud. ⁽²⁾	± 50 mm	± 20 mm
Estructuras de alcantarillas, cunetas y drenaje menor.	± 50 mm	± 20 mm
Muros de retención	± 20 mm	± 10 mm
Subestructura de puentes.	1:5000 NTE ⁽³⁾	± 10 mm
Superestructura de puentes.	1:5000 NTE ⁽³⁾	± 10 mm
Límites de limpieza y desbosque.	± 500 mm	± 10 mm
Estacas de acabado de la subrasante de la	± 50 mm	± 10 mm
Estacas de acabado de la rasante de la carretera.	± 50 mm	± 10 mm

Notas:

(1) PC- Puntos de la línea de centro, PT- Punto de curva, POT- Punto de tangente, POC- Punto en la curva.

(2) Tomar las secciones transversales normales a la línea de centro ±1°

(3) No exceder

152.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para

el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

Las mediciones topográficas de la construcción y el estaqueado se realizarán de conformidad con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

152.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 152 Topografía para la construcción, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La Administración colocará las estacas iniciales en el terreno, para establecer alineamientos, taludes y perfiles de rasantes, así como líneas de referencia y puntos de cota fija en las obras de puentes, alcantarillas, estructuras e instalaciones protectoras y accesorias que estime necesarias, y proporcionará al Contratista toda la información relativa al alineamiento, taludes y rasantes. Las estacas y marcas constituirán el control en el terreno a partir de las cuales el Contratista deberá establecer otros controles necesarios y ejecutar el trabajo.
- Se entenderá que las líneas de referencia y gradientes que establezca el Ingeniero para la vía, puentes, alcantarillas, protecciones y estructuras accesorias, serán solamente las necesarias como puntos de control, y el Contratista tendrá que establecer todas las otras líneas, puntos, gradientes y marcas necesarias para la ejecución del trabajo.
- El Contratista será responsable de la conservación de todas las estacas y marcas. Cuando las estacas o marcas iniciales de construcción colocadas por la Administración sean descuidadas, destruidas o alteradas por el Contratista, y su sustitución se considere necesaria para la continuación del trabajo, el costo que le origine a la Administración reponerlas será cargado al Contratista y le será descontado de los pagos por concepto de estimación de obra.
- En el caso de que haya renglón de pago en el Contrato para la actividad de topografía, el estacado de construcción, de puentes y de muros de retención se medirá con base en una suma global. Las estacas de talud, referencias y de demarcación de limpieza, chapeo y destronque se medirán por km. Caso contrario,

el Contratista debe hacerlo por su cuenta, considerándose obligación subsidiaria de todos los renglones de pago del Contrato.

- El restablecimiento de la línea de centro se medirá por kilómetros (km), y se llevará a cabo una sola vez. La topografía y estacas para las estructuras de drenaje se medirán por unidad (u).
- Las estacas de acabado de la rasante se medirán por kilómetros (km) solo una vez, tanto para la subrasante, como para cada una de las capas de agregados. Los monumentos permanentes y los mojones se medirán por unidad (u).
- La topografía y el estacado misceláneos se medirán por hora (h) de cuadrilla, conforme al trabajo ordenado, o por suma global (glb). El tamaño mínimo de la cuadrilla será de 2 personas. No debe tomarse en cuenta el tiempo gastado en preparativos, viaje a y del sitio del proyecto, ejecución de los cálculos, dibujo de las secciones transversales y otros datos, procesamiento de los datos en computadora y otras labores necesarias para ejecutar con éxito la topografía de construcción y el estacado. La topografía y el estaqueado estaqueado intermedio no deben medirse para efectos de pago.

152.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

En caso contrario, el Contratista debe asumir el costo de la topografía como subsidiario de todos los renglones de pago.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

El renglón global de pago para la topografía de construcción y el estacado será cubierto como sigue:

- El 25 % de la suma global, sin exceder el 0,5 % del monto original del Contrato, será pagado una vez que se haya completado el 10 % del monto original del Contrato, sin incluir movilización y pago por el material apilado.
- El pago de la porción remanente de la suma global será prorrateado según la porción del trabajo total completado.

El renglón de suma global por topografía y estacado de puentes y muros de retención será pagado con base en prorrateo, como sea procedente según el progreso del trabajo.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.152.01	Topografía de construcción y estacado	Suma Global	(glb)
CR.152.02	Estacas de talud, referencias y limpieza, chapeo y destronque	Kilómetro	(km)
CR.152.03	Restablecimiento de la línea de centro	Kilómetro	(km)
CR.152.04	Topografía y estaqueado de estructuras de drenaje	Unidad	(u)
CR.152.05	Topografía y estaqueado para puentes	Suma global	(glb)
CR.152.06	Topografía y estaqueado para muros de retención	Suma global	(glb)
CR.152.07	Estacas de acabado de la rasante	Kilómetro	(km)
CR.152.08	Monumentos y mojones permanentes	Unidad	(u)
CR.152.09	Topografía y estacado misceláneo	Hora	(h)
CR.152.10	Topografía y estacado misceláneo	Suma global	(glb)

SECCIÓN 153 CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO

153.01 Descripción

La calidad de los materiales, productos y procesos del trabajo contratado, son responsabilidad exclusiva del Contratista, y designará un Consultor de Calidad como responsable de la llevar a cabo la gestión de control de calidad. Dicha gestión será

respaldará mediante las constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por uno o más organismos de ensayo debidamente aceptados por la Administración, que apoyan la labor del Consultor de Calidad.

153.02 Consultor de calidad

En todo proyecto el Contratista debe designar un Consultor de Calidad, que debe estar inscrito en el Registro que la Administración tenga habilitado para tales propósitos. El Consultor de Calidad puede ser una persona física o jurídica con competencia técnica para llevar a cabo la gestión de control de calidad requerida.

Dependiendo de la duración, magnitud y complejidad del proyecto, la Administración podrá establecer que dicha gestión debe ser realizada exclusivamente por un Consultor de Calidad. Cuando es una persona física o un profesional designado; o cuando es una organización con responsabilidad legal (con cédula jurídica), dedicando tiempo completo a ejercer dicha función, en cuyo caso no podrá tener asignado(s) otro(s) Proyecto(s).

153.03 Organismo de ensayo

Para el cumplimiento de sus funciones el Consultor de la Calidad debe disponer de uno o más organismos de ensayo, que tengan competencia técnica para la ejecución de los ensayos de materiales requeridos.

El(os) organismo(s) de ensayo deberá(n) tener alcances acreditados ante el ECA; al menos los ensayos relacionados con los parámetros de pago.

Por tanto, dicho organismo de ensayo debe contar con un sistema de gestión de la calidad implantado, además de cumplir con los requisitos de gestión y técnicos de la Norma INTE-SO/IEC 17025:2005, "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración", o versión más reciente, específicamente en los ensayos cubiertos por el alcance de la acreditación.

El organismo de ensayo debe instalar un laboratorio temporal en una ubicación cercana al principal centro de producción, debiendo considerar los siguientes aspectos:

- (a) Trabajar igual que el laboratorio permanente.
- (b) Control de documentos y registros en el sitio.
- (c) Procedimientos de transporte del equipo.
- (d) Verificación del equipo.

- (e) Declaración del equipo, trazabilidad y calibración.
- (f) Personal que realiza en ensayo, si fueron evaluados y acreditados para realizar actividades en el laboratorio temporal. Cadena de supervisión durante las jornadas de trabajo.
- (g) Verificación o control de condiciones ambientales y su registro, si aplica.

Una vez instalado el laboratorio temporal se debe notificar al ECA, para efectos de la ampliación del alcance de la acreditación, a excepción de que el alcance comprenda las instalaciones temporales o de proyecto, en cuyo caso siempre se debe notificar al ECA.

153.04 Plan de control de calidad

En la reunión de preinicio, el Contratista deberá proponer para aceptación de la Administración, un Programa de Control de Calidad, como instrumento para planificar y dar seguimiento a la calidad de todos los renglones de pago de la obra, incluyendo los trabajos realizados por subcontratistas, con el fin de controlar la conformidad de los procesos y del producto final con los planos y las especificaciones técnicas pertinentes, en lo que respecta a materiales, mano de obra, equipo, procedimiento constructivo, acabado, rendimiento funcional, e identificación.

La Administración podrá realizar inspecciones, muestreos y pruebas adicionales de verificación de la calidad, en cualquier momento, etapa y proceso de ejecución del proyecto. Los muestreos adicionales serán hechos por triplicado (muestra para el control de calidad, verificación de la calidad y testigo).

El Plan de Control de Calidad debe incluir al menos los siguientes elementos:

- (a) Ensayos para control de los procesos. Lista de los materiales que serán ensayados, parámetros a evaluar, método de ensayo, frecuencia mínima y localización de los puntos de muestreo.
- (b) Plan de muestreo aleatorio. Junto al programa de control de calidad se deberá proponer para su aceptación un plan de muestreo que asegure la aleatoriedad de la escogencia de las muestras, de manera tal, que se garantice que cualquier instante de la producción o punto puede ser muestreado (en centro de producción o en sitio de las obras).

Procedimientos de inspección y control. En las diferentes fases de la construcción, deben realizarse las siguientes acciones:

(a) Fase preparatoria.

- Revisar todas las especificaciones técnicas del Contrato.
- Asegurarse de que todos los materiales por usar cumplen con las exigencias del Contrato.
- Coordinar todas las entregas de las constancias de calidad, cuando sea procedente.
- Asegurarse de la capacidad del equipo y del personal para cumplir con las exigencias del Contrato.
- Asegurarse del cumplimiento de las especificaciones para los ensayos preliminares.
- Coordinar el trabajo de topografía y colocación de estacas.

(b) Fase de inicio.

- Revisar las exigencias del Contrato respecto al personal que lo realizará.
- Inspeccionar el trabajo en su inicio.
- Establecer normas para el uso de la mano de obra.
- Suministrar el entrenamiento que sea necesario al personal.
- Establecer un programa de muestreo detallado basado en la producción contemplada en el programa de trabajo.

(c) Fase de producción.

- Conducir la inspección ocasional o continua, durante la construcción, para identificar y corregir deficiencias.
- Inspeccionar las fases terminadas antes de la aceptación programada con la Administración.
- Proveer retroalimentación y cambios al sistema para prevenir que se repitan deficiencias.

Pueden requerirse modificaciones en cualquier parte del Programa de Control de Calidad del Contratista por trabajos que no estén adecuadamente cubiertos. La aceptación de dicho programa está basada en la inclusión de toda la información requerida y no implica una garantía para la Administración, de que el programa dará como resultado un cumplimiento consistente del Contrato. Así las cosas, se mantiene la responsabilidad del Contratista de demostrar tal cumplimiento.

No deben iniciarse los trabajos hasta que el Programa de Control de Calidad sea aceptado por la Administración.

153.05 Constancias de calidad

Todas las Constancias de Calidad deben ser referidas a las bitácoras de muestreo, además deben reportar los ensayos de todas las muestras tomadas de acuerdo con el Programa de Control de Calidad y las fechas de su ejecución. Estos documentos deben ser firmados por el profesional destacado por el organismo de ensayo o por el Consultor de la Calidad. Deben indicar el período y los estacionamientos o referencias necesarias. La Administración, cuando considere necesario, tendrá acceso directo a las memorias de cálculo del organismo de ensayo, que dieron origen a los resultados de laboratorio.

Sin ninguna excepción, previo a la estimación de pago mensual y/o al uso de materiales producidos de acuerdo con el programa de trabajo, el Contratista debe suministrar a la Administración las constancias de calidad de conformidad con lo que a continuación se establece:

- (a) Constancias de Calidad para materiales manufacturados fuera del proyecto e incluidos en la obra (asfalto, emulsión, tubos, pinturas, señales, cemento, entre otros).
- (b) Constancias de Calidad de los agregados pétreos. El Contratista debe presentar a la Administración, constancias de calidad de todos los materiales pétreos a utilizar en la obra, donde conste, mediante la inclusión de los ensayos correspondientes, el cumplimiento de los requisitos o especificaciones contractuales. Tal es el caso de los materiales pétreos de préstamo, subbase, base, tratamientos superficiales, concretos asfálticos e hidráulicos, subdrenajes, entre otros.
- (c) Constancias de Calidad de materiales procesados en plantas mezcladoras. El Contratista debe presentar a la Administración, constancias de calidad de los materiales procesados en plantas mezcladoras, donde conste, mediante la inclusión de los ensayos correspondientes, el cumplimiento de los requisitos o especificaciones contractuales.

Las mezclas resultado del proceso en planta que generalmente se utilizan en obras viales son las siguientes: mezclas asfálticas en caliente, mezclas asfálticas en frío,

bases estabilizadas, concreto hidráulicos, otras mezclas de aplicación en el proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

- (d) Constancia de Calidad de materiales procesados en sitio. El Contratista debe presentar a la Administración, constancias de calidad de todos los materiales procesados en sitio, donde conste mediante la inclusión de los ensayos correspondientes el cumplimiento de los requisitos o especificaciones contractuales.

Los materiales procesados en el sitio en obras viales dan como resultado lo siguiente: mejoramientos de subrasante, subbase, base granular, tratamientos superficiales bituminosos, bases estabilizadas, reciclados, otros procesos en sitio de aplicación en el proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

- (e) Constancia de Calidad de los procesos constructivos. El Contratista debe presentar a la Administración, constancias de calidad de todos los procesos constructivos ejecutados en la obra y que estos cumplan con las especificaciones contractuales. Aplican a los equipos utilizados, en los diferentes procesos, como en las prácticas constructivas y resultados de ensayos y mediciones especificados. Estas constancias complementan las indicadas en los apartados (a), (b) y (c).

Las constancias de calidad de los procesos constructivos podrán estar asociadas a las siguientes características, según sea el caso: compactación, espesores, niveles, resistencia, textura superficial y regularidad superficial, acabados, otros procesos constructivos de aplicación en el proyecto, para los cuales existan términos contractuales que el Contrato especifique.

153.06 Informe mensual de control de calidad

El informe mensual de Control de Calidad debe presentarse en documento original, en papel membretado del organismo de ensayo, las constancias de calidad selladas y firmadas por el profesional responsable. Las constancias deberán indicar los valores centrales del diseño de mezcla aceptado y utilizado en la producción (Nº. de informe), así como hacer referencia a las bitácoras de muestreo correspondiente, en caso contrario éste no será aceptado. Es responsabilidad del Contratista exigir al Consultor de Calidad y al organismo de ensayo que ejecutan su control de calidad, que envíen a tiempo estos informes.

El informe mensual debe contener como mínimo:

- (a) Actividades realizadas por Consultor de Calidad
- (b) Actividades realizadas por el organismo de ensayo
- (c) Emisión de las constancias de calidad
- (d) Resumen de resultados obtenidos durante el periodo en cada uno de los parámetros
- (e) Gráficos de tendencia de los parámetros de pago.
- (f) Análisis de los resultados obtenidos.
- (g) Análisis estadístico de los resultados obtenidos utilizando el método de análisis de nivel de calidad-desviación estándar.
- (h) Conclusiones y recomendaciones, las cuales deberán ser acordes con los resultados obtenidos y respaldándolas técnicamente.
- (i) Anexos

153.07 Aceptación

El Sistema de Control de Calidad del Contratista debe ser evaluado según la Subsección 107.02 Inspección visual, con base en la habilidad demostrada por éste para realizar un trabajo que cumpla con las exigencias del Contrato.

Si los ensayos e inspección de la Administración indican que el Sistema de Control de Calidad del Contratista no es efectivo, éste debe hacer las mejoras necesarias para corregir estas deficiencias. La Administración remitirá notificación escrita al Contratista sobre las modificaciones y mejoras inmediatas por realizar al sistema.

153.08 Medición

Con respecto a la medición para efectos de pago, dado que el costo del control de calidad debe ser incluido por el Contratista en cada renglón de pago del proyecto, no debe hacerse ninguna medición.

SECCIÓN 154 RESERVADA

SECCIÓN 155 PROGRAMAS DE TRABAJO PARA LOS CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN

155.01 Descripción

Esta labor consiste en la programación y seguimiento de todas las actividades de construcción.

Requerimientos para la construcción

155.02 General

Deben someterse a aprobación por la Administración 3 copias del programa preliminar de construcción, por lo menos 7 días antes de la reunión de preinicio.

Un programa preliminar de trabajo de la construcción es una descripción escrita, con un desglose detallado de todas las actividades del Contrato para efectuarse en los primeros 45 días siguientes a la emisión de la orden de inicio. Dentro de los 7 días posteriores a la reunión de preinicio, el programa preliminar de construcción será aceptado o rechazado. Si es rechazado, debe someterse a revisión un nuevo programa dentro de los siguientes 3 días. No pueden iniciarse las labores de construcción, con excepción de la movilización, el control del tránsito y las operaciones establecidas en la Sección 637 Servicios e instalaciones de obra, sin una aprobación preliminar del programa de trabajo de la obra.

Para desarrollar el programa de trabajo total de la obra, puede usarse cualquiera de estos procedimientos:

- Método del Diagrama de Barras (BCM)
- Método de la Ruta Crítica (CPM).

Debe incluirse en cada programa parcial de trabajo la información siguiente:

- Nombre del proyecto
- Número de licitación
- Contratista
- Tiempo total autorizado para ejecutar el Contrato y fecha de su conclusión
- Tipo de programa de trabajo (inicial o actualización)
- Fecha efectiva de inicio del programa
- Porcentaje del trabajo completado anteriormente.
- Porcentaje del tiempo utilizado anteriormente.

Deben entregarse 3 copias del programa total de trabajo dentro de los 30 días siguientes a la emisión de la orden de inicio. El plazo para aceptación o rechazo de este programa, o de sus revisiones, es de 14 días. Si es rechazado, debe someterse a aprobación un programa revisado dentro de los 7 días siguientes. No deben aparecer conflictos entre ninguna de las actividades programadas y el orden de los trabajos, conforme a las exigencias del Contrato.

El programa debe mostrar la conclusión del trabajo dentro del tiempo autorizado en el Contrato.

155.03 Método del Diagrama de Barras (BCM)

El programa de trabajo de la obra presentado mediante este método (BCM) consiste en un diagrama de barras de progreso de las diferentes actividades y una descripción escrita.

(a) Diagrama de barras de progreso.

Lo siguiente se aplica a la presentación inicial y a todas las actualizaciones:

- Una escala de tiempo que muestre el porcentaje del trabajo programado que será completado dentro del término del Contrato.
- Definir y relacionar las actividades con los renglones de pago del Contrato.
- Mostrar todas las actividades en el orden en que se realizará el trabajo, incluyendo fabricación y entregas.
- Mostrar todas las actividades críticas (mayores) que constituyan factores que determinan la terminación del trabajo.
- Mostrar el lapso necesario para llevar a cabo cada una de las actividades y su relación en el tiempo con las otras actividades.
- Mostrar el tiempo total programado para completar todo el trabajo.
- Contener suficiente espacio en cada una de las actividades para permitir 2 trazos adicionales, paralelos a la barra originalmente dibujada. Uno de los espacios será usado para la revisión del tiempo programado y el otro para mostrar el tiempo realmente utilizado en las diversas actividades.

(b) Descripción escrita

Debe entregarse una descripción escrita de las actividades mostradas en el diagrama de barras.

155.04 Método de la Ruta Crítica (CPM)

El programa de trabajo de la obra CPM consiste en un diagrama, un programa tabulado y una narración escrita.

(a) Diagrama.

Se usa el formato “actividad-en-flecha” para el diagrama de flechas, o el formato “actividad-en-nodo” para los diagramas de precedencia. Lo siguiente se aplica a la emisión inicial y a todas las actualizaciones:

- Utilizar una escala de tiempo que muestre gráficamente el porcentaje del trabajo programado para ser completado en una fecha dada durante el tiempo del Contrato.
- Definir y relacionar las actividades con los renglones de pago del Contrato.
- Mostrar la secuencia e independencia de todas las actividades incluyendo fabricación y entregas.
- Mostrar todos los nodos de actividad, la descripción de las actividades y las duraciones de cada una.
- Mostrar toda la red de elementos, aún los no operacionales (sólo para diagramas de flechas). Identificar la ruta crítica.

(b) Programa Tabulado.

Los siguientes requerimientos se aplican al programa tabulado:

En los diagramas de flechas, la actividad mostrada comienza y termina en un nodo numerado. En los diagramas de precedencia, se elabora una lista de las actividades y se muestran los tiempos mínimo y máximo de ejecución de cada una de ellas. En estos diagramas deben mostrarse:

- La duración de cada actividad
- Descripciones de las actividades
- Fechas de inicio y conclusión
- Fechas finales de inicio y conclusión
- Condición (crítica o no)
- Holgura total

(c) Descripción escrita.

Debe suministrarse una descripción escrita de las actividades mostradas en el diagrama del programa de trabajo.

155.05 Descripción escrita

La descripción escrita debe contener la siguiente información:

- Estimación de las fechas de inicio y conclusión de cada actividad.
- Descripción del trabajo por ser realizado dentro de cada actividad, incluyendo el tipo y la cantidad de equipo, mano de obra y materiales que serán usados.
- Ubicación en el proyecto del sitio en donde ocurre cada actividad.
- Descripción del ritmo de producción planeado para las cantidades de los renglones de pago (p.e., m³ de excavación por día / semana).
- Descripción de los días de trabajo por semana, días feriados, número de turnos por día y número de horas por turno.
- Estimación de cualquier período durante el cual una actividad estará inactiva o parcialmente inactiva; fechas de inicio y finalización para los casos de producción reducida o paralizada.
- Fechas esperadas y críticas para la entrega del equipo o material que puedan afectar el tiempo para la conclusión del proyecto.
- Fechas críticas de ejecución para mantener el programa de construcción.
- Identificación del vendedor, proveedor, o subcontratista que realizarán alguna actividad. Manifieste todos los supuestos hechos en la programación del subcontratista o proveedor del trabajo.

155.06 Actualización del programa

El Programa de Trabajo de la obra debe ser revisado para verificar las fechas de terminación de todas las actividades, la duración remanente de las actividades incompletas y cualquier propuesta lógica y/o revisiones del tiempo estimado. Debe mantenerse informado a la Administración del programa vigente de trabajo de la obra y todos los cambios que se efectúen.

Deben entregarse 3 copias del Programa de Trabajo actualizadas al menos cada 8 semanas o cuando:

- Ocurra un atraso en la conclusión de una actividad crítica (mayor).
- Ocurra un atraso que cause un cambio en la ruta crítica del diagrama CPM o un cambio en una actividad crítica del diagrama BCM.

- El proceso real del trabajo sea diferente al mostrado en el Programa vigente de la Obra.
- Se produzca una adición, disminución o revisión de las actividades a causa de una modificación del Contrato.
- Se efectúa un cambio lógico en el Programa de Trabajo.

SECCIÓN 156 TRÁNSITO SEGURO DE LOS USUARIOS

156.01 Descripción

Esta actividad se refiere al control y protección segura de todos los usuarios que deben transitar en el área del proyecto y en las áreas adyacentes durante su ejecución.

156.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones:

Seguridad y control temporal del tránsito	635
---	-----

156.03 Acomodo del tránsito durante los trabajos

Además de lo establecido en esta Sección 156 Tránsito seguro de los usuarios, la gestión del tránsito se realizará de acuerdo con el Plan de Control de Tránsito en Obras (PCTO) según lo establece el Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías, Decreto Ejecutivo N°. 38799-MOPT con sus reformas o con el decreto que lo sustituya. Asimismo, se debe cumplir con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito de la SIECA vigente y la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito.

El PCTO debe garantizar la seguridad y conveniencia de todos los usuarios, considerando la protección de los residentes, de las propiedades adyacentes al proyecto en ejecución y los servicios públicos. Estas condiciones deberán garantizarse hasta que el proyecto cuente con la aceptación final de acuerdo con la Subsección 107.09 (b) Aceptación parcial y final.

156.04 Mantenimiento de la infraestructura vial involucrada en la ejecución de los trabajos

El mantenimiento de la infraestructura vial involucrada en la ejecución del proyecto debe realizarse de la siguiente manera:

- (a) Dar mantenimiento a los caminos, estructuras de puentes y elementos de seguridad vial que formen parte de los desvíos según sea requerido por el Plan de Control de Tránsito en Obras, de tal manera que permanezcan en condición segura y aceptable.
- (b) Mantener en adecuadas condiciones de tránsito las intersecciones con ferrocarriles, caminos y calles, así como los accesos a negocios, lotes de estacionamiento, residencias, garajes, fincas, aceras y otros.
- (c) Mantener las vías del tránsito para los usuarios libres del exceso de polvo, de tal manera que no se vea afectada la visibilidad ni la calidad del aire.
- (d) Mantener las vías del tránsito para los usuarios libres de deterioros que afecten su movilidad o comprometan su seguridad.
- (e) No permitir acumulaciones de tierra u otros materiales en las zonas de paso de los usuarios.
- (f) No permitir que el agua se empoce en las zonas de paso de los usuarios.
- (g) Mantener y reponer la señalización vial temporal de control de tránsito en obra tanto en horas diurnas como nocturnas según corresponda.
- (h) Los costos del mantenimiento de la infraestructura vial durante la ejecución de los trabajos deberán ser contemplados por el Contratista en su oferta. En caso de incumplimiento, se deberán seguir los procedimientos indicados en los documentos contractuales.

156.05 Mantenimiento de la infraestructura vial durante los periodos de suspensión de la obra

En los períodos de suspensión de la obra, cualquiera que sea la razón, el Contratista debe continuar con el mantenimiento de la infraestructura vial relacionada con los componentes de seguridad vial y el control del tránsito para garantizar una movilidad segura para todos los usuarios.

156.06 Limitaciones durante las operaciones de construcción

En el caso de que la carretera esté abierta al público durante la ejecución de las obras, las operaciones deben restringirse de la siguiente manera:

- (a) El Contratista debe maniobrar el equipo únicamente en la dirección del tráfico, cuando esto sea posible. Se permitirán maniobras en dirección contraria al tráfico únicamente en tramos debidamente controlados por el personal autorizado.

- (b) El Contratista no podrá retirar la señalización ni otros dispositivos temporales hasta que la vía o el proyecto no esté finalizado en su totalidad en cuanto a demarcación y señalización vial permanente, sistemas de contención vehicular o cualquier otro dispositivo de seguridad que sea requerido.
- (c) Cuando los espaldones estén en proceso de construcción y la calzada se encuentre en servicio, si los espaldones tienen temporalmente un desnivel igual o mayor a 50 mm con relación a la superficie de rodamiento, el Contratista debe colocar señales de alerta que así lo indiquen. Cuando la diferencia sea superior a 100 mm, el Contratista debe hacer un relleno en cuña con un talud de 1:3 como máximo, con las correspondientes señales preventivas. En todo caso, la construcción de los espaldones adyacentes a los carriles de tránsito en uso debe ser terminada con la misma elevación de la vía antes de la puesta en servicio definitiva.
- (d) Deben proporcionarse carriles provisionales con un ancho mínimo de 3,0 m. El Contratista debe utilizar barricadas, barriles u otros dispositivos aceptables, según normativa de referencia, para delimitar los carriles de tránsito a través de las áreas en donde el borde del pavimento, o la ruta proyectada, desaparezca como consecuencia de los trabajos de construcción.
- (e) El Contratista puede localizar áreas de depósito de materiales y escombros al menos con un retiro de 10 m del borde de la calzada o sección de calzada abierta al tránsito, o detrás de sistemas de contención vehicular adecuados. Debe obtener aprobación de la Administración para ubicar y acceder a esas áreas. El Contratista debe almacenar en estas áreas los dispositivos para el control del tránsito cuando no estén en uso, de tal manera que no se deterioren.
- (f) El estacionamiento del equipo de construcción y otros vehículos requeridos debe llevarse a cabo en un sitio apropiado por lo menos con un retiro de 10 m del borde de la calzada o sección de calzada abierta al tránsito, o bien, detrás de sistemas de contención vehicular adecuados.
- (g) Cuando se dirija el tránsito de un carril restringido a la vía completa o viceversa, debe suministrarse previamente personal capacitado para colocar o reubicar los dispositivos de control del tránsito.
- (h) Las demoras al flujo de tránsito que sean causadas por las actividades de la construcción deben limitarse a un máximo de 30 minutos.
- (i) El Contratista deberá dar mantenimiento a los sistemas de contención vehicular y barandas peatonales existentes hasta que se requiera removerlos por el proceso de

construcción. En este caso, se deberán utilizar sistemas de contención temporales o dispositivos de canalización adecuados, hasta que los sistemas permanentes no hayan sido instalados adecuadamente.

156.07 Trabajos nocturnos o bajo condiciones de visibilidad limitada

Cuando se programen trabajos en horario nocturno o bajo condiciones de visibilidad limitada, el Contratista debe someter para aprobación de la Administración un sistema de iluminación, como parte del PCTO, el cual debe incluir los tipos de luminarias, su localización y la forma en que las luces serán posicionadas. Además, el sistema debe utilizar una fuente independiente de iluminación que no sea las luces de los vehículos. Debe instalarse de manera que cubra el área completa de trabajo. Las luces deben colocarse de manera que no causen deslumbramiento a los usuarios que transiten en cualquier dirección. Si el área de trabajo cambia de lugar, las luces deben trasladarse al nuevo sitio. También debe proveerse iluminación en cada sitio donde haya abanderados. Los vehículos y maquinaria de trabajo deben contar con una rotativa luminosa exterior amarillo.

156.08 Supervisor del tránsito y de la seguridad

El Contratista debe contar con un supervisor de tránsito y seguridad calificado con un perfil competente aprobado por la Administración, aparte del superintendente de la construcción (capataz o maestro de obras). En la reunión de preconstrucción el Contratista deberá dar el nombre de este supervisor, su dirección y el número telefónico, con disponibilidad las 24 horas del día. En todo momento, durante la vigencia del Contrato, incluyendo los períodos de suspensión de la obra, el supervisor tendrá las siguientes funciones:

- (a) Implementar el PCTO en todo su alcance.
- (b) Coordinar las operaciones de control del tránsito y otros usuarios, incluyendo las de los contratistas y proveedores.
- (c) Asegurar la condición, posición y aplicabilidad de los dispositivos de control del tránsito en uso, incluyendo su mantenimiento.
- (d) Corregir inmediatamente las deficiencias en el control del tránsito.
- (e) Coordinar el mantenimiento de las operaciones de control del tránsito con la Administración.
- (f) Coordinar que todos los dispositivos temporales para el control del tránsito cumplan lo dispuesto en la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito, asegurando su adecuada instalación, mantenimiento y almacenamiento.

- (g) Asegurar que los elementos de control de tránsito que no estén en uso sean manipulados y almacenados apropiadamente.
- (h) Coordinar reuniones semanales de control del tránsito con los trabajadores de la construcción e invitar a estas, a representantes de la Administración.
- (i) Suministrar un informe semanal que haga constar que las inspecciones y revisiones fueron realizadas y que los implementos de control del tránsito cumplen con las exigencias del Contrato y del Plan de Control de Tránsito en Obras. Incluir el número y tipos de dispositivos en uso, e informar todos los cambios o acciones correctivas tomadas para garantizar el paso seguro de los usuarios a través del proyecto.
- (j) Inspeccionar los dispositivos temporales de control del tránsito incluyendo aquellos en los sitios de acopio de materiales y de desecho, tanto de día como de noche, según la programación de las obras.
- (k) Proveer asistencia a los banderilleros.

156.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección y será evaluado bajo la Subsección 107.02 Inspección visual.

Los dispositivos temporales de control de tránsito y actividades relacionadas con el manejo del tránsito serán evaluados de acuerdo con la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito.

156.10 Medición y Pago

Se deberán medir los ítems de la Sección 156 Tránsito seguro de los usuarios, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con la Subsección 110.05 Alcance del pago y de conformidad con lo siguiente:

- Medición y pago de la señalización y dispositivos de seguridad vial y el manejo del tránsito según la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito.

- Medición y pago para el control del polvo según las Secciones 158 Aplicación de agua para control del polvo o 306 Control de polvo.

SECCIÓN 157 CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO

157.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, construcción y mantenimiento permanente y temporal de las obras para el control de la erosión y del arrastre de sedimentos.

157.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Escolleras	251
Material de relleno	704.03
Fertilizantes	713.03
Semillas	713.04
Cubierta vegetal	713.05
Geotextiles	714.01
Agua	725.01
Revestimiento de plástico	725.19

Requerimientos para la construcción

157.03 General

Deben ejecutarse medidas de control, permanentes y temporales, para minimizar la erosión y sedimentación durante y después de la construcción de acuerdo con el plan de control de la erosión del proyecto, permisos del Contrato, Sección 108 Relaciones legales y responsabilidad respecto al público y esta Sección. El Contrato permite modificaciones a las exigencias de esta Sección. No debe modificarse el tipo, tamaño o localización de cualquier control o práctica sin la aprobación de la Administración. El plan de control de la erosión del proyecto debe reflejar especial preocupación y medidas para proteger los recursos naturales e infraestructura existente. Puede someterse a aprobación de la Administración una propuesta alternativa para el control de la erosión, con todos los permisos necesarios, de acuerdo con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos.

Las propuestas para el control de la erosión deben presentarse al menos 30 días antes de su uso pretendido.

Cuando las medidas y obras para el control de la erosión no funcionan satisfactoriamente, deben tomarse inmediatamente las acciones correctivas.

157.04 Controles y limitaciones en el trabajo

Antes de remover la maleza y construir la explanación, deben llevarse a cabo todos los trabajos necesarios para controlar la erosión alrededor del perímetro del proyecto, incluyendo barreras filtrantes, desviaciones y estructuras para asegurar dicho control.

Para la ejecución de las medidas de control de la erosión y de los sedimentos debe procederse como sigue:

- (a) Implementar controles temporales de la erosión en etapas progresivas, conforme progrese la construcción.
- (b) Construir obras temporales como drenajes en las laderas, canales de desvío y bermas de tierra para proteger áreas y pendientes perturbadas.
- (c) A menos que en el Contrato se identifique una estación climática para la siembra, se colocará césped de manera permanente en los taludes terminados, a las zanjas y cunetas dentro de los 30 días siguientes a su construcción, de acuerdo con las Secciones 624 Capa vegetal y 625 Instalación del césped.
- (d) Colocar recubrimientos temporales, u otras medidas aprobadas, para estabilizar el suelo en áreas alteradas, que vayan a permanecer expuestas por más de 30 días.
- (e) Construir protecciones a la salida de alcantarillas y otras estructuras tan pronto como estén terminadas.
- (f) Construir obras de control permanentes para la erosión, incluyendo revestimiento de canales y tratamientos de las laderas tan pronto como sea practicable o en el momento en que se termine el pavimento o capa de terreno sobre la que se cimentará.
- (g) Construir y mantener controles de la erosión en y alrededor de los apilamientos de suelo para prevenir la pérdida de material.
- (h) Al final de las operaciones de excavación de cada día, debe conformarse el área en que se está realizando el movimiento de tierra para minimizar y controlar la erosión a consecuencia de corrientes de agua producto de eventuales tormentas.

157.05 Barreras filtrantes

Deben construirse barreras para filtrar el sedimento arrastrado por las escorrentías, las que pueden consistir en vallas de retención de sedimentos, fardos de maleza y ramas de árboles, producto de las operaciones de limpieza, chapeo y destronque, para construir estas barreras.

157.06 Estructuras de retención de sedimentos

Deben construirse estructuras de retención de sedimentos de los siguientes tipos:

- (a) Trampas temporales de sedimentos. Deben construirse trampas temporales de sedimentos para detener la escorrentía de áreas alteradas y detener el sedimento. Debe proveerse protección a la salida del agua.
- (b) Estanques para sedimentos. En áreas grandes de drenaje, deben construirse estanques para almacenar las escorrentías y asentar los sedimentos. Los estanques para sedimentos deben construirse de conformidad con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado. Las tuberías necesarias de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado. A la salida de las aguas debe proveerse la debida protección.

157.07 Protección de la salida de la corriente

Deben construirse recubrimientos de escollera o estanques para reducir la velocidad del agua y prevenir el deterioro del terreno a la salida de la corriente en las estructuras temporales y permanentes de control de la erosión. La escollera debe construirse conforme a la Sección 251 Escolleras (Riprap)

157.08 Pasos de agua

Deben construirse alcantarillas de tubo provisionales en los sitios en donde los vehículos empleados en la construcción atraviesan temporalmente una vía fluvial.

157.09 Desvíos

Deben construirse canales y alcantarillas temporales, bermas de tierra o colocar sacos de arena para desviar el agua alrededor de áreas perturbadas o taludes. Deben utilizarse canales y alcantarillas temporales, bombas, sacos de arena u otros métodos para desviar el flujo de corrientes a las instalaciones permanentes de alcantarillas y otras obras. Los canales deben estabilizarse de acuerdo con lo establecido en la Subsección 157.10

Corrientes de agua, protección y estabilización de taludes. Debe proveerse protección a la salida del agua.

157.10 Corrientes de agua, protección y estabilización de taludes

Deben utilizarse revestimientos de plástico, escolleras, diques de control, colchonetas, esteras de control de erosión y drenajes temporales de los taludes, de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Revestimientos de plástico. Deben usarse revestimientos de plástico para proteger el suelo subyacente de la erosión. Colocar el revestimiento de plástico flojamente sobre una superficie de suelo lisa, libre de proyecciones o depresiones que puedan causar agujeros o rasgaduras. Las juntas transversales deben traslaparse un mínimo de 1 m en la dirección del flujo. No deben usarse juntas longitudinales. El revestimiento debe anclarse en el lugar usando escolleras.
- (b) Escolleras. Las escolleras para el recubrimiento de los canales deben construirse de acuerdo con la Sección 251 Escolleras (Riprap)
- (c) Diques de control. Deben utilizarse escolleras, sacos de arena o bermas de tierra para presas temporales para reducir la velocidad de la escorrentía en zanjas y cunetas.
- (d) Colchonetas y esteras. Deben utilizarse colchonetas y esteras de paja para el control de la erosión, esteras para revegetación, revestimientos con fibra de vidrio y mallas tejidas con paja o material sintético para estabilizar las vías de agua y las pendientes antes o después de que se ha hecho la siembra definitiva de césped u otra vegetación. Debe instalarse de acuerdo con la Sección 629 Materiales para el control de la erosión, redes para el control de erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular.
- (e) Drenaje temporal de taludes. Deben utilizarse tubos drenantes, escolleras o recubrimientos plásticos en las vías de agua para el drenaje temporal de taludes a los canales de conducción de la escorrentía. Canalice el agua al drenaje del talud con una berma de tierra construida en la parte superior del corte o relleno. Los drenajes del talud deben anclarse a la ladera. Debe proveerse protección a la salida del agua.

157.11 Plantación temporal de césped

Debe aplicarse semilla, fertilizantes y recubrimiento con pajote para proteger al suelo de la erosión en la proporción mostrada en la Tabla 157-01 Proporciones de aplicaciones para colocación de césped temporal. Las áreas sembradas deben protegerse y cuidarse, incluyendo el riego de agua, hasta que el césped permanente se establezca en su lugar.

Tabla 157-01

Proporciones de aplicaciones para colocación de césped temporal

Material	Porción de la aplicación kg / ha
Semillas	40
Fertilizantes	375
Pajote 10 ± 10 mm profundidad	1500

157.12 Inspección y reporte

Todas las obras para el control de la erosión deben inspeccionarse al menos cada 7 días, dentro de las 24 horas siguientes a la caída de 50 mm de lluvia en un período de 24 horas, y cuando sea requerido por los permisos concedidos a causa del Contrato.

Dentro de las 24 horas, se debe entregar los reportes de inspección a la Administración, los que deben incluir lo siguiente:

- (a) Resumen de la inspección
- (b) Nombres del personal que realizó la inspección
- (c) Fecha y hora de la inspección
- (d) Observaciones hechas
- (e) Acción correctiva necesaria, acción tomada y fecha y hora de la acción

157.13 Mantenimiento y limpieza

Las medidas de control temporal de la erosión deben ser mantenidas en condiciones de trabajo hasta que el proyecto sea terminado o las medidas no sean más necesarias.

Las facilidades para el control de la erosión deben limpiarse cuando estén llenas de sedimento hasta la mitad.

Pueden utilizarse los sedimentos en la obra, si fueran aceptables, o disponerse de ellos de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho.

Aquellas medidas para el control de la erosión que no pueden ser mantenidas deben ser reemplazadas, al igual que aquellas que son dañadas por las operaciones de construcción.

Deben removerse y disponerse de las medidas para el control temporal de la erosión cuando el césped está satisfactoriamente establecido y las cunetas y los canales de drenaje están recubiertos y estabilizados. La remoción y disposición de las medidas de control de la erosión deben ser hechas de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho. Debe restaurarse el terreno a su condición natural o proyectada y proveer medidas de control de la erosión permanentes.

157.14 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material para las medidas de control de la erosión será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La construcción, mantenimiento y remoción de las medidas de control de la erosión del suelo serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El geotextil será evaluado bajo la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra.

157.15 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 157 Control de la erosión del suelo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones,

110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (cuando corresponda) o lo que en su defecto establezca la Administración.

Deben medirse los siguientes renglones de pago, cuando sea ordenado así por la Administración y hayan sido instalados o construidos. No deben medirse para efectos de pago los renglones que hayan sido reemplazados.

- Medir las vallas de retención de sedimentos, barreras de vegetación (matorrales), drenajes de taludes, bermas de tierra y alcantarillas de tubo temporales por metros lineales (m).
- Medir los fardos, presas de control, sacos de arena, trampas de sedimentos y empaques para juntas de tubería por unidad (u).
- Medir el revestimiento de plásticos por metros cuadrados (m²), excluyendo los traslapes.
- Medir la colocación de césped por hectáreas (ha), sobre la superficie del terreno, o por kilogramos (kg). Cuando la medición es por kilogramos (kg), debe pesarse la semilla en kilogramos (kg).
- Medir la excavación para los canales de desvío y estanques de sedimento bajo la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.
- Medir la escollera bajo la Sección 251 Escolleras (Riprap)
- Medir los canales pavimentados permanentemente bajo la Sección 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas.
- Medir los taludes pavimentados permanentemente bajo la Sección 262 Revestimiento de taludes.
- Medir el suelo vegetal bajo la Sección 624 Capa vegetal.
- Medir el césped colocado de manera permanente bajo la Sección 625 Instalación del césped.
- Medir las colchonetas bajo la Sección 629 Materiales para el control de la erosión, redes para el control de erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular.

157.16 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales;

maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Los pagos por progreso por las medidas para el control de la erosión serán hechos como sigue:

- (a) 50 % del precio unitario del Contrato para cada uno de los renglones de pago en el momento de la instalación.
- (b) 25 % del precio unitario del Contrato para cada uno de los renglones de pago será pagado cuando se complete el 50 % del monto del Contrato.
- (c) El pago de la porción remanente del precio unitario del Contrato para cada uno de los renglones de pago será pagado cuando las medidas de control de la erosión temporales sean removidas del proyecto.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.157.01	Plantación temporal de césped	Kilogramo	(kg)
CR.157.02	Plantación temporal de césped	Hectárea	(ha)
CR.157.03	Valla de retención de sedimentos	Metro lineal	(m)
CR.157.04	Barreras de maleza	Metro lineal	(m)
CR.157.05	Drenajes de taludes	Metro lineal	(m)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.157.06	Bermas de tierra	Metro lineal	(m)
CR.157.07	Tubo de alcantarilla temporales	Metro lineal	(m)
CR.157.08	Fardos (describir)	Unidad	(u)
CR.157.09	Presas de control	Unidad	(u)
CR.157.10	Sacos de arena	Unidad	(u)
CR.157.11	Trampas de sedimento	Unidad	(u)
CR.157.12	Empaques para juntas de tubería	Unidad	(u)
CR.157.13	Revestimientos de plástico	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 158 APLICACIÓN DE AGUA PARA CONTROL DE POLVO

158.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de agua para el control del polvo causado por el trabajo y el tránsito del público.

158.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Subsección:

Agua

725.01

Requerimientos para la construcción

158.03 General

Debe proveerse un suministro adecuado de agua y el riego cuando sea necesario a cualquier hora (incluyendo noches, fines de semana y períodos de no trabajo) para el control

del polvo. El agua debe aplicarse uniformemente usando distribuidores del tipo de presión, con tubería equipada con sistemas de rocío o mangueras con boquillas.

(a) Control de polvo del proyecto para beneficio del público.

Debe controlarse el polvo dentro de los límites de la construcción a todas horas mientras el proyecto esté abierto al tránsito del público. Cuando el proyecto no está abierto al tránsito del público, debe controlarse el polvo en las áreas del proyecto en donde existan viviendas habitadas en la vecindad o lugares de negocios. El control del polvo también debe ejecutarse en desvíos aprobados activos, habilitados para el proyecto. El agua debe aplicarse en los lugares, cantidad y frecuencia ordenados por el Ingeniero.

(b) Otros sitios de control del polvo.

El polvo debe controlarse también en los caminos de acarreo activos, en tajos y en áreas de estacionamiento del equipo; y en el proyecto, durante todos los períodos no cubiertos en el apartado anterior (a).

158.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección y la Subsección 107.02 Inspección visual.

158.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 158 Aplicación de agua para control de polvo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con la Subsección 158.03 (a) Control de polvo del proyecto para beneficio del público, la medición se hará por metro cúbico (m³) en el vehículo de acarreo o mediante aforo durante el suministro. No se medirá para pago el agua aplicada según la Subsección 158.03 (b) Otros sitios de control del polvo.

158.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.158.01	Riego de agua para el control del polvo	Metro cúbico	(m ³)

**Movimientos
de tierra**

**División
200**

DIVISIÓN 200: MOVIMIENTO DE TIERRA

SECCIÓN 201 LIMPIEZA Y DESMONTE

201.01 Descripción

Este trabajo consiste en el desmonte, tala, remoción y eliminación de toda la vegetación y desechos dentro de los límites señalados en los planos o indicados por la Administración, excepto los elementos que permanezcan en su lugar, según criterio de la Administración, o que deban ser eliminados de acuerdo con otras secciones de estas Especificaciones. Este trabajo incluirá la conservación adecuada de toda la vegetación y objetos destinados a permanecer en el sitio, debiendo evitarse su daño o destrucción. Además, deberá efectuarse un manejo de los desechos que preserve el medio ambiente y que cuide de la vegetación remanente de acuerdo con las normas ambientales vigentes. La labor de limpieza y desmonte deberá realizarse de acuerdo con las normas de seguridad vigentes que sean aplicables a la obra.

201.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Material misceláneo para plantas	713.08

Requerimientos para la construcción

201.03 General

Se tomarán las medidas necesarias para el control de la erosión de los suelos, de acuerdo con la Sección 157 Control de la erosión del suelo. El trabajo se realizará dentro de los límites designados contractualmente. La Administración establecerá los límites de la obra y especificará todos los árboles, arbustos, plantas y objetos que deben permanecer en el sitio y que el Contratista deberá preservar. Cuando un árbol que se desee conservar sufra cortaduras, deberá recubrirse el área dañada con algún elemento específico para tal fin, de conformidad con el criterio de la Administración. Si se destruye accidentalmente vegetación o árboles que deben permanecer, serán reemplazados de conformidad con lo que la Administración requiera.

201.04 Limpieza

Dentro de los límites del área de limpieza se eliminarán árboles, matorrales, madera tumbada y otra vegetación como se indica a continuación:

- (a) Los árboles se cortarán de modo que caigan dentro de los límites del área de limpieza.
- (b) En áreas de talud de corte redondeadas, los troncos serán cortados a nivel o debajo de la rasante final.
- (c) En áreas fuera de la excavación, en terraplenes y límites de redondeo de taludes, se cortarán los troncos a no más de 150 mm sobre el nivel del terreno.
- (d) Se podarán las ramas de árboles que sobresalgan sobre la calzada y espaldones de la carretera, para que quede una altura libre de 6 m. Si es necesario, se removerán otras ramas para obtener una buena apariencia. La poda debe realizarse con prácticas adecuadas de corte de ramas. Los daños a los árboles deben ser tratados con recubrimiento de protección especial. En todo momento se deben aplicar métodos seguros de corte y desrame, que no pongan en peligro a los usuarios de la vía ni a los obreros del Contratista.

201.05 Desmante

El desmante se efectuará hasta una profundidad suficiente para remover raíces, troncos enterrados, musgo, césped y otros escombros vegetales, como se indica a continuación:

- (a) En todas las áreas por excavarse, excepto en áreas de redondeo de taludes de corte.
- (b) Realice el desmante en todas las áreas de terraplenado. Los troncos de árbol podrán quedar en sitio si no tienen más de 150 mm sobre la superficie del terreno original, y siempre que se aplique al menos 1 m de relleno como mínimo.
- (c) El destronque y desmante de bancos de préstamo, cambios de cauce y zanjas, será necesario solamente hasta la profundidad requerida dentro de dichas áreas.
- (d) Los hoyos de los troncos y otros que resulten del desmante, se rellenarán con material adecuado hasta el nivel del terreno en sus alrededores, de acuerdo con la Subsección 209.11 Relleno y se compactará, según la Subsección 209.12 Compactación.

201.06 Desechos

La madera aprovechable que se encuentre dentro del área a ser despejada es propiedad de la Administración. El Contratista debe disponer la limpieza y el desmonte de escombros de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho. En el caso donde las Especificaciones Especiales o el Contrato diga lo contrario, la madera será aprovechada por el Contratista.

201.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La limpieza y el desmonte se evaluarán en conformidad con la Subsección 107.02 Inspección visual.
- Los materiales para proteger árboles dañados (recubrimientos) se evaluarán según se dispone en la Subsección 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- El relleno y compactación de los hoyos de desmonte y destronque se evaluarán según indica la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

201.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 201 Limpieza y desmonte, para efectos de aceptación o pago de los insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medición de la limpieza y desmonte se efectuará por hectárea (ha) o por suma global (glb). No se harán reducciones del área, a menos que existan áreas excluidas que estén identificadas en el Contrato.
- La limpieza y el desmonte de fuentes de materiales de préstamo no se incluirán en la medición para efectos de pago.
- La remoción de árboles de gran tamaño se medirá por unidad (u).

201.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.201.01	Limpieza y desmonte	Hectárea	(ha)
CR.201.02	Limpieza y desmonte	Suma global	(glb)
CR.201.03	Remoción de árboles de gran tamaño ⁽¹⁾	Unidad	(u)

Notas:

(1) Árboles de gran tamaño: Cuyas dimensiones constituyan un riesgo para su eliminación con maquinaria usual.

SECCIÓN 202 LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL

202.01 Descripción

Este trabajo consiste en la limpieza y desmonte efectuados fuera de los límites especificados en la Sección 201 Limpieza y desmonte, mediando autorización formal del Ingeniero de Proyecto. Incluye la limpieza, la eliminación de vegetación que obstaculice la visibilidad, el raleo de la vegetación y el retiro de árboles y troncos que resulte pertinente. Además, se incluye en esta labor, el manejo apropiado de los desechos de la limpieza conforme a las normas ambientales vigentes y el uso de equipos apropiados para garantizar la seguridad de los obreros y usuarios de la vía.

202.02 Definiciones

- (a) Limpieza seleccionada. Limpieza donde se haya decidido que permanezcan algunos árboles y/u otra vegetación.
- (b) Limpieza y desmonte seleccionados. Limpieza y desmonte donde se ha determinado la permanencia de algunos árboles y/u otra vegetación.
- (c) Limpieza y desmonte especial. Limpieza y desmonte en que todos los árboles y/o la vegetación son removidos.
- (d) Remoción de árboles individuales o de troncos. Remoción de árboles individuales o troncos fuera de los límites de limpieza señalados en la Sección 201 Limpieza y desmonte o fuera de las áreas señaladas en los incisos (a) (b) y (c) de esta Subsección.

Requerimientos para la construcción

202.03 General

Se limpiará y se realizará el desmonte según la Sección 201 Limpieza y desmonte exceptuando los cambios que se describen en esta Sección. No se deberá empujar, tirar o derribar árboles de forma que puedan dañar a otros árboles designados para permanecer en el sitio. Se removerán los escombros señalados usando métodos que prevengan daños a la vegetación que no será removida. Se procederá a la limpieza y desmonte de los escombros según la Subsección 203.05 Material de desecho.

202.04 Limpieza seleccionada

Se limpiará y dispondrá de todos los árboles, nudos, madera tumbada y de toda vegetación seleccionada que deba ser removida.

202.05 Limpieza y desmonte seleccionados

Se limpiará, se realizará el desmonte y la disposición de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y otra vegetación, que deban ser removidos.

202.06 Limpieza y desmonte especial

Se limpiará, se realizará el desmonte y la disposición de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y de otra vegetación.

202.07 Remoción de árboles individuales o troncos

Se limpiará y dispondrán los restos de todos los árboles o troncos indicados.

202.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos de limpieza y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La limpieza adicional y el desmonte se evaluarán bajo la Subsección 107.02 Inspección visual y Sección 201 Limpieza y desmonte.

202.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 202 Limpieza y desmonte adicional, para efectos de aceptación o pago de los insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá la limpieza seleccionada, la limpieza y el desmonte seleccionados, y la limpieza y desmonte especial por hectárea (ha), conforme a la Sección 110.02 Unidades de medición y definiciones.
- Se medirá la remoción de árboles individuales mediante el diámetro promedio de cada uno. No se tomarán en cuenta los árboles cortados de menos de 150 mm de diámetro para efecto de pago. Se debe medir la remoción de troncos individuales por unidad (u).

202.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención y almacenamiento de maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.202.01	Limpieza seleccionada	Hectárea	(ha)
CR.202.02	Limpieza seleccionados y desmonte	Hectárea	(ha)
CR.202.03	Limpieza especial y desmonte	Hectárea	(ha)
CR.202.04	Remoción individual de árboles	Unidad	(u)
CR.202.05	Remoción individual de troncos	Unidad	(u)

SECCIÓN 203 ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS

203.01 Descripción

Este trabajo consiste en la remoción y eliminación de construcciones, vallas, estructuras, pavimentos, tuberías abandonadas y/o en servicio, cabezales o similares, alcantarillas, aceras y otras obstrucciones. Incluye además la recuperación de estructuras designadas para ser utilizadas en otro sitio. La eliminación de todos los desechos sólidos deberá cumplir las normas ambientales vigentes.

203.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Sección y Subsección:

Excavación y relleno para otras estructuras	209
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Material de relleno	704.03

Requerimientos para la construcción

203.03 Material recuperado

Se deberán recuperar, con razonable cuidado, todos los materiales indicados por la Administración o el Ingeniero de Proyecto. Preferentemente, la recuperación se puede aplicar en secciones o piezas que sean transportables. Se deberán reponer todas las tuercas, pines, miembros, placas o piezas que sean dañadas, se pierdan o destruyan durante la recuperación. Se deben amarrar todas las partes sueltas junto con las piezas principales y utilizar cajas para empacar los componentes. Estas cajas deben ser rotuladas indicando su contenido, fecha y lugar de procedencia.

Deben marcarse los miembros y piezas para realizar el armado posterior de la estructura y se suministrará un plano de armado a la Administración. Se almacenará y resguardará apropiadamente el material recuperado en el área designada para este objetivo en el proyecto.

203.04 Material removido

Los puentes, alcantarillas, pavimentos y otras estructuras para desagüe que estén en servicio para el paso (o tránsito) no deberán ser removidos hasta tanto no se hayan hecho los arreglos y facilidades para no interrumpir el tránsito normal. Deberá utilizarse sierra de corte para hacer recuperación o demolición parcial de aceras, bordillos, pavimentos y otras estructuras.

A no ser que la Administración o las Especificaciones Especiales lo dispongan, los cimientos de las estructuras existentes deberán ser demolidos hasta el fondo natural o lecho del río o arroyo y las partes de la subestructura que se encuentren fuera de la corriente, se demolerán hasta por lo menos 0,50 m por debajo de la superficie natural del terreno.

En el caso de que tales elementos estructurales existentes se encuentren, ya se sea en su totalidad o en parte, dentro de los límites de la construcción de la nueva estructura, serán demolidos hasta donde indique la Administración, para permitir la construcción de la estructura nueva.

Los puentes de acero o madera, cuya recuperación esté especificada, deberán ser desmantelados, desarmados y desmontados cuidadosamente sin causar daño a las partes para facilitar su montaje en el nuevo sitio. La operación de señalamiento de las partes podrá eliminarse por autorización de la Administración. Todo el material rescatado deberá almacenarse según queda especificado en la Subsección 203.03 Material recuperado.

Excepto en áreas de excavación y rellenos compactados al nivel de terreno terminado en sitios donde se removieron estructuras, se hará de acuerdo con la Subsección 209.11 Relleno. La compactación de los rellenos deberá realizarse según se establece en la Subsección 209.12 Compactación.

203.05 Material de desecho

Cuando sea económica y prácticamente factible, se debe indicar al Contratista que el material debe ser reciclado. Se debe disponer de los escombros y del material en exceso y no adecuado del siguiente modo:

- (a) Material removido del proyecto.

Se debe reciclar o disponer del material fuera del proyecto, en apego a la legislación vigente. Se suministrará una declaración documentada sobre la naturaleza y

cantidad del material procesado o vendido para reciclar. De forma alternativa, se suministrará una copia firmada del acuerdo sobre la disposición del material por el Ingeniero de Proyecto o quien le autorice.

(b) Quema de materiales.

Deberán obtenerse los permisos necesarios para realizar la quema de materiales. Se suministrará una copia de estos permisos antes de iniciar ese proceso.

Se efectuará la quema de materiales usando procesos de alta intensidad de quemado que produzcan pocas emisiones. Por ejemplo, incineradores, altos apilamientos o trincheras y diques para quemado con entradas suplementarias de aire a presión. Se deberá proveer un inspector competente durante las operaciones de quemado.

Cuando el quemado se complete, se extinguirá el fuego de modo tal que no permanezcan escombros encendidos. Se debe disponer del material no quemado de acuerdo con el punto (a) Material removido del proyecto.

(c) Material enterrado.

Se enterrarán los escombros en trincheras o zanjas en áreas aprobadas dentro del derecho de vía. No se deberán enterrar escombros dentro de los límites del prisma de la vía, debajo de diques de drenaje o ningún área sujeta a flujo libre de agua.

Se colocarán los escombros en capas intercaladas con suelo. Las capas intercaladas consisten en 1 m de escombros cubiertos con 0,5 m de suelo. Se deben distribuir los troncos y otras piezas grandes formando una masa densa y minimizando los vacíos de aire. Se llenarán todos los vacíos con suelo. Se cubrirá la capa enterrada superior de escombros con al menos 0,5 m de suelo compactado. Se nivelará y conformará el área.

(d) Material peligroso.

Se suministrará una copia de los permisos para disponer del material. Se debe disponer del material de acuerdo con las regulaciones nacionales o locales.

203.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La remoción y reubicación de estructuras y obstáculos se evaluarán bajo la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.
- El relleno y compactación colocado en las cavidades producto de la eliminación o remoción de las estructuras, serán evaluados de acuerdo con lo dispuesto en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto se evaluará según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

203.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La remoción de estructuras y obstáculos se hará en cada caso por metro lineal (m), por metro cuadrado (m^2), por unidad (u) o por suma global (glb). Se debe medir la remoción por m o por m^2 antes de que esta se realice.

203.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier

otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.203.01	Remoción (descripción)	Unidad	(u)
CR.203.02	Remoción (descripción)	Metro lineal	(m)
CR.203.03	Remoción (descripción)	Metro cuadrado	(m ²)
CR.203.04	Remoción (descripción)	Suma global	(glb)
CR.203.05	Remoción de estructuras y obstáculos	Suma global	(glb)
CR.203.06	Reubicación de tubería (descripción)	Metro lineal	(m)
CR.203.07	Tubería para agua potable (descripción)	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 204 EXCAVACIÓN, TERRAPLENADO Y PEDRAPLENADO

204.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, por parte del Contratista, de toda maquinaria, equipo, mano de obra y materiales necesarios para la construcción de obras de excavación, terraplenado y pedraplenado dentro del área establecida para el proyecto, esto de acuerdo con las especificaciones técnicas y ajustado a los lineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, entre otros, mostrados en los planos o establecidos por la Administración. Las actividades generales para la ejecución de dichas obras, consisten en:

- (a) Excavación de la vía en zonas de corte de acuerdo con las secciones transversales y otras obras contempladas en los diseños del proyecto o instruidas por la Administración.
- (b) Excavación de bancos de préstamos aprobados por la Administración, cuyo material cumple con las especificaciones requeridas para ser utilizado en determinadas obras.
- (c) Excavación, retiro y reemplazo del material que no cumple con las especificaciones establecidas para el proyecto.
- (d) Excavación para remoción y prevención de derrumbes.
- (e) Preparación de la fundación de los sitios de relleno o terraplenado por medio de la conformación y compactación del terreno, banqueo y/o terraceo de acuerdo con las indicaciones establecidas en los planos de la obra o las necesidades de cada caso y aprobadas por la Administración.
- (f) Relleno y compactación de áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones identificadas en el terreno, con material aprobado por la Administración.
- (g) Acarreo, colocación, extensión, humedecido o secado, conformación, compactación y acabado de las capas de material proveniente de la excavación en la vía o de bancos de préstamo, que componen cada terraplén, pedraplén u otras obras del proyecto.
- (h) Conformación de taludes laterales de acuerdo con las secciones y niveles indicados en planos y hojas de conformación.
- (i) Acabado general de las superficies finales.

Todo material que se obtenga de una excavación y que cumpla con los requisitos de aceptación deberá ser utilizado, hasta donde sea factible, en: rellenos, construcción de terraplenes y pedraplenes, subrasantes, espaldones, taludes, así como para otros fines que se muestren en los planos o sean ordenados por la Administración.

204.02 Definiciones

- (a) Abultamiento: Es el aumento de volumen de un suelo que se produce cuando al realizar un corte del terreno, las partículas pierden su condición de compactación natural, generando un mayor porcentaje de vacíos entre las mismas, de manera tal que la tierra extraída tendrá un volumen mayor al espacio que dejó en la excavación.

- (b) Construcción de terraplenes y pedraplenes: Consiste en el extendido, humedecido o secado según sea, así como la conformación y compactación de los materiales excavados en la vía o proveniente de bancos de préstamo, que cumplan con las especificaciones para este fin.
- (c) Descapote: Consiste en el retiro de raíces y de suelos que contengan materia orgánica, arcillas expansivas o cualquier otro material inapropiado para la construcción de la obra.
- (d) Desecho: Material de la excavación de la vía que no cumple especificaciones para ser utilizado en el proyecto.
- (e) Desmonte y limpieza: comprende la tala, remoción y eliminación de árboles, pastos, maleza, protuberancias, desraíce, cultivos, entre otros.
- (f) Excavación de material de préstamo: es la excavación de material requerido de sitios fuera del prisma de la vía, que se aplica cuando no hay disponibilidad de material de corte, éste no resulta suficiente o no cumpla con los requisitos para ser utilizado en la construcción de terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto. Deberá contar con aprobación previa por parte de la Administración. Este material deberá provenir de fuentes de materiales indicadas en los planos, en las especificaciones especiales o indicadas por la Administración, que se clasifican como sigue:
 - (1) Préstamo Caso 1: material obtenido de excavación de fuentes indicadas en los planos, en las especificaciones especiales o establecidas por la Administración.
 - (2) Préstamo Caso 2: material obtenido de excavación de fuentes elegidas por el Contratista y aprobadas por la Administración.
- (g) Excavación o subexcavación del material que se desecha: Se refiere a todo el material excavado en la vía, cuya excavación no requiera el uso de explosivos, aunque sea preciso el empleo de escarificadores pesados (ripper). Lo anterior, ya sea porque, de acuerdo con los planos y la compensación de movimiento de tierra, constituye un sobrante o bien porque el material resulta inadecuado para la construcción de las obras.

- (h) Excavación de zanjas o canales temporales: Este trabajo consiste en la excavación de zanjas o canales de desagüe que se ejecuten con equipo convencional de movimiento de tierras o cuya construcción se realice a mano.
- (i) Remoción de fango o escombros: Remoción y traslado al depósito previsto para tal efecto y previamente aprobado por la Administración, de mezclas de suelos y materia orgánica, fangos o escombros y otros materiales de desecho.
- (j) Excavación en la vía: Es la extracción de todo material dentro de los límites del proyecto que no requiera el uso de explosivos. Este material se puede utilizar en la construcción, siempre y cuando cumpla con las especificaciones del proyecto, ya sea para terraplén, pedraplén u otras obras del proyecto. Bajo este concepto no se considera la excavación de préstamo, subexcavación y la excavación estructural requerida para estructuras mayores (Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores) y para otras estructuras (Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras).
- (k) Excavación en roca: Consiste en toda aquella extracción de materiales de procedencia ígnea, metamórfica, sedimentaria, o en formaciones geológicas firmemente cimentadas, para la cual se requiera, en forma imprescindible, sistemática y permanente, del uso de explosivos, desgarradores (picos o ripper) o martillos hidráulicos de gran tonelaje.
- (l) Material de corte: Material producto de la excavación de la vía en corte, ya sea en roca o en tierra. Entendiendo corte como la excavación de tierras situadas por encima del nivel de la rasante establecida en los diseños.
- (m) Material de préstamo: Corresponde a cualquier material utilizado en un proyecto para completar los terraplenes o pedraplenes, para la capa estructural superior de la subrasante, para acabado u otras obras requeridas, siempre que cumpla con las especificaciones requeridas por el Contrato. Este material puede provenir de cualquier excavación dentro o fuera del área del proyecto.
- (n) Material de préstamo seleccionado para acabado: Cuando así se indique en los planos o en el Contrato, las capas superiores de la estructura de pavimento u obra básica del camino, tanto en los cortes como en los terraplenes, se construirán en capas de material de préstamo seleccionado para acabado proveniente de fuentes

de préstamo Caso 1 o Caso 2 que debe cumplir con la Subsección 704.15 Material de préstamo seleccionado para acabado.

- (o) Pedraplén: Relleno para ajustar los niveles de la subrasante en la vía, constituido básicamente por material rocoso, que debe cumplir con la Subsección 704.14 Material para pedraplén.
- (p) Remoción de derrumbes: Este trabajo consiste en eliminar materiales provenientes de deslizamientos y desprendimientos en los taludes de corte o en las laderas naturales, que se hayan suscitado durante la construcción de las obras.
- (q) Subexcavación: Se refiere a la excavación de material que se encuentre por debajo del nivel de la subrasante, cuyo material resulte inadecuado porque no cumple con las especificaciones técnicas establecidas en el Contrato y el diseño. Se ejecuta en tramos de corte o relleno (terraplén o pedraplén), por debajo del nivel del terreno original después del desmonte.
- (r) Terraplén: Relleno utilizado para ajustar los niveles de la subrasante de la vía, constituido por material que debe cumplir con la Subsección 704.13 Material para terraplén.
- (s) Tierra vegetal que se conserva para la obra: Material de la excavación de la vía, que es conservado y almacenado, por ser apropiado para el crecimiento de hierba, siembras de cobertura o vegetación nativa. Este material debe estar razonablemente libre de suelo duro, roca, arcilla, sustancias tóxicas, basura y otros materiales perjudiciales.

204.03 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Material para terraplén	704.13
Material para pedraplén	704.14
Material de préstamo seleccionado para acabado	704.15
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

Antes de iniciar las labores de excavación, el área deberá ser despejada de vegetación y obstrucciones de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos. Además, se deberá contar con la aprobación previa por parte de la Administración, de los trabajos de topografía, según la Sección 152 Topografía para la construcción.

El descapote se realizará de acuerdo con el espesor que determinen los estudios de suelo y el Contrato o de conformidad con lo indicado por la Administración.

En caso que durante los trabajos de cualquier tipo de excavación, se presente algún descubrimiento de restos arqueológicos, sitios de asentamiento humanos antiguos, reliquias fósiles y otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico, durante la excavación, el Contratista deberá atender lo indicado en la Subsecciones 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje, 111.03 Campamentos, plantas y manejo de materiales, 111.04 Explotación de sitios de préstamos, 111.05 Sitios de disposición de materiales: tierra, material vegetal disminuido y escombreras y 111.06 Precauciones durante los trabajos.

Durante la construcción de la carretera, la explanada deberá mantenerse en una condición tal, que asegure el buen drenaje de la misma en todo momento.

Durante todas las etapas de la construcción se fijarán rutas y se distribuirá la circulación del equipo de acarreo y nivelación, con cuadrilla de maquinaria equilibrada para optimizar los recursos y evitar equipo ocioso.

Durante todo el proceso constructivo se deberá acatar lo indicado en la Sección 105 Control del trabajo y 106 Control del material.

204.04 Conservación de tierra vegetal

La tierra vegetal procedente de la excavación de la vía y de las áreas de la fundación de los terraplenes y pedraplenes, deberá ser conservada cuando así lo instruya la Administración. La tierra vegetal conservada será apilada en camellones de baja altura, a no menos de 3 m de la corona del corte de talud o del pie del terraplén, o en otros lugares aprobados por la Administración.

La tierra vegetal deberá separarse de todo otro material excavado que no corresponda; su colocación, características, aceptación y pago, se regirá por lo indicado en la Sección 624 Capa Vegetal.

204.05 Excavación de la vía

Previo a toda excavación de la vía, se deberá limpiar y realizar el desmonte del área a intervenir de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

La excavación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los diseños y de acuerdo con cualquier otra instrucción de la Administración. El transporte y colocación de material de excavación se hará de acuerdo con lo indicado en el Contrato, en las Secciones 105 Control del trabajo, 106 Control del material y 206 Acarreo y sobreacarreo.

Las obras de excavación se deberán ejecutar de forma coordinada con los trabajos de drenaje temporal y permanente, asegurando su adecuado funcionamiento.

Cuando se realice la excavación de la vía, no se deberá afectar el material ni la vegetación existente fuera de los límites de la construcción y el Contratista tomará todas las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado ni afectar negativamente su estabilidad. Estas acciones se realizarán y se reconocerán según el alcance y los renglones de pago establecidos en la Sección 157 Control de la erosión del suelo.

El material que se considera adecuado para uso en terraplenado, pedraplenado, acabado de la superficie de la vía u otros propósitos, se deberá apilar en sitios cercanos, previamente aprobados por la Administración, para su posterior colocación.

El material inadecuado o que constituya, por compensación de movimiento de tierra, se desechará y deberá ser depositado en los sitios previamente aprobados por la Administración. No deberán disponerse materiales sin la autorización de la Administración.

Al final de cada día de operación, se deberá conformar y compactar las superficies trabajadas, darles un acabado con un mínimo de 2 % de gradiente transversal, construir drenajes adecuados y eliminar todos los surcos y puntos bajos donde pueda retenerse agua.

La superficie final de los cortes en tierra será escarificada hasta una profundidad de 150 mm debajo de la subrasante, para conformarla debidamente dentro de los límites de la corona de la vía (sección transversal de la vía) y luego compactar de acuerdo con la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Los cortes en roca serán excavados hasta 150 mm por debajo de la subrasante del proyecto, para conformar la superficie debidamente dentro de los límites de la corona de la subrasante. Se rellenará hasta el nivel de la subrasante con el material aprobado por la Administración y se medirán los m³ menos el volumen por abultamiento del material de subrasante, o bien el porcentaje que establezca la Administración con base en las mediciones topográficas en sitio.

Para el volumen de abultamiento se podrá considerar la siguiente fórmula:

$$\% Abul = \left(\frac{V_{Su} - V_{Si}}{V_{Si}} \right) \times 100 \quad \text{Ec. 204-01}$$

Dónde:

% Abul= porcentaje de abultamiento

V_{Su} = volumen que ocupa el material suelto

V_{Si} = volumen que ocupa el material en sitio original

En aquellos casos donde se requiera uso de explosivos, esta actividad se hará de acuerdo con la Sección 205 Voladura de rocas, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha Sección.

El material excavado en roca se clasificará utilizando métodos geofísicos, si así lo establece la Administración en las especificaciones especiales, de acuerdo con la designación de calidad de roca (RQD), resistencia a la compresión inconfiada de roca (RCS), la velocidad de onda compresional (VP) o el índice de excavabilidad (IE). También podrán utilizarse martillos hidráulicos de gran tonelaje para determinar la capacidad de soporte y las características del material.

204.06 Subexcavación

Cuando se encuentre material inadecuado bajo el nivel de subrasante o en la fundación donde se construyen los terraplenes o pedraplenes u otras obras del proyecto, dentro de los límites mostrados en los planos o indicados por la Administración, se realizará una subexcavación para sustituir el material original. Cuando sea aplicable, se tomarán secciones transversales de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción. Se debe depositar del material de desecho, en los sitios indicados por la Administración y se sustituirá con el material de préstamo o de excavación, que cumpla las especificaciones

indicadas en las subsecciones 704.13 Material para terraplén y 704.14 Material para pedraplén.

204.07 Excavación de material de préstamo

Previo a toda excavación de material de préstamo, se deberá limpiar y realizar el desmonte del área a intervenir de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

No podrá colocarse material de préstamo, hasta que se haya usado todo el material adecuado proveniente de la excavación de la vía, salvo que sea permitido por la Administración, con su debida justificación técnica.

Toda excavación de material realizada fuera de la calzada diseñada, dentro o fuera de los límites del proyecto, que cumpla con los respectivos requerimientos técnicos para ser utilizado en terraplenes, pedraplenes, sustitución de subrasante (mejoramiento) u otras obras del proyecto, deberán ser considerados como material de préstamo. Para ello se deben atender lo indicado en las Secciones 105 Control del trabajo, 106 Control del material y 206 Acarreo y sobreacarreo; así como la Subsección 111.04 Explotación de sitios de préstamos.

El material de préstamo deberá cumplir con las especificaciones indicadas en el Contrato o en su defecto, cumplir con lo indicado en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén, 704.14 Material para pedraplén, según sea la finalidad requerida.

El Contratista deberá contar con la fuente de materiales debidamente autorizada según la legislación vigente y de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 106.02 Fuentes locales de materiales, así como desarrollar y restaurar los bancos de préstamo según lo estipulado en la Subsección 106.03 Manejo de la fuente de material. El Contratista no deberá excavar más allá de los límites establecidos en los permisos.

El Contratista no deberá usar excavación de préstamo si ello va a resultar en una excavación extra en la vía. Si el Contratista contraviene esta disposición, la excavación extra de préstamo que resulte, le será deducida de la cantidad total de excavación de préstamo.

El Contratista deberá notificar a la Administración, con suficiente anticipación, el material de préstamo que desea utilizar, con el objeto de que el material sea analizado y antes de

ser utilizado, sea aprobado por la Administración, según lo establecido en la Tabla 204-02 Requisitos de aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado.

A los sitios de préstamo se les deberá proveer un drenaje adecuado y si se requiere, taludes moderados para minimizar la posibilidad de derrumbes. En caso de que el material de préstamo se obtenga de ríos, este se deberá extraer de acuerdo con lo indicado en la Subsección 111.04 Explotación de sitios de préstamos.

204.08 Requerimientos generales para la construcción de terraplenes y pedraplenes

Previo al inicio de la construcción de los terraplenes y pedraplenes, el Contratista deberá contar con los ensayos requeridos que demuestren el cumplimiento de todos los materiales a utilizar, ya sea producto de excavación de la vía o de excavación de préstamo, además de la debida aprobación de éstos, por parte de la Administración.

Para la construcción de los terraplenes y pedraplenes, se deberá contar con diseños que incluyan las condiciones requeridas para la fundación, que igualmente deberán estar previamente aprobados por la Administración.

Cuando los terraplenes o pedraplenes se colocan a media ladera, se deberán construir terrazas en el suelo natural que permitan que el material a colocar se engrape adecuadamente. Las terrazas deben tener una altura máxima de 500 mm a lo alto del talud natural de acuerdo con la pendiente del mismo, o sea debe tener la misma longitud de tangente.

204.09 Preparación de la fundación

Se deberá limpiar y realizar el desmonte del área a intervenir, ya sea suelo natural o un suelo consolidado de un camino existente, de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos. El desmonte se hará hasta una profundidad con respecto al nivel natural del terreno, entre 200 a 600 mm. El descapote se realizará de acuerdo con el espesor que determinen los estudios de suelo y el Contrato o de conformidad con lo indicado por la Administración.

Luego, se debe preparar la superficie de la fundación del relleno (terraplén o pedraplén), en un espesor promedio de 150 mm, que deberá ser escarificada, nivelada y compactada hasta lograr una densidad del 95 % de la densidad máxima del AASHTO T99 o AASHTO T180, según corresponda.

Si se identifican zonas con suelos no adecuados en la superficie de fundación del terraplén o pedraplén, el Contratista deberá removerlos, ejecutando estos trabajos con cargo al renglón de pago de subexcavación. Las áreas subexcavadas, huecos, fosos y otras depresiones, se rellenarán mediante la colocación de capas de material de excavación en la vía o de préstamo, que cumpla según las especificaciones indicadas en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén, 704.14 Material para pedraplén, y 704.15 Material de préstamo seleccionado para acabado, según sea o lo instruya la Administración. Estas capas deberán cumplir con las especificaciones de nivelación y compactación indicadas en el párrafo anterior.

Si la fundación para la construcción del relleno (terraplén o pedraplén) es sobre una ladera, se cortarán bancos o escalones (terrazas) en la pendiente existente con un ancho suficiente para acomodar el equipo y realizar los trabajos de colocación y compactación del material de relleno.

Si en el nivel de fundación se determina la posible afectación por afloramiento de aguas, sea de origen freático o escorrentía, se deberá construir un sistema de drenajes para evacuar las aguas. El Contratista presentará a la Administración para su aprobación, las medidas correctivas para resolver el problema.

En caso de que se requiera estabilizar la capa superior de la subrasante a través de la incorporación de cal, cemento hidráulico, aditivos químicos, enzimas, entre otros, con la finalidad de que pueda ser utilizada como subrasante mejorada; esto se hará de conformidad con la Sección 213 Estabilización de subrasante, de manera que su aceptación y pago se hará de acuerdo con los renglones de pago que establece dicha Sección.

En caso de requerirse el uso de geotextiles como elemento para drenaje, separación, refuerzo o control de la erosión, su colocación se hará de conformidad con la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierras, según sea; de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha Sección.

204.10 Construcción del terraplén

La construcción del terraplén se realizará de acuerdo con el diseño indicado en los planos aprobados por la Administración y sólo con material de excavación en la vía o de préstamo, que cumpla con las especificaciones establecidas en la Subsección 704.13 Material para terraplén.

Cuando los terraplenes se colocan a media ladera, se deberán construir terrazas que permitan que el material a colocar se engrape adecuadamente con el terreno natural. Además, el diseño de estas terrazas deberá ser tal que las bermas tengan pendiente hacia el terreno natural (negativa), con subdrenajes que conduzcan las aguas hacia algún punto de desfogue del proyecto, propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración.

Las capas de material para terraplenes deberán ser procesadas y extendidas (revueltas para lograr la homogeneidad) y no deben exceder un espesor compactado de 300 mm. No se debe permitir la colocación de una capa posterior, hasta que la capa actual sea verificada y aceptada por la Administración, mediante los ensayos de compactación y de acuerdo con la Tabla 204-02 Requisitos de aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado.

Cuando se requiera colocar material fuera del prisma de la vía, se colocará el material de estos terraplenes en capas horizontales que no excedan 600 mm de espesor compactado. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Los materiales compuestos predominantemente de “bolones” o fragmentos de roca demasiado grandes, para ser colocados en capas de 300 mm, pueden ser colocados en capas horizontales lo más paralelas posibles, de hasta 600 mm de espesor, con previa aprobación por parte de la Administración.

Será requisito para cada capa colocada, verificar el cumplimiento de la densidad requerida de acuerdo con el patrón de compactación aprobado según la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Cuando se requieran contracunetas en las terrazas, se deberá asegurar que éstas se construyan según las secciones y pendientes que indiquen los diseños del proyecto. No obstante, su pendiente longitudinal no podrá ser menor al 3 %, esto con el fin de asegurar la salida rápida y eficiente del agua recolectada. Si la contracuneta va revestida, esto se hará de acuerdo con la Sección 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha Sección.

Al final de las operaciones de cada día, se deberá conformar, sellar y compactar la superficie del terraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Se eliminará todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

204.11 Construcción del pedraplén

La construcción del pedraplén se realizará de acuerdo con el diseño indicado en los planos aprobados por la Administración y con material que cumpla con las especificaciones establecidas en la Subsección 704.14 Material para pedraplén.

Se colocarán capas horizontales sucesivas no mayor a 300 mm de espesor compactado. El patrón de compactación se deberá establecer mediante un tramo de prueba que el Contratista realizará para cada tipo de material que utilice en el pedraplenado, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Los materiales compuestos predominantemente de “bolones” o fragmentos de roca demasiado grandes para ser colocados en capas de 300 mm, pueden ser colocados en capas de hasta 600 mm de espesor reduciéndolos a menos de 400 mm en su dimensión más grande, previa aprobación de la Administración.

Será requisito para cada capa colocada, verificar que el material rocoso se haya colocado de forma tal que se produzca una trabazón del material y que los vacíos se hayan llenado con rocas de menor tamaño y material más fino, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado y su compactación será de conformidad con la Subsección 204.12 Proceso de Compactación.

Al final de las operaciones de cada día, se deberá conformar y compactar la superficie del pedraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Se eliminará todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

204.12 Proceso de compactación

Antes de realizar los trabajos de compactación es necesario verificar el estado de conservación de las edificaciones adyacentes a la vía, ya que pueden afectarse por las vibraciones propias del proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar oportunamente las medidas correctivas correspondientes.

El proceso de compactación se hará según el tipo de material utilizado, pero al menos deberá atender lo siguiente:

(a) Tramo de prueba

El proceso de compactación para cada tipo de material a utilizar, se deberá establecer mediante un tramo de prueba con una longitud no menor a 200 m, que

el Contratista realizará para cada tipo de material que utilice. El tramo de prueba se ejecutará sólo con material que cumplan las especificaciones técnicas establecidas en las Subsecciones 704.13. Material para terraplén y 704.14 Material para pedraplén. El proceso para el desarrollo del tramo de prueba será determinado por la Administración, sin embargo, se presentan a continuación las siguientes recomendaciones.

En el tramo de prueba se busca establecer el patrón de compactación para obtener no sólo la densidad adecuada de acuerdo con las especificaciones requeridas, sino también establecer un proceso de compactación eficiente y económica; de ahí que resulta necesario analizar los siguientes factores y la combinación óptima de los mismos, para lograrlo:

- Tipo de material.
- Espesor de la capa de material.
- Humedad del material.
- Equipo de compactación utilizado.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del equipo de compactación.
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.

Se recomienda tener presente las siguientes consideraciones básicas:

- Para cada espesor hay una humedad óptima para determinada cantidad de pasadas.
- A mayor humedad, más efectiva es la compactación a mayor profundidad.
- A mayor espesor, más efectiva la producción.
- A mayor número de pasadas, menor será la productividad.

La producción de un compactador se define, básicamente como sigue:

$$P_t = \frac{v * a * e}{n} \quad \text{Ec. 204-02}$$

Dónde:

P_t = producción (m³/h)

v = velocidad de compactador (m/h)

a = ancho del rodillo de compactación (m)

e = espesor de la capa de material (m)

n = número de pasadas

De ello, se debe tener presente que entre mayor sea la relación “e” entre “n”, mayor producción se obtiene con el compactador.

Para la construcción del tramo de prueba se aplicará el uso de la compactación sobre una cuña de material de al menos 100 m de longitud, que contemple todos los espesores posibles, de manera que, para cada pasada, se miden las densidades de cada punto de espesor.

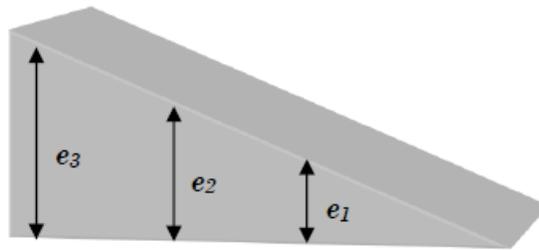


Figura 204-01

Configuración geométrica de la construcción del tramo de prueba.

Para determinar la mejor opción, se establecerá la densidad para cada punto de espesor “e”, a diferente número pasadas, hasta obtener la densidad requerida por el diseño, de manera que el valor que represente la mayor relación de “e” entre “n”, será la mejor opción.

Se recomienda tomar en consideración los aspectos de compactación indicados en los incisos siguientes (b) Compactación de terraplenes y (c) Compactación de pedraplenes. Además, se deberán realizar comprobaciones en laboratorio de los datos de densidad obtenidos en sitio, de acuerdo con los ensayos indicados en el Contrato, o en su defecto lo indicado en esta Sección y las instrucciones de la Administración.

Se realizará un informe del tramo de prueba que indique al menos lo siguiente:

- Nombre del proyecto y su ubicación general.
- Fuente de material (nombre y ubicación con coordenadas) y ensayos realizados para verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas, según sea.

- Punto de kilometraje (y sus coordenadas) donde se realiza el tramo y donde se ubica la fuente del material a utilizar en el tramo de prueba.
- Técnicos responsables por parte del Contratista.
- Personal responsable por parte de la Administración (para verificar el desarrollo adecuado del tramo), con registro de su respectiva firma.
- Espesores de la capa de material utilizado, considerando lo indicado para terraplén o pedraplén, según sea, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 204.13 Control de compactación.
- Humedad del material para cada espesor.
- Densidad máxima y humedad óptima del material para cada espesor.
- Resistencia en sitio para la compactación mínima solicitada, para terraplén o pedraplén, según sea, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 204.13 Control de compactación. Para la medición de la resistencia en sitio se recomienda utilizar el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D6951/D6951M-18, u otro método calibrado y aprobado por la Administración.
- Equipo de compactación utilizado (número de placa, capacidad, entre otros).
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del equipo de compactación.

Dicho informe deberá contar con la aprobación por parte de la Administración, antes de iniciar con la colocación del material. En dicho informe se deberá incluir una tabla resumen con la información descrita anteriormente, tal como se muestra a continuación:

Tabla 204-01

Información requerida para el tramo de prueba

Pasadas de equipo (vibrada-sin vibrar)	% Humedad en sitio (% W)	% Compactación (% Comp.)	Resistencia del suelo sitio (RS)
1			
2			
3			
...			
N ⁽¹⁾	% W _N	% Comp _N ⁽²⁾	RSN

Notas:

(1) En la pasada N se debe lograr el porcentaje de compactación mayor o igual al valor indicado en la Subsección 204.13 Control de compactación.

(2) % Comp_N = densidad en sitio/densidad máxima, se debe lograr un valor mayor o igual a la densidad requerida en la Subsección 204.13 Control de compactación.

(b) Compactación de terraplenes

Previo al inicio del proceso de compactación se deberá eliminar todo material con sobre tamaño respecto de lo especificado. Cada capa de material será colocada de acuerdo con la Subsección 204.10 Construcción de terraplén, a todo el ancho de la capa colocada y de acuerdo con el tramo de prueba, aprobado por la Administración.

El proceso de compactación debe atender lo establecido en el tramo de prueba, sin embargo, las capas no deben tener un espesor menor a 100 mm compactados ni exceder 300 mm compactado.

El material colocado en todas las capas del terraplén de material escarificado en los tramos en corte se deberá compactar por lo menos al 95 % de la densidad máxima del AASHTO T99 o AASHTO T180, según corresponda o el porcentaje de compactación que solicite la Administración. La densidad y el contenido de humedad en el sitio se deberán determinar de acuerdo con el ensayo AASHTO T310 (ASTM D6938) u otros procedimientos de ensayo, según se indica en la Subsección 204.20 Requerimientos mínimos para muestreo y ensayo.

(c) Compactación de pedraplenes

Cada capa de material será colocada de acuerdo con la Subsección 204.11 Construcción de pedraplén, en todo el ancho de la capa colocada y con el ajuste de

humedad adecuado de compactación, de acuerdo con el tramo de prueba aprobado por la Administración. Para ello, se podrá aplicar uno de los siguientes métodos para el procedimiento de compactación cuyo comportamiento debe verificarse en el sitio.

- (1) Cuatro pasadas de compactadora con rodillos de 45 t (toneladas), del tipo de compresión.
- (2) Cuatro pasadas de compactadora con rodillos vibratorios que proporcionen una fuerza dinámica mínima de 180 kN de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 Hz.
- (3) Ocho pasadas de compactadora con rodillos de 20 t (toneladas), del tipo de compresión.
- (4) Ocho pasadas de un rodillo vibratorio que provea una fuerza dinámica mínima de 130 kN de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 Hz.

Asimismo, se debe considerar que el esfuerzo de compactación para cuando se coloquen capas de más de 300 mm de espesor, será proporcionado como sigue, a menos que las condiciones del material o la Administración requieran un proceso de compactación diferente:

- Por cada 150 mm adicionales o fracción, se aumentará en cuatro el número de pasadas de aplanadora, en los casos (1) y (2) antes mencionados.
- Por cada 150 mm adicionales o fracción, se aumentará en ocho el número de pasadas de aplanadora, en los casos (3) y (4) antes mencionados.
- Se debe operar las compactadoras del tipo de compresión a velocidades menores a 2 m/s y los rodillos vibratorios a velocidades menores de 1 m/s.

204.13 Control de compactación

El control de compactación se hará según corresponda el tipo de relleno, terraplén, pedraplén u otros.

(a) Para terraplén

Es necesario, para asegurar la validez de la anterior evaluación, que el material no esté cerca del estado de saturación ni seco; de ahí que es un requisito que el

contenido de humedad del material debe estar en un rango de $\pm 2\%$ de la humedad óptima del Proctor modificado, AASHTO T180.

El material colocado en todas las capas del terraplén y el material escarificado en los tramos en corte se deberá compactar por lo menos al 95 % de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio se deberán determinar de acuerdo con AASHTO T238 y AASHTO T239 u otros procedimientos de ensayo aprobados por la Administración.

Cuando se encuentren suelos residuales que no sean altamente arcillosos, que presentan en su condición natural una alta humedad cuya estructura del suelo varía conforme se va secando durante la construcción, la prueba de densidad en sitio no es precisa a no ser que se realice la familia de curvas con la humedad obtenida al momento de realizar los controles de compactación. Por lo que para la aceptación de los rellenos con este tipo de suelos, se recomienda medir la resistencia del suelo con el ensayo de penetración con el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D6951, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración; que permita determinar la resistencia del relleno compactado con este suelo y verificar que en sitio cumpla con la resistencia de diseño más un 20 % adicional o el porcentaje que establezca la Administración, ya que el suelo que se está evaluando no se encuentra en condición saturada. Lo anterior, con el fin de asegurar que el material cumpla con la resistencia adecuada bajo condición saturada. El valor de la resistencia será el definido por la Administración a través el diseño de la estructura del pavimento.

(b) Para pedraplén

El control y cumplimiento de la compactación, se hará por medio de comprobaciones topográficas midiendo el espesor de la capa luego de la primera pasada y el asiento producido con la última pasada que ha de ser inferior al 1 % del espesor de la capa medido después de la primera pasada, si es mayor se debe continuar con la compactación hasta lograr el 1 % o menos.

204.14 Construcción de zanjas temporales

La construcción de zanjas cuyo fin es drenar las aguas de los cortes, deberán ajustarse al alineamiento, gradiente y sección transversal cuando estén indicadas así en los planos del proyecto, además deberán quedar sin que sobresalgan raíces, troncos, rocas o

deformaciones similares, para asegurar el buen flujo del agua. El costo de estas obras será asumido por el Contratista.

Las zanjas que se requieran al pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda su resistencia y estabilidad, por debilitamiento de las paredes de la zanja o por un drenaje defectuoso. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable y el material de relleno se compactará cuidadosamente.

Las zanjas se deben construir y mantener de tal forma que, evite daños por erosión en los terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto, según sea. Se colocará todo el material excavado al lado bajo del talud de tal manera que, el fondo de la zanja quede aproximadamente 500 mm debajo de la cresta del material suelto. Se limpiará la zanja usando una pala de mano, un zanjeador u otro método apropiado. Se conformará la zanja de manera que el flujo del agua no se desborde, con al menos 3 % de pendiente horizontal.

Las obras de drenajes permanentes como canales, cunetas, contracunetas, estructuras de entrada y salida de alcantarillas, se construirán según la Sección 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas y la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dichas Secciones.

204.15 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies

Antes de colocar la estructura del pavimento, se deberán completar los taludes, cunetas, zanjas, alcantarillas, empedrados y otras estructuras menores subterráneas.

(a) Construcción de taludes

Todos los taludes de tierra se deberán dejar de acuerdo con los diseños indicados en los planos, evitando la descompresión prematura o excesiva de su pie; para lo cual se deberán realizar las acciones necesarias de forma oportuna para no comprometer la estabilidad del talud final, esto de acuerdo con la Sección 157 Control de la erosión del suelo y la División 250 Refuerzo de taludes y muros de retención, según sea el caso, los diseños y lo indicado por la Administración al respecto.

Se deberá proveer superficies uniformes sin quiebres notables vistos desde la vía. Excepto en roca sólida, se redondearán las partes superior e inferior de todos los

taludes. Se redondeará el material que recubre la roca sólida según lo establezca la Administración. Se eliminarán los salientes en todo talud de roca.

Si ocurre un deslizamiento o derrumbe en un talud de corte o terraplén, el Contratista presentará para aprobación de la Administración, una propuesta de solución para restaurar la condición original del talud en forma segura. En caso de que se demuestre que el deslizamiento es imputable al Contratista, este deberá asumir los costos asociados a su reparación o remoción, según sea.

Si el talud contiene afloramientos de roca no desgarrable, se deberá remover el material suelto encontrado en el área de transición. Exceptuando la remoción de rocas grandes que puedan caer, no será requerido eliminar los salientes en los taludes de roca que presente una geometría escalonada.

(b) Conformación de superficies

La subrasante se deberá conformar hasta dejar una superficie lisa y de acuerdo con la sección transversal requerida.

Los taludes se deberán conformar siguiendo una transición gradual, realizando los acomodos de taludes sin quiebres apreciables. En las intersecciones de taludes (por corte o naturales) con rellenos (terraplenes o pedraplenes), los terrenos se acomodarán en los planos horizontal y vertical a fin de fundirse el uno con el otro.

(c) Acabado de superficies

Se dará un acabado a las superficies de la vía con una tolerancia de ± 20 mm del nivel de rasante especificado en el Contrato y las superficies de roca, dentro de ± 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe construir la sección transversal de las cunetas dentro de ± 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe mantener un drenaje superficial adecuado.

El acabado de la subrasante deberá contemplar las súper elevaciones y sobreanchos considerados en el diseño geométrico del proyecto. La corroboración de estas características geométricas deberá realizarse con topografía.

204.16 Remoción de derrumbes

Se deberá remover todo material proveniente de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes. En caso de que la Administración demuestre que el derrumbe se haya suscitado

por malas prácticas constructivas, el Contratista deberá asumir el costo asociado a esta actividad.

El material removido se colocará en los sitios de botaderos o donde indique la Administración, y de acuerdo con la Subsección 111.05 Sitios de disposición de materiales: tierra, material vegetal disminuido y escombreras. No se permitirá dejar cordones o camellones de material suelto o removido.

El Contratista será responsable de dejar el sitio de trabajo en condiciones de limpieza aceptable para la Administración. No se permite dejar cúmulos de materiales en espaldones, ni en el derecho de vía. Tampoco se permite acumular materiales en cuencas, vías o lugares en que se pueda atentar contra la libre disposición de aguas de lluvia, la estética o la ecología de la zona.

204.17 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- En primera instancia en las fuentes de material y frentes de trabajo, se hará la verificación en sitio de lo indicado en las secciones 106 Control del material y 107 Aceptación del trabajo, así como la Tabla 204-02 Requisitos de aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado. De igual forma y previamente, se verificará el cumplimiento de los requerimientos constructivos indicados en la presente Sección.
- Una vez terminada la explanación, ya sea sobre la subrasante de suelo natural o sobre los terraplenes y pedraplenes, para efectos de aceptación y antes de autorizar la colocación de las capas de subbase o base, se deberá evaluar el cumplimiento de lo siguiente:

- (a) Densidad en sitio, de acuerdo con las subsecciones 204.10 Construcción de terraplén y 204.11 Construcción de pedraplén.
 - (b) Resistencia del suelo, para lo cual se recomienda el ensayo con el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D6951/D6951M-18, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración. Los puntos de medición deberán estar georreferenciados. La resistencia en sitio, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual a la mínima exigida en los apartados 204.12 Proceso de compactación y 204.13 Control de compactación. En caso de no cumplir con lo anterior, de forma oportuna se deberán ejecutar las medidas correctivas.
 - (c) La cota de terminación de la subrasante final una vez terminada (ya sea terreno natural, terraplén o pedraplén), en cualquier punto no puede variar en más del 20 mm respecto de lo proyectado en los diseños. Esta verificación se realizará con topografía para secciones transversales.
 - (d) Además, para todas las superficies acabadas se debe verificar el cumplimiento de lo que establece la Subsección 204.15 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficie, en su inciso (c) Acabado de superficies.
- Además de lo anterior, se debe considerar lo indicado en la Tabla 204-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado; en donde se presentan como referencia, los requisitos de ensayos calidad y frecuencias mínimas de ejecución para el plan de control y verificación de calidad por parte del Contratista y la Administración, respectivamente.
 - Todo material deberá cumplir con las especificaciones técnicas para su aceptación, de lo contrario deberá ser rechazado y sustituido por otro que sí cumpla con lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 204-02

Requisitos de aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.01 Descapote	Metro cúbico (m ³)	Remoción, y acarreo del material a los sitios de escombreras aprobadas por la Administración.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado Requerimientos para la construcción. Verificación de volumen en banco con medición topográfica.	No aplica
CR.204.02 Construcción de escombreras	Metro cúbico (m ³)	Colocación, humedecido o extendido, compactación y acabado final de material.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02. Verificación de volumen en su posición final con medición topográfica.	No aplica.
CR.204.03 Excavación en la vía	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo del material a los sitios donde se construirán terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto indicadas en el Contrato o solicitadas por la Administración.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en las Subsección 204.05. Verificación de volumen en banco en su posición original, con medición topográfica. La Administración determinará si el material es utilizable o no.	No aplica.

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.04 Excavación de material que se desecha	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo del material a los sitios de escombreras aprobados por la Administración.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02. Verificación de volumen en banco en su posición original, con medición topográfica. La Administración determinará si el material es utilizable o no.	No aplica
CR.204.05 Excavación en roca	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo del material a los sitios donde se construirán terraplenes, pedraplenes, otras obras o sitios de escombrera del proyecto, aprobadas por la Administración.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.05. Verificación de volumen en banco en su posición original, con medición topográfica	Clasificar como roca con la combinación de designación de calidad de roca (RQD) y resistencia a la compresión confinada de roca (RCS), velocidad de onda compresional (VP) o índice de excavabilidad (IE). También podrán utilizarse martillos hidráulicos de gran tonelaje.
CR.204.06 Subexcavación	Metro cúbico (m ³)	Excavación por debajo del nivel de la subrasante y acarreo del material a los sitios de escombrera aprobados por la Administración. Si se identifican zonas con suelos no adecuados en la superficie de fundación del terraplén o pedraplén, el Contratista deberá removerlos, ejecutando estos trabajos con cargo al renglón de pago de subexcavación	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.06. Verificación de volumen en banco en su posición original, con medición topográfica	No aplica.

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.07 Excavación de material para préstamo, Caso 1	Metro cúbico (m ³)	Excavación, acarreo y colocación y compactación del material en los sitios donde se construirán terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto indicados en el Contrato o por la Administración.	Verificación del cumplimiento de la Sección 106.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsecciones 704.13 y 704.14.
CR.204.08 Excavación de material para préstamo, Caso 2	Metro cúbico (m ³)		Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.07, 204.11, 204.12, 204.13 y 204.15.		Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.
CR.204.09 Excavación de material para acabado, Caso 1	Metro cúbico (m ³)	Excavación, acarreo, colocación y compactación del material en los sitios donde se requiera acabado, indicado en el Contrato o por la Administración.	Verificación del cumplimiento de la Sección 106.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsecciones 704.15.
CR.204.10 Excavación de material para acabado, Caso 2	Metro cúbico (m ³)		Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.07, 204.10, 204.11 y 204.15.		Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado).

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.11 Redondeo de taludes de corte	Metro lineal (m)	Redondear la superficie o los extremos de los taludes.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.18. Verificación de la longitud intervenida en m lineales horizontales.	No aplica.
CR.204.12 Construcción de terraplenes	Metro cúbico (m ³)	Colocación, extendido, humedecido o secado, conformación, compactación y acabado final de material para terraplén.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.10 y 204.15. Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsección 704.13. Aplicación de Tabla 204-03.
CR.204.13 Construcción de pedraplén	Metro cúbico (m ³)	Colocación, extendido, humedecido o secado, conformación, compactación y acabado final de material para pedraplén.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.11 y 204.15. Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsección 704.14. Aplicación de Tabla 204-03.

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.14 Excavación de zanjales temporales	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo de material excavado, así como su colocación en los sitios de escombrera aprobados por la Administración.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.14. Verificación de volumen en su posición original con medición topográfica por medio de secciones transversales.	No aplica.
CR.204.15 Remoción de derrumbes	Metro cúbico (m ³)	Remoción y acarreo de material de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes, así como su colocación en los sitios de escombrera aprobados por la Administración.	Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.16. Verificación de volumen suelto en banco, con medición topográfica.	No aplica

204.18 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- (a) Excavación en la vía: incluye excavación y acarreo en los terraplenes, pedraplenes, otras obras del proyecto, en los sitios de botaderos o bien donde indique la Administración. El material excavado se medirá en metros cúbicos (m³), en su posición original con medición topográfica por medio de secciones transversales, como sigue:

(1) Se incluirán como excavaciones en la vía los siguientes volúmenes:

- Excavación en el prisma de la vía definido por las secciones típicas del proyecto.
- Excavación de material de préstamo.
- Roca excavada y removida por debajo de la subrasante en tramos de corte.
- Cuando no exista en el pliego de licitación el concepto de pago para subexcavación, se incluirá el material inadecuado extraído debajo de la subrasante y el material inadecuado debajo de las áreas de terraplén.
- Rocas sueltas dispersas removidas y colocadas en la vía según se requiera.
- Material conservado tomado de los montículos y usado en las obras, exceptuando la tierra vegetal.
- Material colocado en la construcción de otros rellenos.

(2) No se incluirán como excavaciones en la vía los siguientes volúmenes:

- Desmante y otros materiales de desecho de los bancos de préstamo.

- Sobrexcautación en los taludes de corte en excavación en roca.
- Agua u otro material líquido.
- Material usado en trabajos diferentes a los requeridos en el pliego de especificaciones del proyecto.
- Material de la capa superficial de la vía escarificado en su lugar y no removido.
- Material excavado al escalonar los taludes de corte.
- Material excavado al redondear los taludes de corte.
- Preparación de la fundación para la construcción de terraplenes.
- Material excavado para hacer banqueos y construir terraplenes.
- Material conservado amontonado por opción del Contratista.
- Material excavado fuera de los límites establecidos para el talud.

(b) Construcción de terraplenes o pedraplenes: constituye extendido, humedecido o secado según sea, conformación, compactación y acabado de material en terraplén, pedraplén, zanjas temporales u otra obra del proyecto. La medida se hará en metros cúbicos (m³) en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales o en toneladas métricas (Tm), como sigue:

(1) No se harán deducciones de la cantidad de construcción de terraplenes o pedraplenes por el volumen ocupado por estructuras menores.

(2) Se incluirán la medición de los siguientes volúmenes:

- Terraplenes y pedraplenes de la vía.
- Material usado para rellenar áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.
- Material usado para restaurar -a su relieve original- caminos o calles que estaban abandonados.
- Material usado en diques, rampas, promontorios y bermas.

(3) No se incluirá la medición de los siguientes volúmenes:

- Volúmenes de preparación de fundaciones para la construcción de terraplenes.

- Ajustes por asentamiento del terraplén o de la fundación sobre la cual está colocado.
 - Material usado para redondear los taludes.
- (c) Descapote: contempla remoción, acarreo de material de descapote, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m^3) y con topografía.
- (d) Excavación de material de préstamo Caso 1 y Caso 2, para acabado o para terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto indicado así por el Contrato o la Administración: consiste en la excavación y acarreo de material de préstamo, así como su colocación, conformación, compactación y acabado final. Se mide el volumen de material, en su posición final (conformado, compactado y acabado) en metros cúbicos (m^3) con medición topográfica por medio de secciones transversales o en toneladas métricas (Tm). Esto último, independientemente de si el material de préstamo se extrae de cauces naturales de agua, de cortes de caminos o de áreas de préstamo cercanas al camino en construcción.
- (e) Excavación de material que se desecha: abarca la excavación y acarreo de material que se desecha, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m^3) y con topografía.
- (f) Excavación de zanjas: consiste en la excavación y acarreo de material, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material en su posición original en metros cúbicos (m^3) y con medición topográfica por medio de secciones transversales.
- (g) Redondeo de taludes: contempla la colocación o remoción de material para redondear y acabar la superficie de los taludes. Se mide en metros lineales (m) horizontales.
- (h) Remoción de derrumbes: incluye remoción y acarreo de material de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes, así como su acarreo y colocación en los sitios de botadero o donde indique la Administración. No se incluye el material de deslizamientos o derrumbes atribuibles al método de operación del Contratista. Se

mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m³) y con topografía.

- (i) Subexcavación: contempla la excavación por debajo del nivel de la subrasante natural y el acarreo del material, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material en su posición original en metros cúbicos (m³) y con medición topográfica por medio de secciones transversales.
- (j) Tierra vegetal conservada: considera su remoción y acarreo, así como su colocación, conservación y almacenamiento en los sitios indicados por el Contrato o la Administración. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m³) y con topografía.

204.19 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.204.01	Descapote	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.02	Construcción de escombrera	Metro cúbico	(m ³)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.204.03	Excavación en la vía	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.04	Excavación del material que se desecha	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.05	Excavación en roca	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.06	Subexcavación	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.07	Excavación de material de préstamo. Caso 1	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.08	Excavación de material de préstamo. Caso 2	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.09	Excavación de préstamo para acabados. Caso 1	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.10	Excavación de préstamo para acabados. Caso 2	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.11	Redondeo de taludes de corte	Metro lineal	(m)
CR.204.12	Construcción de terraplenes	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.13	Construcción de pedraplén	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.14	Excavación de zanjas temporales	Metro cúbico	(m ³)
CR.204.15	Remoción de derrumbes	Metro cúbico	(m ³)

204.20 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 204-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este Plan de Control de Calidad del Contratista debe

atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 204-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 204-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación, terraplenado y pedraplenado

Reglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte ⁽¹⁾
Material						
CR-.204.06 y CR.204.07	Subsección 107.04	Clasificación	AASHTO M145	1 por tipo de suelo y fuente de material	Fuente de material. Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al trabajo.	Antes de iniciar el trabajo de acarreo y colocación
Excavación de material de préstamo		Graduación	AASHTO T27 AASHTO T11			
		Caso1	Límite líquido				AASHTO T89
CR-.204.08 y CR.204.09		Índice plástico	AASHTO T90			
		Densidad	AASHTO T99			
Excavación de material de préstamo		Humedad	AASHTO T180			
		Caso 2	Prueba de CBR				AASHTO T193 CBR con el método de Proctor que corresponda
Proceso constructivo (si el material se usa para terraplenes o pedraplenes aplicar lo indicado más adelante para CR.204.10 o CR.204.11)						
CR.204.10 y CR.204.11	Subsección 107.04	Compactación	AASHTO T310 (ASTM D 6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa
Excavación de material de préstamo para acabado	Subsección 204.13					
Caso 1 y Caso 2						

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte ⁽¹⁾
Material						
	Subsección 107.04	Graduación	AASHTO T27 AASHTO T11	1 por tipo de suelo y fuente de material	Fuente de material. Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al trabajo.	Antes de iniciar el trabajo
		Límite líquido	AASHTO T89			
		Índice plástico	AASHTO T90			
		Densidad	AASHTO T99			
		Humedad	AASHTO T180			
		Prueba de CBR	AASHTO T193 CBR con el método de Proctor que corresponda			
Proceso de constructivo						
	Subsección 107.04 Subsección 204.13	Compactación	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción ya sea por una o varias capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte ⁽¹⁾
CR.204.12 Construcción de terraplén	Subsección 107.04	Material				
		Clasificación	AASHTO M145	1 por tipo de suelo y fuente de material	Fuente de material. Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al trabajo.	Antes de iniciar el trabajo de acarreo y colocación
		Clasificación	SUCS o AASHTO			
		Graduación	AASHTO T27 AASHTO T11			
		Límite líquido Índice plástico	AASHTO T89 AASHTO T90			
		Densidad Humedad	AASHTO T99 AASHTO T180			
		Prueba de CBR	AASHTO T193 CBR con el método de Proctor que corresponda			
	Proceso constructivo					
	Subsección 204.13	Compactación (densidad en sitio)	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
		Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951 D6951M-09 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m en cada carril		
Control de cotas en relación con el diseño		Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 20 m			

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte ⁽¹⁾	
CR.204.13 Construcción de pedraplenes	Subsección 107.04	Material					
		Gravedad específica aparente y Absorción	AASHTO T85	1 por tipo de suelo y fuente de material	Fuente de material. Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al trabajo.	Antes de iniciar el trabajo de acarreo y colocación	
		Índice de durabilidad (agregado grueso)	AASHTO T210				
	Pérdida por abrasión Los Ángeles	AASHTO T96					
	Proceso constructivo						
	Subsección 107.04 Subsección 204.13	Compactación (densidad en sitio)	Comprobaciones topográficas del espesor de la capa luego de la primera pasada y el asiento producido con la última pasada que ha de ser inferior al 1 % del espesor de la capa medido después de la primera pasada, si es mayor se debe continuar con la compactación hasta lograr el 1 % o menos.	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento	

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte ⁽¹⁾
		Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951 D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m en cada carril		
		Control de cotas en relación con el diseño	Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 20 m		

Notas:

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.

(2) La resistencia en sitio, para lo cual se recomienda el cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al 95 % de la densidad máxima.

SECCIÓN 205 VOLADURA DE ROCAS

205.01 Descripción

Este trabajo consiste en la fracturación de roca y construcción de cortes finales estables en roca usando voladura controlada y técnicas de voladura para producción. La voladura controlada utiliza explosivos para producir planos de corte en la roca a lo largo de superficies específicas. La voladura controlada incluye precorte. La voladura de producción utiliza explosivos para fracturar la roca.

205.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Subsección:

Explosivos y accesorios de voladura	725.25
-------------------------------------	--------

Requerimientos para la construcción

205.03 Regulaciones

Se deben suministrar copias u otras pruebas de todos los permisos y licencias aplicables. Estas deben cumplir con las regulaciones nacionales y locales sobre la compra, transporte, almacenamiento y uso del material explosivo.

205.04 Plan de voladura

Se debe suministrar el plan de voladura por lo menos 14 días calendario antes del inicio de las operaciones de perforación o cuando haya un cambio en los procedimientos propuestos para la perforación o voladura. Se deben incluir los detalles completos de los patrones de perforación y voladura, así como las técnicas que se proponen para la voladura controlada y de producción incluyendo las provisiones para introducir los explosivos dentro de los hoyos bajo el nivel de agua.

El plan de voladura debe contener como mínimo:

- Máxima longitud y ancho del área de voladura, así como la profundidad de la detonación.
- Planta típica y sección del patrón de perforación para las perforaciones de voladura controlada y hoyos de voladura de producción. Se debe mostrar la cara libre,

sobrecarga de terreno, diámetros de hoyos, profundidades, espaciamientos, inclinaciones y profundidad de perforación adicional, si es necesario.

- Patrón de carga, usando un diagrama que muestre:
 - (1) Localización de cada hoyo.
 - (2) Localización y cantidad de cada tipo de explosivo en cada hoyo incluyendo fulminantes e iniciadores.
 - (3) Localización, tipo y profundidad del cañón.
 - (4) Métodos de iniciación y retardos, tiempos de retardo y factor de potencia.
 - (5) Información del fabricante respecto a todos los explosivos, fulminantes, iniciadores y otros aparatos usados en la voladura.
 - (6) Procedimientos de trabajo y medidas de seguridad para almacenamiento, transporte, y manipulación de explosivos.
 - (7) Procedimientos de trabajo y medidas de seguridad para realizar las voladuras.
 - (8) El plan de voladura es para tener un control de calidad y con el propósito de disponer de un sistema de registros. La revisión del plan de voladura no releva al Contratista de la responsabilidad del uso de las perforaciones disponibles, la tecnología de voladura y de obtener los resultados requeridos.

205.05 Encargado de la voladura

Al menos 14 días calendario antes de recibir o usar el material explosivo, se debe designar por escrito a un encargado de la voladura. Se requiere proveer evidencias de que el encargado tiene una licencia nacional válida u otra licencia expedida por un cuerpo licenciado equivalente, para un tipo de voladura como el requerido.

205.06 Voladura de prueba

Se perforará, detonará y excavará una o más secciones cortas de prueba, tal como se propone en el plan de voladura, antes de realizar las perforaciones y la voladura a escala real. Se pueden realizar voladuras de prueba fuera de o en la línea final del talud. El espaciamiento de los hoyos para voladura controlada debe ser de 750 mm para las voladuras de prueba iniciales. Se ajustará el espaciamiento tal como fue aprobado por la Administración. Se usará el espaciamiento aprobado para la voladura a escala real, o si es necesario, para las subsiguientes voladuras de prueba.

Cuando se determina que la voladura de prueba es inaceptable, se debe revisar el plan de voladura y hacer una prueba adicional. Una prueba de voladura es inaceptable cuando se produce fracturamiento más allá de la cara final de roca, si se presenta proyección aérea de rocas, vibraciones, ondas aéreas de impacto, sobrefracturamiento, daños en la cara final de roca o se están violando otros requerimientos.

205.07 Voladura controlada

Se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- (a) General. La perforación y las detonaciones se deben hacer de acuerdo con el plan de voladura. Cuando las alturas en roca son mayores de 3 m sobre la cuneta o los taludes están proyectados 2:1 o con mayor pendiente, se deben usar métodos de voladura controlada para conformar las superficies finales en roca.

Se usarán hoyos con un ángulo hacia abajo u hoyos para voladura perforados en abanico para guiar los cortes de roca en la corona o preparar una plataforma de trabajo para la voladura controlada. Se usarán hoyos de voladura con el diámetro establecido para la voladura controlada y espaciados no más de 750 mm.

- (b) Perforación. Se debe remover el suelo y la roca suelta a lo largo de la parte superior de la excavación, por lo menos 10 m más allá de los límites de las perforaciones de los hoyos de producción o hasta el final del corte.

Se perforarán los hoyos de voladura controlada con un diámetro de 75 ± 25 mm a lo largo de la cara final de roca. Se deben perforar los hoyos de voladura controlada con precisión de 75 mm respecto a la ubicación de la superficie propuesta. Se perforarán los hoyos de voladura controlada al menos 10 m más allá de los hoyos de producción a ser detonados o hasta el final del corte.

Se usará equipo de perforación con dispositivos mecánicos o electromecánicos que tengan un control preciso del ángulo de perforación dentro de la roca. Se seleccionará una altura de talud y se ejecutarán las operaciones de perforación de modo que, el espaciamiento de los hoyos de voladura y el alineamiento de los hoyos no varíen más de 225 mm respecto al espaciamiento y alineamiento propuestos. Cuando más del 5 % de los hoyos exceden esta variación, se deberá reducir la altura de banco y se modificarán las operaciones de perforación hasta que los hoyos de

voladura estén dentro de la variación permisible. Se limitará la altura máxima del banco a 15 m.

Se permite un desvío de 300 mm para bermas de trabajo en el fondo de cada banco para perforar el próximo patrón de hoyos de voladura controlada en el nivel inferior.

Se debe ajustar el ángulo de inclinación de la perforación y el collar de la perforación, de modo que se logre la sección transversal requerida para la cuneta cuando se usa una berma.

Se permite perforar 500 mm debajo del fondo de la cuneta para remover el pie.

- (c) Voladura. Los hoyos de voladura deben estar libres de obstrucciones en toda su profundidad. Se colocarán las cargas sin producir sobreexcavación en las paredes de los hoyos de voladura.

Se usarán los tipos de explosivos y accesorios para hacer las voladuras, necesarios para obtener los resultados requeridos. Una carga de fondo puede ser mayor que una carga de línea si no produce fractura excesiva.

No se deberá usar nitrato de amonio ni aceite combustible en bruto para la voladura controlada.

Se rellenará la parte superior de todos los hoyos de voladura con arena seca u otro material granular con tal tamaño que el 100 % pase la malla de 9,5 mm.

Donde hay precorte, las líneas de voladura de producción más cercanas se deben retrasar al menos 25 ms (milisegundos) después de detonar la línea de precorte. El precorte se debe efectuar como mínimo 10 m adelante de la zona de voladura de producción.

Donde hay voladura de colchón (de ajuste), las líneas de voladura de colchón se deben retrasar de 25 a 75 ms (milisegundos) después de detonar la línea de producción más cercana.

205.08 Voladura de producción

Se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- (a) General. La perforación de los hoyos de producción y la voladura, se deben hacer de acuerdo con el plan de voladura. Se tomarán todas las precauciones necesarias para minimizar los daños de la voladura en la cara final de roca.

Después de una voladura, se deben detener todos los trabajos en el área y verificar que no haya cargas sin explotar, antes de que los trabajadores inicien la excavación en roca.

Se debe remover o estabilizar toda la cara de roca del corte que esté suelta, colgando o que represente un potencial peligro. Mediante métodos manuales o por medio de barras de acero que normalmente se usan en minería, se deben eliminar las escamas o láminas de rocas. Cuando es necesario, se deben usar detonadores o voladura suave. Se pueden permitir irregularidades menores o variaciones de la superficie, si éstas no producen riesgos. Se puede perforar el siguiente banco solamente después de que se haya completado el trabajo de limpieza y estabilización.

Si las operaciones de voladura causan fractura de la cara final de roca, ésta se debe reparar o estabilizar con un sistema aprobado por la Administración. La reparación o estabilización puede incluir remoción, uso de pernos de anclaje en roca, varillas de anclaje en rocas u otras técnicas de estabilización.

Se deben detener las operaciones de voladura, si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Los taludes son inestables.
 - (2) Los taludes exceden las tolerancias topográficas.
 - (3) Ocurren daños en la parte posterior del talud.
 - (4) Se compromete la seguridad del público.
 - (5) Se arriesga la propiedad y las condiciones naturales.
 - (6) Se genera lanzamiento de rocas al aire.
- (b) Perforación. Se perforará la línea de hoyos de producción para voladura lo más cercano a la línea paralela de voladura controlada, y no más cerca de 2,0 m de la

línea de voladura controlada. No se perforarán hoyos para la voladura de producción a mayor profundidad que el fondo de los hoyos de voladura controlada.

- (c) Voladura. Se usarán los tipos de explosivos y accesorios para voladura que permitan obtener la fragmentación deseada. Se deben limpiar los hoyos de voladura. Se colocarán las cargas y los hoyos de acuerdo con la Subsección 205.07
- (c) Voladura. Se detonarán los hoyos de producción aplicando la secuencia de retardos hacia la cara libre.

205.09 Registro de voladura

Se suministrará un registro para cada voladura. El registro deberá incluir lo siguiente:

- (a) Todas las dimensiones y detalles reales del tiro incluyendo información del hoyo de voladura relativa a profundidades, sobrecarga de terreno, espaciamiento, perforación adicional, retaque (compactación), potencia de las cargas, tiempos de retardo.
- (b) Dibujos o esquemas mostrando la dirección de la cara o caras, y la disposición del tiro.

205.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales usados para voladura de rocas se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- Los trabajos de voladura se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

205.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la 205 Voladura de rocas, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida de la perforación para voladura controlada se hará por metro lineal (m) con base en la longitud de perforación real, tal como se ha indicado en el registro de voladura.
- Para efectos de pago, no se mide la voladura de producción.

205.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.205.01	Perforación para voladura controlada	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 206 ACARREO Y SOBRECARRERO

206.01 Descripción

Se denomina acarreo al trabajo de transportar el material, producto de la excavación, desde su ubicación original hasta el sitio de disposición final en la obra.

Es acarreo libre la distancia en la cual el material excavado debe ser transportado sin compensación adicional. A no ser que se estipule otra cosa en los documentos del Contrato, la distancia del acarreo libre es de 600 m; el sobreacarreo es el acarreo en exceso de la distancia de acarreo libre.

206.02 Acarreos normal y libre

- (a) El acarreo normal consiste en el trabajo de transportar el producto de la excavación de los cortes a los rellenos dentro de una sección compensada, tal y como se muestre en el diagrama de masas en los planos del Contrato.
- (b) Cuando por cualquier razón justificada fuere ordenado por el Ingeniero, el transporte de material de una sección compensada a otra, el Contratista deberá realizar parte de este transporte sin costo adicional a lo largo de la distancia de acarreo libre de 600 m.

206.03 Sobreacarreo

El sobreacarreo corresponde al transporte, autorizado previamente por el Ingeniero, en exceso a la distancia de 600 m establecida en los documentos del Contrato como distancia de acarreo libre.

206.04 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Para determinar un sobreacarreo se deberá documentar que el material tomado de una excavación fue depositado en un terraplén más allá de la sección compensada, luego de haber sido transportado sin cargo la distancia de acarreo libre (600 m). Si

este es llevado fuera de la obra, la distancia total de acarreo del material transportado externamente se medirá a lo largo de la ruta más corta que señale el Ingeniero como factible y satisfactoria, a no ser que se hubiere dispuesto y especificado de otro modo; en todo caso, debe deducirse la distancia de acarreo libre (600 m). La distancia total de acarreo para el material obtenido dentro de los límites del camino y descargado directamente en él, se medirá a lo largo de la línea de centro del camino. La distancia entre el centro de volumen de la excavación y el centro del terraplén será la distancia total del acarreo en las unidades especificadas.

- El sobreacarreo será el producto obtenido de multiplicar el número de unidades de excavación, sacadas y medidas en su posición original, por la diferencia entre la distancia media y la distancia libre (600 m) en que el material de excavación fuese transportado.
- El acarreo puede calcularse mediante el diagrama de masa o por métodos analíticos.

206.05 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El sobreacarreo medio según se indicó anteriormente, se pagará al precio establecido en el Contrato.

No se pagará por acarreo en el caso de préstamo Caso 2, relleno para cimentación, material para relleno, base y subbase, ni en ningún otro ítem del Contrato. Se reconocerá sobreacarreo en el caso del préstamo Caso 1.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.206.01	Sobreacarreo	Metro cúbico * estación	(m ³ * 20m) ⁽¹⁾
CR.206.02	Sobreacarreo	Metro cúbico * kilómetro	(m ³ * km)
CR.206.03	Sobreacarreo	Tonelada * kilómetro	(Tm * km)

Notas:

(1) Se considera "estación" la distancia de 20 m, medidos entre dos puntos sobre la línea centro del proyecto.

SECCIÓN 207 GEOTEXTILES PARA MOVIMIENTO DE TIERRA

207.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de un geotextil como un medio permeable de separación o una medida permanente de control contra la erosión. Los tipos de geotextiles se mencionan en la Subsección 714.01 Geotextiles.

207.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Subsección:

Geotextiles	714.01
-------------	--------

Requerimientos para la construcción

207.03 General

Cuando se coloque un geotextil sobre un terreno natural se deben cortar los árboles y troncos a ras del terreno. No se deberá remover la capa de suelo superior, ni la materia vegetal. Se removerán todos los objetos puntiagudos y rocas grandes. Se rellenarán las depresiones u hoyos con material adecuado para tener una fundación firme.

Se reemplazará o reparará todo aquel geotextil que esté partido o roto. Remover el área dañada y reemplazar con el mismo tipo de geotextil con 1 m de traslape más allá de la zona afectada.

207.04 Aplicaciones para separación y estabilización

Cuando se coloque un geotextil sobre una subrasante, se preparará el sitio de acuerdo con las Subsecciones 204.15 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies, apartados (c) Conformación de superficies y (d) Acabado de superficies.

Se colocará el geotextil suavemente y libre de tensiones, esfuerzos o pliegues. Se doblará o cortará el geotextil para adecuarlo a las curvas. Se debe traslapar en la dirección de avance de construcción. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 0,50 m, en los extremos y a los lados de los paños adyacentes o coser las uniones del geotextil de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se colocarán traslapes longitudinales debajo de sitios donde se conozca de antemano que existirán cargas de ruedas. Se deberá mantener el geotextil en sitio usando pines, grapas o apilamientos del mismo material de relleno.

Para finalizar, se verterá el material de relleno sobre el geotextil desde su borde o desde el lugar donde el material de relleno fue previamente colocado. No debe operarse el equipo directamente sobre el geotextil. Se distribuirá el extremo del apilamiento del material de relleno volcado, manteniendo una capa con un espesor mínimo de 300 mm. Se compactará el material de relleno usando equipo de compactación con llantas de hule o un compactador no vibratorio con rodillo liso.

Se deben evitar paradas súbitas, arranques o giros del equipo de construcción. Se deben rellenar los surcos producidos por el equipo de construcción con material de relleno adicional. No se deben renivelar los surcos con el equipo de colocación.

Se deberán colocar de la misma manera descrita anteriormente, las capas subsiguientes de material de relleno. Se pueden usar compactadores vibratorios para las capas subsiguientes. Si ocurre alguna falla en la fundación, se repararán las áreas dañadas y se usará de nuevo el equipo de compactación sin vibración.

207.05 Aplicaciones para control permanente de erosión

Se colocará y anclará el geotextil sobre una superficie previamente aprobada, suave y nivelada. Para los casos de taludes o para protección de olas, se colocará la mayor

dimensión del geotextil hacia abajo en el talud. Para protección de cauces, se colocará la mayor dimensión del geotextil paralelamente a la línea de centro del canal. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo 300 mm, en los extremos y en los lados de los paños adyacentes, o coser las uniones del geotextil de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se traslapará el paño ubicado ladera arriba o aguas arriba, sobre el tendido de ladera abajo o aguas abajo. Se deben colocar las uniones finales de los tendidos adyacentes a una distancia mínima de 1,50 m. Se deben usar pines para mantener en sitio los paños de geotextil. El espaciamiento de los pines a lo largo de los traslapes debe ser de 1 m entre centros.

Para iniciar la colocación de un geotextil desde el pie de un talud, se colocarán agregados, protección del talud o escolleras sobre el geotextil y luego se procede hacia arriba. Se colocarán escolleras sobre el geotextil con una altura no menor de 300 mm. Se colocarán rocas para protección de talud o material de relleno sobre el geotextil con una altura no menor de 1 m. Para aplicaciones bajo el agua, se colocará el geotextil y el material de protección en el mismo día.

207.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales para uso de geotextiles en movimientos de tierra se deben evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 714.01 Geotextiles.
- La instalación se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

207.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida de geotextiles usados en movimientos de tierra se debe hacer en metros cuadrados (m²) excluyendo los traslapes.

207.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.207.01	Geotextil para movimiento de tierra (Se debe indicar el tipo)	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 208 EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES

208.01 Descripción

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de estructuras mayores (puentes, viaductos, alcantarillas de cuadro, vados, diques permanentes y ataguías provisionales, muros de protección aledaños a esas estructuras, así como, muros de contención y refuerzo). El trabajo incluye la preservación de canales y contornos, apuntalamiento y arriostramiento, construcción de ataguías, sellado de fundaciones, evacuación de aguas, excavación y preparación de fundaciones, rellenos y la remoción de dispositivos de seguridad y de ataguías.

208.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Sello de concreto	552.03
Relleno de fundación	704.01
Relleno estructural	704.04
Lechada para aplicaciones misceláneas	725.22 (a.2)

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

208.03 Consideraciones preliminares

Se debe eliminar la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con la Sección 201 Desmonte y limpieza y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

Si dentro de los límites de excavación, se encuentran estructuras antiguas (siempre que no constituyan un patrimonio cultural, arqueológico o arquitectónico), o cualquier tipo de obstáculos, deben ser retirados por el Contratista, para lo cual no tendrá derecho a ninguna compensación adicional. Lo anterior, siempre y cuando no sea parte de un servicio público o privado, en cuyo caso la Administración deberá realizar el informe respectivo con

ubicación georreferenciada de cada caso y notificar a la dependencia del MOPT responsable del resguardo del derecho de vía, para que procedan según corresponda.

En caso de identificar restos arqueológicos, se deberán realizar las acciones correspondientes con la Subsección 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje, y la legislación vigente al respecto.

208.04 General

El Contratista deberá seguir las regulaciones de seguridad ocupacional para las actividades contempladas en esta sección, entre ellas la preparación de los taludes de las paredes de la excavación utilizando apuntalamiento y arriostramiento, la excavación de trincheras y zanjas, de acuerdo con los lineamientos y alcances que establece el Código Geotécnico de Taludes y Laderas de Costa Rica, en combinación con la norma OSHA (29 CFR, Apéndice 1926, Subsección P, Excavación), ambas disposiciones en su versión vigente y será un profesional competente el que establezca las medidas de seguridad que correspondan según sea el caso.

Cuando las paredes de la excavación deban tener pendientes de inclinación, por razones de seguridad, se debe suministrar una copia del diseño con la indicación de los medios de seguridad a aplicar; con el propósito de demostrar la conformidad con las regulaciones nacionales y de OSHA. Se deben presentar los esquemas constructivos de acuerdo con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, indicando todas las medidas de seguridad, como los sistemas de soporte, barreras protectoras y otros. El apuntalamiento y los arriostres, se deberán diseñar considerando lo indicado en la Sección 562 Obras temporales. Los esquemas constructivos deberán evidenciar conformidad con las regulaciones que la Administración defina.

Se deben excavar trincheras o fundaciones, con el ancho y longitud requeridos para preparar el espacio necesario para el trabajo. Cuando se complete la excavación, se requerirá, por parte de la Administración, la aprobación del material de fundación y relleno, así como su proceso de colocación. La fundación deberá ser firme y contar con una densidad uniforme, en toda el área definida.

El agua en el área de trabajo será removida en caso de necesidad para la adecuada ejecución de las obras.

Los pavimentos o estructuras de concreto adyacentes al área de excavación, que van a permanecer, deberán ser independizados por corte de sierra o por el medio autorizado por la Administración, previo a la excavación.

Cuando sea necesario el uso de explosivos, se seguirán las disposiciones de la Sección 205 Voladura de rocas.

Cuando el material excavado sea apropiado para relleno estructural deberá conservarse y disponerse de acuerdo con la indicación de la Administración, de manera que no se contamine o segregue. No se debe depositar el material excavado en las cercanías de sistemas de drenaje o de conducción de aguas. No se debe apilar el material excavado, ni permitir la operación de equipos a una distancia de menos de 60 cm respecto al borde de la excavación. Para la disposición de materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso, se procederá de acuerdo con la Subsección 204.16 Remoción de derrumbes. La Administración podrá definir los usos alternativos para los materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso.

Se debe remover el apuntalamiento y arriostramiento al menos 60 cm debajo de la superficie del terreno terminado o de acuerdo con los criterios establecidos, para tal fin.

208.05 Preservación de canales

Los trabajos a realizar en la proximidad de sistemas de drenaje o conducción de aguas (cauces), serán desarrollados de acuerdo con los procedimientos técnicos previamente establecidos y con lo descrito a continuación:

- (a) Se excavará dentro de las ataguías, encofrados u otros medios de separación como sacos de arena o diques.
- (b) No deberá alterarse la estructura de soporte de los sistemas de drenaje o conducción de agua adyacentes al área de trabajo.
- (c) Al finalizar, deberá rellenarse la excavación con material de relleno estructural hasta alcanzar el nivel de rasante existente de previo a los trabajos.

208.06 Ataguías provisionales

Se usarán cuando se requiera excavar en un medio bajo el agua o cuando la excavación sea afectada por aguas subterráneas, por ejemplo, excavaciones por debajo del nivel freático.

Los esquemas constructivos deberán incluir los métodos y proceso de ejecución, así como los detalles pertinentes de las ataguías provisionales, de acuerdo con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, así como la Sección 562 Obras temporales. El diseño y construcción de las ataguías provisionales deben:

- (a) Extenderse por debajo del fondo del cimiento, conforme lo establecido en el diseño.
- (b) Estar apoyadas para soportar la presión confinante, asegurándolas en la posición requerida, para evitar deformaciones (pandeos), volcamientos o algún tipo de movimientos.
- (c) Ser resistentes a la entrada del agua.
- (d) Proveer suficiente espacio para la colocación de formaletas y para la inspección de sus exteriores.
- (e) Proveer medios de drenaje.
- (f) Proteger el refuerzo de acero, placas, concreto hidráulico recién colado y cualquier otro elemento de la obra contra daños.
- (g) Prevenir el daño por erosión de la fundación.

Cuando las ataguías ya no sean requeridas, se deberá remover todo el material que las compone hasta alcanzar el lecho natural del cuerpo del agua. Se removerán todos los materiales de desecho por debajo del nivel de rasante terminado o de acuerdo con los criterios establecidos por la Administración.

208.07 Sello de fundación

Cuando no sea posible bombear satisfactoriamente el agua hacia fuera de un área de fundación, se proveerá un sello de fundación con concreto hidráulico. El sello de concreto será diseñado de acuerdo con la Subsección 552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico).

Se colocará y dará acabado al sello de concreto de acuerdo con la Sección 552 Concreto Estructural. Mientras se está colocando un sello de fundación, se mantendrá el nivel de agua dentro de una ataguía provisional al mismo nivel que el agua fuera de ella. Cuando un sello de fundación es colocado en condiciones cambiantes del nivel de agua (mareas), se deberá preservar el nivel de agua en el nivel mínimo.

No deberá bombearse el agua en una ataguía hasta que el sello de fundación de concreto hidráulico tenga una resistencia suficiente para soportar la presión hidrostática y posible

erosión producida por la corriente del agua. Lo anterior de acuerdo con la indicación del diseño del sello de concreto.

208.08 Remoción de aguas

Cuando se esté colando concreto hidráulico, se colocará y operará el sistema de bombeo en una posición externa al área de fundación. Solamente en casos muy calificados por la Administración, se permitirá la operación del sistema de bombeo dentro del área de fundación, debiendo asegurarse que la acción de bombeo no cause la remoción o alteración del concreto hidráulico.

208.09 Preparación de la fundación

Se prepararán los cimientos de la fundación de la manera siguiente:

- (a) Cimientos colocados sobre un lecho rocoso. Se debe excavar para dar el nivel especificado al corte de la excavación, de acuerdo con el método constructivo previamente autorizado por la Administración. Se debe limpiar la superficie del fondo de la excavación, removiendo los restos de material desintegrado y suelto, o cualquier otro material producto de las actividades de excavación y conformación. Se debe limpiar y rellenar todas las grietas y cavidades con lechada. Se debe colocar el relleno de base para proporcionar un apoyo nivelado al cimiento.
- (b) Cimientos colocados en una superficie excavada distinta a un lecho rocoso. No se debe alterar el fondo de la excavación. Se debe remover el material excavado y compactar inmediatamente la superficie al nivel y la pendiente de fondo requeridas, antes de colocar el concreto hidráulico.
- (c) Cimientos anclados en materiales inalterados. Se debe excavar y compactar la fundación hasta un nivel uniforme para los cimientos, de acuerdo con el nivel especificado. Cuando las paredes de la excavación no sean verticales, se debe rellenar todo el espacio entre los cimientos y el material inalterado, con concreto hidráulico. Si la excavación está por debajo de la parte superior de la cimentación, se debe rellenar únicamente al nivel superior de la excavación. Cuando el concreto hidráulico sea colado contra pilotes recubiertos con láminas de acero, se considera que está en un medio inalterado.

- (d) Material inestable o con poca capacidad de soporte por debajo de la elevación de los cimientos. Se debe excavar el material inestable o con poca capacidad de soporte y se debe reemplazar con relleno de fundación de acuerdo con la Subsección 704.01 Relleno de fundación. Se debe colocar el relleno de fundación en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deben exceder 150 mm de espesor compactado. Se debe compactar cada capa de acuerdo con la Subsección 208.11 Compactación.
- (e) Fundación usando pilotes. Se debe excavar a la profundidad de la fundación y proceder con la ejecución de los pilotes. Se deben remover los restos de la excavación y se conformará la superficie del fondo al nivel requerido según los planos constructivos. Se debe nivelar y compactar el fondo de la fundación de previo a la construcción de los cimientos.

208.10 Relleno

Se rellenará con material de relleno estructural de acuerdo con la Subsección 704.04 Relleno estructural.

Se debe colocar el relleno en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deben exceder 150 mm de espesor compactado. Se debe compactar cada capa de conformidad con la Subsección 208.11 Compactación.

Se colocará el relleno estructural uniformemente en todos los lados de la estructura de una forma apropiada. Se extenderá cada capa a los límites de la excavación o al terreno natural.

No se colocarán rellenos estructurales en contacto con concreto con menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance el 80 % de la resistencia de diseño.

Cuando se rellena en la proximidad o directamente en un paso de corriente de agua o cerca, se procederá de acuerdo con la Subsección 208.05 Preservación de canales.

208.11 Compactación

Se debe determinar el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de acuerdo con el Método C de AASHTO T99 o AASHTO T180, según el tipo de material de relleno a utilizar. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un contenido de humedad apropiado para la compactación.

Se compactará el material colocado en todas las capas, al menos al 95 % de la densidad máxima. Se determinará la densidad en sitio y el contenido de humedad de acuerdo con AASHTO T310, u otro método aprobado por la Administración.

No se deben aplicar los requisitos de densidad medidos por AASHTO T310 al material que no puede ser aprobado o compactado a los valores máximos determinados por AASHTO T99 o AASHTO T180, según corresponda. Para estos materiales deben rellenarse los vacíos alrededor del material rocoso en cada capa con tierra u otro material fino, compactando cada capa hasta que no haya evidencia visible de una mayor consolidación.

208.12 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 208-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de estructuras mayores.

De manera que:

- El material de relleno para estructuras será evaluado de conformidad con la Subsección 107.02 Inspección visual y la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La excavación para estructuras y las obras de relleno serán evaluadas de conformidad con la Subsección 107.02 Inspección visual y la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los apuntalamientos, arriostres y las ataguías provisionales serán evaluados de conformidad con la Sección 562 Obras Temporales.
- La limpieza será evaluada de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.
- El concreto y el sello de concreto serán evaluados según la Sección 552 Concreto estructural.

208.13 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se deberá medir la excavación por metros cúbicos (m³) en sitio, en su ubicación original. No se incluirán los siguientes volúmenes:
 - (a) El volumen de material excavado externo a los planos verticales localizados a 450 mm hacia afuera y en paralelo con los límites de la cimentación o fundación. Se usarán dichos planos verticales para determinar las cantidades de pago, independientemente de la cantidad de material excavado adentro o afuera de dichos planos verticales.
 - (b) Cualquier material incluido dentro de los límites de la excavación de un derecho de vía, tales como desvíos de canales contiguos y cunetas, para los cuales existen diferentes renglones de pago.
 - (c) Agua u otros materiales líquidos.
 - (d) Material excavado antes de las mediciones topográficas del nivel del terreno original.
 - (e) Material remanipulado, excepto cuando el Contrato especifique que se requiere excavación luego de la colocación del terraplén.
 - (f) Excavación para sellos en ataguías.

- Se medirá el relleno de fundación y el relleno estructural por metros cúbicos (m³) en sitio, colocado, compactado y acabado. Se medirá el volumen de relleno estructural colocado dentro de planos verticales localizados hasta 450 mm hacia afuera y en paralelo a las líneas de cimentación o fundación. Se usarán planos verticales para determinar los montos de pago, independientemente de la cantidad de material de relleno colocado afuera de dichos planos verticales.
- Se medirán los arriostres, apuntalamientos, ataguías y obras conexas por el método indicado por la Administración en los términos del Contrato.
- Se medirá y pagará el concreto y el sello de concreto hidráulico, de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural.

208.14 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago para excavación incluye arriostres, apuntalamientos, ataguías provisionales y otras obras conexas y será la compensación completa por la excavación a una profundidad de 1,8 m debajo de la menor elevación indicada en los esquemas constructivos para cada estructura de fundación. Cuando la excavación exceda una profundidad de 1,8 m, la Administración podrá tramitar un ajuste de precio equitativo para la profundidad en exceso de 1,8 m.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.208.01	Excavación para estructuras mayores	Metro cúbico	(m ³)
CR.208.02	Relleno de fundación	Metro cúbico	(m ³)
CR.208.03	Relleno para estructuras	Metro cúbico	(m ³)

208.15 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 208-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de estructuras mayores, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de autocontrol de calidad del Contratista, debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basadas en la Tabla 208-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de estructuras mayores, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 208-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de estructuras mayores

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o características	Métodos de ensayo o especificación	Frecuencia	Punto del muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte
Fuente							
Relleno de fundación ⁽¹⁾ (704.01)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Clasificación	AASHTO M145	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento	Sí	Antes de iniciar la obra
		Granulometría	AASHTO T27 y T11				
Relleno estructural ⁽¹⁾ (704.04)		Índice de plasticidad	AASHTO R58, T89, y T90				
		Granulometría	AASHTO T27 y T11				
Producción							
Relleno de fundación (704.01)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad-Densidad	AASHTO T99 Método C ⁽²⁾ o AASHTO T180 Método C ⁽²⁾	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra	Sí	Antes de iniciar la obra
		Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado por la Administración	1 para cada 250 m ³ , pero no menos de 3 por capa por tramo (la Administración define qué se considera un tramo)	Material compactado	No	Antes de colocar la siguiente capa
Relleno estructural (704.04)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C ⁽²⁾ o AASHTO T180 Método C ⁽²⁾	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra	Sí	Antes de iniciar la obra
		Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado por la Administración	2 por cada capa	Material compactado	No	Antes de colocar la siguiente capa

Notas:

(1) Cuando el material de relleno de fundación es aportado por la Administración, esta debe proporcionar los resultados de los ensayos de caracterización correspondientes.

(2) Mínimo 5 puntos por Proctor estándar o modificado, según el tipo de material utilizado.

SECCIÓN 209 EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS

209.01 Descripción

Este trabajo consiste en la excavación y relleno de material para la construcción de todos los tipos de estructuras menores de concreto hidráulico de la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, tales como pozos, cajas de registro, entre otras estructuras menores; con excepción de los trabajos de excavación y relleno para estructuras mayores.

209.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Sello de concreto	552.03
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Relleno de fundación	704.01
Material de relleno	704.03
Préstamo selecto	704.07

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

209.03 Consideraciones preliminares

Se debe eliminar de la superficie a excavar, toda la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con la Sección 201 Desmonte y limpieza, y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

Si dentro de los límites de excavación, se encuentran estructuras antiguas, siempre que no constituyan un patrimonio cultural, o cualquier tipo de obstáculos, deben ser retirados por el Contratista, para lo cual no tendrá derecho a ninguna compensación adicional. Lo anterior, siempre y cuando no sea parte de un servicio público o privado, en cuyo caso la Administración deberá realizar el informe respectivo con ubicación georreferenciada de cada caso y notificar a la dependencia del MOPT responsable del resguardo del derecho de vía, para que procedan según corresponda.

En caso de identificar restos arqueológicos, se deberán realizar las acciones correspondientes con la Subsección 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje, y la legislación vigente al respecto.

209.04 General

Se deben realizar las excavaciones de acuerdo con la estructura que se va a construir hasta el nivel de fundación de acuerdo con la Subsección 208.04 General. Se debe excavar al nivel de fundación sin dañar las trincheras o las superficies de fundación. El nivel de fundación es el fondo de la capa de soporte para instalar la estructura. Se debe compactar la superficie para la fundación y material de relleno según la Subsección 209.12 Compactación.

209.05 Preservación de canales

Se preservarán los canales de acuerdo con la Subsección 208.05 Preservación de canales, exceptuando el apartado (a) de dicha Subsección.

209.06 Ataguías provisionales

En caso de requerir estructuras provisionales como las ataguías, se procederá de acuerdo con lo establecido en la Subsección 208.06 Ataguías provisionales.

209.07 Sello de fundación

De ser necesario, se podrá construir un sello de fundación en los siguientes casos:

- (a) Cuando no sea posible compactar el fondo de la excavación para la estructura o existan materiales de baja capacidad soportante, se realizará un sello de fundación utilizando el material indicado en la Subsección 704.01 Relleno de fundación.
- (b) Cuando no sea posible bombear satisfactoriamente el agua hacia fuera de un área de fundación, se proveerá un sello de fundación con concreto hidráulico, de acuerdo con la Subsección 208.07 Sello de fundación

209.08 Remoción de aguas

Cuando sea necesaria la remoción de aguas, se procederá de acuerdo con la Subsección 208.08 Remoción de aguas.

209.09 Preparación de la fundación

Se deberá excavar al nivel de fundación, removiendo todo material no aprovechable en la obra. Dicho material removido será sustituido por relleno de fundación. Se colocará y compactará el relleno de fundación de acuerdo con el apartado (d) de la Subsección 208.09 Preparación de la fundación.

Cuando se requieran cimientos para anclajes con materiales inalterados, se preparará una fundación y se construirán los cimientos de acuerdo con el apartado (c) de la Subsección 208.09 Preparación de la fundación. Si el Contratista excava adicional al nivel de cimentación, a costo del Contratista, debe ajustar el nivel solicitado en los planos con un relleno aprobado por la Administración.

209.10 Construcción de camas o lechos de fundación

Se construirán los lechos de la manera descrita a continuación:

(a) Para otras estructuras que no son alcantarillas.

Se construirán las camas o lechos de fundación requeridos por la Administración según los planos constructivos. Se colocarán y conformarán los lechos de material de fundación de acuerdo con la Subsección 704.01 Relleno de fundación, en capas que, una vez compactadas, no excedan 200 mm de espesor compactado. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.12 Compactación.

(b) Para alcantarillas de tubo circular

Estas deberán ser colocadas sobre fundaciones preparadas de acuerdo con lo que establece la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

209.11 Relleno

Se colocará el relleno como se describe a continuación:

(a) General

El material para relleno puede ser el material excavado, siempre y cuando cumpla con lo especificado en la Subsección 704.03 Material de relleno.

Se colocará un relleno en capas horizontales, de manera que, una vez compactadas, no deben exceder 200 mm de espesor compactado.

Se colocará el material de relleno de una forma uniforme, con desplazamiento hacia los límites del área de excavación.

No se deberán colocar los rellenos contra el concreto hidráulico de menos de 7 días de colado, o hasta que haya alcanzado un 80 % de la resistencia de diseño.

Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.12 Compactación.

(b) Alcantarillas de tubo circular

El material de cama se colocará de acuerdo con lo establecido en la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

209.12 Compactación

El contenido de humedad y la máxima densidad seca deben ser determinados de acuerdo con el Método C de la norma AASHTO T99 para suelos o el método D de la norma AASHTO T180 para materiales granulares. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un valor adecuado para la compactación.

El material de relleno será colocado en capas de 0,20 m máximo, a una compactación de 95 % de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio serán determinados de acuerdo con AASHTO T310 u otros procedimientos aprobados por la Administración.

En caso de que el material no pueda ser compactado a los valores máximos determinados por AASHTO T99 o AASHTO T180, según el tipo de material, no se deben aplicar los requisitos de densidad medidos por AASHTO T310. Para estos materiales deben rellenarse los vacíos alrededor del material rocoso en cada capa con tierra u otro material fino. Se deberá compactar cada capa hasta que no haya evidencia visible de una mayor consolidación.

209.13 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para

el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 209-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de otras estructuras.

De manera que:

- Los materiales de relleno utilizados para otras estructuras serán evaluados de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada y Subsección 209.02 Materiales.
- El material de cama para alcantarillas será evaluado de acuerdo con la Subsección 602 Sistemas de alcantarillado.
- La excavación para la estructura y las obras de relleno serán evaluadas de conformidad con la Subsección 107.02 Inspección visual, la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores.
- Los apuntalamientos, arriostres, tablestacado y ataguías provisionales, serán evaluados de conformidad con la Sección 562 Obras Temporales.
- La limpieza y el desmonte se evaluarán de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.
- El sello de concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural.
- El concreto será evaluado conforme con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

209.14 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se deberá medir la excavación por metro cúbico (m^3) en sitio, en su ubicación original. No se incluirán los siguientes volúmenes:
 - (a) El volumen de material excavado externo a los planos verticales localizados a 450 mm hacia afuera y en paralelo con los límites de la cimentación o

fundación. Se usarán dichos planos verticales para determinar las cantidades de pago, independientemente de la cantidad de material excavado adentro o afuera de dichos planos verticales.

- (b) Cualquier material incluido dentro de los límites de la excavación de un derecho de vía, tales como desvíos de canales contiguos y cunetas, para los cuales existen diferentes renglones de pago.
 - (c) Agua u otros materiales líquidos.
 - (d) Material excavado antes de las elevaciones y mediciones topográficas del nivel del terreno original.
 - (e) Material re-manipulado, excepto cuando el Contrato especifique que se requiere excavación luego de la colocación del terraplén.
 - (f) Excavación para sellos en ataguías.
- Se medirá y se aceptará el concreto colocado en el lecho de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
 - Se medirá el relleno para las estructuras comprendidas en esta Sección, por metros cúbicos (m³) en sitio medido en vagoneta, colocado, compactado en el sitio al 95 % del Proctor estándar o modificado según el tipo de material (suelos o materiales granulares) y acabado.
 - Se medirá y pagará el sello de concreto de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural.
 - Se medirán los arriostres, apuntalamientos, ataguías y obras conexas por el método indicado por la Administración en los términos del Contrato.

209.15 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago para excavación incluye arriostres, apuntalamientos, ataguías provisionales y otras obras conexas y será la compensación completa por la excavación a la profundidad

determinada por la Administración. Las cantidades finales colocadas y compactadas deberán ser validadas por la Administración.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.209.01	Excavación para otras estructuras	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.02	Excavación de zanjas	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.03	Relleno para otras estructuras	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.04	Relleno de fundación para otras estructuras	Metro cúbico	(m ³)

209.16 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 209-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno para otras estructuras, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de autocontrol de calidad del Contratista, debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias de la Tabla 209-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno para otras estructuras, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05

Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 209-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno para otras estructuras

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Propiedades o característica	Métodos de ensayo o especificación	Frecuencia	Punto del muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte
Fuente							
Material de relleno ⁽¹⁾ (704.03)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación	AASHTO T27 y T11	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento	Sí	Antes de iniciar la obra
Relleno de fundación ⁽¹⁾ (704.01)		Clasificación	AASHTO M145				
Préstamo selecto ⁽¹⁾ (704.07)							
Producción							
Material de relleno (704.03)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad-Densidad	AASHTO T99 Método C ⁽²⁾ o AASHTO T180 Método C ⁽²⁾	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra	Sí	Antes de iniciar la obra
Relleno de fundación (704.01)		Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado por la Administración	2 por cada instalación	Material compactado	No	Antes de colocar la siguiente capa
Préstamo selecto (704.07)							

Notas:

(1) Cuando el material es aportado por la Administración, esta debe proporcionar los resultados de los ensayos de caracterización correspondientes.

(2) Mínimo 5 puntos por Proctor estándar o modificado, según el tipo de material utilizado.

SECCIÓN 210 RELLENO PERMEABLE

210.01 Descripción

Este trabajo consiste en la fabricación y colocación de un material permeable entre una estructura cualquiera y el terraplén de la carretera, con el objeto de evacuar el agua que se acumula en dichos lugares. Estas estructuras pueden ser: muros, cabezales, muros de retención o estribos de puentes.

210.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado para relleno permeable	703.04
Relleno estructural	704.04
Geotextil Clase I	714.01

Requerimientos para la construcción

210.03 General

No se debe colocar el relleno permeable en contacto con concretos hidráulicos que tengan menos de cuatro días de colados.

Donde hay agujeros de drenaje, se debe colocar un geotextil que cubra por lo menos 0,50 m alrededor del agujero de drenaje. Se colocará el relleno permeable en contacto con la pared de la estructura. Se aplicará el relleno para estructuras de acuerdo con la Subsección 208.10 Relleno, usando un método que evite que el relleno para estructuras se mezcle con el relleno permeable.

210.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material,

107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 210-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para relleno permeable.

De manera que:

- El material de relleno permeable debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. Ver Tabla 210-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para relleno permeable.
- La colocación del relleno permeable debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El geotextil debe evaluarse de acuerdo con la Sección 207 Geotextiles para movimientos de tierra.
- El relleno para estructuras debe evaluarse de acuerdo con la Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores.

210.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 210 Relleno permeable, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida del relleno permeable se debe hacer de acuerdo con los metros cúbicos (m^3) de material colocado satisfactoriamente.

210.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.210.01	Relleno permeable	Metro cúbico	(m ³)

210.07 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 210-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para relleno permeable, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de autocontrol de calidad del Contratista, debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias de la Tabla 210-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para relleno permeable, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 210-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para relleno permeable

Material o producto (Subsección)	Propiedades o características	Métodos de ensayo o especificación	Frecuencia	Punto del muestreo
Relleno permeable (703.04)	Graduación	AASHTO T27 y AASHTO T11	1 cada 500 Tm	Material de sitio o de apilamiento

SECCIÓN 211 ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES

211.01 Descripción

Este trabajo consiste en la eliminación de aquellos caminos o calles existentes, retornos, áreas de estacionamiento y otras estructuras, que son referenciados en los planos o designados por la Administración, como elementos a ser eliminados.

Requerimientos para la construcción

211.02 General

Después de que se define que ciertas secciones específicas del camino o calle existente ya no sean necesarias para el tráfico, se rellenarán las zanjas y cunetas y la plataforma de la vía será emparejada y nivelada tratando de restaurar los contornos originales del terreno, o bien, de producir un aspecto agradable, se formarán taludes redondeados. Después de completar este emparejamiento, el área de la vía será escarificada o arada para mezclar el agregado remanente con tierra, y luego, dicha mezcla deberá ser rastreada y afinada.

211.03 Materiales rígidos

- (a) Materiales no asfálticos. Las estructuras existentes, pavimentos de concreto, cordón y caño, cunetas, aceras y otros materiales no asfálticos, serán quebradas en pedazos no mayores de 300 mm, los que serán removidos o enterrados a no menos de 500 mm de profundidad. Donde lo muestren los planos o lo ordene la Administración, todo material con valor de rescate será cuidadosamente removido evitando causarle daños. Los materiales rescatados del camino o calle existente que llenen las especificaciones de cualquiera de los conceptos de obra del nuevo camino

o calle, podrán ser usados en la nueva construcción de acuerdo con lo previsto en la Subsección 203.05 (a) Material de desecho, de estas especificaciones. Si lo muestran los planos o lo ordena la Administración, se podrá hacer uso de materiales existentes en el camino o calle para la construcción de la nueva vía; asimismo, los materiales adecuados obtenidos en la construcción de la nueva vía podrán ser usados en la eliminación del camino o calle existente. No se pagará por separado por excavación, relleno o compactación de cavidades remanentes.

- (b) Materiales asfálticos. Se deberá disponer de los materiales asfálticos de acuerdo con los reglamentos locales. El material asfáltico puede considerarse como desecho peligroso. Se remitirá a la Administración una copia de los permisos para la eliminación de los desechos. Si no hay regulaciones, se dispondrá del material como se describe en el apartado anterior (a) Materiales no asfálticos.

211.04 Materiales no rígidos

- (a) Materiales no asfálticos. Se escarificará o desgarrará la grava o piedra quebrada u otro material de la superficie no rígida de base o subbase. Se mezclará el material escarificado con el material subyacente de suelo, se enterrará la mezcla, por lo menos, a una profundidad de 300 mm.
- (b) Material asfáltico contaminante. Se debe disponer de acuerdo con la Subsección 211.03 Materiales rígidos (b) Materiales asfálticos.

211.05 Conformación

Se conformará, mezclará con el terreno existente.

211.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La eliminación de vías existentes será evaluada visualmente de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.

211.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 211 Eliminación de caminos o calles existentes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se pagará por metro cuadrado (m^2), por metro cúbico (m^3) o por suma global (glb).
- La medida por metro cuadrado (m^2) se hará en forma horizontal de camino o calle eliminada aceptablemente entre los límites mostrados en los planos, el área será medida horizontalmente. Se medirán para fines de pago únicamente las unidades o fracciones de unidades que están fuera de los límites del derecho de vía del nuevo camino o calle. No se medirán áreas de menos de $20 m^2$.
- La medida para el material del camino eliminado que se use en la carretera o estructura, se evaluará de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

211.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.211.01	Eliminación de caminos (o calles) existentes	Metro cuadrado	(m ²)
CR.211.02	Eliminación de caminos (o calles) existentes	Metro cúbico	(m ³)
CR.211.03	Eliminación de caminos (o calles) existentes	Suma global	(glb)

SECCIÓN 212 CONSTRUCCIÓN LINEAL DE LA EXPLANACIÓN

212.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de la explanación de un camino, dentro de las especificaciones de alineamiento y tolerancia de niveles.

Requerimientos para la construcción

212.02 Preparación de la calzada

Se limpiará el área de vegetación y obstrucciones de acuerdo con las Secciones 201 Limpieza y desmonte y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

212.03 Excavación y relleno

Se construirá la calzada de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, excepto lo que se modifica en esta Sección.

Se debe ajustar el contenido de humedad del material de relleno para obtener una compactación adecuada. Se colocará el material de relleno en capas de 300 mm y se compactará cada capa de acuerdo con lo requerido en la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Cuando los rodillos de compactación no son prácticos, se usarán equipos de compactación mecánicos o vibratorios aprobados.

Se construirán los accesos y conexiones con carreteras o caminos existentes, áreas de estacionamiento y senderos. Se construirán todos los accesos nuevos.

212.04 Tolerancia de la calzada

No se deben invadir los canales de conducción de aguas, o los acuíferos, o extenderse fuera del derecho de vía o servidumbres. No se ajustará la pendiente de la calzada de forma que afecte los drenajes. Se construirá la calzada de acuerdo con las siguientes tolerancias:

- (a) Alineamiento horizontal. La línea central no debe desviarse más de tres m a la izquierda o a la derecha del centro de la explanación. Los radios de curvatura pueden reducirse hasta un 50 %. No deben construirse curvas con radios menores de 30 m. Son permitidas curvas compuestas.
- (b) Pendiente vertical. El perfil de la rasante podrá variarse un máximo de 1,50 m hacia arriba o hacia abajo de la elevación de la explanación de la calzada existente y la nueva pendiente en tangente no podrá variar más del 2 % de la pendiente existente.

Se deberá revisar la conexión hacia delante y hacia atrás de la pendiente, con la magnitud de pendiente de la curva vertical diseñada.

212.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La explanada de la calzada debe evaluarse de acuerdo con las Secciones 201 Limpieza y desmonte y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

212.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 212 Construcción lineal de la explanación, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida de la calzada nivelada se pagará por kilómetros (km) de acuerdo con el alineamiento aprobado.

212.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.212.01	Construcción lineal de explanación	Kilómetro	(km)

SECCIÓN 213 ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

213.01 Descripción

Este trabajo consiste en el proceso de incorporación de un aditivo a una subrasante, en su condición existente o incluyendo la adición de material granular de aporte con el objetivo de lograr el cumplimiento de los requerimientos, de manera que la subrasante estabilizada pueda ser utilizada como capa de ruedo (con la adición o no de una capa no estructural impermeabilizante) para rutas de bajo volumen de tránsito (TPD menor a 500) o bien, formar parte de una estructura de pavimento en sustitución de materiales de préstamo o como mejorador de las propiedades mecánicas de capas granulares. Todo lo anterior tomando en cuenta las consideraciones para el cumplimiento de requisitos del diseño estructural del pavimento.

213.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Cemento hidráulico	701.01
Emulsión asfáltica	702.03
Material de secado	703.13
Aditivos químicos	711.03
Agua	725.01
Cal	725.03

Requerimientos para la construcción

213.03 Requisitos mínimos

En la Tabla 213-01 Requisitos para selección de estabilizador, se presentan recomendaciones para la selección del tipo de estabilizador en función de las propiedades físicas de la subrasante existente. Además, el tamaño máximo nominal del suelo permitido para la estabilización es de 10 cm, y se permitirá como máximo entre un 15 % y un 20 % retenido en la malla de una 1 in en el material de la capa granular de ruedo. Se deberán eliminar todos los sobretamaños.

Tabla 213-01

Requisitos para selección de estabilizador

Aditivo Estabilizador	Tipo de suelo	IP (AASHTO T90)	% material pasando la Malla N°. 200 (AASHTO T27)	LL (AASHTO T89)
Cal Hidratada	Granular ⁽¹⁾	12 mín ⁽³⁾	12 mín	-
	Fino ⁽²⁾		-	
Cemento hidráulico	Granular ⁽¹⁾	12 máx	-	40 máx
	Fino ⁽²⁾		-	
Aditivos químicos	Todos	Definido por el fabricante		

Notas:

- (1) El material granular es aquel que tiene 50 % o menos de la muestra pasando la malla N°. 200.
- (2) El material fino es aquel que tiene más del 50 % de la muestra pasando la malla N°. 200.
- (3) Materiales con valores de IP menores a 12 podrán ser estabilizados con cal, siempre y cuando los resultados de la estabilización cumplan con lo especificado en la Tabla 213-02 Requisitos de resistencia mínimos requeridos para mezclas de estabilización.

Se deberá cumplir con lo establecido en 213.07 Aplicación, sobre los porcentajes de material que deberán quedar producto de la escarificación.

En caso de requerir material granular de aporte, se deberá conocer y verificar la granulometría, de acuerdo con los requerimientos de la técnica de estabilización (tipo de aditivo) a utilizar, de manera que la mezcla final estabilizada cumpla las especificaciones indicadas en esta Sección.

213.04 Diseño de mezcla

Se suministrará un diseño de la mezcla para la estabilización de la subrasante 30 días naturales antes del inicio de las obras. Se cumplirá con los requisitos de resistencia a la compresión mínima y CBR mínimo requeridos en la Tabla 213-02 Requisitos de resistencia mínimos requeridos para mezclas de estabilización. El valor de compresión mínima deberá ser el promedio de al menos dos especímenes.

Tabla 213-02

Requisitos de resistencia mínimos requeridos para mezclas de estabilización

Aditivo Estabilizador	Procedimiento para la resistencia a la compresión	Resistencia a la Compresión a los 7 días (mín.)	CBR (mín.) (AASHTO T193)
Cal Hidratada	ASTM D5102 (B) ⁽¹⁾	0,30 MPa	15
Cemento hidráulico	ASTM D1633 ⁽²⁾	1 MPa	
Aditivos químicos	ASTM D5102 (B) ⁽³⁾	0,30 MPa (para materiales con un 12 % mínimo pasando la malla N° 200)	
	ASTM D1633 ⁽³⁾	1 MPa (para materiales con un 50 % máximo pasando la malla N° 200)	

Notas:

Previamente a la falla se permite (cuando se requiera) un curado inicial del espécimen dentro de una bolsa impermeable por un periodo máximo de 24 horas para evitar la pérdida de humedad, posterior se deberá realizar el curado de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Curar los especímenes por 7 días a 40 °C dentro de una bolsa impermeable, someter los especímenes por 24 horas a un remojo por capilaridad (cubrir el espécimen con una tela absorbente y colocar sobre una piedra porosa u oasis. El nivel del agua debe alcanzar la parte superior de la piedra porosa y estar en contacto con la tela para lograr la absorción por capilaridad, pero el espécimen de suelo no debe estar en contacto directo con el agua), de acuerdo con el método de la Asociación Americana de la Cal (NLA, por sus siglas en inglés).
- (2) 7 días de curado en cuarto húmedo, seguidos por saturación por inmersión durante 4 h, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D1633.
- (3) El curado deberá estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Junto con el diseño de mezcla se deberá aportar:

- (a) Resultados de los ensayos realizados.
- (b) Muestra de suelo de 90 kg de la subrasante.
- (c) Muestra de aditivo estabilizador necesario para el tratamiento de 90 kg de subrasante de acuerdo con el contenido de diseño.
- (d) Muestra de aditivo adicional (si el fabricante del aditivo químico lo recomienda) a utilizar de 2 kg.

La producción iniciará solamente después que el diseño de mezcla esté aprobado por la Administración. Se presentará un nuevo diseño de mezcla si hay algún cambio en alguna de las fuentes de materiales.

213.05 General

Los aditivos se guardarán en envases cerrados e impermeables a no ser que la Administración autorice lo contrario. La subrasante se preparará según la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma. El proceso de escarificación de la subrasante se efectuará hasta una profundidad mínima de 15 cm. El material de la subrasante se conformará en camellones o en capas delgadas extendidas, si el espesor de la capa a estabilizar es superior a los 20 cm, entonces deberá realizarse en varias capas. Se determinará el contenido de humedad óptima y la densidad máxima de la mezcla (suelo más aditivo) de acuerdo con la norma AASHTO T99 para materiales finos o AASHTO T180 para materiales granulares. Se deberán extraer todas las partículas mayores a 10 cm (sobretamaños).

213.06 Tramo de prueba

En coordinación con la Administración se deberá construir un tramo de prueba que sea representativo de la estabilización a realizar para demostrar que se ha logrado alcanzar la capacidad de soporte (CBR mínimo) y resistencia a la compresión deseada, la densificación final y la homogeneidad; lo anterior según la Tabla 213-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante. El tramo de prueba deberá ser construido con unas dimensiones mínimas de un carril de ancho y 50 m de longitud.

Para el proceso de la ejecución del tramo de prueba, se deberá registrar: fecha, hora, ubicación y extensión del tramo, dosificación (agua, aditivos), espesor de la capa estabilizada, tiempos para mezclado y acabado antes de la fragua, descripción de la maquinaria de compactación utilizada (modelo, año, placa, tipo, peso), descripción del proceso de compactación (número de pasadas, velocidad, frecuencia de vibración, entre otras) necesario para obtener la densidad y el acabado de superficie que se especifica en el Contrato.

No se realizarán trabajos de estabilización de la subrasante, hasta que el tramo de prueba haya sido evaluado y aceptado por la Administración, en función de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de verificación.

Todo el proceso de la construcción del tramo de prueba deberá quedar documentado en la Bitácora digital para el control del proyecto, incluyendo los detalles operativos pertinentes.

213.07 Aplicación

Para el caso de la cal y el cemento hidráulico, se aplicarán cuando el material de la subrasante tenga una humedad de al menos 3 % por debajo del contenido de humedad óptimo y una temperatura del ambiente mayor a 4 °C. No se deberá aplicar ningún aditivo cuando se espere una pérdida excesiva del mismo por lavado o por condiciones ventosas, o cuando se estime que la temperatura del ambiente pueda bajar a 4 °C o menos en un plazo de 48 h.

En el caso de aditivos químicos, se deberán seguir todas las recomendaciones del fabricante para una aplicación correcta del producto. La Administración deberá aprobar el método de construcción a través del tramo de prueba.

Se deberá realizar la mezcla para la estabilización en planta, si por las condiciones del proyecto esto no fuera posible se podrá realizar el mezclado en sitio, de acuerdo con lo siguiente:

(a) Mezclado en Planta

La planta de mezclado deberá cumplir con las características mínimas indicadas por la Administración, deberá estar equipada con aditamentos alimentadores y medidores que garanticen la dosificación del aditivo, el agregado y el agua en las cantidades especificadas. Se debe transportar la mezcla en vehículos que mantengan el contenido de humedad y eviten la segregación y pérdida del material fino. Para este tipo de mezclado se debe asegurar que el tiempo de acarreo y colocado en sitio no sobrepase el tiempo en el que se inicia la fragua, el que dependerá del aditivo seleccionado y las indicaciones del fabricante.

(b) Mezclado en Sitio

El aditivo seleccionado se aplicará en la dosis requerida teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

(1) Cal o cemento hidráulico:

- Debe evitarse extender en condiciones ventosas en áreas pobladas o en zonas adyacentes al tráfico de vehículos pesados.
- Antes de comenzar con el mezclado no se deben realizar camellones con el aditivo estabilizador, se debe utilizar un esparcidor aprobado por la

Administración (motoniveladoras, palas, entre otras) que genere una capa uniforme y homogénea (espesor y ancho) de aditivo a lo largo de una longitud definida por la Administración.

(2) Lechada de cal o cemento hidráulico:

- Se recomienda utilizar camiones distribuidores con recirculación si las distancias son largas. Para distancias cortas es posible mantener en suspensión la lechada; la distribución se puede hacer por gravedad y con doble aplicación de lechada para suelos que generalmente son escarificados.

(3) Aditivos Químicos:

- El mezclado se debe realizar de acuerdo con lo especificado por el fabricante, se debe garantizar homogeneidad y evitar las pérdidas.

Además, se debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Durante el mezclado no se permite el paso de vehículos, excepto el equipo que está realizando el procedimiento.
- Se deberá verificar que la sección que se desea estabilizar tiene la profundidad correcta.
- La mezcla iniciará con la escarificación, se puede agregar el agua durante el proceso o inmediatamente después.
- Para capas de arcillas muy plásticas mayores a 20 cm, mezclar una capa de arcilla y aditivo en dos tractos (cada capa de máximo 20 cm). Para el proceso de fragua, se deberán tomar las previsiones necesarias para el control de tránsito.
- El plazo para mezclado deberá ser tal que se garantice que no ocurra fraguado, se minimicen las pérdidas de aditivos y se permita las buenas prácticas constructivas.
- La mezcla final y la escarificación en campo (pulverización) se realizan hasta que el 90 % del material pase el tamiz de 25 mm, y un 60 % pase el tamiz de 4,75 mm (N°. 4) según el ensayo AASHTO T27. Se pueden añadir retardadores de fragua cuando se utilice cemento como estabilizador. Después del proceso de mezcla, se debe compactar la

capa con la maquinaria adecuada, en el caso de aditivos como cal y cemento se podrá utilizar de manera opcional compactador pata de cabra o compactador neumático, y en el caso de la utilización de aditivos químicos la compactación se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, y de conformidad con la Subsección 213.08 Compactación y acabado.

- Las secciones a estabilizar en carriles adyacentes deben traslaparse lo suficiente (de 15 a 20 cm) para evitar dejar materiales sin mezclar en los bordes.

213.08 Compactación y acabado

Para el proceso de compactación y acabado deberán tomarse en cuenta, como mínimo, los siguientes aspectos:

- (a) A menos que el estabilizador requiera un tratamiento diferente, la compactación se debe realizar inmediatamente después de colocar la mezcla final.
- (b) Deberá compactarse como mínimo al 95 % de la densidad máxima obtenida de la mezcla (aditivo-suelo) en el ensayo AASHTO T99 o T180.
- (c) El equipo a utilizar debe asegurar que se dé la compactación en la totalidad del espesor de la capa. Si el espesor total de la capa a estabilizar es mayor a 20 cm se deberá estabilizar y compactar en varias capas que no superen dicho valor o bien, utilizar un equipo adecuado que garantice la densidad en toda su profundidad, para lo cual deberá verificarse.
- (d) Se determinará la densidad en el sitio y el contenido de agua según AASHTO T310 (métodos nucleares) u otros métodos de ensayo aprobados por la Administración.
- (e) Se dará un acabado a la superficie de la subrasante estabilizada de modo que cumpla los requerimientos indicados en planos.
- (f) En caso de que la capa estabilizada quede expuesta, se deberá conformar la superficie con una pendiente transversal (bombeo) de al menos 3 % hacia ambos lados de la vía (inclinación convexa o doble).

213.09 Curado en sitio

Para aquellos estabilizadores que requieran curado, se aplicará lo siguiente

- (a) Se curará la mezcla que contenga cemento manteniéndola húmeda en un período cercano a 7 días, o bien, utilizando una membrana para retención de humedad.
- (b) Para mezclas que contengan otros aditivos estabilizadores, el curado se realizará de acuerdo con lo especificado por el fabricante.

Si la subrasante permanecerá expuesta, se deberá curar utilizando el método húmedo o con membrana por un periodo de 7 días después de compactada y acabada.

213.10 Control y verificación de calidad

El control de calidad de los materiales, productos y procesos, es responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por su laboratorio (laboratorios de control de calidad), debidamente aceptado por la Administración, con acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para todos los ensayos o pruebas relevantes a efectos de realizar los diseños y de calcular los parámetros de pago en función de la calidad y para ambos casos se deberá cumplir lo estipulado en Subsección 213.14 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo.

213.11 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 213-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante.

De manera que:

- El material de secado, aditivos químicos para estabilización y retardadores, cal, puzolanas, cemento hidráulico y agua, se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. La emulsión asfáltica se evaluará según la Subsección 107.03 Certificación.
- El trabajo de estabilización de la subrasante se evaluará según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 213-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante.

213.12 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 213 Estabilización de la subrasante, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La estabilización de la subrasante se medirá por metros cuadrados (m²) a un espesor indicado en los planos y especificaciones del proyecto. Se medirá el ancho de la sección transversal y la longitud horizontalmente a lo largo de la línea centro de la vía.
- Se medirá la cantidad de cal o cemento a utilizar en tonelada métrica (Tm). El aditivo químico se medirá en litros (L) o kilogramos (kg). La emulsión asfáltica para el curado se medirá en litros (L). El material de secado se medirá por metros cuadrados (m²) a un espesor determinado.

213.13 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.213.01	Estabilización de subrasante con ____mm de espesor	Metro cuadrado	(m ²)
CR.213.02	Cal	Tonelada métrica	(Tm)
CR.213.03	Cemento hidráulico	Tonelada métrica	(Tm)
CR.213.04	Aditivo químico	Litros	(L)
CR.213.05	Aditivo químico	Kilogramos	(kg)
CR.213.06	Emulsión asfáltica	Litros	(L)
CR.213.07	Material de secado	Metro cuadrado	(m ²)

213.14 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 213-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante, se presentan los requisitos mínimos para aceptación, sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 213-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 213-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la estabilización de la subrasante

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Métodos de ensayo o especificación	Frecuencia	Punto del muestreo
Fuente						
Material de subrasante sin estabilizar	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Límites de Atterberg	-	AASHTO T89 y 90	1 cada 2500 m ²	Material en sitio
		CBR	I	AASHTO T193	1 cada 2500 m ²	Material antes de la compactación final
		Densidad y Humedad	-	AASHTO T99 y T180	1 cada 2500 m ²	Laboratorio
		Granulometría ⁽¹⁾	-	AASHTO T27	1 cada 2500 m ²	Material en sitio
Producción						
Material de subrasante estabilizado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Límites de Atterberg	-	AASHTO T89 y 90	1 cada 2500 m ²	Material en sitio
		Compresión Inconfinada	I	De acuerdo con Tabla 213-02	1 cada 2500 m ² o 1 cada día de trabajo	Material procesado antes de la compactación final
		CBR	I	AASHTO T193	1 cada 2500 m ² o 1 cada día de trabajo	Material mezclado y homogenizado antes de la compactación final
		Densidad en sitio y contenido de humedad	-	AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado	1 cada 100 m	Subrasante compactada

Notas:

(1) Verificar el cumplimiento de la granulometría especificada en los casos en los que se requiera la inclusión de material de aporte.

**Refuerzo de taludes
y muros de retención**

**División
250**

DIVISIÓN 250: REFUERZO DE TALUDES Y MUROS DE RETENCIÓN

Toda estructura incluida en esta División requiere de la instalación de un sistema de drenaje para la evaluación de aguas superficiales y subterráneas.

Para aguas superficiales, se debe proveer de sistemas de cunetas, en la corona y en el pie del muro, contracunetas, bajantes, entre otros; cumpliendo con los requisitos que se indican en las Secciones 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas y 609 Bordillos o cordón.

Para las aguas subterráneas, se deben considerar sistemas de evacuación mediante zanjas de drenajes y drenajes horizontales construidos tal como se indican en las Secciones 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera y 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes.

Las aguas recolectadas mediante los sistemas anteriores deben ser conducidas fuera de la zona del muro o talud y concentradas en los sistemas de tragantes o pozos de registro construidos, según se indica en la Sección 604 Pozos de registro, tomas y tragantes.

SECCIÓN 251 ESCOLLERAS (RIPRAP)

251.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de escolleras para la protección de riberas u orillas de cursos de agua (ríos, quebradas, entre otros) protección y estabilización de taludes, de estructuras de drenaje y control de la erosión.

Los tipos de escolleras, de acuerdo con su granulometría, se denominan tal como se muestra en la Tabla 705-01 Requerimientos para la granulometría de rocas para protección de taludes.

251.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Sección y Subsecciones:

Concreto Clase X	601.03
Rocas para protección de taludes	705.02

Mortero	712.02
Geosintéticos	714
Lechada para aplicaciones misceláneas	725.22 (a.2)

Requerimientos para la construcción

251.03 General

El trabajo debe realizarse de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. El talud debe recubrirse de manera que se produzca una superficie lisa. Si el trabajo incluye un geosintético, el tipo debe escogerse según la Sección 714 Geosintéticos y la colocación debe realizarse de conformidad con la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra.

Para todos los muros de escollera, se debe disponer de un drenaje en el trasdós del muro, con un relleno de material granular de mínimo 1,0 m de ancho o mediante el uso de geosintéticos.

Para el drenaje superficial, se deben proyectar cunetas de coronación o pie del talud, bordillos u otros dispositivos que conduzcan el agua hasta lugares apropiados.

Para el drenaje subterráneo, se debe colocar un tubo ranurado, recubierto de geotextil en el pie del relleno ubicado en la parte trasera del muro.

251.04 Escollera colocada

La escollera por utilizar consistirá en roca colocada sobre una superficie previamente preparada, de manera que forme una masa bien graduada y que cumpla los requisitos de la Subsección 705.02 Rocas para protección de taludes (Riprap). Con el fin de obtener la máxima trabazón posible entre los bloques de escollera, se debe evitar que líneas de contacto entre bloques coincidan, tanto en el sentido vertical como en el sentido horizontal, impidiendo la formación de columnas y/o filas de bloques.

La escollera debe colocarse con su espesor total en una sola operación, para evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe colocarse el material de la escollera por métodos que causen segregación o dañen la superficie preparada. Las rocas individuales deben colocarse, o reordenarse, por medio de métodos mecánicos o manuales, a fin de obtener una cubierta densa y uniforme, con una superficie razonablemente lisa.

251.05 Escollera compactada

Las escolleras compactadas están constituidas por bloques de roca colocados sobre una superficie preparada de conformidad con la Subsección 251.04 Escollera colocada. Los bloques de roca se densifican mediante presión hidráulica o compactación dinámica (puede aplicarse utilizando una masa de cara plana de aproximadamente 2000 kg).

La compactación se hará hasta que la roca esté entrabada firmemente en su lugar y forme una superficie uniforme, sin que se reduzca su tamaño efectivo. La compactación se hará a cada capa de bloques colocados, cuyo espesor dependerá del tamaño mínimo definido en planos. Sólo tras el cumplimiento de lo establecido en la Sección 251.07 Aceptación, se procederá con la colocación y compactación de una nueva capa. El método de impacto no debe usarse en escolleras bajo la superficie del agua.

251.06 Escollera con lechada de cemento hidráulico

Las escolleras con lechada son rocas colocadas o compactadas sobre una superficie preparada, con los vacíos rellenos con lechada.

Las rocas para las escolleras con lechada deben colocarse de conformidad con la Sección 251.04 Escollera colocada o Sección 251.05 Escollera compactada. Antes de colocar la lechada, las rocas deben humedecerse exhaustivamente, lavando el exceso de finos existentes en la parte inferior de la escollera. La lechada debe colocarse únicamente cuando la temperatura sea inferior a los 35 °C, en los vacíos cercanos a la superficie del enrocado.

La lechada se debe colocar de manera tal que se prevenga su segregación, esto es comenzando a colocar la lechada luego de finalizar el emplazamiento de cada capa. No se deberá colocar una nueva capa hasta que el proceso de llenado de los vacíos con lechada haya finalizado en la capa subyacente. Se deben llenar todos los vacíos sin mover o desplazar las rocas. No se debe exceder un espesor de 1,5 m en cada capa de enrocado con lechada. Deben transcurrir 3 días de curado (asegurando el adecuado humedecimiento) antes de agregar la siguiente capa de enrocado y lechada.

Por último, se deben dejar agujeros a través del enrocado para permitir el drenaje de agua, según se requiera.

251.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 251-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para escolleras.

De manera que:

- La roca para las escolleras será evaluada de conformidad con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada. La verificación de la colocación de los bloques, tratando de obtener la máxima trabazón entre ellos y el mínimo volumen de vacíos posible, será evaluada de conformidad con la Subsección 107.02 Inspección visual. Adicionalmente, por medio de control topográfico, se debe verificar su alineación e inclinación según el diseño del muro.
- La excavación estructural y el relleno serán evaluados según la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- Los geosintéticos serán evaluados bajo la Sección 207 Geotextiles para movimientos de tierra.
- El material para la lechada y mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. La lechada y mortero serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. La colocación de la lechada o mortero serán evaluados bajo la Subsección 107.02 Inspección visual.
- En la Tabla 251-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para escolleras, se presentan los requerimientos mínimos de muestreo y ensayos.

251.08 Medición

Se deben medir los ítems de la Sección 251 Escolleras (Riprap), para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos

de recepción y 152 Topografía para la construcción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La escollera se mide por metro cúbico (m³) o Tonelada métrica (Tm) colocada en sitio y en condición terminada.

251.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.251.01	Escollera clase _____	Metro cúbico	(m ³)
CR.251.02	Escollera clase _____	Tonelada métrica	(Tm)

Nota:

“Clase” se refiere a la condición de colocación, compactación o inclusión de lechada.

251.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 251-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para escolleras, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar

el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basados en la Tabla 251-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para escolleras, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda aplicará la Subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 251-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para escolleras

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Muestra dividida	Tiempo de Reporte
Fuente de materiales							
Rocas (705.02)	Medida y probada para conformidad (107.04)	Gravedad específica aparente y absorción	AASHTO T85	1 muestra por tipo de material ⁽¹⁾	Fuente del material	Sí	Antes de usar en trabajo
		Resistencia a sulfatos de sodio	AASHTO T104				
		Abrasión de LA	AASHTO T96				
		Índice de durabilidad grueso	AASHTO T210				
Producción inicial (Tramo de prueba)							
Escollera (705.02)	Control del proceso (153.04)	Tamaño	⁽²⁾	1 por cada 80 m ³ por clase	Material colocado	Sí	Antes de usar en trabajo
	Medida y probada para conformidad (107.04)	Granulometría por clase especificada	⁽²⁾	1 por cada 800 m ³ por clase	En el apilamiento material colocado	No	Antes de usar en trabajo

Notas:

(1) La muestra consiste en 2 especímenes de ensayo.

(2) Tabla 705-01 Requerimientos para la granulometría de rocas para protección de taludes. Debe notificar a la Administración al menos 7 días antes de realizar la prueba.

SECCIÓN 252 ENROCADOS, PEDRAPLENES ESPECIALES Y CONTRAFUERTES DE ROCA

252.01 Descripción

El trabajo consiste en el suministro y construcción de enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca.

Los geotextiles para filtro se encuentran designados de acuerdo con la Subsección 714.01.01 Separación y filtro y la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro.

252.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Concreto Clase X	601.03
Roca granular para drenaje	703.24
Relleno de fundación	704.01
Roca para pedraplenes especiales	705.04
Roca para contrafuertes	705.05
Roca para enrocados	705.07
Mortero	712.02
Geotextiles	714.01

Requerimientos para la construcción

252.03 Enrocado

Se deberán verificar los límites del enrocado. Se deberá notificar a la Administración si la longitud, altura o ambas del enrocado planeado son inadecuados por intersecar algún talud adyacente. Se deberán suministrar secciones transversales donde se verifiquen las intersecciones para ser sometidas a aprobación por la Administración.

Se deberá construir el enrocado como sigue:

(a) Excavación.

El trabajo se realizará de acuerdo con las Secciones 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado o 209 Excavación y relleno para otras estructuras, según sea

requerido. No se excavará un área mayor del enrocado que no pueda ser terminado en un turno de trabajo, a menos que se provea de apuntalamientos. Se protegerán los taludes del enrocado del daño que pueda provocar el agua superficial.

(b) Levantamiento.

Se deberá remover rocas afiladas de la pendiente del enrocado, antes de colocar el geotextil para filtro. El geotextil se anclará a la pendiente de la excavación para que pueda resistir las operaciones de relleno. Traslapar el geotextil al menos 300 mm en la zona de traslape. Se deberá reforzar el tejido dañado con un parche del mismo tipo de geotextil, traslapándolo 300 mm en todas direcciones más allá de la zona dañada o según las recomendaciones del fabricante.

Se deberá proveer e instalar un sistema de drenaje apropiado de acuerdo con la Sección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera, cuando sea especificado. No se deberán conectar tuberías del colector al sistema de recolección pluvial, a menos que la Administración lo apruebe.

Se deberán colocar las rocas firmemente en la fundación previamente preparada.

Las rocas se colocarán de manera tal que se eviten las juntas continuas en dirección horizontal o vertical, estas deben quedar entrapadas. Cada roca deberá tener al menos un punto de apoyo frontal entre la roca superior y la roca inferior a una distancia no mayor a 150 mm de la cara del enrocado. En el proceso de levantamiento del enrocado, se deberán colocar incrementalmente rocas más pequeñas en las capas sucesivas. Se deberá asegurar que el muro cuente con una inclinación de al menos 5 % en su base.

Se deberán prever drenajes en cada levantamiento de capas sucesivas del enrocado.

Se deberá construir el drenaje del enrocado con material granular y deberá ser colocado conforme se colocan las rocas en el cuerpo del enrocado, hasta el nivel superior de la roca. Se deberá colocar el material granular para el drenaje en capas horizontales que no excedan los 300 mm de espesor compactado. Se deberá compactar cada capa de acuerdo con la Subsección 204.12 Proceso de

compactación. Las áreas no accesibles con rodillos compactadores deberán ser compactadas con otro método que sea previamente aprobado por la Administración.

252.04 Pedraplenes especiales y contrafuerte de roca

Se deberán verificar los límites del enrocado. Se deberá notificar a la Administración si la longitud, altura o ambas del enrocado planeado son inadecuados por intersectar algún talud adyacente. El trabajo se realizará de acuerdo con las Secciones 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado o 209 Excavación y relleno para otras estructuras, según sea requerido. Cuando se especifique la colocación de geotextiles de filtro, deberá realizarse de acuerdo con la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra.

Los bloques de roca se colocarán con una orientación estable y con un volumen de vacíos mínimo, de manera que las rocas no queden alineadas y se produzca un patrón sin orden específico. La cara expuesta de la masa de roca (fachada) debe construirse razonablemente uniforme, evitando que sobresalga a más de 300 mm de la línea de la pendiente de la fachada para el caso de la roca mecánicamente colocada, o 150 mm para la roca colocada manualmente.

Los bloques de roca producto del fracturamiento que fueran menores que el tamaño mínimo de roca establecido para cada rango de dimensión establecidos en la Tabla 705-01 Requisitos para la granulometría de rocas para protección de taludes, podrán ser usados para acuñar sólidamente las piezas más grandes en posición y para llenar los vacíos entre ellas, a criterio de la Administración.

252.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 252-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca.

De manera que:

- La roca para el enrocado, pedraplén especial y para el contrafuerte será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La construcción del enrocado, del pedraplén especial y el contrafuerte será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La excavación del camino será evaluada bajo la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.
- El geotextil para filtro será evaluado bajo la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra.
- La excavación y el relleno para las estructuras serán evaluados bajo la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

252.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 252 Enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción y 152 Topografía para la construcción o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Cuando se midan los enrocados por metro cuadrado (m^2) de la fachada, se deberá medir desde la parte inferior de la base hasta el tope superior de la elevación del enrocado. La fachada se medirá a través de un plano paralelo a la cara del enrocado.
- Se medirán los enrocados, pedraplenes especiales o los contrafuertes de roca en condición terminada por metro cúbico (m^3) colocado.
- Se medirá el geotextil para filtro por metro cuadrado (m^2), según la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra.

252.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales;

maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.252.01	Enrocado	Metro cúbico	(m ³)
CR.252.02	Enrocado	Metro cuadrado	(m ²)
CR.252.03	Pedraplén especial o contrafuerte de roca	Metro cúbico	(m ³)
CR.252.04	Roca para enrocado o pedraplén especial o contrafuerte	Metro cúbico	(m ³)
CR.252.05	Roca para enrocado o pedraplén especial o contrafuerte	Tonelada métrica	(Tm)

252.08 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 252-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de

calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 252-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 252-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para enrocados, pedraplenes especiales y contrafuertes de roca

Material o producto	Tipo de aceptación (subsección)	Características	Métodos de ensayo y especificación	Frecuencia de Muestreo	Punto de Muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte	Observaciones		
Fuente										
Roca para contrafuertes (705.05)		Ancho y espesor de la roca	Subsección 705.05 (b.1)	1 por tipo de roca	Fuente de material	No	Antes de usar en trabajo	---		
		Gravedad específica aparente	AASHTO T85			Sí		No se requiere cuando se utiliza una fuente proporcionada por la Administración		
		Absorción								
		Índice de durabilidad (grueso)	AASHTO T210							
Roca para enrocados especiales (705.07)	Medidas y ensayos de conformidad (107.04)	Gravedad específica aparente	AASHTO T85	1 por tipo de roca	Fuente de material	Sí	Antes de usar en trabajo	No se requiere cuando se utiliza una fuente proporcionada por la Administración		
		Absorción								
		Abrasión LA	AASHTO T96							
		Índice de durabilidad (grueso)	AASHTO T210							
		Resistencia a sulfatos de sodio	AASHTO T104							

Producción							
Roca para pedraplén especiales			Nota ⁽¹⁾	1 por cada 80 m ³			
Roca para contrafuertes	Control del proceso	Tamaño			En sitio	No	24 horas
Rocas para enrocado	(153.04)		Nota ⁽²⁾	2 por capa levantada de roca por enrocado			---
(705.07)							

Notas:

(1) Para las rocas colocadas mecánicamente, verifique que el tamaño de la roca accesible más grande tenga una dimensión intermedia mayor que el tamaño D50 especificado en la Tabla 705-03 Granulometría para roca colocada mecánicamente. También verifique que la roca accesible más pequeña tenga una dimensión intermedia dentro del rango de tamaño D50 inferior especificado en la Tabla 705-03 Granulometría para roca colocada mecánicamente.

Para rocas colocadas a mano, verifique que el tamaño de la roca accesible más grande tenga una dimensión intermedia mayor que el tamaño D75 especificado en la Tabla 705-04 Granulometría para roca colocada manualmente. También verifique que la roca accesible más pequeña tenga una dimensión intermedia dentro del rango de tamaño D25 especificado en la Tabla 705-04 Granulometría para roca colocada manualmente.

(2) Verificar el tamaño de roca confirmando que la roca más grande tiene un ancho mayor que el mínimo ancho especificado en las láminas de detalle en los planos.

SECCIÓN 253 MURO DE GAVIONES Y COLCHONES PARA REVESTIMIENTO

253.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de muros de gaviones y construcción de colchones de gavión para revestimientos. Este trabajo incluye el transporte, suministro, manejo y almacenamiento de las canastas de alambre, colocación de las rocas dentro de las canastas de acuerdo con los diseños, alineamientos, formas y dimensiones, y en los sitios indicados en los planos o determinados por la Administración.

253.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Material de relleno	704.03
Relleno estructural	704.04
Roca para gaviones y colchonetas	705.01
Geotextil para drenaje	714.01
Material de las canastas para gaviones y colchones para revestimiento	720.01

Requerimientos para la construcción

253.03 General

Para efectos de aprobación, el Contratista presentará a la Administración los planos constructivos, especificaciones técnicas y la memoria del diseño. Con base en los planos constructivos del diseño debe realizarse un levantamiento topográfico, verificando los límites de la instalación del muro, de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción y con la Subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito.

Debe realizarse una evaluación del fondo de la excavación para verificar que el suelo tenga las características consideradas en el diseño, de acuerdo con en el Contrato o lo establecido por la Administración.

Cuando se requiera la construcción de rellenos de sustitución, los trabajos de excavación y relleno deben efectuarse de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Para la construcción del muro de gaviones una vez aprobada la cimentación, y si se requiere realizar una sustitución, puede construirse una capa de concreto hidráulico con un espesor mínimo de 30 cm con resistencia a la compresión de 14 MPa, y una pendiente adecuada hacia atrás en donde debe colocarse un tubo de drenaje en la parte posterior del muro que descargue hacia el frente.

Se debe realizar el ensamblaje y llenado de los gaviones cumpliendo con los requerimientos establecidos en la norma ASTM D7014.

253.04 Ensamble de los gaviones

El Contratista no debe dañar el revestimiento de los alambres durante el ensamble de la celda, la instalación de la estructura, el relleno de las celdas o la construcción de los rellenos. Se debe colocar la celda en su posición y unir los bordes verticales con sujetadores, de acuerdo con la Subsección 253.05 Instalación de la estructura. Se podrán usar sujetadores temporales para el ensamble de la celda, si son sustituidos durante la instalación de la estructura por sujetadores permanentes, de acuerdo con la Subsección 253.05 Instalación de la estructura.

Se deben colocar los diafragmas en su posición y unir las orillas verticales, de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 253.05 Instalación de la estructura.

253.05 Instalación de la estructura

El Contratista colocará las celdas de los gaviones vacías sobre la cimentación, e interconectará las celdas adyacentes a lo largo de los bordes superiores y verticales, mediante sujetadores permanentes.

Cuando se use alambre como amarre, se colocará el alambre alternando amarres sencillos (de una vuelta) y dobles en las aberturas de la malla (una por medio), separados a no más de 150 mm entre sí. Si se usan sujetadores en espiral, se doblarán los bordes para asegurar los sujetadores en su lugar. Cuando se usen sujetadores alternados, se colocarán en cada abertura de la malla, separados a no más de 150 mm entre sí.

De igual manera, se interconectará cada capa de celdas con la capa subyacente de ellas, a lo largo del frente, atrás y a los lados. Se traslaparán las juntas verticales entre celdas de filas y capas adyacentes, por lo menos, en una longitud de celda.

253.06 Relleno de las celdas

El Contratista eliminará todas las torceduras y dobladuras que haya en la malla de alambre y alineará correctamente todas las celdas. La piedra será colocada cuidadosamente en las celdas para prevenir el pandeo de las mismas y minimizar la formación de agujeros en el relleno de piedra. Durante tal operación, se deberán mantener alineadas las celdas.

Se colocarán alambres internos de conexión en cada celda exterior sin confinamiento, de más de 300 mm de altura. Esto se aplica también a las celdas interiores dejadas temporalmente sin confinar. Los alambres internos de conexión se colocarán a medida que progresa la colocación de la roca.

Se deben rellenar las celdas, en cualquier fila o capa, de manera que ninguna de ellas sea llenada más de 300 mm por encima de la celda adyacente. Se repetirá este proceso hasta que la celda esté llena completamente y la tapa descansa sobre la capa de piedra final.

A continuación, se amarrarán las tapas de los lados extremos, y los diafragmas, de acuerdo con la Subsección 253.05 Instalación de la estructura. Las superficies expuestas de las celdas deberán quedar lisas y nítidas, sin filos agudos de piedra proyectados hacia afuera de la malla de alambre.

253.07 Relleno detrás de la estructura

Se deberá colocar un geotextil para drenaje cubriendo la parte trasera de la estructura del gavión. Al terminar la operación de llenado de cada cama de celdas, se deberá rellenar la zona trasera de la estructura del gavión con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.11 Relleno. Cada capa será compactada de acuerdo con la Subsección 209.12 Compactación, excepto que se deberá usar un compactador mecánico liviano o un compactador vibratorio, sin que se dañe la estructura del gavión.

253.08 Colchones para revestimiento

Sobre la superficie preparada, se colocará un geotextil para drenaje. Luego se construirá el colchón para revestimiento de acuerdo con las Subsecciones 253.04 Ensamble de los gaviones, 253.05 Instalación de la estructura y 253.06 Relleno de las celdas. Se anclará el colchón en su lugar. Se colocará un geotextil contra los bordes verticales del colchón y se colocará el relleno sobre el geotextil usando material de relleno u otro material aprobado. Los colchones para revestimiento se deberán sobrellenar en 25 a 50 mm de la cota superior, para un asentamiento posterior de las rocas, siempre que permita el cierre de la tapa;

superar la dimensión máxima del sobrellenado y una inadecuada manipulación durante el proceso constructivo, podría hacer que se sobrepase el límite de cedencia del alambre de acero del colchón.

253.09 Subdrenajes de la estructura de muros de gaviones

Todo subdrenaje que se coloque en la base de la estructura, se deberá construir tal como se indica en la Subsección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera. Los subdrenajes que se coloquen en la parte posterior bajo los rellenos de los muros de gaviones deberán ubicarse en la parte más baja y tener salida hacia un desfogue adecuado, esto debe ser definido en el diseño correspondiente.

253.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección y las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del trabajo, la subsección 153.04 Plan de control de calidad y las Tabla 209-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de otras estructuras, para los requerimientos mínimos de muestreo y ensayo en el laboratorio.

De manera que:

- El material para las estructuras de gaviones y colchones para revestimiento debe cumplir con lo indicado en la Subsección 705.01 Roca para gaviones y colchonetas.
- Los materiales para las canastas de los gaviones y colchones para revestimiento deben cumplir con lo indicado en la Subsección 720.01 Gaviones y colchonetas.
- La construcción de estructuras de gaviones y colchones para revestimiento será evaluada visualmente y a través de mediciones y pruebas de laboratorio de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

- Se evaluarán los levantamientos topográficos realizados por el Contratista, mediante operaciones de campo, de conformidad con la Sección 152 Topografía para la construcción.
- Los geotextiles serán evaluados según la Sección 207 Geotextiles para movimientos de tierra.
- La excavación estructural, el relleno estructural y el material de relleno serán evaluados bajo la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

253.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 253 Muro de gaviones y colchones para revestimiento, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsección 110.02 Unidades de medición y definiciones 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Los gaviones serán medidos en metros cúbicos (m³) de la estructura.
- Los colchones para revestimiento serán medidos en metros cuadrados (m²) o en metros cúbicos (m³).
- El relleno de fundación será medido según la Subsección 208.13 Medición.
- El material de relleno será medido según la Subsección 209.14 Medición.

253.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.253.01	Gaviones galvanizados	Metro cúbico	(m ³)
CR.253.02	Gaviones revestidos con PVC	Metro cúbico	(m ³)
CR.253.03	Colchones para revestimiento, revestido con PVC	Metro cuadrado	(m ²)
CR.253.04	Colchones para revestimiento, revestido con PVC	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 254 RESERVADA

SECCIÓN 255 MUROS DE SUELO REFORZADO

255.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de muros de suelo reforzado y estabilizado por medios mecánicos, también conocida como muros de suelo mecánicamente estabilizados (tierra armada).

255.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Subdrenajes para pavimentos de carretera	605
Relleno estructural	704.04
Relleno granular selecto	704.10
Geotextiles para filtro	714.01.01
Geotextil para refuerzo	714.01.02
Geomallas de refuerzo	714.02.02
Geoceldas	714.05

Drenaje, separación y filtro (Geocompuestos)	714.06.01
Materiales para muros de suelo reforzado	720.02
Unidades de concreto seco (bloques de mampostería)	720.02.01 (c)

Requerimientos para la construcción

255.03 General

Se deberá hacer el levantamiento topográfico del sitio de las obras de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción, definiendo entre otros el derecho de vía. Se prepararán y remitirán los planos de construcción de acuerdo con la Subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito. Se desarrollarán los trabajos de movimientos de tierra de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. La excavación del muro se construirá con un ancho de 0,50 m adicional respecto a las dimensiones de los elementos de refuerzo. Se deberá colocar un espesor mínimo de 150 mm de relleno con material granular selecto de previo a la colocación de los elementos de refuerzo.

En muros revestidos con elementos de concreto hidráulico (paneles y bloques de mampostería), se deberá considerar en el diseño una fundación niveladora de concreto hidráulico reforzado o no reforzado colado en sitio, para apoyar los elementos de revestimiento. La fundación niveladora colada en sitio deberá ser curada por período de al menos 12 horas previo a la colocación de los elementos de concreto.

255.04 Construcción de muros

Los muros se deberán construir de acuerdo con los planos constructivos y las especificaciones técnicas previamente avaladas por la Administración. Cuando la Administración lo disponga en el Contrato, se contará con la supervisión permanente de un profesional con experiencia en la construcción de este tipo de muros.

Los elementos de refuerzo se conectarán, tensarán y anclarán a las caras o a la fachada del muro, antes de la colocación de las capas sucesivas de relleno.

Los requisitos de tolerancia en la construcción de los muros de suelo reforzado, se muestran en la Tabla 255-01 Tolerancias constructivas con respecto al diseño.

Tabla 255-01

Tolerancias constructivas con respecto al diseño ⁽¹⁾

Tipo de fachada	Tolerancia vertical ⁽²⁾	Tolerancia horizontal ⁽³⁾	Punto de revisión para el borde recto horizontal ⁽⁴⁾
Paneles de concreto, unidades de concreto seco	± 15 mm	± 15 mm	± 15 mm
Fachada flexible	± 38 mm	± 38 mm	± 75 mm
Gaviones	± 38 mm	± 38 mm	± 75 mm

Notas:

(1) Tomado del Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-14.

(2) Tolerancia vertical a la parte superior del muro por cada 3 m de altura. Por ejemplo, 20 m de altura del muro sería 6,7 x el valor de la tabla.

(3) Tolerancia horizontal a la parte superior del muro por cada 3 m de altura.

(4) Máxima desviación horizontal a un punto en el muro de 3 m con un borde recto colocado horizontal o verticalmente en el plano teórico de la cara de diseño

(a) Muros con paneles de concreto hidráulico.

Se deberán ensamblar los paneles de muro (losas de concreto prefabricadas) con aparatos elevadores (grúas) conectados al borde superior del panel o a través de los medios avalados por la Administración. Los paneles de muro serán alineados en el sentido vertical y horizontal con una precisión de 19 mm y por medio de un cordal recto de 3 m.

Las juntas serán preparadas e instaladas de acuerdo con los planos constructivos. Las juntas en los reversos de los paneles de pared deberán ser cubiertas con bandas de geotextil para filtro de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas en el diseño. Las bandas adyacentes de geotextiles serán traslapadas según lo que indique el diseño, pero el ancho mínimo de traslape será de 100 mm.

Los paneles serán mantenidos en su posición, durante las operaciones de relleno y nivelación, mediante cuñas o riostras temporales autorizadas por la Administración.

(b) Muros con fachada flexible.

Se colocarán elementos flexibles en la fachada (geogrilla, grilla, geotextil, entre otros), los cuales son una continuación del refuerzo horizontal colocado en el

relleno. Cuando se trate de muros con malla de alambre, esta deberá conectarse, tensarse y anclarse en las caras del muro antes del relleno.

(c) Muros con fachada de bloques de mampostería.

Se colocará la primera hilada de los bloques en contacto con la capa de nivelación. Esta capa de nivelación podrá ser una capa de concreto hidráulico o del mismo mortero que se utiliza para pega de unidades. Colocar las unidades lado a lado en toda la longitud de la pared, de manera que los bloques adyacentes se encuentren de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Colocar unidades para asegurarse de que sólo la cara frontal de la unidad es visible. Comprobar que la elevación y la alineación son correctas cada dos hiladas. Instalar dispositivos de conexión, dispositivos de alineación o ambos según lo defina las especificaciones del fabricante. Rellenar los espacios en y alrededor de las unidades con el relleno requerido según las pautas de instalación del fabricante para cumplir con la resistencia de conexión requerida. Colocar el geotextil para filtro entre las unidades rellenas y el material de relleno granular elegido. Si se requiere que el relleno de la unidad cumpla con las especificaciones de la resistencia de conexión, llene completamente cada hilada de bloques antes de continuar con la siguiente hilada. Colocar el refuerzo de acuerdo con las especificaciones y lo requerido en el diseño, lo que sea menor. Retirar el exceso de material de la parte superior de las unidades antes de instalar el bloque sucesivo.

(d) Muros con fachada de gaviones.

De acuerdo con el criterio del diseñador de muros con fachada de gaviones y si las condiciones del sitio lo requieren, se podrá colocar una capa de nivelación con material de relleno antes de la colocación de la primera hilera de gaviones. Alternativamente, a la capa de nivelación, por razones de seguridad, condiciones del sitio o del sistema constructivo, la primera hilera podrá ser construida con concreto hidráulico tipo C según lo indicado en la Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural. Los gaviones serán construidos de conformidad con la Sección 253 Muros de gaviones y colchones para revestimiento. Se colocarán las mallas de refuerzo de manera horizontal sobre las capas de relleno compactado, y de manera perpendicular a las caras de las paredes del muro. Se conectarán los gaviones adyacentes a las mallas de refuerzo con amarres de acero, o por el medio

definido por el fabricante. Se tensará y anclará la malla de refuerzo antes de la colocación de relleno adicional.

255.05 Relleno

El material a utilizar para relleno deberá cumplir con el procedimiento establecido en la Subsección 209.11 Relleno. Se verificará que no existan cavidades por debajo de los elementos de refuerzo. Cada capa deberá ser compactada de conformidad con la Subsección 209.12 Compactación, excepto en lo referente al equipo requerido, el cual deberá ser aceptado de previo por la Administración. Para compactar el metro adyacente a la cara del muro, deberá disponerse de un compactador liviano mecánico o vibratorio.

No deberán aplicarse operaciones constructivas que puedan dañar o alterar los elementos de paredes o elementos de refuerzo. No deberá operarse ningún equipo directamente sobre la superficie de los elementos de refuerzo. Se deberán corregir todos los elementos del muro que sufran algún daño, distorsión o que presentan un alineamiento incorrecto.

Se deberá rellenar y compactar la superficie del volumen reforzado con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.11 Relleno. Al final de cada día de labores, el material adyacente a las paredes del muro correspondiente a la última capa de relleno colocada deberá dejarse con una inclinación suficiente que permita el adecuado drenaje del agua superficial.

No deberá permitirse, bajo ninguna circunstancia, la contaminación del área de construcción de las paredes del muro.

255.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad, las características de materiales definidos en la Sección 704 Suelos y la Tabla 209-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de otras estructuras, para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

De manera que:

- El material para muros de suelo reforzado listado en la Subsección 720.02 Materiales para muros de suelo reforzado, será evaluado de conformidad con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Deberá suministrarse un certificado de producción con cada embarque de paneles de concreto hidráulico.
- La construcción de muros de tierra armada y los trabajos conexos serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Las evaluaciones del sitio de las obras serán de conformidad con la Sección 152 Topografía para la construcción.
- El geotextil para filtro y los geosintéticos para refuerzo serán evaluados de acuerdo con la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierra.
- La excavación, relleno con material granular selecto y el relleno estructural serán evaluados según la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. Ver la Tabla 209-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la excavación y relleno de otras estructuras, para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.
- Los gaviones serán evaluados de acuerdo con la Sección 253 Muro de gaviones y colchones para revestimiento.
- La capa niveladora de relleno, si aplica según diseño, será evaluada según la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- La capa niveladora de concreto hidráulico, si aplica según diseño, será evaluada según la Sección 552 Concreto estructural, según corresponda.

255.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 255 Muros de suelo reforzado, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirán los muros de suelo reforzado por metros cuadrados (m²) en la pared frontal.
- Se medirá el material de relleno granular selecto o relleno estructural en el volumen estabilizado por metros cúbicos (m³) colocado y compactado.
- Se medirá la capa niveladora de concreto hidráulico por metros cúbicos (m³).
- Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

255.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.255.01	Muro de suelo reforzado	Metro cuadrado	(m ²)
CR.255.02	Relleno con material granular selecto	Metro cúbico	(m ³)
CR.255.03	Relleno estructural	Metro cúbico	(m ³)
CR.255.04	Capa niveladora de concreto hidráulico	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 256 ANCLAJES PERMANENTES EN SUELO

256.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de anclajes al terreno de carácter permanente.

256.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Anclajes al terreno	722.02
Lechada de cemento hidráulico puro	725.22 (a)

Requerimientos para la construcción

256.03 Requerimientos de experiencia

El Contratista o Subcontratista a cargo de la construcción de los anclajes al suelo de carácter permanente, deberá contar con la experiencia necesaria según el tipo de proyecto, requerimientos de personal y experiencia de este, de acuerdo con lo establecido por la Administración en el Contrato.

256.04 Presentación de la información

Los planos constructivos del proyecto deberán estar en conformidad con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, y de acuerdo con lo indicado por la Administración. Se deberá presentar toda la información correspondiente a la construcción de anclajes permanentes en suelo, tales como características de los anclajes, materiales misceláneos, metodologías constructivas y demás información indispensable de los procesos o mecanismos utilizados en la construcción. Con base en lo anterior y lo que se indique en el Contrato, para mayor detalle, el Contratista deberá presentar como mínimo la siguiente información:

- (a) Fecha de inicio del trabajo
- (b) Método de excavación para asegurar la estabilidad del talud
- (c) Secuencia constructiva de los anclajes
- (d) Tipo y tamaño de anclajes, espaciamientos sobre la cara del talud o ladera, profundidades, ángulos de inclinación para la instalación, longitud de bulbo, resistencia última del tendón para los tipos de materiales que se encuentran en sitio

- (e) Tendones, acoples, placas de apoyo (o sus componentes correspondientes), artículos para la fachada y materiales misceláneos, con las cartas de especificación de los fabricantes y certificados, de acuerdo con lo indicado en las especificaciones detalladas en planos
- (f) Tipo de lechada, diseño de mezcla, equipo de mezclado, procedimientos de colocación para la lechada y resultados de los ensayos de compresión de cubos a 7 días
- (g) Procedimiento y materiales para la protección contra la corrosión
- (h) Equipo y método de perforación
- (i) Diámetro de la perforación según lo indicado en planos
- (j) Métodos alternativos para perforar y para inyectar lechada, como por ejemplo lechadas con aditivos
- (k) Elementos adicionales necesarios para alcanzar las capacidades de adherencia requeridas
- (l) Métodos para asegurar la estabilidad de la perforación durante la excavación y la inyección de lechada
- (m) Método de ensayo para el anclaje y el equipo que se requiere, incluyendo el tipo y la capacidad de reacción del sistema de carga, esquemas del montaje, y hojas de cálculo de la capacidad estructural de los componentes del equipo del ensayo, la capacidad de soporte del suelo y los asentamientos del marco de reacción
- (n) Número de identificación del o los gatos hidráulicos, del o los medidores de presión y de la o las celdas de carga con el certificado de calibración del sistema, con su respectiva gráfica de calibración. Las calibraciones deberán cumplir con el control metrológico establecido por el Contratista para su equipo, y deberá demostrar con las cartas de control metrológico que su equipo cumple con los valores de calibración en los tiempos establecidos en su control.

256.05 Fabricación de los anclajes

- (a) Generalidades.

Las dimensiones de los anclajes serán definidas a partir de los siguientes criterios:

- (1) Las cargas de diseño no deberán exceder el 60 % de la resistencia última a la tracción del tendón.
- (2) La carga máxima no deberá exceder el 80 % de la mínima resistencia última a la tracción del tendón.

(b) Longitud de bulbo.

Se deberá determinar la longitud de bulbo necesaria para alcanzar la resistencia de diseño indicada en los planos constructivos. Se utilizará una longitud mínima de bulbo de 3 m para los anclajes en roca y 4,5 m para los anclajes en suelos. La protección contra la corrosión en la longitud de bulbo se deberá realizar con la inyección de una lechada de cemento hidráulico.

Cuando se requiera encapsular el anclaje, la longitud del bulbo se deberá proteger contra la corrosión encapsulándolo con un tubo plástico o acero corrugado relleno con lechada de cemento hidráulico o recubriéndolo con epóxico de adhesión por fusión o por algún otro método aprobado por la Administración.

Se aplicará la lechada de cemento hidráulico dentro de la tubería, antes o después de que el tendón sea colocado en el agujero excavado. Se centrará el tendón en la tubería con un mínimo de 3 mm de recubrimiento con lechada de cemento hidráulico u otro producto aprobado por la Administración.

(c) Espaciadores y Centralizadores.

Se utilizarán espaciadores a lo largo de la longitud de bulbo de los tendones en un arreglo de tendones múltiples, con el propósito de separar cada uno de los elementos individuales sujetos a un esfuerzo de tracción. Se utilizarán centralizadores para lograr un recubrimiento mínimo con lechada de cemento hidráulico, de 13 mm de espesor a lo largo de la longitud de bulbo, o una encapsulación en la longitud de bulbo, como sea requerido por el Contrato. Se deberán utilizar centralizadores que no impidan el libre flujo de la lechada de cemento hidráulico a lo largo de la excavación. Los centralizadores serán posicionados de manera que la distancia entre sus respectivos centros no exceda los 3 m

El centralizador superior estará a una distancia máxima de 1,5 m de la parte superior de la longitud de bulbo del tendón. El centralizador inferior estará a una distancia máxima de 300 mm respecto a la parte inferior de la longitud de bulbo del tendón.

Los centralizadores no se requieren, si el anclaje se rellena con lechada rígida previo a la colocación del anclaje dentro del agujero.

(d) Longitud libre.

Se deberá proveer una longitud mínima de anclaje de 3 m para barras de acero de refuerzo y 4,5 m para torones de acero.

- (1) Si la totalidad del agujero excavado se llena con lechada de cemento hidráulico en una sola operación, se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud libre, utilizando una envoltura rellena con grasa inhibidora de la corrosión, sistemas de tuberías recubiertos con adhesivos elásticos u otro material alternativo aprobado por la Administración.

Si se utiliza una envoltura rellena con grasa inhibidora de la corrosión, se deberá recubrir completamente la longitud libre del tendón; se deberán rellenar los espacios entre elementos individuales de arreglos con múltiples tendones con la grasa anticorrosiva; y se aplicarán medidas para evitar fugas de grasa en los extremos de la envoltura.

Si la envoltura es llenada con lechada, se deberá colocar un material separador especial a lo largo de la longitud libre del tendón que garantice el contacto del cable con la lechada y evitar adherencia

- (2) Si se provee protección contra la corrosión con una envoltura llena de grasa y la porción del agujero de excavación sobre la longitud de bulbo, es rellena con lechada de cemento hidráulico después de la fijación de los anclajes, se deberá colocar dentro de una segunda envoltura.

Donde se usen anclajes retensables, se deberán tomar las previsiones pertinentes, compatibles con el sistema de postensión previsto para llevar a cabo el retesado.

Si se utilizan tendones multielementos, se deberán apoyar las cuñas en la forma apropiada, siguiendo las recomendaciones del fabricante dadas para el sistema de postensión.

(e) Placas de apoyo.

Las placas de apoyo deberán dimensionarse para que cumplan con lo siguiente:

- (1) Los esfuerzos de flexión en la placa no deberán exceder el esfuerzo de fluencia del acero cuando se aplica una carga igual al 95 % de la resistencia mínima especificada del tendón.
- (2) El esfuerzo soportado por la placa de soporte no excederá lo recomendado en el M50.3-12: Especificación para Lechadas en Estructuras Preesforzadas (Specification for Grouting of Post-Tensioned Structures) y Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors), del Instituto de Post-Tensión (PTI, por sus siglas en inglés).

En caso de que el sistema de anclaje requiera del uso de trompetas (Figura 256-01 Esquema típico de un anclaje), se debe soldar la trompeta a la placa de apoyo. Se deberá proveer una trompeta con el diámetro igual o mayor al agujero en la placa de apoyo. Hacer la trompeta lo suficientemente larga para que se puedan realizar movimientos de acomodo durante el proceso de carga y ensayo. Para elementos con múltiples tendones o individuales con encapsulación sobre la longitud de bulbo, hacer la trompeta al menos 600 mm más allá de la fachada estructural y la interfaz de la pendiente del suelo, para permitir una transición de la longitud libre a la cabeza del anclaje, sin dañar la encapsulación. Rellenar la trompeta de los anclajes retensados con grasa inhibidora de corrosión. Proveer de un sello permanente de hule de nitrilo sintético, o un material semejante, entre la trompeta y la protección contra la corrosión de la longitud libre.

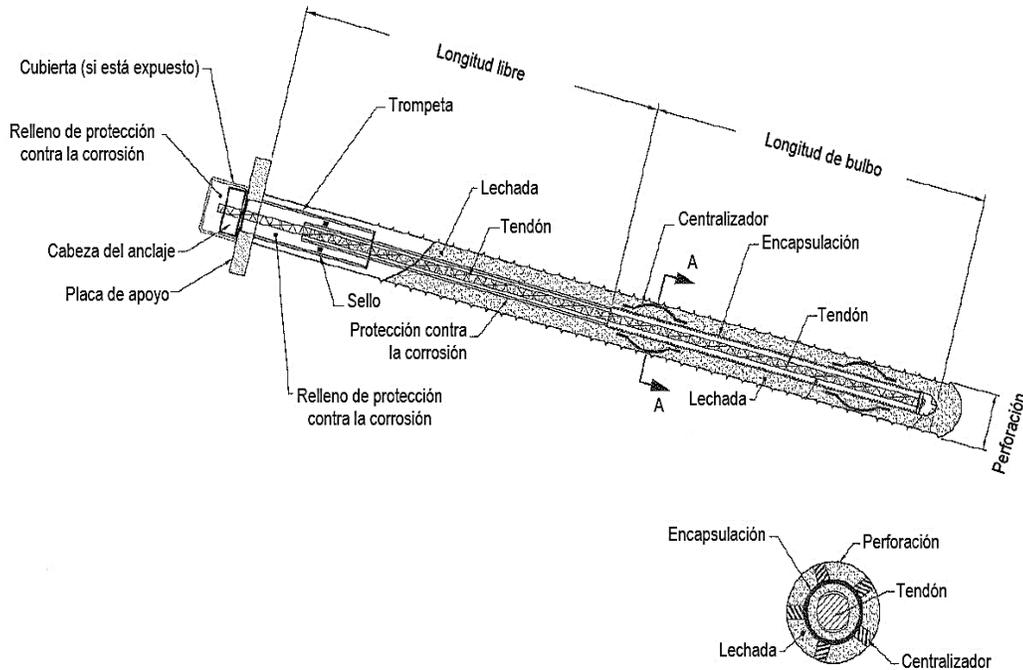


Figura 256-01

Esquema típico de un anclaje

Tomado de Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14:
Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors)

Rellenar la trompeta de los anclajes no recuperables con lechada. Proveer un sello temporal de 300 mm con cierre hermético entre la trompeta y protección contra la corrosión de la longitud libre.

256.06 Manipulación y almacenamiento

Se deberán almacenar y manipular los tendones de forma que se eviten daños o corrosión. Se deben sustituir los tendones que muestren abrasión, cortes, soldaduras, salpicaduras de soldadura, corrosión o deformaciones de cualquier especie. Deberá repararse o substituirse cualquier tendón que muestre daños en su encapsulación o revestimiento. Se debe desengrasar la longitud de bulbo de los tendones y eliminar los residuos de cualquier disolvente antes de la instalación.

256.07 Instalación

(a) Perforaciones.

Deberán perforarse los agujeros de los anclajes en el terreno dentro de una zona máxima de 300 mm alrededor de la ubicación requerida. Deberá perforarse el eje

longitudinal del agujero paralelo al eje longitudinal del anclaje. El anclaje se instalará de manera que su eje longitudinal no difiera en más de 3 grados de la inclinación especificada desde la horizontal. El anclaje en el terreno se deberá instalar con una desviación del ángulo horizontal inferior a 3° con respecto a una línea perpendicular al plano de la estructura. No se deberán extender los anclajes en el terreno más allá del derecho de vía o de servidumbre, por lo que debe contemplarse en el diseño.

Cuando la longitud de los anclajes exceda el derecho de vía o de servidumbre se deberán analizar opciones alternas y si en esas opciones no hubiese alternativa técnicamente factible, se deberá proceder a la expropiación u obtener el permiso necesario por parte de la Administración.

Se insertará el tendón en el agujero a la profundidad requerida sin empujarlo o forzarlo. Donde el tendón no pueda ser insertado totalmente, se quitará el tendón y se limpiará o perforará el agujero de nuevo, para permitir la inserción.

(b) Inyección de la lechada

(1) Equipo.

Se deberá usar una bomba equipada con un medidor de presión capaz de medir presiones de por lo menos 1 MPa o el doble de la presión real de inyección, la que sea mayor. Se deberá proveer una presión secundaria de al menos 1,8 MPa para limpiar lechada o bloqueos por suciedad en mangueras, tubos de las tolvas o camisas. Usar mezcladoras de alta velocidad con un mínimo de velocidad de operación de 1500 rpm para producir una lechada bien mezclada, libre de grumos o de otras evidencias de hidratación previa del cemento. Se deberá proporcionar tanques de retención con paletas de velocidad variable de alta eficiencia para mantener la lechada apropiadamente mezclada para el bombeo.

(2) Procedimiento.

Colocar lechada de cemento hidráulico en las perforaciones en una operación continua. La lechada se deberá inyectar desde el punto más bajo del agujero perforado. La lechada puede ser colocada antes o después de la inserción del tendón. Se deberá registrar la cantidad de lechada y la presión para cada anclaje en el terreno, y controlar la presión de inyección para evitar el abultamiento excesivo o la fractura del terreno.

Exceptuando lo indicado más adelante, la lechada que se coloque sobre el límite superior de la longitud de bulbo puede ser colocada al mismo tiempo que la lechada de la longitud de bulbo, pero no debe ser colocada bajo presión. No se deberá colocar lechada en el extremo superior del agujero perforado, en contacto con la parte posterior de la estructura o el fondo de la trompeta.

Si se instala el anclaje en un suelo de grano fino usando agujeros perforados con diámetros mayores a 150 mm, se deberá colocar la lechada sobre el extremo superior de la longitud de bulbo después de que el anclaje haya sido probado y tensado. En caso de que en el diseño se contemple rellenar el agujero perforado completo con lechada en una sola etapa, se deberá elaborar la curva de tensado con el objeto de verificar que la capacidad desarrollada en el bulbo corresponda con la contemplada en el diseño.

(c) Acabado.

Si el tubo de suministro de lechada va a permanecer dentro del agujero después de alcanzada la longitud de bulbo, se deberá llenar con lechada en su totalidad. Se deberá esperar un mínimo de 3 días o hasta que se alcance el porcentaje de la resistencia según indicaciones del diseño, antes de cargar el tendón.

Se deberá extender la protección contra la corrosión que rodea la longitud libre hasta la fachada del muro, y recortar la protección contra la corrosión que rodea la longitud libre del tendón para que no haga contacto con la placa de apoyo de la cabeza del anclaje durante los ensayos y el tensado.

La placa de apoyo y la cabeza del anclaje se deberán colocar de manera que el eje del tendón tenga una inclinación máxima de 3° con respecto a una línea perpendicular a la placa de apoyo y el eje, deberá pasar a través del centro de la placa de apoyo para evitar flexionar el tendón.

Se deben aislar con algún método conveniente la placa de apoyo, la cabeza del anclaje y la trompeta (en caso de que se utilice) de cualquier elemento metálico embebido en la estructura.

Si se utiliza la trompeta, la grasa se deberá colocar en cualquier momento durante la construcción. La lechada de la trompeta se deberá colocar después de que el anclaje haya sido probado y tensado.

Se deberán cubrir por completo todos los anclajes que estén expuestos a la atmósfera con una grasa anticorrosiva o con mortero.

Se deberán inspeccionar los niveles de la lechada en la trompeta y el anclaje, 24 horas después de iniciada la colocación de la lechada. Si se requiere, se deberá rellenar la trompeta o el anclaje con lechada.

256.08 Ensayos y tensado

(a) Equipo de ensayo.

El equipo de ensayo consistirá en:

(1) Deformímetros.

Se deberán utilizar dos deformímetros con una precisión de 0,025 mm y con suficiente carrera para medir la elongación elástica teórica de la longitud total, en el punto máximo de carga sin reiniciarlo, sumando la elongación tanto en la longitud de bulbo como en la libre. Se deberán alinear los deformímetros o su soporte de forma paralela al eje del anclaje, independientemente del gato hidráulico, el anclaje o el marco de reacción.

(2) Gato hidráulico, medidor de presión y una celda de carga.

Se usará un gato hidráulico y un medidor de presión calibrados para medir la presión aplicada y requerida por el ensayo. Se colocará adicionalmente, una celda de carga en un anclaje por tipo de anclaje en el muro propuesto, para confirmar la carga de tensado correspondiente a la presión aplicada, de acuerdo con el ensayo de comprobación descrito en la Subsección 256.08 Ensayos y tensado (b.2). El gato hidráulico y el medidor de presión deberán tener un rango de presión que no exceda el doble de la máxima presión anticipada de ensayo. Se deberán usar medidores de presión que estén graduados en incrementos de 1 MPa o menos. Se deberá usar un gato hidráulico que tenga una amplitud de recorrido tal que no se tenga que reiniciar durante el ensayo.

(3) Medidor de presión de referencia calibrado.

Se deberá mantener en el sitio del proyecto un medidor de presión de referencia calibrado con el gato hidráulico y el medidor de presión.

(b) Tensado.

Se colocará el equipo del ensayo de tensión sobre el anclaje en el terreno, debidamente alineado axialmente con el tendón y el tendón centrado con este. No se deberán aplicar cargas mayores que el 80 % de la mínima resistencia última a la tensión del tendón.

Se deberá colocar el medidor de presión de referencia en serie con el medidor de presión de trabajo con el gato hidráulico y con la celda de carga, por lo que no necesitan ser descargados y reposicionados durante el ensayo. Se aumentará la carga en cada incremento. Se sostendrá la carga solo lo suficiente para asegurar la medición y el registro del desplazamiento del anclaje en el terreno con una precisión de 0,025 mm, con respecto a un punto de referencia fijo. Se recargará el gato hidráulico lo necesario para mantener la carga constante durante la medición. Se monitoreará la carga con el medidor de presión. Si la carga medida por el medidor de presión de trabajo y el medidor de presión de referencia, difieren en más de 10 %, se deberá recalibrar el gato, el medidor de presión de trabajo, y el medidor de presión de referencia.

(1) Ensayo de desempeño.

La Administración designará la localización de los anclajes a los que se les realizará el ensayo de desempeño. El ensayo se deberá realizar de acuerdo con lo indicado en las Tablas 256-01 Secuencia de carga del ensayo de desempeño y 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo.

Tabla 256-01

Secuencia de carga del ensayo de desempeño

Secuencia de ensayo	Incrementos de carga						1,33 P (Ensayo de carga sostenida)	Reducción a carga de bloqueo
	AL	0,25 P	0,50 P	0,75 P	1,00 P	1,20 P		
1	*	*						
2	*	*	*					
3	*	*	*	*				
4	*	*	*	*	*			
5	*	*	*	*	*	*		
6	*	*	*	*	*	*	10 minutos (1)	*

Notas:

(1) Se deberá sostener la carga dentro del 2 % del valor alcanzado y se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje durante la carga sostenida de ensayo en los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos. Cuando el desplazamiento del anclaje que se presenta entre 1 y 10 minutos es mayor a 1 mm, se mantendrá la carga máxima de ensayo 50 minutos adicionales y se registrará el desplazamiento del anclaje a los 20, 30, 40, 50 y 60 minutos.

El ensayo de desempeño para el periodo de carga de 60 minutos no cumple, si se exceden 2 mm entre la primer y última medición del registro de datos del ensayo, o no se excede el 80 % de la elongación máxima teórica de la longitud libre.

AL = Alineamiento de carga (no mayor al 5 % de P, aplicada al anclaje antes de reiniciar el equipo de registro de movimiento).

P = Carga de diseño.

(2) Ensayo de comprobación

Se realizará el ensayo según lo establecido en las Tablas 256-02 Secuencia de carga del ensayo de comprobación y 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo. El ensayo de comprobación se realizará a un anclaje representativo de cada tipo de anclaje diseñado para el muro. Es en este anclaje, en el que se debe colocar la celda de carga para comprobar la carga aplicada y realizar los monitoreos posteriores a la finalización de la construcción del muro.

Tabla 256-02

Secuencia de carga del ensayo de comprobación

Incrementos de carga							
AL	0,25 P	0,50 P	0,75 P	1,00 P	1,20 P	1,33 P (Ensayo de carga sostenida)	Reducción a carga de bloqueo
*	*	*	*	*	*	10 minutos ⁽¹⁾	*

Notas:

(1) Se deberá sostener la carga dentro del 2 % del valor alcanzado y se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje durante la carga sostenida de ensayo en los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos. Cuando el desplazamiento del anclaje que se presenta entre 1 y 10 minutos es mayor a 1 mm, se mantendrá la carga máxima de ensayo 50 minutos adicionales y se registrará el desplazamiento del anclaje a los 20, 30, 40, 50 y 60 minutos.

El ensayo de comprobación para el periodo de carga de 60 minutos no cumple, si se exceden 2 mm entre la primer y última medición del registro de datos del ensayo, o no se excede el 80 % de la elongación máxima teórica de la longitud libre.

AL = Alineamiento de carga (no mayor al 5 % de P, aplicada al anclaje antes de reiniciar el equipo de registro de movimiento.

P = Carga de diseño.

(3) Curva de tensado

Todo anclaje instalado deberá contar con la curva de tensado, para verificar el comportamiento del anclaje, siguiendo el procedimiento establecido en la circular N°4 FHWA-IF-99-015 “Anclajes en suelo y sistemas de anclaje” de Federal Highway Administration.

(c) Bloqueo.

Definir este bloqueo con una celda de carga por tipo de anclaje. Después de completar los ensayos de desempeño y de conformidad, se deberá reducir la carga de los tendones a la magnitud especificada para condición de trabajo y transferirla al sistema de carga. Después de transferir la carga y antes de retirar el gato hidráulico, se deberá medir la carga de sustentación. Si la magnitud de la carga no está dentro de un 10 % de variación de la carga de bloqueo especificada, se deberá reinstalar el sistema de bloqueo y volver a medir la carga de sustentación. Este proceso se repetirá cuantas veces sea necesario para cumplir con el requisito.

256.09 Relleno detrás de la cara del muro cuando la parte superior presente una sección en voladizo

Donde la cara del muro presente una sección superior en voladizo se deberá rellenar con el relleno estructural conforme a la Subsección 209.12 Compactación. Se deberá utilizar un compactador mecánico ligero para compactar 900 mm por detrás de la sección de la cara del muro que amerite el relleno.

256.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo.

De manera que:

- El material para los anclajes será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La construcción de los anclajes en el terreno será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los anclajes instalados serán evaluados con base en los resultados de alguno de los siguientes ensayos de desempeño o de comprobación, y de acuerdo con los siguientes criterios:
 - (a) Después de un período de carga sostenida de 10 minutos, el anclaje debe resistir la carga máxima del ensayo con menos de 1 mm de desplazamiento, dentro del lapso de 1 a 10 minutos, y el desplazamiento total con la carga máxima exceda el 80 % de la elongación elástica teórica de la longitud libre.
 - (b) Después de un período de ensayo de 60 minutos, el cual se realiza únicamente cuando el ensayo de 10 minutos falla, el anclaje deberá resistir la carga máxima con una tasa de deformación que no exceda 2 mm entre la

primer y última medición del registro de datos del ensayo y el desplazamiento total a la carga máxima, exceda el 80 % de la elongación elástica teórica de la longitud libre.

- Se deberán sustituir todos los anclajes en el terreno que obtengan resultados inaceptables en los ensayos de desempeño o conformación. No se deberán ensayar nuevamente los anclajes que hayan fallado.
- Se deberá cumplir con lo indicado en la Tabla 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo, donde se presentan los requisitos mínimos para aceptación.

256.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 256 Anclajes permanentes en suelo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se contarán los anclajes en el terreno por metros lineales (m), siempre que estos hayan pasado los ensayos de aceptación correspondientes.
- Deben ejecutarse los ensayos de desempeño que indiquen que la instalación es aceptable.

256.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección para los anclajes aceptados en el proyecto y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.256.01	Anclaje permanente en el suelo	Metro lineal	(m)

256.13 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias, basada en la Tabla 256-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 256-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Método de ensayo	Frecuencia de muestro	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de Reporte
Fuente							
Agregado (fino) (703.01)	Medida y probada para conformidad (107.04 y 106)	Calidad de agregado para la lechada de cemento hidráulico	AASHTO M6	1 por tipo de material	Fuente del material	Sí	Antes de la producción
Diseño de mezcla							
Lechada de cemento hidráulico ⁽¹⁾ (725.22(a))	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Flujo	ASTM C939	1 por diseño de mezcla	Fuente del material	Sí, cuando se solicite	Antes de la producción
		Resistencia a la compresión (7 días)	AASHTO T106 ASTM C942				
Producción							
Ensayo de desempeño del anclaje	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Deformación	Subsección 256.08(b)(1)	5 % o mínimo 3	Instalación	No	5 días
Ensayo de comprobación del anclaje			Subsección 256.08(b)(2)	Cada anclaje representativo del muro			
Curva de tensado			Subsección 256.08(b)(3)	Todos los anclajes del muro			
Lechada de cemento hidráulico (725.22(a))	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Resistencia a la compresión (7 días) ⁽²⁾	ASTM C942	1 por día de inyección por diseño de mezcla	Instalación	Sí, cuando se solicite	7 días

Notas:

(1) La lechada se preparará y ensayará de acuerdo con la norma ASTM C942. Se harán cubos de lechada para probar de lotes aleatorios de lechada como según se indique. Normalmente, no se requerirán ensayos de desempeño para lechada en anclajes permanentes ya que el rendimiento del sistema se medirá por la carga que sostiene cada anclaje. Se requerirá la prueba de cubos de lechada si se usan aditivos o se producen irregularidades en las pruebas de anclaje

(2) Podría ser a 3 días si es que a esta edad se tensa el anclaje.

SECCIÓN 257 RESERVADA

SECCIÓN 258 MUROS DE RETENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO

258.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de muros de retención de concreto reforzado.

258.02 Materiales

Deben de estar de conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Obras temporales	562
Relleno estructural	704.04
Acero de refuerzo	709.01
Sellantes, sellos y rellenos	712.01

Requerimientos para la construcción

258.03 General

La topografía debe llevarse a cabo de conformidad con la Sección 152 Topografía para la construcción, a efecto de verificar los linderos del muro requerido. El Contratista debe preparar y someter a aprobación de la Administración los planos de la formaleta y de la obra falsa, de acuerdo con la Sección 562 Obras temporales.

Se deberán proveer los planos constructivos del proyecto, de conformidad con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, y de acuerdo con lo indicado por la Administración. Se deberá presentar toda la información correspondiente a los muros de retención de concreto reforzado, tales como características del acero de refuerzo, artículos para la fachada, del concreto, materiales misceláneos, metodologías constructivas y demás información indispensable de los procesos o mecanismos utilizados en la construcción.

El trabajo debe llevarse a cabo de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Una vez completa la excavación, se deberá solicitar la aprobación por parte de la Administración acerca de la idoneidad del material de fundación. Se deberá permitir a la

Administración realizar las revisiones y aprobaciones antes de iniciar la construcción de las cimentaciones.

258.04 Acero de refuerzo

El Contratista debe someter a aprobación de la Administración las listas de pedido y los diagramas de doblado del acero, de conformidad con lo establecido en las Subsección 554.05 Planos y listas de corte y doblado. Se deberá fabricar el acero de refuerzo conforme a la Subsección 554.06 Doblado. El envío y la protección del material deberán realizarse según las Subsecciones 554.03 Equipo, 554.04 Suministro y almacenamiento. El acero de refuerzo deberá colocarse, sujetarse y empalmarse de acuerdo con las Subsección 554.09 Empalmes y uniones.

258.05 Concreto estructural

La mezcla de concreto hidráulico deberá diseñarse según la Subsección 552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico). El almacenamiento, manejo, mezclado, composición y la entrega del concreto debe llevarse a cabo según las Subsecciones 552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales a 552.08 Entrega. El control de calidad debe hacerse según la Sección 153 Control de calidad del proyecto y la Subsección 552.09 Control de calidad de la mezcla en planta. La construcción del muro deberá realizarse de acuerdo con las Subsecciones 552.10 Temperatura y condiciones ambientales a 552.16 Curado del concreto hidráulico.

258.06 Relleno

El área detrás del muro debe rellenarse con relleno estructural de acuerdo con la Subsección 209.11 Relleno. Cada capa debe compactarse de acuerdo con la Subsección 209.12 Compactación, excepto que debe usarse un compactador mecánico o vibratorio liviano, debidamente aprobado por la Administración, dentro de los 900 mm del muro.

No se podrá colocar el relleno estructural contra el muro de concreto reforzado hasta que haya alcanzado el 80 % de la resistencia de diseño requerida.

258.07 Red de drenajes

En caso de requerirse drenajes subhorizontales, se deberán construir según lo establecido en la Sección 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes, y los drenajes de pie

en la base del muro se deberán construir de acuerdo con la Sección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera.

258.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción, el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que el material para el muro de concreto reforzado, la construcción y los servicios, serán evaluados como sigue:

- El trabajo de topografía será evaluado bajo la Sección 152 Topografía para la construcción.
- Los planos conteniendo el diseño propuesto para la formaleta y la obra falsa serán evaluados con la Sección 562 Obras Temporales.
- La excavación y relleno estructural serán evaluados bajo la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto hidráulico será evaluado bajo la Sección 552 Concreto estructural.
- El acero de refuerzo será evaluado bajo la Sección 554 Acero de refuerzo.
- El material para relleno de juntas, sellantes, barras de unión, dovelas y las tensoras para formaleta serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- Los drenajes horizontales serán evaluados de acuerdo con lo indicado en la Sección 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes y Sección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera.

258.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 258 Muros de retención de concreto reforzado, para efectos de aceptación o pago de los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y

definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, lo que se describe a continuación, o lo que en su defecto establezca la Administración:

- Los muros de retención reforzados deben medirse en la estructura misma, en metros cúbicos (m³), metros cuadrados (m²) o metros lineales (m). Cuando la medición es en metros cúbicos (m³), debe incluirse el volumen de la cimentación. Cuando la medición es en metros cuadrados (m²), debe medirse la longitud de la cara de la pared frontal y la altura, excluyendo la cimentación. Cuando se mide la estructura en m, se debe medir a lo largo de la corona del muro.
- El material de fundación se mide bajo la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

258.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.258.01	Muro de retención de concreto reforzado	Metro lineal	(m)
CR.258.02	Muro de retención de concreto reforzado	Metro cuadrado	(m ²)
CR.258.03	Muro de retención de concreto reforzado	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 259 MUROS DE RETENCIÓN DE SUELO COSIDO

259.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de muros de retención de suelo cosido.

259.02 Materiales

Deben de estar de conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto lanzado	566
Relleno estructural	704.04
Geotextil para control de erosión	714.01.05
Geomantas	714.04
Drenaje geocompuesto	714.06.01
Acero estructural (placas de apoyo)	717.01 (a)
Tornillos y tuercas	717.01 (d)
Conectores de cortante	717.05
Centralizadores y espaciadores	722.02 (f)
Anclaje para suelo cosido	722.04
Lechada de cemento hidráulico	725.22 (a)(1)

Requerimientos para la construcción

259.03 Requisitos de experiencia

El Contratista o Subcontratista a cargo de la construcción de los muros de retención de suelo cosido, deberá contar con la experiencia necesaria según el tipo de proyecto, requerimientos de personal y experiencia de este, de acuerdo con lo establecido por la Administración en el Contrato. Deberá haber completado a satisfacción, el diseño e instalación de anclajes pasivos permanentes en suelo.

259.04 Presentación de la información

Los planos constructivos del proyecto deberán estar de conformidad con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, y de acuerdo con lo indicado por la Administración. Se deberá presentar toda la información correspondiente a la construcción de muros de retención de suelo cosido, tales como: características de los pernos, misceláneos, metodologías constructivas y demás información indispensable de los

procesos o mecanismos utilizados en la construcción. Con base en lo anterior y para mayor detalle, el Contratista deberá presentar como mínimo la siguiente información:

- (a) Fecha de inicio
- (b) Métodos de excavación propuesta para garantizar la estabilidad del muro y del talud
- (c) Secuencia propuesta para la construcción
- (d) Tipo y tamaño de perno, espaciamientos sobre la cara del talud o ladera, profundidades, ángulos de inclinación para la instalación, longitud de bulbo, resistencia última del tendón para los tipos de materiales que se encuentran en sitio
- (e) Barra, acoples, placas de apoyo, artículos para la fachada y materiales misceláneos, con las cartas de especificación de los fabricantes y certificados, de acuerdo con lo indicado en las especificaciones detalladas en planos
- (f) Tipo de lechada, diseño de la mezcla, equipo de mezclado, procedimientos de colocación y resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 3 días
- (g) Equipo y método de perforación
- (h) Diámetro de la perforación para alcanzar la resistencia a la extracción especificada
- (i) Métodos alternativos para perforar y para inyectar lechada, como por ejemplo lechadas con aditivos
- (j) Material adicional necesario para alcanzar las capacidades de adherencia requeridas
- (k) Métodos para asegurar la estabilidad de la perforación durante la excavación y la inyección de lechada
- (l) Método de ensayo para el perno y el equipo que se requiere, incluyendo el tipo y la capacidad de reacción del sistema de carga, esquemas del montaje, y hojas de cálculo de la capacidad estructural de los componentes del equipo del ensayo para el suelo cosido.
- (m) Número de identificación del o los gatos hidráulicos, del o los medidores de presión y de la o las celdas de carga con el certificado de calibración del sistema, con su respectiva gráfica de calibración. Las calibraciones deberán cumplir con el control metrológico establecido por el Contratista para su equipo, y deberá demostrar con las cartas de control metrológico que su equipo cumple con los valores de calibración en los tiempos establecidos en su control

259.05 General

Se deberá limpiar el área de trabajo de la vegetación y otros obstáculos de acuerdo con las Secciones 201 Desmonte y limpieza y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

La topografía necesaria debe llevarse a cabo de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción, verificando los alineamientos para la construcción del muro.

En caso de que se requiera, se deberá excavar de acuerdo con las Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado. Se deberá realizar la excavación para el muro simultáneamente con la confección del suelo cosido y aplicación del concreto lanzado.

No se deberá permitir que la altura de la cara del corte de la excavación final exceda el espaciamiento vertical del suelo cosido más el traslape requerido por el refuerzo, o la altura límite del terreno para mantenerse en pie, cualquiera que sea menor.

No se deberá excavar el siguiente nivel inferior hasta que se complete la instalación del suelo cosido, la colocación del concreto lanzado reforzado, la fijación de las placas de apoyo y tuercas, y se hayan completado y aceptado los ensayos al suelo cosido del nivel actual.

Se curará la lechada inyectada y el concreto lanzado al menos por 72 horas o hasta alcanzar la resistencia a la compresión especificada para los 3 días antes de excavar el siguiente nivel inferior.

La colocación del concreto lanzado puede ser demorada, si se puede demostrar que el retraso no afectará adversamente la estabilidad de la cara de la excavación.

259.06 Fabricación de pernos

Deberán proveerse pernos diseñados para transmitir las cargas consistentes con el diseño aprobado. Los extremos de los pernos roscados deberán ser capaces de soportar las cargas de ensayo aprobadas con el acoplamiento apropiado de las placas de apoyo, arandelas, las tuercas y otros accesorios requeridos por las especificaciones del fabricante y de la Administración.

Se limitarán los acoples de los pernos a dos por instalación. Se utilizarán acoples fabricados con un tope central para asegurar que la misma longitud de rosca conecta cada sección. No se deberán utilizar acoples que interfieran con el libre fluir de la lechada. Los acoples se

protegerán contra la corrosión utilizando el mismo protector contra la corrosión usado para los pernos.

Deberán proveerse centralizadores para posicionar los pernos dentro de los 25 mm del centro del agujero perforado. Los centralizadores deberán colocarse separados un máximo de 3 m y dentro de los 600 mm de la parte superior y base del perno. Los centralizadores se asegurarán al perno para prevenir el cambio de posición en el manejo o la inserción dentro del agujero perforado. Si se utilizan pernos autoperforantes, esto no aplica.

259.07 Manipulación y almacenamiento

Se deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 256.06 Manipulación y almacenamiento.

259.08 Instalación de los pernos

(a) Perforación

Los agujeros para los pernos deberán perforarse en los sitios y con la orientación y espaciamiento mostrada en planos. Deberán seleccionarse el equipo de perforación y los métodos de trabajo apropiados para las condiciones del terreno. No deberá usarse agua, lodos de perforación u otros fluidos para perforar o remover lo cortado, que comprometa la estabilidad del talud o ladera, o bien reduzca la adherencia.

Se insertará el perno en la perforación. Se limpiarán o reperforarán los agujeros de la perforación donde el perno con el centralizador no pueda ser insertado completamente sin forzarlo.

(b) Inyección de lechada

Se deberá utilizar el equipo de inyección de acuerdo con lo indicado en la Subsección 256.07 Instalación (b)(1).

Se inyectarán los pernos con lechada de cemento hidráulico. Se deberá mezclar la lechada según las especificaciones del diseño y utilizar la relación agua-material cementicio especificada. Se inyectará la lechada dentro de los 45 minutos después del contacto del cemento con el agua o dentro de los 15 minutos después del mezclado cuando la temperatura ambiente es de 32 °C o mayor. No se deberá permitir que la temperatura de la lechada exceda los 32 °C.

En caso de que la perforación sea inestable, se deberá encamisar el agujero, inyectar la lechada en la perforación dentro de las 2 horas siguientes luego de completar la perforación y por último retirar el encamisado.

Se inyectará la lechada hasta el extremo inferior de cada perforación. Se deberá colocar la primera y segunda etapa de la inyección de la lechada (en caso de pernos autoperforantes) en una operación continua. En caso de tubería de inyección reutilizable, para prevenir vacíos, se deberá extraer esta tubería hasta que se finalice la inyección del perno. Se deberá controlar la presión de inyección para evitar levantamiento del suelo o fracturamiento. Se llevará un registro de la cantidad de lechada para cada perno instalado, y para los pernos autoperforantes se deberá registrar adicionalmente la presión de inyección.

Si se desea proponer un método alternativo para la instalación del suelo cosido, incluyendo medias de inyección (grout socks), aditivos para la lechada o ambos, cuando las condiciones así lo meriten, se deberá someter a aprobación de la Administración, incluyendo una demostración en sitio de la propuesta.

259.09 Pernos de ensayo

(a) Equipo de ensayo.

Refiérase a la Subsección 256.08 Ensayos y tensado (a).

(b) Tensado.

El equipo se deberá colocar sobre el perno, de manera que el gato, las placas de apoyo, la celda de carga y el equipo de tensado, se encuentren axialmente alineados con el perno, y el perno se encuentre centrado con el equipo. No se deberán aplicar cargas mayores al 80 % de la mínima resistencia a la tensión última garantizada para pernos de barras grado 150, o al 90 % de la mínima resistencia a la tensión última garantizada para pernos de barras grado 60 o grado 75. No deberá ensayarse ningún perno hasta que la lechada y el concreto lanzado en la cara exterior del muro hayan tenido una cura de al menos 72 horas y haber alcanzado la resistencia a la compresión especificada a los 3 días.

Se colocará el medidor de presión de referencia en serie con el medidor de presión y el gato para que no sea necesario descargarlos y volver a colocarlos durante una prueba. Se elevará la carga de un incremento a otro. La carga se sostendrá el

tiempo requerido, empezando inmediatamente después de la aplicación de la carga, hasta que se registre un movimiento de la cabeza del perno de 0,025 mm respecto a un punto de referencia fijo independiente. Se recargará el gato cuanto sea necesario para mantener constante la carga. Se monitoreará la carga con el medidor de presión. Si la lectura de la carga medida por el medidor de presión y la lectura de carga medida por el medidor de presión de referencia difieren en más de un 10 %, se deberá recalibrar el gato, el medidor de presión y el medidor de presión de referencia.

(1) Ensayos de Verificación.

Se deberán realizar ensayos de verificación en pernos de sacrificio. Se ensayarán mínimo 3 pernos con al menos un perno por tipo de material, en el o los sitios designados por la Administración. Los pernos de sacrificio deberán ser diseñados por el profesional responsable del diseño del muro de suelo cosido, tomando en cuenta que la carga de diseño del perno (P_P) debe satisfacer el valor más bajo de lo siguiente:

- $P_P < 0,80 R_{t,k}$ ($R_{t,k}$ = resistencia a la tracción del perno o cualquiera de sus piezas)
- $P_P < 0,95 R_{t0.1,k}$ ($R_{t0.1,k}$ = resistencia a la fluencia al 0,1 % de deformación del perno o cualquiera de sus piezas)

Los pernos se deben instalar usando los mismos procedimientos que la instalación de los pernos de producción.

Se deberán realizar los ensayos de acuerdo con lo indicado en la Tabla 259-01 Esquema para el ensayo de verificación, Tabla 259-02 Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido y Tabla 259-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido.

Tabla 259-01

Esquema para el ensayo de verificación ⁽¹⁾

Incremento de carga de ensayo ⁽²⁾	Tiempo de sostenimiento (minutos) ⁽⁴⁾
AL ⁽³⁾	1
0,20 P _P	Max 20 ⁽⁵⁾
0,40 P _P	Max 20 ⁽⁵⁾
0,60 P _P	Max 20 ⁽⁵⁾
0,80 P _P	Max 20 ⁽⁵⁾
1,00 P _P	Max 20 ⁽⁵⁾
AL	1 ⁽⁶⁾

Notas:

(1) Tomado de la norma UNE 14490.

(2) El valor de la carga se puede adaptar a la precisión del equipo con que se cuente para el ensayo.

(3) AL = Carga de alineamiento, comúnmente menor o igual a 0,10 de la carga aplicada al perno, antes de reiniciar el equipo de registro de movimiento. Colocar en cero el equipo después del primer ajuste de AL.

(4) El movimiento del suelo deberá ser medido después de cada incremento de carga se haya alcanzado y a cada paso.

(5) Registrado a los 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15 y 20 minutos como máximo o hasta que se alcance una lectura de desplazamiento estable de 0,50 mm.

(6) El desplazamiento permanente del suelo cosido también debe registrarse.

P_P = Carga de diseño, indicada por el Ingeniero responsable del diseño cumpliendo con lo indicado en 259.09.

Pernos de ensayo (b)(1) Ensayos de verificación.

Cuando no se alcanza la estabilización de la carga en el perno, este se deberá aumentar hasta el siguiente incremento de carga para tratar de alcanzar los desplazamientos que corresponden a la zona activa, rompiendo la lechada en la zona pasiva.

Si después de este incremento, no se genera una estabilización de la carga para cualquier incremento, y no puede alcanzar el criterio del desplazamiento de 0,5 mm, no se deberá aplicar carga adicional y se registrará la carga residual en el perno como la carga de extracción.

El ensayo de verificación será aceptable basado en el criterio de la Tabla 259-02 Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido.

Tabla 259-02

Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido

Movimiento con la carga sostenida	Movimiento total a la carga máxima	Falla por extracción ⁽¹⁾
<p>La velocidad de carga de fluencia es menor que 2 mm, donde la velocidad de fluencia se calcula como sigue:</p> $V = \left(\frac{S_1 - S_2}{\log_{10} \left(\frac{t_1}{t_2} \right)} \right)$ <p>S₁ y S₂ = son los desplazamientos del perno medidos en los tiempos respectivos t₁ y t₂</p>	<p>El movimiento total deberá ser mayor al 100 % de la elongación elástica teórica de la longitud libre del perno</p>	<p>No extracción a 1,00 P_p</p>

Notas:

(1) La falla por extracción es la incapacidad de aumentar la carga de prueba mientras hay un movimiento continuo de extracción del tendón del suelo cosido. Registrar la carga de la falla por extracción como parte de los datos del ensayo.

Se deberá proveer a la Administración un reporte que confirme la geometría del muro de suelo cosido, la construcción, detalle de los pernos y los resultados del ensayo de verificación, con la información indicada en la Subsección 259.09 Pernos de ensayo (c). Los resultados deberán ser sometidos a revisión y aprobación antes de la instalación del muro de suelo cosido.

Si la verificación del muro de suelo cosido es inaceptable, se establecerá la causa y se realizarán las modificaciones de diseño o construcción requeridas. Se deberán enviar las modificaciones que requieran de cambios en la estructura y se deberá reensayar el nuevo sistema de suelo cosido según lo indique la Administración.

(2) Ensayo de comprobación

Se deberán realizar ensayos de comprobación en pernos de producción. Se ensayarán mínimo 2 % de los pernos del muro diseñado, con un mínimo de 3 pernos, en los pernos designados por la Administración.

Se deberán realizar los ensayos de acuerdo con lo indicado en la Tabla 259-01 Esquema para el ensayo de verificación, Tabla 259-02 Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido y Tabla 259-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido.

Cuando no se alcanza la estabilización de la carga en el perno, este se deberá aumentar hasta el siguiente incremento de carga para tratar de alcanzar los desplazamientos que corresponden a la zona activa, rompiendo la lechada en la zona pasiva.

Si después de este incremento, no se genera una estabilización de la carga para cualquier incremento, y no puede alcanzar el criterio del desplazamiento de 0,5 mm, no se deberá aplicar carga adicional y se registrará la carga residual en el perno como la carga de extracción.

El ensayo de verificación será aceptable basado en el criterio de la Tabla 259-02 Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido.

(c) Resultado de ensayo e informe

Se proveerán resultados preliminares a la Administración de cada suelo cosido ensayado antes de que el personal responsable de los ensayos deje el sitio. Se deberán entregar al menos los siguientes resultados:

(1) Ensayo de comprobación:

- a) Normas aplicadas
- b) Especificaciones del perno de prueba:
 - i) Tipo de perno
 - ii) Fecha de instalación
 - iii) Observaciones relacionadas con la instalación que pueden influir en los resultados de ensayo
 - iv) Datos geométricos y propiedades mecánicas de los materiales del perno
 - v) Cota superior, de la base y del terreno alrededor del perno

- c) Factores sobre el ensayo:
 - i) Personal que llevó a cabo el ensayo
 - ii) Fecha del ensayo
 - iii) Valor de carta máxima indicada

- d) Los siguientes resultados del ensayo:
 - i) Gráfica “desplazamiento de la cabeza en función de la carga aplicada al perno”
 - ii) Gráfica “desplazamiento de la cabeza en función del tiempo”

- e) Las tablas con los datos numéricos en los anexos del informe

(2) Ensayo de verificación:

Lo indicado anteriormente para el ensayo de comprobación, adicionando lo siguiente:

- a) Factores sobre las condiciones del suelo:
 - i) Modelos geotécnicos de sitios cercanos
 - ii) Referencia sobre el informe de investigación del sitio

- b) Los siguientes factores sobre el ensayo de pernos:
 - i) Características del sistema de carga
 - ii) Descripción de todos los sistemas de seguimiento y de sus componentes
 - iii) Esquema de instrumentación en el perno de ensayo
 - iv) Observaciones sobre la ejecución del ensayo que probablemente tenga influencia sobre los resultados del ensayo

- c) Los siguientes resultados del ensayo:
 - i) Gráfica “desplazamiento de la cabeza del perno en función de la carga” al final de cada intervalo de carga
 - ii) Gráfica “desplazamiento de la cabeza del perno en función del tiempo” para cada intervalo de carga
 - iii) Resistencia a la extracción del perno
 - iv) Gráfica “carga en función del tiempo” para cada intervalo de carga y después del bloqueo
 - v) Gráfica de “pérdida de carga en función de la carga del perno”

- vi) Gráfica “desplazamientos elásticos y plásticos en función de la carga en el perno”
- vii) Gráfica “incremento de desplazamientos en función del número de ciclos”

259.10 Red de drenajes del muro

Se instalarán los elementos de la red de drenaje del muro (tales como láminas de geocompuestos de drenaje, tubos conectores de PVC y orificios de drenaje), antes de colocar el paño de concreto lanzado.

Se instalarán las láminas de geocompuesto drenantes centradas entre las columnas del suelo cosido con la cara del geotextil contra el suelo. Se añadirán láminas drenantes adicionales en los lugares donde se presenten filtraciones a solicitud de la Administración. Se asegurarán las láminas drenantes a la cara excavada para prevenir que el concreto lanzado contamine el lado del geotextil. Se deberán construir los empalmes y traslapes de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del geocompuesto.

En caso de requerirse drenajes subhorizontales, se deberán construir según lo establecido en la Sección 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes.

Se deberán instalar los drenajes de pie en la base del muro de acuerdo con la Sección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera.

259.11 Construcción del muro

Se deberá colocar la malla de acero electrosoldada y el acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554 Acero de refuerzo.

Se construirá la superficie de concreto lanzado de acuerdo con la Sección 566 Concreto lanzado. Se deberán rellenar completamente las zonas no inyectadas de las perforaciones de los pernos o cualesquiera otros vacíos con concreto lanzado.

Se colocará una placa de apoyo y una tuerca en la cabeza roscada de cada tendón. Mientras el concreto lanzado esté plástico, se deberá asentar la placa uniformemente apretando la tuerca con una llave de mano. Cuando se requiera que el perno se encuentre fuera del concreto lanzado y no puede ser alcanzado un contacto uniforme entre el concreto lanzado y la placa, se deberá asentar la placa en una cama de mortero y se apretará la tuerca con la llave de mano después de que el mortero haya fraguado por 24 horas.

Las tolerancias de construcción para los elementos del muro se muestran en la Tabla 259-03 Tolerancias de construcción para los elementos del muro.

Tabla 259-03

Tolerancias de construcción para los elementos del muro

Elemento del muro	Tolerancia
Localización de los pernos en la superficie del terreno, según planos	100 mm ⁽¹⁾
Localización de los pernos en las placas, según planos	10 mm ⁽²⁾
Desviación de la placa de apoyo de los tendones, del plano paralelo a la cara del muro (°)	10°
La orientación medida en la cabeza del perno terminado (°)	5°

Notas:

(1) Tomado de la norma UNE 14490.

(2) Tomado del Manual de especificaciones FP-14 Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects.

259.12 Cara exterior permanente del muro

Se deberá construir la cara exterior permanente del muro de acuerdo con lo que le sea aplicable en esta Subsección:

(a) Muros terminados con superficie de concreto lanzado.

Se deberán construir la superficie de los muros con concreto lanzado conforme a la Sección 566 Concreto lanzado. Las tolerancias de construcción para las superficies permanentes de concreto lanzado se muestran en la Tabla 259-04 Tolerancias para la construcción de superficies permanentes de concreto lanzado.

Tabla 259-04

Tolerancias para la construcción de superficies permanentes de concreto lanzado

Acabado de la cara exterior	Tolerancia (mm)
Espesor completo de concreto lanzado	
Acabado con llaneta o plancha	15
Acabado con concreto lanzado	30
Planicidad del acabado de la cara, espacio de la superficie en 3 m	
Acabado con llaneta o plancha	15
Acabado con concreto lanzado	30

(b) Muros terminados con superficie de concreto.

Se deberán construir de acuerdo con la Sección 258 Muros de retención de concreto reforzado.

(c) Muros terminados con mampostería de piedra simulada.

Se deberán construir de acuerdo con la Sección 613 Superficies de mampostería simulando piedra.

(d) Muros terminados con mampostería de piedra.

Se deberán construir de acuerdo con la Sección 620 Mampostería de piedra.

(e) Fachadas flexibles.

Se podrá utilizar revestimientos flexibles como sustituto del concreto lanzado en casos donde el diseñador considere adecuado el uso de mallas metálicas de alta resistencia o la combinación de mallas metálicas de alta resistencia y un geosintético para control de erosión como revestimiento.

Las mallas metálicas deberán estar construidas a partir de alambres de acero de alta resistencia con diámetro nominal mínimo de 2,7 mm. Deberán contar con protección contra la corrosión y recubrimiento con PVC.

Las mallas de refuerzo deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Resistencia a la tracción en la ruptura mínima del cable de refuerzo: 1770 kN
- Tensión de rotura de los alambres de la malla: 350 a 500 MPa - Clase A (ASTM A641)
- Elongación en la rotura de los alambres de la malla: Máximo 13 % - Clase A (Según ASTM A641)

Las mallas podrán ser reforzadas con cables de acero longitudinales equidistantemente separados. Este cable de acero debe tener un diámetro nominal mínimo de 6 mm. Los mismos deberán ser instalados durante el proceso de fabricación del material.

Con relación al revestimiento de protección contra la corrosión de las mallas, las mismas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Revestimientos metálicos: Aleación Zinc/Aluminio (90 % / 10 %)
- Cantidad de recubrimiento mínimo metálico: 235 g/m² (si la cantidad de recubrimiento es excesiva, es posible que ocurran desprendimientos que podrían ser perjudiciales)
- Resistencia a la niebla salina: Menos de 5 % de oxidación del acero después de 2000 horas de ensayos

En el caso de los revestimientos que combine el uso de una malla de acero de alta resistencia en conjunto con un geosintético para control de erosión, el geosintético deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Espesor nominal mínimo (geomanta + malla de acero): 18 mm
- Masa por unidad de longitud mínimo: 450 g/m²
- Densidad mínima del polímero: 900 kg/m³
- Punto de fusión del polímero: 150 °C (ASTM D1505)
- Resistencia mínima al Ultravioleta @ 500 horas: 80 %.

259.13 Relleno detrás de la cara del muro cuando en la parte superior presente una sección en voladizo

Donde la cara del muro presente una sección superior en voladizo se deberá rellenar con el relleno estructural conforme a la Subsección 209.11 Relleno. Se deberá utilizar un compactador mecánico ligero para compactar 900 mm por detrás de la sección de la cara del muro que amerite el relleno.

259.14 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de control de calidad y la Tabla 259-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido.

De manera que:

- El material para el suelo cosido será evaluado bajo las Subsecciones 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La construcción de los pernos será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La instalación de los pernos será evaluada con base en el criterio indicado en las Tablas 259-02 Criterio de aceptación para el ensayo de verificación de suelo cosido y 259-04 Tolerancias para la construcción de superficies permanentes de concreto lanzado.

Si un ensayo de comprobación del perno de producción es inaceptable, se deberán reemplazar algunos o todos los pernos de la fila instalados entre el perno que falló el ensayo de comprobación y el siguiente perno que se someterá al ensayo de comprobación, según lo indique la Administración.

Alternativamente, se deberán instalar pernos de prueba adicionales dentro del área para asegurar que el criterio de aceptación se está cumpliendo dentro de este tramo. Deberán proponerse métodos alternativos de instalación y ensayos antes de la instalación de pernos adicionales.

Cuando cambien las condiciones del suelo, los métodos de instalación del suelo cosido o los procedimientos de ensayo, se deberán conducir ensayos de verificación adicionales antes de proceder con la instalación del suelo cosido.

259.15 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 259 Muros de retención de suelo cosido, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir la superficie de la cara frontal (fachada) al medir los muros de suelo cosido en metros cuadrados (m²).
- Medir los pernos de verificación y producción en metros lineales (m), a lo largo de línea de centro de la línea de excavación en la cara del muro hasta la punta del tendón. No se deben incluir en la medición, los pernos de ensayo de verificación que

fallaron o los adicionales instalados para verificar métodos alternativos de instalación propuestos por el Contratista.

259.16 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago será como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.259.01	Muros de retención de suelo cosido	Metro lineal	(m)
CR.259.02	Fachada del muro de retención de suelo cosido	Metro cuadrado	(m ²)

259.17 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 259-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06

Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 259-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 259-05

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes permanentes en suelo cosido

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Método de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de Reporte
Diseño de mezcla							
Lechada de cemento hidráulico (725.22(a))	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Resistencia a la compresión (3 días)	AASHTO T106	1 por diseño de mezcla	Fuente del material	Sí	30 días antes de la producción
Producción							
Lechada de cemento hidráulico		Resistencia a la compresión (3 días)	ASTM C942	1 por día de inyección por diseño de mezcla	Instalación	Sí, cuando se solicite	5 días
Ensayo de verificación del perno	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)		Subsección 259.09 (b)(1)	Mínimo 3 pernos de sacrificio con al menos 1 por tipo de material			7 días
Ensayo de comprobación del perno		Desempeño	Subsección 259.09 (b)(2)	Mínimo 2 % de los pernos de producción con al menos 3 pernos	Instalación	No	5 días

SECCIÓN 260 ANCLAJES Y PERNOS EN ROCAS

260.01 Descripción

Este trabajo consiste en suministrar e instalar anclajes y pernos en roca.

Los anclajes en roca son barras o torones de acero, pretensadas o postensadas, inmersas en lechada que sirven para reforzar activamente una masa de roca.

Los pernos son barras de acero, no tensadas, inmersas en lechada que refuerzan una masa de roca de manera pasiva.

260.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Varillas de refuerzo (dovelas)	709.01 (b)
Anclajes en roca	722.03
Anclajes para suelo cosido	722.04
Lechada de cemento hidráulico	725.22 (a)(1)
Lechada de resina de poliéster	725.22 (d)

Requerimientos para la construcción

260.03 Requisitos de experiencia

El Contratista o Subcontratista a cargo de la construcción de anclajes y pernos en roca, deberá contar con la experiencia necesaria según el tipo de proyecto, requerimientos de personal y experiencia de este, de acuerdo con lo establecido por la Administración en el Contrato. Deberá haber completado a satisfacción, el diseño y construcción de anclajes y pernos en roca.

260.04 Presentación de la información

Los planos constructivos del proyecto deberán estar a conformidad con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, y de acuerdo con lo indicado por la Administración. Se deberá presentar toda la información correspondiente a la construcción de anclajes y pernos en roca, tales como características de los pernos y los anclajes, tipos de lechadas, metodologías constructivas y demás información indispensable de los

procesos o mecanismos utilizados en la construcción. Con base en lo anterior y para mayor detalle, el Contratista deberá presentar como mínimo la siguiente información:

- (a) Fecha de inicio;
- (b) Método de acceso, excavación, escalado y perforación;
- (c) La secuencia de construcción de los anclajes o pernos en roca;
- (d) El tipo, longitud y diámetro de los anclajes o pernos en roca. Si se utilizan barras deformadas, hay que dimensionar la barra con base en las cargas especificadas;
- (e) Acoples, placas de apoyo (o sus componentes correspondientes), arandelas y anclajes de tensión con sus respectivas hojas técnicas del fabricante, especificaciones, catálogos y sus certificados de fábrica, de acuerdo con lo indicado en las especificaciones detalladas en planos
- (f) Tipo de lechada, diseño de mezcla, procedimientos de colocación y las hojas técnicas del fabricante, si aplica:
 - (1) Lechada de resina de poliéster
 - a) Los certificados del fabricante de la duración del gel, la vida útil, resistencia a la compresión, almacenamiento y rango de temperaturas de trabajo, y
 - b) Número, diámetro y largo de los cartuchos de resina con velocidad de giro de la barra, velocidad de desplazamiento y tiempo de giro para cada combinación de tendón y tamaño de agujero.
 - (2) Lechada de cemento hidráulico.

Equipo mezcla y los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 3 días de la lechada.

 - a) Lechada de cemento de dos etapas.

Medio para determinar el nivel primario de la lechada en la perforación, y
 - b) Lechada de cemento en una sola etapa.

Detalles de fabricación para el sello propuesto en la zona libre de tensión, cuando aplique.
- (g) Certificados del fabricante para el recubrimiento de las barras resistentes a la corrosión y, los procedimientos y materiales para reparar el recubrimiento para la protección contra la corrosión en el campo;

- (h) Detalle para colocar, tensionar y ensayar los tendones o pernos. Además de la programación de un ensayo de instalación para demostrar la instalación de los pernos o los anclajes en roca, equipos de ensayo y procedimientos;
- (i) Para el anclaje en roca, se debe presentar un procedimiento detallado para la colocación del montaje de la cabeza del anclaje (placa de apoyo y tuerca) debajo de la superficie expuesta de la roca o para remover el montaje de la cabeza del anclaje seguido de la fijación sin afectar la carga de diseño del tendón;
- (j) Métodos para verificar el diámetro de la perforación;
- (k) Métodos de instalación especial (como refuerzos inclinados hacia arriba, inyección de lechada a través de discontinuidades abiertas, o discontinuidades rellenas que se utilizan para garantizar una instalación completamente sellada y bien protegida) cuando aplique;
- (l) Ejemplos de informes, incluido los formatos de informes de instalación y ensayos;
- (m) Número de identificación del o los gatos hidráulicos, del o los medidores de presión y de la o las celdas de carga con el certificado de calibración del sistema, con su respectiva gráfica de calibración. Las calibraciones deberán cumplir con el control metrológico establecido por el Contratista para su equipo, y deberá demostrar con las cartas de control metrológico que su equipo cumple con los valores de calibración en los tiempos establecidos en su control.

260.05 Fabricación del anclaje en roca

(a) General.

Fabricar los pernos de roca de acuerdo con las “Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo” (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors), del Instituto de Post-Tensión (PTI, por sus siglas en inglés). El tamaño de los tendones deberá cumplir lo siguiente:

- (1) La carga de diseño no deberá exceder el 60 % de la mínima resistencia última a la tracción del tendón.
- (2) La máxima carga de prueba no debe exceder el 80 % de la mínima resistencia última a la tracción del tendón.

(b) Acoples.

Acoplar solo en anclajes completamente inyectados. Acoplar secciones solo cuando el diseño excede las longitudes de barra estándar comercialmente disponibles. Usar

acoples con un tope en el centro para asegurar que se acople la misma longitud en ambos tendones. No usar acoples que interfieran con el flujo de la lechada

(c) Anclaje.

Para anclajes de tensión cuyo tendón es una barra, usar una placa de apoyo de acero, arandelas (endurecida y plana, biselada o esférica según sea requerido), y una tuerca capaz de desarrollar el 95 % de la mínima resistencia última a la tracción del tendón

(d) Centralizadores.

Para anclajes en roca con lechada de cemento, se deberán colocar centralizadores a lo largo del tendón, distanciados 2,5 m cuando se trata de barras y a 1,2 m cuando se trata de torones, con al menos un centralizador por cada anclaje en roca. Localizar el centralizador más bajo a menos de 300 mm del final. Usar centralizadores con la suficiente resistencia para soportar la barra o el torón de anclaje en la perforación.

260.06 Manejo y almacenamiento del material

El manejo y el almacenamiento de los tendones se realizará de acuerdo con la norma ASTM D3963, las recomendaciones del fabricante y la Subsección 256.06 Manipulación y almacenamiento.

Los cartuchos de la lechada de resina de poliéster, si se utiliza, se deberán almacenar según las recomendaciones del fabricante. No se utilizarán los cartuchos de lechada de resina de poliéster que estén vencidos, dañados, congelados, endurecidos, o con otros defectos.

260.07 Instalación

(a) Perforación

Se proveerá de equipo capaz de perforar agujeros rectos y con diámetro uniforme. No se utilizarán agua o lodos de perforación, como fluidos de perforación. El collar y la profundidad de los agujeros para los anclajes y pernos se perforarán dentro de 150 mm de la ubicación y profundidad requerida. Las perforaciones se dimensionarán de manera tal que provea al menos 13 mm de cubrimiento de lechada en la zona de adherencia del tendón. Se limpiará la perforación de materiales de cortes, lodos y escombros.

(b) Inyección de la lechada.

El anclaje en roca se instalará dentro de las 24 horas de haber completado la perforación. El refuerzo se orientará dentro de los 5° del ángulo especificado.

(1) Instalación de la lechada de cemento.

Utilizar una bomba de lechada de desplazamiento positivo de acuerdo con la Subsección 256.07 Instalación (b)(1).

Se deberá instalar el tendón y mezclar e inyectar la lechada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Para tendones con lechada de cemento de una sola etapa, no se deberá aplicar lechada más allá de la parte superior del sello a lo largo de la longitud libre de tensión, antes de tensar el tendón. Se colocará la lechada en una operación continua. Se deberá controlar la presión de la lechada para evitar el levantamiento o la fracturación del terreno. Después de completar la inyección de lechada, se llenará el tubo con lechada, si este permanecerá en el agujero.

Se llevará un registro de la cantidad de lechada y de la presión de inyección para cada tendón instalado. Se deberá notificar a la Administración acerca de los excedentes de la cantidad de lechada, incluyendo el motivo y la propuesta de acciones para minimizar los excedentes en un futuro. Se deberá obtener la aprobación para la aplicación de métodos alternativos para colocar la lechada.

(2) Instalación de las lechadas de resina.

Se insertarán el número y el tamaño de cartuchos de resina aprobados, para cubrir completamente la zona de adherencia y llenar la perforación hasta el collar. Se deberán seguir los procedimientos aprobados para la velocidad de giro, velocidad de desplazamiento y el tiempo de giro para la resina utilizada. Se deberá usar un adaptador de giro durante la instalación del tendón para evitar dañar el acabado del extremo del tendón.

a) Anclaje en roca.

Se llenará completamente la zona de adherencia con resina de fraguado rápido y el resto del agujero con resina de fraguado lento o lechada de cemento, para instalaciones con lechadas mixtas.

b) Pernos en roca.

Usar una única lechada de resina con un tiempo de fragua suficiente para completar la instalación.

c) Instalación de placas de apoyo.

Se colocará la placa de apoyo de forma tal que tres cuartas partes de la placa se encuentren en contacto con la superficie de la roca. Se deberá colocar algún material de nivelación para la placa de apoyo aprobada por la Administración, si la cara de la roca es irregular, defectuosa, o si el eje del tendón es mayor a 20° respecto al eje perpendicular de la placa de soporte, cuando el eje del tendón pasa a través del centro de la placa del soporte sin doblar el tendón. Se deberán usar arandelas biseladas si el eje del tendón es mayor a 5° con respecto al eje perpendicular de la placa de apoyo. Se deberán dejar al menos 100 mm del largo del tendón por encima de la tuerca.

Para pernos, cuando la lechada ha alcanzado la fragua final, o se alcanza como mínimo el 60 % de la resistencia a la compresión a los 7 días, se instalará la placa de apoyo, las arandelas y la tuerca, y se deberá aplicar un torque mínimo necesario, para asegurar el asentamiento apropiado de la placa contra la superficie de la roca.

Después del ensayo (cuando aplique), proceso de tensado y cierre final del anclaje en roca, se colocará un sellador no estructural (lechada de cemento o lechada de resina de poliéster) para la longitud de la zona libre de esfuerzo. Se removerán los excesos de lechada en la superficie de la roca y del ensamblaje del anclaje.

Se deberá colocar pintura anticorrosiva o un parche epóxico, en todas las partes expuestas de la placa de apoyo, arandela y tuerca. Cuando se requieran cubiertas, se atornillará la cubierta del anclaje a la placa de apoyo y se deberá cubrir completamente con lechada después de que el anclaje fue ensayado (cuando aplique) y se realizó el cierre final. Después de que la lechada alcanzó su fraguado inicial, se deberá demostrar a la Administración, que el anclaje está completamente recubierto con lechada.

Para instalaciones de pernos y anclajes en roca, se deberá asegurar que el tendón está completamente embebido en lechada, en el collar de la perforación.

260.08 Ensayo, tensado y acabado de los anclajes en roca

Se deberán realizar los ensayos de carga y descarga a tensión de los anclajes en roca de acuerdo con las Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors), del PTI.

Se deberá recortar la protección contra la corrosión que rodea la parte libre de esfuerzos del tendón, para que no entre en contacto con la placa de soporte durante el ensayo y en el tensado del anclaje. Para tendones con lechada de cemento de una sola fase, se tensionará el tendón después de que la lechada de la zona de adherencia fragüe y alcance al menos la resistencia a la compresión requerida, que garantice una suficiente resistencia a la extracción. Para tendones con lechada de cemento de dos etapas, tensionar el tendón después de que la lechada de la zona de adherencia fragüe y alcance al menos la resistencia a la compresión requerida, que garantice la suficiente resistencia a la extracción, pero antes de que se coloque la lechada en la zona libre de esfuerzos. Para tendones con lechada de resina, tensionar el tendón después de que la resina de fragua rápida fragüe por completo y antes de que la resina de fragua lenta empiece a fraguar en la zona libre de esfuerzo. Para los tendones anclados mecánicamente, se tensionará el tendón después de insertarlo en la perforación y antes de colocar la lechada.

(a) Ensayo de desempeño.

Se deberá usar el mismo equipo, tendones, especificaciones para la perforadora, lechada y métodos para la instalación y el postensado, para verificar la resistencia a la adherencia en la zona anclada, antes de colocar la lechada final en la longitud esforzada. Se deberán realizar los ensayos de desempeño en anclajes de sacrificio o en anclajes del muro, para anclajes en roca colados en dos etapas y postensados, y para pernos de roca colados en una etapa y postensados que utilizan sellos de adherencia. Para muros con anclajes pretensados, se realizarán los ensayos de desempeño en anclajes de sacrificio. Cuando se hacen cambios o modificaciones en el equipo, tendones, especificaciones de la perforadora o en el método de instalación, se deberá realizar otro ensayo de desempeño, aprobado por la Administración.

Se tensionarán los anclajes en roca hasta un 120 % de la carga de diseño con un gato hidráulico calibrado por un tiempo sostenido no mayor a 60 minutos. Se medirá la carga y extensión durante la tensión con un equipo medidor (como un extensómetro o un vernier) capaz de medir con una precisión de 0,025 mm. Un anclaje en roca es aceptable si cumple las siguientes dos condiciones:

- (1) Al aplicar la carga máxima de ensayo, el movimiento elástico total obtenido excede el 80 % de la elongación elástica teórica de la longitud libre de esfuerzo, y
- (2) El anclaje en roca soporta la carga máxima de ensayo con una razón de flujo plástico que no exceda 1,0 mm entre 1 a 10 minutos o 2,0 mm por ciclo de registro entre las lecturas de 6 y 60 minutos.

Se realizarán al menos dos ensayos exitosos por cada tipo de roca, por cada tipo de anclaje y por cada método de perforación, instalación e inyección de lechada propuesto, antes de iniciar con la instalación de los anclajes en roca. Cuando un ensayo falla, se modificará el diseño o el procedimiento de construcción según sea necesario, y se deberá realizar otro ensayo de desempeño en otra instalación. El sitio del ensayo de desempeño deberá ser aprobado por la Administración.

(b) Ensayo de comprobación.

Se deberán realizar ensayos de comprobación a un anclaje representativo de cada tipo de anclaje diseñado para el muro y por tipo de roca encontrado en el sitio, tanto si son pretensados como postensados. Se realizarán el o los ensayos de comprobación hasta 120 % de la carga de diseño. El anclaje será aprobado si no ocurre una pérdida de carga en 10 minutos. Cuando un ensayo de comprobación falle o los resultados varían significativamente del resultado del ensayo de desempeño, se deberán documentar las razones esperadas de la falla, modificar el diseño o el procedimiento de construcción, y realizar un ensayo de desempeño adicional en otra instalación de anclajes en roca. La localización de estos anclajes deberá ser aprobada por la Administración.

Si el ensayo de comprobación es satisfactorio, se hará la fijación a una carga del 100 % de la carga de diseño y se inyectará lechada a la porción restante del anclaje, según corresponda.

260.09 Ensayo de extracción y acabado de pernos en roca

Se deberán realizar los ensayos en pernos en roca de acuerdo con las Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors), del PTI.

Se deberán ensayar solo los pernos que se encuentran completamente embebidos en la lechada. Se realizarán al menos tres ensayos de extracción exitosos, con al menos un ensayo para cada tipo de roca, cada tipo de anclaje y cada método de perforación, instalación e inyección de lechada propuesto. Se deberá aplicar la carga de extracción gradualmente hasta el 60 % de la mínima resistencia última a la tracción del perno y se deberá monitorear el medidor de presión para verificar que el perno sostenga la carga de diseño por al menos 10 minutos. Si los pernos no se extraen, se ensayará el perno con un 5 % adicional de carga. Si se pierde presión en el medidor de presión debido al movimiento de perno, se reemplazará el perno y se realizará el ensayo de extracción en tres pernos adicionales hasta que todos sean satisfactorios.

260.10 Resultados de ensayos y reportes

Se deberán enviar los resultados de los ensayos a la Administración para su revisión. Se mantendrán registros diarios del trabajo en anclajes y pernos en roca aceptados por la Administración, incluyendo:

- (a) Planos “as-built” que representan la ubicación de cada anclaje, anotando la designación del anclaje, fecha en que se perforó y que se colocó la lechada, longitud total del anclaje, longitud de bulbo, longitud libre, mezcla de lechada, volumen de lechada, presión promedio de inyección, diámetro de la perforación, tamaño del tendón, inclinación del tendón, y observaciones durante la instalación. Se entregarán los planos de acuerdo con la Sección 105 Control del trabajo, después de completar el trabajo.
- (b) Resultados de los ensayos de desempeño y comprobación, que incluyen la designación del anclaje, longitud de bulbo, longitud libre, fecha de la operación de tensado, firma del operador o del inspector del tensado, la elongación requerida y la presión medida asociada, la elongación real y la presión medida asociada, números de identificación del equipo de carga, observaciones y una tabla que incluya los incrementos de presión, la carga del gato hidráulico y el movimiento.

260.11 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 260-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes y pernos en roca.

De manera que:

- El material para los anclajes y pernos será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La construcción de los anclajes y pernos será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La inyección de lechada será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La instalación de los anclajes y pernos será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

260.12 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 260 Anclajes y pernos de roca, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se contarán los anclajes y pernos en roca por m, siempre que estos hayan pasado los ensayos de aceptación correspondientes.

260.13 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales;

maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.260.01 Anclajes y pernos de roca	Metro lineal (m)

260.14 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 260-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes y pernos en roca, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 260-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes y pernos en roca, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 260-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para anclajes y pernos en roca

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Método de ensayo / Especificación	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de Reporte
Fuente							
Agregado (fino) (703.01)	Medidas y pruebas de conformidad (107.04 y 106)	Calidad de agregado para la lechada de cemento hidráulico	AASHTO M6	1 por tipo de material	Fuente de material	Sí	Antes de la producción
Diseño de mezcla							
Lechada (725.22 (a) o 725.22 (b))	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Flujo	ASTM C939	1 por diseño de mezcla	Fuente de material	Sí, cuando se solicite	Antes de la producción
		Resistencia a la compresión (7 días) ⁽¹⁾	ASTM C942				
Producción							
Ensayo de desempeño del anclaje o perno	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Deformación	Subsección 260.08 (a)	Subsección 260.08 (a)	Instalación	No	24 horas
Ensayo de comprobación del anclaje			Subsección 260.08 (b)	Subsección 260.08 (b)			
Ensayo de extracción de pernos			Subsección 260.09	Subsección 260.09			

Nota:

(1) Si se utilizan aditivos acelerantes, se pueden entregar resultados de resistencia a la compresión a 3 días

SECCIÓN 261 TALUDES DE SUELO REFORZADO

261.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de taludes de suelo reforzado.

261.02 Materiales

Deben de estar de conformidad con las siguientes Sección y Subsección:

Material de relleno	704.03
Geosintéticos	714

Requisitos para la construcción

261.03 Presentación de la información

Los planos constructivos del proyecto, deberán estar a conformidad con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos, y de acuerdo con lo indicado por la Administración. Previo a la construcción, se deberá presentar toda la información correspondiente a la construcción de taludes de suelo reforzado, tales como certificado del fabricante del refuerzo de suelo, detalles de lo empalmes, detalles de la fachada y demás información indispensable de los proceso o mecanismos utilizados en la construcción.

261.04 General

Se deberán verificar los límites de la instalación de los taludes de suelo reforzado.

El área de trabajo se deberá limpiar de vegetación y obstrucciones de acuerdo con las Secciones 201 Desmonte y limpieza y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

Se conservará la capa superficial del suelo según la Subsección 204.04 Conservación de tierra vegetal.

Se deber preparar y compactar el suelo para la cimentación de acuerdo con la Subsección 204.09 Preparación de la fundación. Se deberán escalonar los suelos que cimentarán el talud de suelo reforzado, con un ancho equivalente a la longitud del nivel de refuerzo más bajo. Para proveer una adecuada unión entre el terreno existente y el talud a conformar, se efectuará el banqueo de la superficie de la ladera natural.

261.05 Refuerzo del suelo y fachada

Se deberá colocar cada capa de refuerzo asegurándose que quede plana, tensionada, ajustada y sostenida en su lugar con pines, apilamientos de suelo u otros métodos aprobados. Se deberá construir el talud reforzado del suelo, de manera tal que alcance la pendiente especificada y las tolerancias de la calzada de acuerdo con la Subsección 204.15 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies, en el inciso (c).

Se escalonará y compactará el material de relleno según las Subsecciones 204.09 Preparación de la fundación y 204.12 Proceso de Compactación, antes de colocar la siguiente capa de refuerzo. Se deberá mantener una cobertura mínima de 150 mm sobre el refuerzo durante la distribución y compactación del material de relleno. Se deberán evitar paradas repentinas, arranques o giros del equipo en la zona de trabajo. No se permitirá el uso de compactadores por amasado (pata de cabro). Se usarán apisonadores mecánicos, rodillos, sistemas vibratorios u otros métodos de compactación livianos dentro de los 900 mm de la cara del talud.

Se colocará el material de relleno, de manera tal, que los esfuerzos de tensión trabajen desde la cara del talud hasta la parte posterior del refuerzo.

No se deberá dejar expuesto el refuerzo al final del turno de trabajo. Al final de cada turno, se deberá conformar el drenaje y se compactará uniformemente el área de trabajo en la sección transversal. Además, al final de las operaciones del día, se levantará la última capa del relleno del talud con la inclinación de cierre, lejos de la cara del talud, para dirigir la escorrentía superficial lejos del talud.

261.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material para taludes de suelo reforzado se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La construcción de los taludes de suelo reforzado será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La excavación será evaluada de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

261.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 261 Taludes de suelo reforzado, para efectos de aceptación o pago de los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía de la construcción (si corresponde) lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se deberá medir en sitio con los métodos apropiados, la cantidad en metros cúbicos (m³) del relleno de un talud de suelo reforzado, cuando se mida dentro del volumen estabilizado.

261.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.261.01	Taludes de suelo reforzado	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 262 REVESTIMIENTO DE TALUDES

262.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de un revestimiento de concreto, adoquines, bloques de mampostería, mampostería de piedra o zacateblock, sobre un talud, según lo establecido en el Contrato.

262.02 Materiales

Deben de estar de conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Mampostería de piedra	620
Material de cama	704.02
Malla electrosoldada	709.01 (j)
Mortero	712.02
Capa superior de tierra vegetal	713.01
Geotextiles para refuerzo	714.01.02
Geomallas para refuerzo	714.02.02
Geoceldas	714.05
Bloques de mampostería de concreto	725.09
Anclajes prefabricados	725.11
Lechada con contracción compensada	725.22 (b)
Adoquines	725.23
Unidades de concreto tipo rejilla para pavimentación (zacateblock)	725.31 (c)

Requerimientos para la construcción

262.03 General

Se deberá excavar y rellenar de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. Se ubicará y compactará el material de cama con al menos tres ciclos de compactación utilizando rodillo, compactador mecánico o sistema vibratorio.

262.04 Geosintético para refuerzo

Cuando se requiera, se deberán ubicar los geosintéticos de acuerdo con la Subsección 207.05 Aplicaciones para control permanente de erosión. Se deberán enterrar los extremos del geosintético para anclarlos. Se clavarán los sujetadores a intervalos de 1,5 m para sostener el traslape del geosintético en el lugar hasta que el recubrimiento sea colocado. Se deberá reemplazar o reparar el geosintético que haya sido rasgado o pinchado.

262.05 Revestimiento de concreto hidráulico

Se deberán construir bases de apoyo. Ubicar la malla electrosoldada en el centro de la losa. La malla electrosoldada debe disponerse de manera continua a través de las juntas y se debe traslapar una sobre otra al menos 150 mm.

El concreto deberá realizarse de acuerdo con lo especificado en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Las losas se deberán ir construyendo desde la parte inferior del talud. Se deben construir juntas horizontales paralelas a la parte inferior del talud y juntas verticales perpendiculares a las juntas horizontales. Las juntas verticales, se dejarán en intervalos no mayores de 3 m; estas se formarán con la herramienta apropiada, con una profundidad de corte de 6 mm a 12 mm y 3 mm de ancho. Se deberán construir juntas frías sin relleno.

El acabado de la superficie deberá estar de acuerdo con la Subsección 552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico, apartado (c). Afinar los bordes de la losa y todas las juntas con una herramienta para bordes de 6 mm de radio.

262.06 Revestimiento con adoquines, bloques de mampostería de concreto o mampostería de piedra

Iniciar la colocación de los adoquines, los bloques de mampostería o mampostería de piedra, desde la parte inferior del talud. Colocarlos sobre el material de cama con las caras planas hacia arriba y la mayor dimensión paralela a la base del talud. Colocar cada adoquín, bloque de mampostería o de piedra en su lugar.

Se aplicará suficiente mortero en el lado expuesto, produciendo una junta de 13 mm de espesor o menos entre adoquines o bloques de mampostería, y de 25 mm o menos entre la mampostería de piedra. Se comprimirá el adoquín, el bloque de mampostería o mampostería de piedra para que la junta de mortero final sea de 13 mm de espesor. No deben quedar excesos de material. Limpiar y remover todo el mortero que fluye hacia la superficie.

262.07 Revestimiento con zacateblock

Se deberán ubicar los primeros bloques en una zanja o contra un anclaje adecuado en la parte inferior del talud. Colocar cada bloque perpendicular a la pendiente del talud formado y ubicarlos firmemente contra los bloques adyacentes. Se aplicará la lechada para llenar las juntas desalineadas o cambios en la pendiente. No se deben pegar los bloques entre sí con lechada.

Se rellenará parcialmente con suelo vegetal las celdas de los bloques. Cuando sea requerido por el Contrato, colocar césped de acuerdo con la Sección 625 Instalación de césped.

262.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material y 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 262-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para revestimiento de taludes.

De manera que:

- Las unidades de concreto tipo rejilla (zacateblock), los bloques de mampostería de concreto, el mortero y las mallas electrosoldadas deben ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.

- El mortero debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El material de cama debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La construcción de los revestimientos de taludes, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los geosintéticos deberán ser evaluados de acuerdo con la Sección 207 Geotextiles para movimientos de tierra.
- La excavación y relleno serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- La mampostería de piedra debe ser evaluada de acuerdo con la Sección 620 Mampostería de piedra.
- El suelo vegetal debe ser evaluado de acuerdo con la Sección 624 Capa vegetal.
- El césped debe ser evaluado según la Sección 625 Instalación de césped.

262.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 262 Revestimiento de taludes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida del revestimiento en taludes deberá hacerse por metros cuadrados (m²)
- La medición del suelo vegetal deberá hacerse de acuerdo con la Sección 624 Capa vegetal.
- La medición de la colocación del césped deberá hacerse de acuerdo con la Sección 627 Césped.

262.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales;

maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.262.01	Revestimiento de taludes con concreto hidráulico	Metro cuadrado	(m ²)
CR.262.02	Revestimiento de taludes con adoquín	Metro cuadrado	(m ²)
CR.262.03	Revestimiento de taludes con mampostería de bloques de concreto	Metro cuadrado	(m ²)
CR.262.04	Revestimiento de taludes con mampostería de piedra	Metro cuadrado	(m ²)
CR.262.05	Revestimiento de taludes con zacateblock	Metro cuadrado	(m ²)
CR.262.06	Revestimiento de taludes con geosintéticos para refuerzo _____	Metro cuadrado	(m ²)

262.11 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 262-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para revestimiento de taludes, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las

Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 262-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para revestimiento de taludes, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 262-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para revestimiento de taludes

Material o Producto	Tipo de aceptación	Característica	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de Reporte
Fuente							
Material de cama (704.02)	Medición y ensayado conforme (107.04)	Granulometría	AASHTO T11 y AASHTO T27	1 muestra por tipo de suelo y por fuente de material	Fuente del material	Sí	Antes de utilizar en la obra
		Límite líquido	AASHTO R58 y AASHTO T89, Método A				
Producción							
Material de cama (704.02)	Medición y ensayado conforme (107.04)	Granulometría	AASHTO T11 y AASHTO T27	1 muestra por cada 450 m ³	Punto de salida de producción o apilamiento	Sí	Antes de utilizar en la obra
		Límite líquido	AASHTO R58 y AASHTO T89, Método A				
Mortero (712.02)		Especímenes de ensayo para esfuerzo de compresión ⁽¹⁾	AASHTO T23 y AASHTO T22	1 muestra por instalación ⁽²⁾	Sitio de trabajo	-	Al completar el ensayo

Notas:

(1) El esfuerzo a la compresión será el promedio de tres especímenes de prueba.

(2) El muestreo de material consiste en tres especímenes de prueba.

Capas de base
y subbase

División
300

DIVISIÓN 300: CAPAS DE BASE Y SUBBASE

SECCIÓN 301 SUBBASES Y BASES GRANULARES

301.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de una subbase o base granular sobre una fundación ya preparada, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el trazado, rasante, espesor y secciones transversales indicadas en los planos o establecidos por la Administración.

301.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado para capas de subbase y base granular	703.05
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

Antes de iniciar la colocación del material de subbase o base granular, el Contratista debe someter a aprobación por parte de la Administración el o los materiales que vaya a utilizar en el proyecto, de acuerdo con estas especificaciones. Para el caso específico de materiales granulares apilados, se debe seguir lo que establece la Sección 307 Apilamiento de agregados.

El material de subbase granular debe colocarse sobre la subrasante o una superficie de préstamo y la base granular deberá colocarse sobre una superficie de préstamo o subbase. La subrasante o la capa de préstamo sobre la que se coloque la subbase deberá estar debidamente acabada y aprobada por la Administración, de acuerdo con lo indicado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado. Por su parte, la capa de préstamo o subbase, sobre la que se coloque la base granular deberá estar debidamente acabada y aprobada por la Administración, de acuerdo con lo indicado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma o lo que establece esta Sección en relación con subbases.

Se deberán respetar los alineamientos, niveles, rasantes, espesores y cualquier otra especificación indicada en los planos constructivos y en el Contrato.

301.03 Colocación y compactación

El proceso de colocación y compactación de material de subbase y base granular, deberá contemplar lo siguiente:

(a) Tramo de prueba

Se deberá realizar un tramo de prueba antes de iniciar el proceso de colocación y compactación del material de subbase o base granular en el proyecto. Para esto se deberá verificar que el material que se coloque haya sido previamente aprobado por la Administración, con base en las especificaciones establecidas.

El Contratista debe construir el tramo de prueba para que establezca y verifique el proceso utilizado para la homogenización del material, contenido de humedad y el número de pasadas del equipo de compactación necesarias para cumplir con las especificaciones indicadas en el Contrato, o en su defecto lo indicado en esta Sección y las instrucciones de la Administración.

El tramo de prueba deberá tener una longitud mínima de 100 m, al ancho total de un carril de la sección transversal. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración.

Si no se obtiene la densidad requerida, existen problemas de homogenización o de acabado, el Contratista deberá corregir su proceso constructivo y realizar un nuevo tramo de prueba. El Contratista deberá asumir el costo de reconstrucción del tramo o tramos de prueba que no cumplan con las especificaciones establecidas.

Se realizará un informe del tramo de prueba que indique al menos lo siguiente:

- Nombre del proyecto y su ubicación general.
- Fuente de material (nombre y ubicación con coordenadas) y ensayos realizados para verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas, según sea.
- Punto de kilometraje (y sus coordenadas) donde se realiza el tramo y donde se ubica la fuente del material a utilizar en el tramo de prueba.
- Técnicos responsables por parte del Contratista.
- Personal responsable por parte de la Administración (para verificar el desarrollo adecuado del tramo), con registro de su respectiva firma.

- Espesores de la capa de material utilizado, considerando lo indicado para terraplén o pedraplén, según sea, de acuerdo con lo indicado en el inciso (c) de esta subsección.
- Humedad del material para cada espesor.
- Densidad del material para cada espesor.
- Densidad máxima y humedad óptima del material utilizado
- Equipo de compactación utilizado (número de placa, capacidad, entre otros).
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del equipo de compactación.

Dicho informe deberá contar con la aprobación por parte de la Administración, antes de iniciar con la colocación del material. En dicho informe se deberá incluir una tabla resumen con la información descrita anteriormente, tal como se muestra a continuación:

Tabla 301-01

Información requerida para el tramo de prueba

Pasadas de equipo (vibrada-sin vibrar)	% de Humedad en sitio (% W)	% de Compactación (% Comp)	Resistencia del material de subbase o base granular en sitio (RSBG o RBG)
1			
2			
3			
...			
N ⁽¹⁾	% W _N	% Comp _N ⁽²⁾	RSBG _N o RBG _N

Notas:

(1) En la pasada N se debe lograr el porcentaje de compactación mayor o igual al valor indicado en el inciso (c) Compactación del material de subbase y base granular.

(2) % Comp_N = densidad en sitio/densidad máxima, se debe lograr un valor mayor o igual a la densidad requerida en el inciso (c) Compactación del material de subbase y base granular

De manera opcional, con la respectiva justificación técnica de uso y previa aprobación por parte de la Administración, para rutas de bajo volumen de tránsito (TPD_i < 500, siendo i año base), se podrá evaluar la resistencia del material granular, con el ensayo de cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D6951/D6951M-18, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración. Se deberá establecer un esquema de calibración y verificación de

resultados con respecto a otros métodos de referencia aprobados por la Administración. Los puntos de medición tomados para evaluar la resistencia del material colocado, deberán estar georreferenciados y formarán parte de la información requerida para el tramo de prueba para rutas de bajo volumen de tránsito. La resistencia en sitio, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una compactación de $97,5 \% \pm 2,5 \%$ de la densidad máxima. En caso de no cumplir con lo anterior, de forma oportuna se deberán ejecutar las medidas correctivas.

(b) Colocación de material de subbase y base granular

Antes de iniciar la colocación del material de subbase o base granular, la Administración deberá verificar que la superficie sobre la que se colocará la capa de subbase o base granular, haya sido aprobada de acuerdo con la Sección que corresponda según la capa subyacente.

Los materiales se colocarán por descarga directa o utilizando algún tipo de acabadora o caja distribuidora y es responsabilidad del Contratista velar por la correcta homogenización del material.

La observación de zonas evidentemente segregadas o con concentración de finos en la superficie en el tramo entregado, a criterio de la inspección, es suficiente para indicar al Contratista que corrija esas deficiencias antes de iniciar el proceso de inspección y recepción.

Se debe tender y conformar la capa de agregados sobre la superficie preparada en una capa uniforme.

(c) Compactación del material de subbase y base granular

Se debe determinar el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima de acuerdo con la prueba AASHTO T180, método D. Se debe mezclar el agregado y ajustar el contenido de humedad dentro de un rango del $\pm 2 \%$ del contenido de humedad óptimo.

Cada capa de subbase o base granular se debe compactar en todo el ancho hasta obtener una densidad de $97,5 \% \pm 2,5 \%$ de la densidad máxima (obtenida del Proctor modificado AASHTO T180), corrigiendo con respecto al porcentaje de

partículas gruesas de acuerdo con el ensayo AASHTO T224. La densidad en sitio y el contenido de humedad se deben determinar según el ensayo AASHTO T310 (ASTM D6938) u otros procedimientos de ensayo previamente aprobados por la Administración.

Adicionalmente, para la aceptación de tramos de subbase y base granular para rutas de bajo volumen de tránsito ($TPD_i < 500$, siendo i año base), se recomienda de manera opcional, la evaluación de la resistencia de la capa de material con el ensayo de penetración medida con el cono dinámico según la norma ASTM D6951, u otro equipo calibrado y aprobado por la Administración, que permita determinar la resistencia en sitio de la capa compactada de material de subbase y base granular, para una compactación de $97,5 \% \pm 2,5 \%$ de la densidad máxima.

La compactación deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, de forma paralela a la línea centro de la carretera. A lo largo de los bordillos, cabezales, muros y demás zonas que no son accesibles con el rodillo compactador, se debe tratar el material con apisonadores o compactadores aprobados por la Administración.

El espesor total de las capas individuales que se construyan no deberá exceder de 150 mm una vez compactada. Cuando se requiera más de una capa, se debe compactar cada capa según lo descrito en esta Subsección, antes de colocar la capa siguiente. Se debe conducir el equipo de acarreo de manera uniforme sobre todo el ancho de la superficie para minimizar la formación de surcos o una compactación irregular.

El Contratista, por medio de su Ingeniero Residente, deberá solicitar la inspección del tramo que ha terminado y revisado con 24 horas de anticipación. Los tramos presentados de subbase o base granular para su revisión y aceptación deberán tener una longitud máxima de 300 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros, de acuerdo con lo definido por la Administración.

La Administración iniciará la inspección con una auscultación visual del tramo que se entrega, según lo descrito en la Subsección 107.02 Inspección visual de estas especificaciones. Si, como resultado de esta inspección, se determina que existen segregaciones, puntos flojos o cualquier otro tipo de anomalía, la Administración indicará al Contratista que deberá proceder a corregir los defectos encontrados

antes de continuar con el proceso de inspección y deberá asumir el costo de la reparación de los tramos que no cumpla con las especificaciones aquí establecidas.

Si el tramo de subbase o base granular cumple con la inspección visual, la Administración solicitará la topografía para verificar que los niveles de acabado de la capa cumplan con los niveles indicados en los planos, con una variación máxima de + 15 mm para la subbase o + 10 mm para la base granular.

Se consideran áreas defectuosas, las que presenten desviaciones del nivel indicado en los planos de la superficie mayores de 15 mm para la subbase o 10 mm para la base granular entre dos puntos de contacto medido con un escantillón de 3 m. En el caso de capas de subbase intermedias, el criterio a emplear, será determinar que la superficie del paño sea uniforme y no presente ondulaciones o protuberancias mayores de 30 mm determinadas mediante el uso de un escantillón de 3 m de largo. De no cumplirse con los anteriores requisitos, el Contratista deberá reconformar la superficie del tramo hasta lograr una superficie uniforme que cumpla lo especificado.

Superada la etapa de verificación de niveles, la Administración solicitará la presencia del laboratorio de verificación de calidad del proyecto, para verificar que la compactación de la subbase o base granular colocada cumpla con la densidad en sitio especificada en esta Sección.

Una vez que se cuente con los datos de topografía y del laboratorio de verificación de calidad de la Administración y estos reflejen el cumplimiento de las especificaciones, la Administración emitirá la respectiva aprobación del tramo.

301.04 Mantenimiento

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de agregados, la pendiente y la sección transversal, nivelando, agregando agua, compactando con rodillo o cualquier combinación de lo anterior hasta que se coloque la siguiente capa. Se deben corregir los defectos de acuerdo con la Subsección 301.03 Colocación y compactación, en lo referente a este tema.

Una vez recibida la subbase o base granular a satisfacción por parte de la Administración, el Contratista deberá darle el mantenimiento adecuado a la estructura durante el período que esta se encuentre expuesta. La Administración deberá velar por la protección de esta capa, según lo previsto en el diseño para el tipo de capa de rodadura definitiva. En el caso

de capas de rodadura granulares expuestas se deberá cumplir con lo establecido en la Sección 312 Capa granular de rodadura expuesta.

Asimismo, deberá cumplirse lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

301.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y las Tablas 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares.

De manera que:

- Los tramos de aceptación presentados para su revisión, deberán tener una longitud máxima de 300 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros.
- Los materiales en las fuentes y frentes de trabajo, deben cumplir con lo indicado en la Subsección 301.02 Materiales, en las Tablas 301-01 Información requerida para el Tramo de prueba, 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares.
- Para efectos de pago, se evaluará la graduación para el material de subbase y base de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). Otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Para el control en sitio del material, se debe evaluar la graduación de agregados, límites de Atterberg, capacidad de soporte (CBR), contenido de humedad, densidad máxima y en sitio, de acuerdo con las Tablas 301-02 Requisitos mínimos de

muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares.

- El proceso de preparación de la superficie, debe cumplir con lo indicado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, para el caso de las subbases; y además en la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma, para las bases.
- El proceso de colocación y extendido del material, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa, y lo expuesto en la Tabla 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y en la Tabla 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares.
- El proceso de re conformación, debe cumplir con lo indicado en la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.
- El proceso de compactación, la densidad en sitio y la resistencia, deberán satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, en la Tabla 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y en la Tabla 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares.
- El acabado, las cotas de niveles y la tolerancia de la superficie acabada, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa, y en las Tablas 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares.
- Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados, para lo cual en el caso de materiales estos deberán ser sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y, en el caso de procesos constructivos, los mismos deberán repetirse hasta que se produzca el resultado aceptable.

301.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 301 Subbases y bases granulares, para efectos de aceptación o pago de los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- La medición se realizará por metros cúbicos (m³), en sitio una vez conformado, compactado y acabado, de acuerdo con la estructura de pavimento indicada en la sección típica de diseño, con el espesor en sitio, o bien, verificando por topografía por secciones transversales cada una de las capas de subbase o base granular aprobadas según la Subsección 301.05 Aceptación. No se pagarán volúmenes por sobre-espesor, si existieran.
- Cuando se trate de secciones especiales que no se especifican con una sección típica determinada, la medición se realizará por medio de levantamiento topográfico.
- La tolerancia de superficie acabada definida en la Subsección 301.03 Colocación y compactación, inciso (c) Compactación del material de subbase y base granular, se medirá en mm, con escantillón de 3 m de largo con 2 puntos de apoyo.

301.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobreespesor de la capa de agregado.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) cuando corresponda, de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.301.01	Subbase granular graduación ____	Metro cúbico	(m ³)
CR.301.02	Base granular graduación _____	Metro cúbico	(m ³)

301.08 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En las Tablas 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en las Tablas 301-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares y 301-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración a través de terceros contratados para dicha función, debe estar debidamente acreditado bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 301-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subbases granulares

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Fuente						
Agregado para capas de subbase granular (703.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Pérdida por abrasión	AASHTO T96	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material (107.06)	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Pérdida de sanidad en sulfato de sodio (grueso y fino)	AASHTO T104			
		Caras fracturadas	ASTM D5821			
		Granulometría	AASHTO T27 y T11			
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			
Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T193					
Producción inicial (Tramo de prueba mínimo 100 m)						
Capas de subbase granular (703.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	mínimo 1	Subbase colocada en el proyecto (107.07)	Antes de colocar la siguiente capa
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90	mínimo 1		
		Humedad-Densidad ⁽³⁾	AASHTO T180 Método D	mínimo 1		
		Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 ASTM D6938	mínimo 3		
	Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951/D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	3 punto de medición cada 100 m de carril	En sitio (inicio, medio y final del tramo) luego de la compactación		
Inspección visual (107.02)	Acabado	(Subsección 301.04)	(Subsección 301.04)			

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Producción y control en sitio (Tramo de aceptación cada 300 m)						
Capas de subbase granular (703.05)	Procesos de control estadístico (107.05) (153.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11 (703.05)	1 por cada 600 m ³ o mínimo 1 por día de producción	Material antes de iniciar la compactación	Al completar el ensayo
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			
	Humedad-Densidad ⁽³⁾	AASHTO T180 Método D	1 por cada 3000 m ³ o mínimo 1 por semana de producción			
	Capacidad de Soporte (CBR)	AASHTO T193				
	Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 ASTM D6938	1 por cada 300 m ³ colocados			
Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951/D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m de carril	En sitio luego de la compactación (107.07)	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie	

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Producto terminado						
Capas de subbase granular (301 y 703.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación 4,75 mm (N°. 4) 75 µm (N°. 200)	AASHTO T27 y T11	1 por cada 500 m ³ colocados en el proyecto antes de compactar	Del material colocado y procesado (107.07)	Antes de colocar la siguiente capa y como respaldo para el trámite de pago
		Otros tamices especificados por la Administración				
		Espesor, pendiente transversal y niveles de cota	Variación máxima (Subsección 301.03)	A cada 10 m o lo determinado por la Administración	En sitio luego del proceso de acabado	24 h después de finalizado el trabajo, pero antes de continuar con otro tramo
Tolerancia desviaciones de superficie	Desviación máxima (Subsección 301.03)	A cada 20 m o lo determinado por la Administración				

Notas:

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.

(2) Se recomienda de manera opcional, la evaluación de la resistencia en sitio en las capas de subbase granular para rutas debajo volumen de tránsito ($TPD_i < 500$, siendo i año base), utilizando el ensayo de cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración; esta deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al $97,5 \% \pm 2,5 \%$ de la densidad máxima.

(3) Al menos 5 puntos por Proctor modificado.

Tabla 301-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para bases granulares

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Fuente						
Agregado para capas de base granular (703.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			
		Pérdida por abrasión	AASHTO T96			
		Índice durabilidad gruesos y finos	AASHTO T210			
		Caras fracturadas	ASTM D5821			
		Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T180 y AASHTO T193			
Producción inicial (Tramo de prueba mínimo 100 m)						
Material granular (703.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	mínimo 1	Base colocada en el proyecto (107.07)	Antes de colocar la siguiente capa
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90	mínimo 1		
		Humedad-Densidad ⁽³⁾	AASHTO T180 Método D	mínimo 1		
		Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 ASTM D6938	mínimo 1		
		Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951/D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	3 punto de medición cada 100 m de carril			En sitio luego de la compactación
	Inspección visual (107.02)	Acabado	(Subsección 301.04)	(Subsección 301.04)		

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Producción y control en sitio (Tramo de aceptación cada 300 m)						
Material granular (703.05)	Procesos de control estadístico (107.05) (153.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	1 por cada 600 m ³ o mínimo 1 por día de producción	Material antes de iniciar la compactación	Al completar el ensayo
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			
		Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T193	1 muestra cada 3000 m ³ o mínimo 1 por semana de producción		
		Humedad-Densidad ⁽³⁾	AASHTO T180 Método D			
	Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 ASTM D6938	1 por cada 300 m ³ colocados			
Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951/D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m de carril	En sitio luego de la compactación (107.07)	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie	

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Producto terminado						
Capas de base granular (301 y 703.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación 9,5 mm 4,75 mm (N°. 4) 75 µm (N°. 200)	AASHTO T27 y T11	1 por cada 500 m ³ colocados en el proyecto antes de compactar	Del material colocado y procesado (107.07)	Antes de colocar la siguiente capa y como respaldo para el trámite de pago
		Otros tamices especificados por la Administración				
		Esesor, pendiente transversal y niveles de cota	Variación máxima (Subsección 301.03)	A cada 10 m o lo determinado por la Administración	En sitio luego del proceso de acabado	24 h después de finalizado el trabajo, pero antes de continuar con otro tramo
Tolerancia desviaciones de superficie	Desviación máxima (Subsección 301.03)	A cada 20 m o lo determinado por la Administración				

Notas:

- (1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.
- (2) Se recomienda de manera opcional, la evaluación de la resistencia en sitio en las capas de base granular para rutas debajo volumen de tránsito (TPD_i < 500, siendo i año base), utilizando el ensayo de cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración; esta deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al 97,5 % ± 2,5 % de la densidad máxima.
- (3) Al menos 5 puntos por Proctor modificado.

SECCIÓN 302 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO

302.01 Descripción

Los trabajos descritos en esta Sección corresponden al procedimiento de diseño y construcción de una base estabilizada con cemento (nueva y reciclada), equivalente a BE-25, sobre una superficie subyacente previamente preparada, ajustada a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, entre otros, mostrados en los planos. Adicionalmente, esta Sección comprende la construcción de una base estabilizada con cemento con agregado reciclado, producto de la recuperación del material existente en sitio o combinado con agregado virgen.

La capa de base estabilizada con cemento a construir podrá ser mezclada en planta o en sitio.

Antes de realizar los trabajos, en la reunión de preinicio del proyecto, la Administración en conjunto con el Contratista, deberá revisar y documentar el estado de conservación y ubicación de las edificaciones; así como, instalaciones eléctricas, tuberías, entre otras instalaciones visibles, dentro del derecho de vía, ya que pueden afectarse por el proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar previa y oportunamente las medidas preventivas y correctivas, según corresponda. El Contratista deberá contemplar su reparación en caso de afectar alguno, sin costo para la Administración; todo conforme con lo señalado en la Subsección 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje.

302.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Cemento hidráulico	701
Emulsión asfáltica (riego de imprimación)	702.03
Material de secado	703.13
Agregados para capas de base estabilizada con cemento	703.21
Aditivos químicos (retardadores de fragua)	711.03
Agua	725.01

Si se utilizan aditivos químicos, estos se deben almacenar en recipientes cerrados e impermeables.

Una base estabilizada con cemento que contenga material reciclado, debe cumplir con los requisitos de granulometría mostrados en la Tabla 703-21 Requisitos granulométricos para bases a estabilizar con cemento; de igual forma, si se requiere la combinación de agregados (agregado de aporte y de reciclado) para ajustar a la granulometría especificada, la mezcla de agregado deberá cumplir con el requisito granulométrico correspondiente.

Requerimientos para la construcción

302.03 Actividades previas a la estabilización de la base con cemento

La superficie subyacente donde se colocará la capa de agregados estabilizados con cemento, se preparará previamente de acuerdo con el tipo de agregado a utilizar:

(a) Capa nueva (agregado nuevo).

Se debe preparar la superficie subyacente de acuerdo con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.

(b) Capa reciclada (agregados existentes en sitio).

Se debe realizar una auscultación inicial del tramo a estabilizar cada 200 m o lo indicado por la Administración, con la cual se pueda obtener toda la información necesaria en campo que permita caracterizar los materiales existentes y luego con esta información efectuar el diseño correspondiente.

302.04 Diseño de base estabilizada con cemento (equivalente a BE-25)

El Contratista deberá entregar a la Administración el diseño de mezcla de la base estabilizada quince días antes del inicio de la producción en el proyecto. Adicionalmente, junto con el diseño de mezcla, el Contratista deberá entregar la siguiente información:

(a) Para cada diseño de mezcla con agregado nuevo, debe presentarse la fórmula de trabajo que indique:

- Fuente de los agregados a utilizar.
- Resultados de los ensayos de calidad del agregado utilizado en el diseño (granulometría, pérdida por abrasión, índice de durabilidad, límites de Atterberg, caras fracturadas) que cumplan con las especificaciones solicitadas.

- Relación densidad máxima y contenido de humedad de la mezcla de base estabilizada con cemento de acuerdo con lo indicado en el apartado (d) Metodología de diseño.
 - Resultado de ensayos de compresión inconfiada por contenido de cemento y gráfica de resistencia.
 - Porcentaje óptimo de cemento del diseño de la base estabilizada.
- (b) Para diseño de mezcla con materiales de sitio reciclados, debe presentarse la fórmula de trabajo que indique:
- Resultados de los ensayos de calidad de la combinación de agregados utilizados en el diseño (granulometría del material a ser estabilizado, pérdida por abrasión, índice de durabilidad, límites de Atterberg, caras fracturadas) que cumplan con las especificaciones solicitadas para base estabilizada. La muestra de material recuperado que se ensaya para obtener la granulometría de diseño, debe ser representativo del material que se estaría recuperando a lo largo del proyecto; para lo cual se debe recuperar utilizando el mismo equipo de perfilado o similar, durante el proceso de estabilización en el proyecto.
 - Se debe indicar si el material de sitio requerirá material de aporte, para lograr una granulometría que optimice el uso de cemento, además de la proporción a utilizar y la fuente de donde se extraerá.
 - Cuando esté conformado por material recuperado de la carpeta asfáltica y base se deben indicar los espesores y proporciones de cada capa que se deben recuperar para lograr una granulometría que optimice el uso de cemento. En el caso de utilizar el material recuperado de la carpeta asfáltica es necesario determinar técnicamente, la porción máxima de material asfáltico a utilizar, por medio de ensayos, con el fin de lograr un diseño de laboratorio, con el contenido de cemento óptimo obtenido de dicho diseño de mezcla.
 - Relación densidad máxima y contenido de humedad para cada contenido de cemento, de acuerdo con lo indicado en el apartado (d) Metodología de diseño.
 - Resultado de ensayos de compresión inconfiada por contenido de cemento y gráfica de resistencia.

(c) Cuando la Administración lo solicite para efectos de verificación de calidad, el Contratista deberá entregar:

- Una muestra de 90 kg del material a utilizar.
- Una muestra de 10 kg del cemento hidráulico a utilizar.
- Una muestra de 2 kg del retardador de fragua u otros aditivos si se propone utilizar.

(d) Metodología de diseño:

Se debe estimar el contenido inicial de cemento requerido para obtener la resistencia a la compresión de diseño (a los 7 días). Adicionalmente, se deberán seleccionar dos contenidos de cemento por masa; el primero a 2 puntos porcentuales por encima y el segundo a 2 puntos por debajo, del contenido inicial establecido; se deben tener los datos de resistencia a la compresión de la variación del ± 2 % de cemento con respecto al cemento establecido en el diseño.

Para los tres contenidos de cemento utilizados en el diseño:

- Es necesario utilizar un mínimo de 4 contenidos de humedad para determinar la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad para cada mezcla de agregado con cemento de acuerdo con AASHTO T134, Método B (que utiliza el molde de 4 pulgadas), pero variando el método de compactación, de acuerdo con la norma AASHTO T180, Método C (molde de 4 pulgadas, 5 capas, 25 golpes, mazo de 4,54 kg).
- Se debe determinar la resistencia a la compresión de al menos 3 cilindros a los 7 días para (edad de falla) para cada humedad-densidad determinada anteriormente de acuerdo con la norma ASTM D1633, Método A; compactando los especímenes de acuerdo con la AASHTO T180 Método C (molde de 4 pulgadas, 5 capas, 25 golpes, mazo de 4,54 kg).

Se debe diseñar y utilizar una mezcla que cumpla los requisitos de la Tabla 302-01 Parámetros de diseño de las mezclas de agregados y cemento.

Tabla 302-01*Parámetros de diseño de las mezclas de agregados y cemento*

Material o propiedad	Requerimiento
Agregado	91 – 97 % ⁽¹⁾
Cemento hidráulico	3 – 9 % ⁽¹⁾
Resistencia promedio a la compresión inconfiada (Falla 7 días), ASTM D1633, método A ⁽²⁾	3,0 MPa

Notas:

(1) Por masa de la mezcla total seca.

(2) Se deberán compactar los especímenes de acuerdo con la norma AASHTO T180 Método C (molde de 4 pulgadas, 5 capas, 25 golpes, mazo de 4,54 kg)

En una gráfica se deberá representar la resistencia a la compresión, para cada uno de los contenidos de cemento utilizados. El contenido óptimo de cemento de diseño corresponderá al porcentaje de cemento con el que se logra alcanzar la resistencia de diseño a la compresión de 3,0 MPa promedio a los 7 días.

Se debe iniciar la producción únicamente después de que el diseño de mezcla ha sido aprobado por la Administración. Si se produjera un cambio en la fuente de agregados es requerido presentar un nuevo diseño de la base estabilizada y los nuevos materiales para su verificación.

Durante el proceso de producción será necesario controlar la calidad de la base estabilizada con cemento de acuerdo con lo especificado en la Tabla 302-02 Especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción y lo especificado en la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento.

Tabla 302-02

Especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción

Resistencia a la compresión inconfiada (Falla 7 días), ASTM D1633, método A	Especificación
Mínima	2,1 MPa
Promedio	3,0 MPa
Máxima	3,9 MPa

Notas:

- (a) El método de compactación para la preparación de especímenes tanto para diseño como para control de calidad, deberá realizarse de acuerdo con AASHTO T180 Método C (molde de 4 pulgadas, 5 capas, 25 golpes, mazo de 4,5 kg).
- (b) En campo se debe de seguir el procedimiento completo AASHTO T180 Método C, incluyendo la sustitución del material retenido en la malla de 19 mm.
- (c) La resistencia se verificará con 3 especímenes moldeados durante el proceso de construcción de la base estabilizada.

302.05 Tramo de prueba

El Contratista deberá realizar el tramo de prueba con 7 días de antelación al inicio de las labores e informar oportunamente a la Administración indicando y solicitando la aprobación de la sección del proyecto en donde propone realizar el tramo de prueba.

Antes de iniciar las labores para la construcción del tramo de prueba, es necesario verificar que el material que se coloque haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas. Para el caso en el que se realiza una base estabilizada con agregado recuperado se deberá realizar escarificación y muestreo del material a utilizar, con el fin de verificar los requerimientos de granulometría especificados en esta Sección.

El tramo de prueba deberá tener una longitud mínima de 100 m, y el ancho total del carril de diseño. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración.

Se deberá adquirir tres muestras aleatorias de material perfilado del tramo de prueba después de que el material haya pasado a través de la unidad de trituración, pero antes de que se adicione el cemento hidráulico; para verificar que el 100 % pasa por el tamiz de 75 mm.

Adicionalmente, el tramo de prueba tendrá el objetivo de verificar que el proceso utilizado para la homogenización del material y el número de pasadas del equipo de compactación, obtenga la densidad especificada para la capa de base estabilizada. Una vez verificado el proceso, el Contratista deberá registrar el proceso ejecutado, así como las características del equipo y maquinaria utilizada, para garantizar repetibilidad. La compactación se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 302.07 Compactación y acabado. Si no se obtiene la densidad requerida o existen problemas de homogenización, el Contratista debe corregir su proceso constructivo y realizar un nuevo tramo de prueba. El Contratista deberá asumir el costo de reconstrucción del tramo o tramos de prueba que no cumplan con las especificaciones establecidas. La disposición de material de los tramos de prueba inaceptables, se realizará conforme lo indicado en la Subsección 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.

Se deben aplicar estos procedimientos iniciales cada vez que se cambien los métodos constructivos, cuando se haya detenido el trabajo por inconsistencias con las medidas de calidad según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, o al inicio de un nuevo ciclo de construcción.

Todo lo descrito en esta Subsección, deberá realizarse de acuerdo con los procedimientos propuestos para la totalidad del proyecto según lo planteado en los planos constructivos y lo indicado en esta Sección.

302.06 Pulverización y mezclado

Para el proceso de pulverización y homogenización el Contratista debe proporcionar un recuperador de caminos idóneo para esta técnica de recuperado aprobado por la Administración. En el caso de base recuperada se debe pulverizar en sitio el material existente de la capa de rodamiento asfáltico y de la base, hasta que 100 % pase por el tamiz de 75 mm. Reprocesar o remover partículas grandes y desechar éstas, según la Subsección 203.05 Material de desecho.

Si así se requiere, se debe incorporar agregado de aporte, en la proporción y cantidad que sea requerido para cumplir con las especificaciones de granulometría solicitadas, en un porcentaje que permita obtener un material combinado con cumplimiento de una base estabilizada con cemento (según la Sección 703.21 Agregados para capas de base estabilizadas con cemento, y de acuerdo con lo que establezca el Contrato). Es necesario mezclar hasta lograr un material homogéneo.

No se debe colocar la capa de agregado estabilizado cuando la superficie subyacente esté saturada o cuando esté lloviendo.

La humedad del agregado en el momento de la aplicación del cemento deberá ser la adecuada para permitir una mezcla uniforme durante las operaciones de mezclado, además, deberá estar dentro del 2 % con respecto al contenido de humedad óptimo, evitando excederlo, dado que esto podría dificultar la compactación requerida.

La mezcla deberá comenzar tan pronto como sea posible después de que el cemento se haya extendido y se deberá continuar hasta que se produzca una mezcla uniforme. La mezcla final deberá cumplir con la elevación y el espesor de diseño.

El método de mezclado de la base estabilizada con cemento a utilizar deberá ser aprobado previamente por la Administración durante la construcción del tramo de prueba.

302.06.01 Mezclado

En términos generales, las operaciones de adición del cemento, mezclado, colocación, compactación y acabado deberán ser continuas y finalizadas dentro de los primeros 90 minutos desde el inicio del mezclado y 2 horas cuando se utilicen aditivos retardantes aprobados por la Administración. No se debe dejar la mezcla de cemento, agua y agregado sin manipular por más de 30 minutos.

(a) Método de mezclado en planta central

La base estabilizada podrá ser mezclada en una planta central tipo flujo continuo, de bache o de tambor giratorio, según la dosificación aprobada en el diseño. La planta deberá estar equipada con dispositivos de medición y alimentación que adicionarán a la mezcladora el agregado, cemento y agua en las cantidades especificadas. Si es necesario, un dispositivo de tamizado se utilizará para eliminar el material de gran tamaño (mayor que 75 mm para agregado recuperado o mayor que 50 mm para agregado nuevo) antes de la mezcla. Los agregados y el cemento se mezclarán lo suficiente para evitar que se formen grumos de cemento cuando se añada el agua.

El tiempo de mezclado deberá ser tal que garantice una mezcla uniforme del agregado, cemento y agua. Se debe mantener la precisión de las cantidades de los agregados, cemento, aditivos químicos y agua (basadas en la masa total seca) dentro de las siguientes tolerancias:

- Agregados $\pm 2,0$ % por masa
- Cemento $\pm 0,5$ % por masa
- Retardador de fraguado u otro aditivo $\pm 2,0$ % por masa
- Agua $\pm 2,0$ % por masa.

Nota: se recomienda evitar exceder el contenido de humedad óptimo.

Si se requiere, se puede utilizar un aditivo para retardar la fragua inicial (máximo de 2 horas). Se debe disolver el retardador en agua y agregar la solución de manera uniforme a la mezcla.

El transporte de la mezcla se debe hacer en vehículos que mantengan el contenido de humedad y eviten la segregación y la pérdida del material fino. Se deberán proveer cobertores para proteger el material de las condiciones meteorológicas. Cualquier mezcla humedecida en exceso por la lluvia, ya sea durante el transporte o después de que se ha extendido, estará sujeta a rechazo.

El tiempo total transcurrido entre la adición de agua a la mezcla de base estabilizada y el inicio de la compactación deberá ser el mínimo posible. El tiempo de transporte no deberá ser superior a 30 minutos, y la compactación deberá comenzar tan pronto como sea posible después del esparcido. Si se utilizan aditivos dependerá de las indicaciones del fabricante y aprobación de la Administración.

(b) Método de mezclado en sitio

Cuando el agregado a estabilizar proviene de una fuente, se deberá colocar con el nivel de elevación que se indica en los planos o bien el espesor de acuerdo con el diseño estructural aprobado por la Administración.

La superficie de la capa de agregado a ser procesada como base estabilizada deberá tener una elevación tal que, cuando se mezcla con cemento y agua y se compacte a la densidad requerida, quede con el nivel de elevación que se indica en los planos o bien el espesor de acuerdo con el diseño estructural aprobado por la Administración. El material y las condiciones de la superficie deberán ser aprobados por la Administración antes de iniciar la siguiente fase de la construcción.

Cuando se realiza una base estabilizada reciclada producto de la escarificación de la capa existente, el agregado obtenido por la escarificación de la carretera, deberá

ser escarificado hasta que por lo menos el 50 % de todo el material pueda pasar por un tamiz N°. 4 (4,75 mm). Se desechará todo el material retenido en el tamiz de 75 mm y el material inadecuado por otros motivos. En caso de ser necesario incorporar material de aporte, este deberá ser mezclado con el existente y cumplir con la granulometría del diseño de mezcla aprobado por la Administración.

Para verificar que se haya obtenido la granulometría requerida, se deberán tomar las muestras respectivas del material escarificado y realizar el ensayo de granulometría para el tamiz N°. 4.

302.06.02 Incorporación del cemento

No se debe incorporar el cemento cuando las condiciones permitan una pérdida excesiva por efecto del agua o por el viento. Ante condiciones adversas de viento, será necesario tomar medidas correctivas para mitigar los efectos de dicha condición.

La cantidad especificada de cemento se aplicará de tal forma que quede uniforme, promueva una constancia en la dosificación del material, minimice el polvo y cualquier pérdida de cemento que se pueda presentar en el proceso constructivo.

(a) Aplicación como lechada

Se mezcla el cemento con el agua y se aplican como una suspensión diluida en agua o lechada utilizando camiones con distribuidores aprobados o mezcladores rotatorios. El equipo distribuidor y mezclador rotatorio debe estar provisto de un agitador que mantenga el cemento en suspensión en el agua. Se realizarán pasadas sucesivas sobre el material hasta obtener la humedad y el contenido óptimo del cemento para realizar la mezcla y compactación.

A menos que se utilice un aditivo retardador aprobado, el tiempo desde el primer contacto del cemento con el agua y su aplicación con el agregado, no excederá los 60 minutos y el tiempo desde la colocación de la suspensión en el agregado y el inicio de la mezcla no deberá exceder los 30 minutos.

(b) Método seco

Se debe aplicar el cemento de manera uniforme con un esparcidor aprobado. El agua se debe aplicar utilizando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad óptimo para realizar la mezcla y la compactación.

(c) Dosificación de cemento en sacos

Se deben colocar los sacos de cemento sobre el material granular extendido, a una distancia que permita una distribución uniforme y garantice la tasa de dosificación seleccionada. Luego deben romperse los sacos cuidadosamente evitando el levantamiento de partículas de cemento, minimizando cualquier pérdida de cemento que se pueda presentar durante la colocación de los sacos y procurando distribuirlo lo mejor posible sobre la base. La distribución puede hacerse de forma manual, con rastrillos o con niveladora.

Es necesario que se verifique que las distancias entre los sacos permiten cumplir con la cantidad de cemento por m^3 que se indica en el diseño de la estabilización. El empaque de los sacos de cemento deberá retirarse del pavimento antes de iniciar con el mezclado. Además, deberá disponerse de ellos de manera responsable, evitando que se desechen alrededor del sitio del proyecto.

(d) Colocación de base estabilizada con cemento, mezclada en planta.

Inmediatamente antes de la colocación del material, la superficie subyacente deberá estar en una condición húmeda.

Además, la Administración deberá verificar que la superficie sobre la que se colocará esta capa, haya sido aprobada de acuerdo con la sección que corresponda según la capa subyacente y la Subsección 302.03 Actividades previas a la estabilización de la base con cemento.

La mezcla se deberá manipular sin segregarla, esparciéndola con uno o más dispositivos aprobados que produzcan una capa uniforme. Es recomendable distribuir la mezcla con una pavimentadora (finisher) para lograr una distribución homogénea. Cuando se coloque material de base estabilizado con cemento en carriles adyacentes, no debe transcurrir más de 60 minutos en la colocación de la capa entre un carril y otro; en caso de que la colocación del material exceda los 60 minutos, se deberán realizar juntas de construcción entre los carriles de acuerdo con lo especificado en la Subsección 302.08 Juntas de construcción.

No se debe dejar la mezcla de cemento, agua y agregado en reposo sin compactar por más de 30 minutos. Las operaciones de incorporación del cemento, mezcla,

compactación y acabado deberán ser continuas y completadas dentro de 2 horas (si se utiliza un retardador) a partir del inicio del mezclado.

La superficie de la base estabilizada, deberá cumplir con las especificaciones técnicas (alineamientos, rasantes, espesores, secciones transversales y de acuerdo con los planos aprobados por la Administración.

Si se requiere colocar capas subsecuentes, se debe asegurar que la base estabilizada es lo suficientemente estable para soportar el equipo de construcción requerido sin deteriorar o deformar permanentemente la superficie.

302.07 Compactación y acabado

Al inicio de la compactación de la capa de base estabilizada con cemento el contenido de humedad deberá estar dentro del 2 % del contenido de humedad óptimo de la mezcla, evitando excederlo. Ningún sector se deberá dejar en reposo más de 30 minutos durante las operaciones de compactación. Todas las operaciones de compactación deberán completarse dentro de 2 horas desde el inicio de la mezcla.

La base estabilizada será compactada de manera uniforme hasta obtener una densidad máxima seca no menor del 97 % del Proctor modificado. La humedad óptima y la densidad seca máxima se determinarán antes del comienzo de la construcción (ver Subsección 302.04 Diseño de base estabilizada con cemento (equivalente a BE-25), apartado (c) Metodología de diseño) y también en el campo durante la construcción, mediante una prueba de humedad-densidad de acuerdo con lo indicado en la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento. La densidad en campo del material compactado puede ser determinada por el método nuclear (ASTM D6938, AASHTO T310) u otros procedimientos de ensayo previamente aprobados por la Administración.

Antes de finalizar la compactación se deberá conformar la capa estabilizada de acuerdo con los alineamientos y secciones transversales especificadas en planos de acuerdo con la Sección 301 Subbases y bases granulares. Si es requerido por la Administración la superficie será levemente escarificada o barrida para eliminar las huellas dejadas por los equipos de compactación o para evitar planos de compactación sin que esto signifique una reducción del espesor especificado en planos o definido en el diseño.

Todas las operaciones de acabado deberán completarse dentro de las 2 horas de inicio de mezcla como máximo. La superficie compactada debe quedar lisa, densa, libre de huellas, planos de compactación o material suelto. Todas las deformaciones deberán ser eliminadas y la superficie deberá compactarse nuevamente.

302.08 Juntas de construcción

Al final de cada día de construcción, o bien, después de un retraso de más de 2 horas en la colocación de la base estabilizada con cemento (mezcla producida en planta), se debe hacer una junta transversal haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara de corte aproximadamente vertical. Al iniciar el nuevo tramo de trabajo, es necesario escarificar el material anteriormente colocado y remezclar con material de base estabilizado nuevo, en una longitud de aproximadamente 900 mm del tramo adyacente previamente terminado.

Para carreteras que cubran un área amplia, la base estabilizada deberá ser construida en una serie de carriles paralelos, de longitud y ancho aceptados por la Administración, para lo cual se deberán formar juntas longitudinales rectas haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara aproximadamente vertical. Si el tiempo de colocación de dos paños adyacentes es mayor de 30 minutos, se debe hacer una junta de construcción.

Se deberá prestar atención a la construcción de la junta para que esta sea lo más vertical posible y se compacte correctamente, además los materiales deberán estar mezclados correctamente.

302.09 Tolerancia superficial

El acabado de la superficie compactada debe quedar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los planos constructivos, para producir una superficie uniforme, densa, sin ondulaciones y material suelto.

Se consideran áreas defectuosas, las que presenten desviaciones de la superficie mayores de 15 mm entre dos puntos de contacto del escantillón 3 m con la superficie según lo estipulado en la Subsección 301.03 Colocación y compactación, apartado (c) Compactación del material de subbase y base granular. Para corregir dichas áreas se debe escarificar el material, agregar o remover material según sea el caso, reconformar y finalmente compactar, sin costo para la Administración.

302.10 Curado

Cuando sea necesario el tránsito de equipo o maquinaria de construcción sobre los tramos terminados de base estabilizada, deberán protegerse de tal manera que se evite que el equipo genere deformaciones o dañe el trabajo terminado. Se deberá limitar la velocidad de circulación a 30 km/h máxima.

El curado de la capa de base estabilizada con cemento, ya sea con agregado nuevo o reciclado, se puede realizar por alguno de los dos métodos siguientes:

- (a) Curado con agua: Se debe mantener la capa terminada continuamente húmeda durante al menos 7 días o hasta que se coloque la siguiente capa. Esto se hace aplicando agua a presión por medio de una barra rociadora equipada con boquillas que producen una aspersion fina y uniforme, que no genere erosión de la superficie terminada. También se puede utilizar un geotextil o membrana aprobada por la Administración, que garantice mantener la humedad durante el proceso de curado. Durante las primeras 24 horas de curado, utilizar un camión de agua con riego lateral para evitar que transite encima de la capa de base estabilizada. Es necesario tener especial cuidado con el curado de los bordes y juntas de construcción, para evitar su desecación. Si se va a colocar y compactar otra capa, se deberá realizar dentro de los 7 días siguientes a la compactación y al acabado de la capa estabilizada.

- (b) Curado con sello de imprimación: Después de completar el acabado final, es necesario mantener la superficie continuamente húmeda durante al menos 7 días después de realizar la compactación y el acabado. Inmediatamente después de estos 7 días, se curará mediante la aplicación de un riego de imprimación con emulsión de rompimiento lento, según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, para la protección de la base estabilizada. El riego debe proporcionar una película uniforme sobre la superficie de la base estabilizada, bordes y juntas. No se deben sellar las subcapas intermedias de una misma capa de base estabilizada. Al utilizar el sello de imprimación se puede retrasar la colocación de la siguiente capa del pavimento sobre la base estabilizada por un período de hasta 14 días adicionales.

Si es necesario abrir la superficie de la base estabilizada terminada al tránsito vehicular, se podrá aplicar material de secado de acuerdo con la Sección 703.13

Material de secado. El sobrante de este material deberá ser removido inmediatamente después de su colocación.

302.11 Mantenimiento

Una vez recibida la base estabilizada a satisfacción por parte de la Administración, el Contratista deberá darle el mantenimiento adecuado a la estructura durante el período que esta se encuentre descubierta. Asimismo, deberá cumplirse lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

No se debe permitir el paso del tránsito sobre la capa de agregados estabilizados después de finalizada la compactación durante un periodo de siete días, siguiendo lo indicado en la Subsección 302.10 Curado. La superficie podrá ser abierta al tránsito liviano cuando la capa estabilizada posea una resistencia a la compresión uniaxial no menor a 2,0 MPa (conforme a las resistencias especificadas en la Tabla 302-02 Especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción, siempre y cuando exista un control permanente de paso de vehículos livianos, evitando el paso de vehículos pesados que puedan deteriorar la estructura.

Si la base de material estabilizado pierde esa condición, densidad o el acabado antes de la colocación de la siguiente capa o de la aceptación del trabajo, se debe reprocesar, recompactar y adicionar el cemento o aditivos necesarios en todo el espesor para restablecer la resistencia del material dañado. Si durante su curado se utilizó un sello de imprimación, se deberá aplicar nuevamente cuando la película sea dañada o existan desprendimientos del material.

Cuando la base estabilizada con cemento es curada con agua, se debe colocar un riego de imprimación de acuerdo con la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, antes de la colocación de la capa de mezcla asfáltica, siguiendo lo indicado en la Subsección 302.10 Curado.

302.12 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los

procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección.

Se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos de muestreo y ensayo indicados en la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento, que además se complementará con la respectiva visita al sitio, según la Sección 106 Control del material, las Subsecciones: 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificados, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los tramos de aceptación presentados para su revisión, no podrán tener una longitud menor de 250 m, con excepción de casos especiales como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros.
- El cemento y aditivos químicos se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La granulometría de los agregados se evaluará según la Subsección 703.21 Agregados para capas de base estabilizadas con cemento y lo que indique la Tabla 703-21 Requisitos granulométricos para bases a estabilizar con cemento.
- El proceso de pulverización, mezcla y estabilización, incluyendo el espesor de la capa, se aceptarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y, la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento.
- La construcción de capas de agregados estabilizados se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La preparación de la superficie sobre la que se colocará la capa nueva (agregado virgen) de agregados estabilizados se evaluará de acuerdo con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.
- El acabado superficial se deberá evaluar de acuerdo con lo establecido en la Sección 302.07 Compactación y acabado.
- Los riegos de imprimación o liga se evaluarán de acuerdo con la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica y 107.03 Certificación.

- El material de secado se evaluará de acuerdo con la Sección 703.13 Material de secado.
- La base estabilizada con cemento, no debe ser aceptada si se encuentra un espesor 10 % menor del espesor de diseño en cualquiera de los puntos que se revisen.

Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados y estos deberán ser ajustados o sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y en el caso de procesos constructivos deberán repetirse hasta que se produzca un resultado según lo estipulado en esta Sección.

302.13 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 302 Base estabilizada con cemento, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- Para todos los casos (utilización de agregado virgen, agregado reciclado o agregado reciclado con incorporación de agregado virgen), la capa se medirá por metros cúbicos (m^3) colocado en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales, la cual deberá incluir todas las cantidades de materiales indicados en el diseño de la base estabilizada con cemento presentado por el Contratista producto de un análisis previamente realizado.
- La recuperación y estabilización, se medirá en metros cúbicos (m^3), con topografía por secciones transversales.
- La verificación de las cotas de elevación, espesores, se medirá en metros lineales (m), con topografía para secciones transversales.
- El riego de imprimación y el material de secado, se medirán según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica. No se reconocerá ningún pago adicional por la remoción del exceso del material de secado.

- La tolerancia de superficie acabada, se medirá en milímetros (mm), con codal de 3 m de largo con 2 puntos de apoyo, de acuerdo con la Subsección 302.09 Tolerancia superficial.
- La limpieza del borde del pavimento existente, se medirá según la Sección 201 Limpieza y desmonte.
- Los materiales inadecuados eliminados y de desecho, se medirán según la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos, y la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, según sea el caso.

La construcción de la capa de base estabilizada con cemento comprende la mezcla, homogenización, humedecido, compactación y acabado final de capa de agregados estabilizados con cemento, incluyendo su curado con agua o con un sello de imprimación.

302.14 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobre espesor de la capa intervenida.

El pago de los renglones "Base nueva estabilizada con cemento tipo BE-25" y "Base reciclada y estabilizada con cemento Tipo BE-25" homogenizada en planta o en sitio, será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección, los cuales incluyen: escarificación de la superficie existente (cuando corresponda), suministro de materiales (cemento hidráulico, agua, emulsión asfáltica, agregado nuevo, agregado de aporte, aditivos, material de secado u otros materiales aprobados por la Administración), homogenización por cualquiera de los métodos descritos, la colocación y conformación con el equipo adecuado, humedecido, compactación y acabado final de acuerdo con los procedimientos constructivos definidos y todo lo que se requiera para recibir la capa de agregados estabilizados con cemento a satisfacción de la Administración y de acuerdo con

el diseño de mezcla de la base estabilizada y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) cuando corresponda, de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.302.01	Base nueva estabilizada con cemento tipo BE-25	Metro cúbico compactado	(m ³)
CR.302.02	Base reciclada y estabilizada con cemento tipo BE-25	Metro cúbico compactado	(m ³)

302.15 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento, se presentan los requisitos mínimos para aceptación por calidad para el material a estabilizar; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valores de trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación por parte de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados para la realización de los ensayos indicados en la Tabla 302-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento, bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto

Tabla 302-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para base estabilizada con cemento

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Toma de muestras	Muestras fragmentadas	Tiempo de reporte	
Fuente									
Agregado nuevo para base estabilizada con cemento (703.21)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría 50 mm (2")	-	AASHTO T27 y T11	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material	Sí	Antes de realizar el diseño	
		4,75 mm (N°. 4)							
		0,425 mm (N°. 40)							
		75 µm (N°. 200)							
		Pérdida por abrasión							AASHTO T96
Índice durabilidad gruesos y finos	AASHTO T210								
Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90								
Caras fracturadas	-	ASTM D 5821							
Agregado recuperado para base estabilizada con cemento (703.21)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría 75 mm	-	AASHTO T27 y T11	1 por tipo de material recuperado	Después de la escarificación	Sí	Antes de realizar el diseño	
		4,75 mm (N°. 4)							
		Pérdida por abrasión							AASHTO T96
		Índice durabilidad gruesos y finos							AASHTO T210
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)							AASHTO T89 y T90
Caras fracturadas	-	ASTM D 5821							

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Toma de muestras	Muestras fragmentadas	Tiempo de reporte
Diseño de Mezcla								
Mezcla de base estabilizada con cemento (nueva o recuperada) (302.04) ⁽¹⁾	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Densidad-Humedad (máxima densidad)	-	ASTM D558 o AASHTO T134 ⁽²⁾	1 ensayo por contenido de cemento	En sitio	Sí	15 días antes del inicio de la producción
		Resistencia a la compresión inconfina	-	ASTM D1633, método A	1 ensayo por contenido de cemento ⁽³⁾		No	
Producción Inicial (Tramo de prueba 100 m)								
Agregado nuevo para base estabilizada con cemento (703.21)	Evaluación estadística (107.05)	Granulometría 50 mm (2") 4,75 mm (N°. 4) 0,425 mm (N°. 40) Otros tamices especificaciones	I I I II	AASHTO T27 y T11	Mínimo 1	Antes de la estabilización	Sí	Previo a la estimación de pago
Agregado recuperado para base estabilizada con cemento (703.21)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría 75 mm 4,75 mm (N°. 4)	-	AASHTO T27 y T11	Mínimo 1	Después de la escarificación y antes del mezclado con cemento hidráulico	Sí	Antes de realizar el diseño
Mezcla de base estabilizada con cemento (302)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Densidad-Humedad (máxima densidad)	-	ASTM D558 o AASHTO T134 ⁽²⁾	Mínimo 3	En sitio, inmediatamente después de la compactación (107.07)	No	Al completar ensayo
		Densidad in situ y contenido de humedad	-	AASHTO T310 ASTM D6938 u otros procedimientos aprobados				

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Toma de muestras	Muestras fragmentadas	Tiempo de reporte
	Evaluación estadística (107.05)	Resistencia a la compresión inconfiada ⁽³⁾	-	ASTM D1633, método A ⁽²⁾	Mínimo 1	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	7 días
Producción y control en sitio para cada tramo de aceptación (250 m)								
Agregado nuevo para base estabilizada con cemento (703.21)	Evaluación estadística (107.05)	Granulometría 50 mm (2")	I	AASHTO T27 y T11	1 muestra por cada 800 m ³	Antes de la estabilización	Sí	Previo a la estimación de pago
		4,75 mm (N°. 4)	I					
	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	-	AASHTO T89 y T90				
Agregado recuperado para base estabilizada con cemento (703.21)	Procesos de control (153.04)	Granulometría 75 mm 4,75 mm (N°. 4)	-	AASHTO T27 y T11	1 cada 3000 m ² , 600 m ³ o mínimo 1 por día	Después de la escarificación	Sí	Monitorear el porcentaje pasando el tamiza de 75 mm y N°. 4 (4,75 mm)
Mezcla de base estabilizada con cemento (302)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Densidad-Humedad (máxima densidad)	-	ASTM D558 o AASHTO T134 ⁽²⁾	1 por día	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Antes de continuar con los trabajos
		Densidad in situ y contenido de humedad	-	AASHTO T310 ASTM D6938 u otros procedimientos aprobados	1 por cada 1500 m ² , 300 m ³ colocados o mínimo 1 por día de producción	En sitio, inmediatamente después de la compactación (107.07)		Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Toma de muestras	Muestras fragmentadas	Tiempo de reporte
		Control de cotas en relación con el diseño	-	Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 10 m	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	NA	24 h después de terminado el trabajo y antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
	Evaluación estadística (107.05)	Resistencia a la compresión inconfiada ⁽³⁾	-	ASTM D1633, método A ⁽²⁾	1 cada 2000 m ² , 400 m ³ o 1 mínimo por día de producción	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	7 días de curado
Producto terminado								
Base estabilizada con cemento (302)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Control de cotas en relación con el diseño	-	Levantamiento topográfico (Subsección 301.03)	A cada 10 m o lo determinado por la Administración	En sitio luego del proceso de acabado	NA	24 h después de terminado el trabajo y antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
		Tolerancia superficial (302.10)	-	Desviación máxima (Subsección 301.03)	A cada 20 m o lo determinado por la Administración			

Notas:

(1) Esta mezcla puede incluir agregado triturado, el cual debe cumplir con lo planteado en la Tabla 703-21 Requisitos granulométricos para bases a estabilizar con cemento.

(2) Se deberán preparar los especímenes de acuerdo con la norma AASHTO T180 Método C (molde de 4 in, 5 capas, 25 golpes, mazo de 4,54 kg), según la Subsección 302.04 Diseño de base estabilizada con cemento (equivalente a BE-25) apartado (d) Metodología de diseño.

(3) Un ensayo consta de 3 especímenes.

(4) Resistencia a los 7 días de curado.

SECCIÓN 303 REACONDICIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA

303.01 Descripción

Este trabajo consiste en el reacondicionamiento de una superficie existente ya sea de ruedo o de una capa intermedia de la estructura del pavimento, donde se incluye el reacondicionamiento de las cunetas y espaldones expuestos (en tierra o lastre), subrasante y superficies granulares expuestas.

Se entiende por reacondicionar las actividades de escarificar (si corresponde), homogenizar, humedecer (si corresponde), distribuir y uniformizar la superficie existente, para adecuarla a las elevaciones, perfiles transversales y longitudinales, originales o requeridas por la Administración, para luego reconformar. Además, se deberá llevar el proceso de reconformación que consiste en nivelar, compactar y dar acabado a una superficie de rodamiento existente para devolver el nivel y los perfiles transversales y longitudinales originales o requeridas por la Administración.

El reacondicionamiento de la plataforma se ejecutará sólo si estudios y ensayos demuestran que las condiciones de los materiales existentes cumplen con las especificaciones requeridas por la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado y lo indicado por la Administración.

303.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguiente Subsección:

Agua	725.01
------	--------

Requerimientos para la construcción

303.03 Reacondicionamiento de las cunetas

Se debe remover todo el material desprendido, sedimentos y otros desechos de las cunetas existentes.

Para cunetas con recubrimiento se debe remover la vegetación que obstaculice el drenaje efectivo de agua pluvial. En caso de cunetas sin recubrimiento se debe mantener vegetación con una altura aproximada de 2 cm, ya que esta ayuda a reducir el grado de erosión causado por la escorrentía superficial de agua pluvial y el aporte de sedimentos a los cauces de agua cercanos y estructuras de drenaje como pasos de alcantarilla.

Se deberán reacondicionar y reconformar las cunetas, las entradas y salidas de las alcantarillas para lograr un drenaje efectivo y un ancho, profundidad y pendiente uniformes en la cuneta. Lo anterior, de acuerdo con las especificaciones de la sección típica del proyecto, manteniendo las elevaciones, perfiles transversales y longitudinales, originales o requeridas por la Administración.

Se debe desechar la basura, materiales inadecuados y excedentes o de desecho en sitios aprobados por la Administración.

303.04 Reacondicionamiento de los espaldones

Se deberán reparar las áreas inestables determinadas por el Inspector o el Ingeniero del proyecto, realizando una subexcavación de acuerdo con la Subsección 204.06 Subexcavación, y se aplicará la técnica adecuada para solventar el problema según lo que establezca el Ingeniero Responsable.

Se debe remover todo material desprendido y otros desechos de los espaldones existentes, incluyendo los espaldones de las áreas de parqueo propios de la carretera, retornos y otros sobre anchos.

Para espaldones con recubrimiento se debe remover la vegetación que obstaculice el drenaje efectivo de agua pluvial. En caso de espaldones sin recubrimiento se debe mantener vegetación con una altura aproximada de 2 cm, ya que esta ayuda a reducir el grado de erosión causado por la escorrentía superficial de agua pluvial y el aporte de sedimentos a los cauces de agua cercanos y estructuras de drenaje como pasos de alcantarilla.

Se reacondicionan y reconforman los espaldones, de acuerdo con las elevaciones, perfiles transversales y longitudinales, originales de la ruta o requeridas por la Administración.

Se debe desechar la basura, materiales inadecuados y excedentes o de desecho en sitios aprobados por la Administración.

303.05 Reacondicionamiento de la subrasante

Se deberán reparar las áreas inestables determinadas por el Inspector o el Ingeniero del Proyecto, realizando una subexcavación de acuerdo con la subsección 204.06 Subexcavación y se aplicará la técnica adecuada para solventar el problema según lo que establezca el Ingeniero Responsable.

En los 150 mm superficiales de la subrasante, se debe remover todo material orgánico, deletéreo o con un tamaño mayor según lo que establece la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado o de acuerdo con lo indicado por la Administración.

Para reacondicionar, se debe escarificar hasta una profundidad de 150 mm, y remover las irregularidades de la superficie. Lo anterior, de acuerdo con las especificaciones de la sección típica del proyecto, y manteniendo las elevaciones, perfiles transversales y longitudinales, originales de la ruta o requeridas por la Administración.

Para reconformar, se debe dar el acabado con una tolerancia de ± 20 mm para las superficies de tierra (rasante natural o terraplenes) y ± 30 mm para las superficies de roca (rasante natural o pedraplenes) al medirlo con un escantillón de 3 m u otro método aprobado por la Administración, con respecto al alineamiento, sección transversal y pendiente requeridas.

Para superficies en tierra (rasante natural o terraplenes) se debe obtener una compactación del 95 % de la densidad máxima de acuerdo con el Proctor aplicable. En el caso de superficies en roca (rasante natural o pedraplenes) se hará por medio de comprobaciones topográficas midiendo el espesor de la capa luego de la primera pasada y el asiento producido con la última pasada que ha de ser inferior al 1 % del espesor de la capa medido después de la primera pasada, si es mayor se debe continuar con la compactación hasta lograr el 1 % o menos.

Se debe desechar la basura, materiales inadecuados y excedentes o de desecho en sitios aprobados por la Administración.

303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados

Se deben remover las áreas inestables en todo el espesor de la superficie de agregados con materiales que cumplan con la Sección 301 Subbases y bases granulares.

Para reacondicionar, se debe escarificar el espesor de la capa de agregados o hasta una profundidad de 200 mm, la que sea menor, y se deben eliminar las irregularidades. Lo anterior, de acuerdo con las especificaciones de la sección típica del proyecto, y manteniendo las elevaciones, perfiles transversales y longitudinales, originales de la ruta o requeridas por la Administración.

Para la reconformación, se compactará la superficie de agregados a una densidad mínima del 95 % del Proctor modificado AASHTO T180.

303.07 Reacondicionamiento de la plataforma

En caso de que el trabajo consista en el reacondicionamiento de la plataforma (espaldones, cunetas y superficies de ruedo o subrasante), se debe llevar a cabo todo el trabajo aplicable descrito desde la Subsección 303.03 Reacondicionamiento de las cunetas, a la Subsección 303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados.

303.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material adicional que se utilice en el reacondicionamiento debe cumplir con los requisitos de muestreo y ensayo, de la Sección 312 Capa granular de rodadura expuesta y la Sección 301 Subbases y bases granulares, según corresponda.
- Se evaluará el trabajo de reacondicionamiento de la plataforma de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

303.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción y lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe considerar lo siguiente:

- Se debe medir la conformación de las cunetas y de los espaldones por kilómetros (km) o por metros lineales (m), a lo largo de la línea de centro de la calzada para cada lado de la carretera.
- Se debe medir el reacondicionamiento de la subrasante y el reacondicionamiento de la superficie de agregados, por kilómetros (km) si la sección transversal de la calzada es constante a todo lo largo o por metros cuadrados (m²). Se debe medir el área en metros cuadrados (m²) en una proyección horizontal.
- Se deben medir los desechos de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

303.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.303.01	Reacondicionamiento (descripción)	Metro lineal	(m)
CR.303.02	Reacondicionamiento (descripción)	Kilómetro	(km)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.303.03	Reacondicionamiento (descripción)	Metro cuadrado	(m ²)
CR.303.04	Reacondicionamiento, escarificación _____mm de espesor (descripción)	Kilómetro	(km)
CR.303.05	Reacondicionamiento, escarificación _____mm de espesor (descripción)	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 304 RECUPERACIÓN DE PAVIMENTO PARA CAPAS DE BASE

304.01 Descripción

Este trabajo consiste en pulverizar en sitio la capa de rodadura asfáltica y la base existentes, parcial o totalmente, para construir una capa de base reciclada sin agentes estabilizadores. Lo anterior, se realiza mediante la pulverización o el fresado del material existente (capa de rodamiento y base), y si el diseño lo requiere, se incorpora agregado triturado de aporte; para luego mezclar homogéneamente todo el material y proceder con su conformación, compactación y acabado; produciendo así una capa de base.

304.02 Materiales

Los materiales deberán de estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Agregado para capas de subbase y base granular	703.05
Agregado triturado (de aporte)	703.06
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

304.03 General

Previo a realizar los trabajos, la Administración deberá revisar y documentar el estado de conservación y ubicación de las edificaciones, así como, instalaciones eléctricas, tuberías de agua potable, alcantarillado, fibra óptica, poliducto, entre otros, dentro del derecho de vía; ya que pueden afectarse por el proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar previa y oportunamente las medidas preventivas y correctivas, según corresponda. El Contratista deberá contemplar su reparación en caso de afectar alguno, sin costo para la Administración.

Se debe realizar una auscultación inicial del tramo a estabilizar cada 200 m o lo indicado por la Administración, mediante deflectometría de impacto, calicatas (de al menos 30 cm de diámetro), o bien, extracción de núcleos, que permita identificar que exista un espesor uniforme del agregado a recuperar. Esto permitirá garantizar que el diseño de mezcla de la base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado con agregados recuperados cumpla con la homogeneidad solicitada y no presente variaciones que incidan en los requisitos especificados.

Antes de triturar las capas existentes, se deberá retirar y desechar cualquier material inadecuado que no cumpla con las especificaciones que aquí se establecen y de acuerdo con lo indique la Administración. Se deberá reemplazar el material no adecuado con agregado triturado de aporte, según la Subsección 304.05 Adición de agregado triturado.

Se debe proveer una capa de base ajustada a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones transversales, entre otros, mostrados en los planos constructivos. De igual forma, se debe verificar con topografía el cumplimiento de los niveles requeridos por el diseño y que estos no afecten los gálibos requeridos (espacio vertical libre entre la plataforma y otras estructuras) para las estructuras superiores como: puentes vehiculares, intercambios, puentes peatonales, puentes ferroviarios, entre otros.

La intervención se basará en los respectivos diseños y estudios técnico-económicos, suficientes y pertinentes, ejecutados por personal competente, que permitan establecer la capacidad estructural de la base para satisfacer las necesidades de carga reales de la ruta.

304.04 Tramo de prueba

Previo al inicio del proceso de mezclado, colocación y compactación de la base recuperada en el proyecto, el Contratista deberá realizar un tramo de prueba con 7 días de antelación al inicio de las labores e informar oportunamente a la Administración, indicando y solicitando la aprobación de la sección del proyecto en donde propone realizar el tramo de prueba. Este tiene como objetivo, verificar el proceso utilizado para la recuperación, homogenización del material y el número de pasadas del equipo de compactación.

Antes de iniciar las labores para la construcción del tramo de prueba, es necesario verificar que el material recuperado que se vaya a utilizar, o bien el material de aporte, en caso de ser requerido, haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas.

El tramo de prueba deberá tener una longitud mínima de 100 m y el ancho total del carril con las características de espesor establecidas en el diseño. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración. Lo anterior, de acuerdo con los mismos procedimientos propuestos para la totalidad del proyecto y lo especificado en la Subsección 304.07 Compactación y acabado.

Se deberá obtener tres (3) muestras aleatorias de material recuperado del tramo de prueba después de que este haya pasado a través de la unidad de trituración. Se verificará que el 100 % pasa por el tamiz de 50 mm.

Se determinará la densidad máxima seca muestreando el material procesado atrás del equipo de recuperación de pavimentos (antes de la compactación) y ensayando el material de acuerdo con la norma AASHTO T180, Método D. Se tomarán medidas de densidad in situ detrás de cada pasada del compactador, según la norma AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado por la Administración, para determinar el patrón de compactación necesario para lograr al menos un $97,5 \% \pm 2,5 \%$ de la densidad máxima seca y de acuerdo con la Sección 301 Subbases y bases granulares.

Este proceso se deberá repetir hasta que la Administración dé visto bueno al tramo de prueba o al cambiar los procedimientos de construcción. Los tramos de prueba aceptados por la Administración pueden permanecer en su lugar y se tomarán como parte de la capa completada. En caso de no aceptarse un tramo de prueba, el Contratista deberá corregir su proceso constructivo y deberá asumir el costo de reconstrucción del tramo de prueba que no cumplan con las especificaciones aquí establecidas; la disposición de material de los tramos de prueba inaceptables, se realizará conforme lo indicado en la Subsección 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.

Se deben aplicar estos procedimientos iniciales cada vez que se cambien los métodos constructivos, cuando se haya detenido el trabajo por inconsistencias con las medidas de calidad según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, o al inicio de una nueva construcción.

304.05 Adición de agregado triturado

Si es necesario y previa aprobación por la Administración, se podrá adicionar agregado triturado para llevar la superficie terminada a la línea de perfil, pendiente y sección transversal establecidos entre otros, mostrados en los planos constructivos.

304.06 Recuperación y mezclado

Para el proceso de recuperación de las capas existentes, el Contratista debe proporcionar un equipo idóneo para la recuperación de pavimentos que sea aprobado por la Administración. Se debe recuperar en sitio el material existente de la capa de rodamiento asfáltico y de la base, de acuerdo con lo indicado en el diseño, hasta que el 100 % del agregado recuperado pase por el tamiz de 50 mm, siguiendo y cumpliendo lo realizado en el tramo de prueba. Se debe reprocesar o remover las partículas grandes y desechar el material inapropiado que no cumpla con las especificaciones, siguiendo lo indicado en la Subsección 203.05 Material de desecho.

Durante el recuperado, se debe establecer el perfil y el control de la pendiente transversal si no se ha establecido ninguna y mantener la pendiente transversal o corona existente, de haberla.

Si se requiere ajustar la granulometría especificada, se debe incorporar agregado triturado de aporte según la Subsección 703.06 Agregado triturado, en la proporción y cantidad que sea requerido, en un porcentaje que permita obtener un material combinado con cumplimiento de una base granular según la Subsección 703.05 Agregado para capas de subbase granular y base granular, y de acuerdo con lo que establezca el Contrato.

Es necesario mezclar hasta lograr un material homogéneo, que cumpla con los requisitos indicados y posea el contenido de humedad óptimo especificado ± 2 %. La mezcla final deberá cumplir con la elevación y el espesor de diseño.

No deben realizarse trabajos cuando la superficie subyacente esté saturada o durante condiciones lluviosas, ni tampoco se debe comenzar un trabajo en el que se corra el riesgo de no ser completado dentro de las 48 horas posteriores al inicio, por la aparición de estas condiciones.

304.07 Compactación y acabado

Se realizará el proceso de compactación y acabado de superficie, pendiente transversal y niveles de cota, de acuerdo con la Sección 301 Subbases y bases granulares. Se debe limpiar la superficie compactada de material suelto, polvo u otro material utilizando métodos aprobados, según la Subsección 201.04 Limpieza.

Se deberá compactar y terminar cada segmento antes de comenzar las operaciones de mezcla en el siguiente segmento. Mantener el contenido de humedad de la mezcla dentro del $\pm 2\%$ del óptimo.

Se debe compactar el material procesado uniformemente hasta alcanzar al menos el $97,5\% \pm 2,5\%$ de la densidad máxima seca como se determinó en el tramo de prueba. Si el material cambia, restablezca la densidad máxima seca conforme al proceso llevado a cabo en el tramo de prueba. Determine la densidad en el lugar de acuerdo con la norma AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración.

Al finalizar la jornada, no se deben dejar segmentos incompletos, por lo que deberá cumplir con la longitud de tramo mínima de 300 m, según se indica en la Subsección 301.03 Colocación y compactación, en el apartado (c) Compactación del material de subbase y base granular.

Se debe colocar un riego de niebla según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, en la superficie de la capa de base recuperada y compactada. Se debe diluir la emulsión asfáltica al 50% por volumen con agua y aplicar a una tasa de $0,25$ a $0,70$ L/m². Se deberán hacer las correcciones de las áreas con deficiencias.

304.08 Tolerancia superficial

El acabado de la superficie compactada debe quedar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los planos constructivos, para producir una superficie uniforme, densa, sin ondulaciones y material suelto.

Si se requieren estacas de acabado de rasante, se debe terminar la superficie con una desviación máxima de ± 10 mm con respecto al nivel de las estacas y a la elevación de la rasante. Si no se requieren estacas de acabado de rasante, se debe conformar la superficie y verificarla por medio de un escantillón o regla de 3 m de largo. Se deben corregir las áreas defectuosas escurificando el material, agregando o retirando material, perfilando y compactando. El Contratista deberá corregir las áreas defectuosas escurificando el material, agregando o retirando material, perfilando y compactando, sin costo para la Administración.

304.09 Mantenimiento

Una vez recibida la base recuperada a satisfacción por parte de la Administración, el Contratista deberá darle el mantenimiento adecuado a la estructura durante el período que se encuentre descubierta, cumpliendo lo establecido en la Subsección 304.08 Tolerancia superficial. Después de la compactación, se deberá recubrir la base con un riego de niebla previo a la colocación de la capa de rodadura, o bien, colocar la capa de rodadura dentro de los 14 días posteriores de su compactación.

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de base terminada de acuerdo con la pendiente y la sección transversal, nivelando y proveyendo pasadas adicionales de rodillo para recompactar y mantener la superficie densa, hasta que se coloque la siguiente capa. Si la capa intervenida pierde estabilidad, densidad, niveles, pendientes o acabado antes de la colocación de la siguiente capa, se deberá reprocesar y recompactar, según sea necesario, para restaurar la resistencia del material dañado.

En caso de que sea requerido el paso de vehículos de acarreo u otro equipo de construcción por el tramo intervenido, deberán pasar por el ancho completo de la superficie recuperada, de manera uniforme para minimizar alguna compactación discontinua.

Se deben corregir aquellos defectos que se detecten durante este periodo, de acuerdo con la Subsección 304.08 Tolerancia superficial.

Asimismo, deberá cumplirse lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

304.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, la Sección 106 Control del material, las Subsecciones: 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 153.04 Plan de Control de Calidad y los requisitos mínimos de muestreo y ensayo

indicados en la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base.

De manera que:

- Los tramos de aceptación presentados para su revisión. Los tramos o paños presentados para revisión y aceptación, deberán tener una longitud máxima de 300 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros.
- Los materiales en las fuentes y frentes de trabajo, se aceptarán de acuerdo con la Subsección 304.02 Materiales, 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, y la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base.
- El proceso de recuperación y mezclado, incluyendo el espesor de la capa, se aceptarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y, la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base.
- El proceso de compactación y la densidad en sitio, se aceptará según lo indicado en la presente Sección y en la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base.
- El acabado, las cotas de nivel y la tolerancia de la superficie acabada, deberá aceptarse de acuerdo con los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa, y en la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base.
- La limpieza del borde del pavimento existente, deberá satisfacer los requisitos indicados en la Sección 201 Limpieza y desmonte.

Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados y estos deberán ser ajustados o sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y en el caso de procesos constructivos deberán repetirse hasta que se produzca un resultado según lo estipulado en esta Sección.

304.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 304 Recuperación de pavimento para capas de base, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo

con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- Los agregados triturados, en caso de ser necesario, se medirán metros cúbicos (m³) o por tonelada métrica (Tm), aprobado por la Administración.
- El riego de niebla, se medirá según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.
- La limpieza del borde del pavimento existente, se medirá según la Sección 201 Limpieza y desmonte.
- Los materiales inadecuados eliminados y de desecho, se medirán según la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos, y la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, según sea el caso.
- La verificación de las cotas de elevación, espesores, se medirá en metros lineales (m), con topografía para secciones transversales, de acuerdo con la Subsección 304.08 Tolerancia superficial.
- La recuperación, se medirá en metros cúbicos (m³), con el espesor en sitio de la capa de base recuperada y compactada o con topografía por secciones transversales.
- La tolerancia de superficie acabada, se medirá en milímetros (mm), con escantillón de 3 m de largo con 2 puntos de apoyo, de acuerdo con la Subsección 304.08 Tolerancia superficial.

304.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos

para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago del renglón "Recuperación de pavimento para capas de base" será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección, el cual incluye: la recuperación de la superficie existente, suministro de materiales (material de aporte, agua), homogenización por cualquiera de los métodos descritos, humedecido, compactación, riego de niebla, acabado final y mantenimiento, de acuerdo con el diseño, los procedimientos constructivos aquí definidos y todo lo que se requiera para recibir la capa de base recuperada a satisfacción de la Administración y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobre espesor de la capa intervenida.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.304.01	Recuperación de pavimento para capas de base, sin agentes estabilizadores	Metro cúbico	(m ³)

304.13 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basados en la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda aplicará la Subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación por parte de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados para la realización de los ensayos indicados en la Tabla 304-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base; bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 304-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la recuperación de pavimento para capas de base

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Muestras cuarteadas	Tiempo de Reporte	Comentarios
Fuente								
Material triturado (703.06)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material			
Material de pavimento recuperado o RAP combinado con agregado triturado (304.06)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación ⁽²⁾	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por tipo y fuente de material	Detrás del recuperador	Sí	Antes de utilizarlo en el trabajo	-
		Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T 180 ⁽¹⁾ método D ASTM D6938	Mínimo 1 por cada 3000 m ²				
Tramo de prueba y producción para cada tramo de aceptación (300 m)								
Material de base pulverizado o RAP combinado con agregado triturado (304)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación ⁽²⁾	AASHTO T27 y AASHTO T11	1 muestra cada 400 m colocados en el proyecto	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	Monitorear el porcentaje pasando de recuperación menor al tamiz 50 mm (2 ")
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			Sí	Al completar el ensayo	-
		Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T193	1 muestra cada 2000 m de base colocada antes de compactar		Sí	Al completar el ensayo	-

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Muestras cuarteadas	Tiempo de Reporte	Comentarios
		Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T180, Método D ⁽¹⁾	Mínimo 1 por cada 1700 m ²		Sí	Antes de continuar con los trabajos	Se debe medir al inicio, medio y final del tramo
		Contenido de humedad en sitio	AASHTO T255	1 punto de medición cada 100 m por carril de base colocada y compactada	En sitio, luego de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Densidad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración			No	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie	Reportar densidad seca
Producto final para cada tramo de aceptación (300 m)								
Material de base pulverizado o RAP combinado con agregado triturado terminado (304)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Espesor, pendiente transversal y niveles de cota	Sección 304.08 Variación máxima	A cada 10 m en curva y cada 20 m en rectas o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	Después de finalizado el trabajo, pero antes de colocar la siguiente capa	Levantamiento topográfico
		Tolerancia y desviaciones de superficie	Sección 304.08 Desviación máxima	A cada 20 m o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No		Con escantillón de 3 m de longitud y dos puntos de apoyo

Notas:

(1) Al menos 5 puntos por Proctor modificado.

(2) La temperatura a la cual se secará la muestra para verificar la graduación del material recuperado, deberá ser de 40 °C, con el fin de evitar la aglomeración de partículas.

SECCIÓN 305 MEZCLA DE TIERRA VEGETAL Y AGREGADO PARA RECUBRIMIENTO

305.01 Descripción

Este trabajo consiste en suministrar y colocar una mezcla de agregados, suelo vegetal y semillas sobre un espaldón preparado, taludes o sobre otra superficie, para el control de la erosión ya sea por efecto del aire o del agua.

305.02 Materiales

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Agregado para recubrimiento suelo vegetal - agregado	703.14
Capa superior de tierra vegetal	713.01
Semillas	713.04
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

305.03 Preparación de la superficie

Se debe terminar el pavimento adyacente antes de colocar una mezcla de agregados y suelo vegetal sobre el espaldón, taludes o sobre otra superficie. Se debe escarificar el área donde se va a colocar la mezcla hasta una profundidad de 75 mm. Se deben reducir todos los terrones y las hierbas a un tamaño máximo de 100 mm.

305.04 Mezcla, colocación y compactación

Se debe proporcionar por volumen una mezcla de 50 ± 10 % de agregados y 50 ± 10 % de suelo vegetal con la suficiente agua que indique el proveedor de semillas.

Se deben mezclar los componentes hasta formar una mezcla uniforme. Se debe extender la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme. La mezcla debe conformarse al alineamiento, pendiente y sección transversal establecidos en planos. Se deben remover todos los terrones y piedras con un diámetro mayor a 100 mm.

Antes de compactar, se deben esparcir las semillas secas en la superficie de la mezcla a razón de 85 kg/ha de acuerdo con la Sección 625 Instalación del césped.

Se debe compactar uniformemente la mezcla hasta una densidad de forma que no muestre levantamientos, bombeo, surcos o zonas débiles o bien, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor del tipo de semilla a utilizar. Después de compactar se deben esparcir nuevamente las semillas secas a razón de 85 kg/ha.

Quedará a criterio de la Administración, definir los sitios donde se aplicará la intervención. La cantidad de semillas deberá ser concordante con las recomendaciones del proveedor.

305.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, la Sección 106 Control del material, las Subsecciones: 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Se evaluará el agregado para recubrimiento suelo vegetal-agregado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- Las semillas y el suelo vegetal se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La construcción de la capa de agregado y suelo vegetal se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.

305.06 Medición

Se deben medir los ítems de la Sección 305 Mezcla de tierra vegetal y agregado para recubrimiento, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de

acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción y lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe considerar lo siguiente:

- Se debe medir la capa de agregados y suelo vegetal (incluyendo las semillas) por metros cuadrado (m²) colocado y compactado en su posición final.

305.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.305.01 Capa de mezcla de agregado y suelo vegetal	Metro cuadrado (m ²)

SECCIÓN 306 CONTROL DE POLVO

306.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de una o más aplicaciones de un aditivo para controlar el polvo sobre una superficie de rodamiento previamente preparada de acuerdo con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.

306.02 Materiales

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Material de secado	703.13
Agua	725.01
Cloruro de calcio líquido	725.02 (a)
Cloruro de calcio en hojuelas	725.02 (b)
Cloruro de magnesio	725.02 (c)
Lignosulfonato líquido	725.02 (d)

Requerimientos para la construcción

306.03 General

Se debe utilizar un equipo de distribución conforme con la Subsección 411.04 Equipo, con la excepción de que no serán exigidos los dispositivos de calentamiento. Se debe equipar el distribuidor con una manguera y boquilla para las áreas que no son accesibles con el distribuidor y para retocar el trabajo en áreas que hayan quedado deficientes.

Se deben proteger las superficies de las estructuras y de los árboles para evitar las salpicaduras o daños durante la aplicación. Si es necesario se deben realizar varias aplicaciones con una tasa de aplicación reducida para evitar el escurrimiento de la solución. No se debe descargar el aditivo controlador de polvo en los cauces.

Deben aplicarse las disoluciones de los cloruros, emulsión asfáltica o lignosulfonato cuando el terreno está en condición de humedad óptima.

No se debe aplicar el aditivo cuando hay neblina o en condición lluviosa, ni cuando la temperatura del aire esté por debajo de los 4 °C.

306.04 Preparación y aplicación

(a) Disolución asfáltica

Se debe preparar la superficie a intervenir mediante escarificación y conformación hasta dejar una capa de 25 a 50 mm de material relativamente suelto o en su defecto el espesor que establezca la Administración o el proveedor del aditivo.

Cuando se utiliza una disolución con emulsión asfáltica de rompimiento lento para el control del polvo a corto plazo, se recomienda, excepto que la Administración establezca otros tipos de emulsión o de valores con la justificación técnica que corresponda, aplicar a una tasa de dosificación de 4,5 a 5,5 L/m² de emulsión asfáltica tipo CSS-1, CSS-1h (Catiónica de rompimiento lento); estas emulsiones deben cumplir con los requisitos que se especifican en la norma AASHTO M208 y la Subsección 702.03 Emulsión asfáltica. No se debe aplicar este tratamiento cuando el índice plástico (IP) es mayor a 10. La Administración debe aprobar la tasa de dosificación y temperatura. Se debe aplicar en conformidad con la Subsección 411.07 Aplicación de emulsión asfáltica, cuando la temperatura ambiente es igual o mayor a 4 °C.

(b) Cloruro de calcio, cloruro de magnesio y lignosulfonato líquido

Las tasas de aplicación de cloruro de calcio, cloruro de magnesio y lignosulfonato líquido se colocarán de acuerdo con lo indicado por los proveedores de cada uno de estos estabilizadores o alternativamente, según las dosificaciones que se recomiendan a continuación.

306.04.01 Método 1. Una aplicación

Se debe escarificar y conformar la superficie a tratar, dejando 75 mm de material suelto o en su defecto el espesor que establezca la Administración o el proveedor del aditivo. Se debe adicionar agua, mezclando completamente el material suelto, hasta que quede visiblemente húmedo.

Se debe aplicar el agua, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, o lignosulfonato líquido a una tasa de 1,00 a 2,25 L/m², según lo aprobado por la Administración.

El cloruro de calcio en hojuelas se debe aplicar a una tasa de 0,5 a 1,0 kg/m², según lo aprobado por la Administración.

Se homogenizará completamente de manera uniforme el controlador de polvo con el material suelto. Se debe humedecer la mezcla hasta según se requiera y compactar con un compactador de rodillo que cubra el ancho total de cada capa hasta que ya no haya un desplazamiento visual del material.

306.04.02 Método 2. Dos aplicaciones de cloruro de calcio o cloruro de magnesio líquido

- Primera aplicación

Se debe escarificar y conformar la superficie a tratar, dejando 75 mm de material suelto o en su defecto el espesor que establezca la Administración o el proveedor del aditivo. Se debe adicionar agua, mezclando completamente el material suelto, hasta que quede visiblemente húmedo.

El cloruro de calcio o cloruro de magnesio líquido en solución se debe aplicar con un distribuidor a una tasa de 2,25 a 4,5 L/m², según lo aprobado por la Administración. Se utilizará una motoniveladora, o cualquier maquinaria similar que apruebe la Administración, inmediatamente detrás del distribuidor para incorporar el agua con la solución en el ancho completo del material suelto. Se conformará la superficie de acuerdo con el alineamiento y nivel y se debe compactar de acuerdo con la Subsección 204.13 Control de compactación.

Se debe permitir al menos una semana de curado entre la primera y la segunda aplicación.

- Segunda aplicación

Se debe aplicar el cloruro de calcio o cloruro de magnesio líquido a la superficie terminada a una tasa máxima de 0,9 L/m², según lo aprobado por la Administración.

306.05 Apertura al tráfico

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la superficie tratada hasta que el controlador de polvo haya penetrado y se haya curado para evitar el levantamiento excesivo del material.

Para el control del polvo con emulsión asfáltica, en caso de requerirse y previa aprobación por parte de la Administración, se debe remover el exceso del material de secado tan pronto como el exceso de emulsión asfáltica haya sido absorbida.

306.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material controlador de polvo (emulsión asfáltica, cloruro de calcio, cloruro de magnesio y lignosulfonato) y material de secado se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.03 Certificación. Se debe entregar un certificado comercial para cada envío que incluya: la fecha, el número de identificación (camión o remolque), masa neta y marca. Para los controladores de polvo líquidos, se debe presentar también el volumen neto y la gravedad específica a 15 °C, el porcentaje de sólidos por masa y el pH. Para los controladores de polvo sólidos se debe presentar también la concentración del producto.
- La aplicación del controlador de polvo se evaluará según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad detallada o ensayada.

306.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 306 Control de polvo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción y lo que se describe en la Subsección 306.08 Pago o lo que en su defecto establezca la Administración.

306.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales;

maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El material de secado se compensará de acuerdo con lo indicado en el renglón de pago de la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica. No se reconocerá ningún pago adicional por la remoción del exceso del material de secado.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.306.01	Aplicación de controlador de polvo	Kilómetro	(km)
CR.306.02	Aplicación de controlador de polvo	Metro cuadrado	(m ²)
CR.306.03	Emulsión asfáltica de rompimiento lento, tipo ____	Litro	(L)
CR.306.04	Lignosulfonato	Tonelada métrica	(Tm)
CR.306.05	Cloruro de calcio	Tonelada métrica	(Tm)
CR.306.06	Cloruro de magnesio	Tonelada métrica	(Tm)

SECCIÓN 307 APILAMIENTO DE AGREGADOS

307.01 Descripción

Esta Sección consiste en la selección, limpieza y preparación de los lugares para colocar los agregados; así como en la distribución en capas, carga, transporte y descarga, con el

objetivo de evitar segregación en el material, brindar una adecuada protección y un correcto almacenamiento, para impedir la contaminación de los agregados.

307.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones:

Agregados	703
Geosintéticos	714

Todos los agregados depositados y almacenados, deben mantener los requisitos especificados para el tipo y características del material solicitado, evitando la segregación y contaminación; de acuerdo con estas especificaciones y disposiciones especiales del Contrato.

Requerimientos para la construcción

307.03 General

El Contratista debe seleccionar los lugares más adecuados para el sitio de apilamiento, según la posición más favorable para la ejecución de los trabajos, de conformidad con los planos y especificaciones especiales del Contrato. La selección del sitio es responsabilidad absoluta del Contratista y no se reconoce ningún pago adicional por acarreo o sobreacarreo, ni compensación alguna si el material se pierde o se daña por cualquier causa, incluso por eventos de fuerza mayor. El Contratista debe preparar el sitio en conformidad con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, y asumir los costos que estos trabajos demanden, para cumplir con lo siguiente:

- (a) Limpiar y eliminar raíces de acuerdo con la Sección 201 Desmonte y limpieza.
- (b) Nivelar el sitio para obtener una sección transversal que permita un buen drenaje.
- (c) Compactar el suelo por lo menos con tres pasadas completas del equipo de compactación, de manera que este cuente con la capacidad suficiente para soportar el peso del material apilado y la circulación del equipo y maquinaria de construcción.
- (d) Colocar, compactar y mantener una capa de por lo menos 150 mm del mismo tipo o de la misma graduación de agregado del que se va a hacer el apilamiento, en el

sitio de colocación y en los accesos, para estabilizar y evitar la contaminación del material del apilamiento.

- (e) En el caso de contar con suelos arcillosos, el Contratista debe velar para que los agregados de los apilamientos no se contaminen; por lo tanto, bajo estas condiciones deberá colocar un geosintético, siempre en cumplimiento con la Sección 714 Geosintéticos

307.04 Apilamiento

La colocación se debe hacer por medio de vagonetas, volquetes, u otro sistema de transporte por volteo, equipado con llantas de hule; posteriormente, se distribuirá el agregado en capas utilizando un cargador frontal, o bien, cualquier equipo apto con características similares a la mencionadas para realizar estas labores y que asegure la construcción de los apilamientos conforme a lo especificado en esta Sección. No se permiten bandas o correas transportadoras, ni empujar los agregados con una excavadora; tampoco se pueden utilizar equipos que no cuente con llantas de hule para la construcción de los apilamientos. Además, no se permitirá ningún método que rompa, degrade o dañe el agregado durante la construcción del apilamiento.

Los apilamientos deben tener una forma geométrica regular y deben ser construidos en capas uniformes con espesores no mayores a 900 mm; en cuanto a las pendientes laterales no pueden ser menores a 1V:1,5H en cada capa; la altura del apilamiento, se limitará a un máximo de 7 m de altura. En ningún caso, se permitirán apilamientos cónicos o que se vierta material sobre los bordes de los apilamientos.

Cada capa deberá ser completada en toda su área antes de depositar la siguiente, verificando que el agregado no sea lanzado ni que durante su colocación se produzca segregación o se deslice hacia abajo sobre las capas inferiores del apilamiento.

Los apilamientos se deben ubicar y formar de tal manera que no se produzca mezcla de agregados de diferente tipo o su segregación. Los apilamientos de diferentes tipos o tamaños de agregados, deben estar lo suficientemente alejados entre ellos; o bien, separados por paredes, para evitar la mezcla entre ellos. Cuando los materiales tengan que estar depositados al aire libre, es obligación del Contratista evitar la contaminación de los apilamientos con el polvo o por el paso de vehículos; algunos métodos para protección recomendados pueden ser el uso de cubiertas de polietileno, lona u otro método aprobado

por la Administración. Así como evitar el tránsito de vehículos o maquinaria sobre los materiales apilados.

307.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de protección de obras y de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Se deberán consultar las respectivas tablas para obtener las muestras, ensayos, requisitos de aceptación y control de calidad, conforme lo especificado en las Secciones correspondientes a cada material de acuerdo con su uso (subbase, base, capa de rodadura, entre otros). El punto de muestreo del agregado debe realizarse en el apilamiento.
- La graduación e índice de plasticidad serán evaluados por la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) y otras propiedades de calidad deben evaluarse según indican las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, según los requisitos de calidad especificados para cada material en las respectivas Secciones de este manual.
- El proceso de preparación para los sitios de apilamiento y la construcción de los mismo se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La limpieza del sitio deberá cumplir con lo indicado en la Sección 201 Desmonte y limpieza.
- En caso de hacer uso de geosintético, el mismo deberá cumplir con lo estipulado en la Sección 714 Geosintéticos.

307.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 307 Apilamiento de agregados, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- La medición se deberá hacer en metros cúbicos (m³) o por tonelada métrica (Tm), del apilamiento y almacenamiento de los agregados en los lugares aprobados. El volumen se determinará usando métodos analíticos por medición directa de los apilamientos formados, preferiblemente utilizando equipo topográfico u otro método equivalente especificado por la Administración.

307.07 Pago

No aplica el pago directo mediante renglón de pago específico para la actividad descrita en esta Sección.

En ningún caso, se reconoce pago adicional alguno por la adquisición o arrendamiento de terrenos, limpieza, chapea y destronque de los mismos, construcción de caminos de acceso, agregados y materiales de recubrimiento del terreno, construcción y cubiertas de protección de los apilamientos, cercas, vigilancia y pérdida de materiales por erosión, robo o cualquier otra causa.

SECCIÓN 308 AGREGADOS TRITURADOS PARA OBRAS TEMPORALES**308.01 Descripción**

Esta actividad consiste en el suministro de los materiales, equipo y mano de obra necesarios para la colocación, conformación y compactación, considerando las actividades intermedias de extracción, producción, acarreo y entrega del material en el sitio, su distribución y homogenización del agregado triturado para la construcción de desvíos o pasos, lechos de fundación y rellenos, todos elementos temporales, sobre una superficie expuesta preparada. Todo lo anterior, de acuerdo con los alineamientos, rasantes,

espesores y demás especificaciones mostradas en los planos constructivos y lo solicitado por la Administración.

Cabe aclarar que, para efectos de la calzada (pasos temporales), esto no aplica para superficies de rodadura granular permanentes, con función de capa de rodadura final; pues en estos casos se deberá cumplir con lo establecido en la Sección 312 Capa granular de rodadura expuesta. Tampoco sustituye la función de las capas de base y subbase que se establezcan en el diseño.

308.02 Materiales

Deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Agregado triturado	703.06
Agua	725.01 (c)

Requerimientos para la construcción

Antes de realizar los trabajos, la Administración deberá revisar y documentar el estado de conservación y ubicación de las edificaciones, así como, instalaciones eléctricas, tuberías de agua potable, alcantarillado, fibra óptica, poliducto, entre otros; dentro del derecho de vía, ya que pueden afectarse por el proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar previa y oportunamente las medidas preventivas y correctivas, según corresponda.

308.03 Preparación de la superficie

Para preparar la superficie sobre la cual se colocará el agregado triturado, se procederá según sea lo siguiente:

(a) Calzada

Preparar la superficie de acuerdo con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma, de acuerdo con los alineamientos, rasantes, espesores, entre otras especificaciones, mostradas en los planos constructivos.

(b) Camas o lechos de fundación y rellenos

Se deberá excavar a nivel de fundación, removiendo el material no aprovechable en la obra. Dicho material removido será sustituido por agregado triturado según la subsección 703.06 Agregado triturado.

308.04 Mezcla y colocación

Se deberá mezclar y colocar el agregado triturado, según sea lo siguiente:

(a) Calzada

Mezclar el agregado para obtener una mezcla uniforme. Ajustar el contenido de humedad para obtener la compactación adecuada. Extender y formar capas uniformes que no excedan los 150 mm de espesor compactado. Cuando sea necesario colocar más de una capa, compactar la capa subyacente de acuerdo con la Subsección 308.05 Proceso de compactación y acabado.

Reacondicionar el material de acuerdo con los alineamientos, rasantes, espesores y secciones transversales requeridas por los planos constructivos, el bombeo deberá ser entre 4 % y 6 % en tangente (tramo recto) y para los espaldones 1 % mayor que la sección transversal de la calzada. De igual forma, los peraltes transversales deberán obedecer a lo indicado en los planos constructivos o lo que establezca la Administración. Todo lo anterior, de conformidad con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.

(b) Camas o lechos de fundación y rellenos

Colocar y conformar el material en capas horizontales que, al compactarse, no excedan los 150 mm de espesor.

308.05 Proceso de compactación y acabado

Antes de iniciar los trabajos de compactación y acabado, es necesario verificar que el material que se coloque haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas.

(a) Compactación**(1) Calzada o pasos temporales**

Cuando el método de compactación no haya sido definido previamente por la Administración, se debe utilizar alguno de los dos métodos que se mencionan a continuación:

- Método 1. Compacte cada capa de material triturado de conformidad con lo que se indica en la Subsección 301.03 Colocación y

compactación, (c) Compactación del material de subbase y base granular.

El esfuerzo de compactación puede disminuir si las densidades en sitio muestran que son inferiores a las requeridas, por lo que la compactación podrá realizarse de acuerdo con el Método 2.

- Método 2. Cada capa de material triturado se debe compactar según el inciso (c) Compactación de pedraplenes de la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

La compactación deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, de forma paralela a la línea centro de la carretera. A lo largo de los bordillos, cabezales, muros y demás zonas que no son accesibles con el rodillo compactador; se debe tratar el material con apisonadores o compactadores aprobados por la Administración.

El acabado de la superficie compactada debe quedar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los planos constructivos, para producir una superficie uniforme, sin ondulaciones; o bien, según lo indicado por la Administración

(2) Camas y rellenos

Para el agregado triturado utilizado para camas y rellenos, se debe compactar cada capa del material de acuerdo con la Subsección 209.12 Compactación.

308.06 Mantenimiento

El Contratista deberá mantener la calzada con agregado triturado en condiciones satisfactorias hasta la recepción del proyecto. Si la Administración constatará deterioros o deformaciones, el Contratista efectuará por su cuenta las reparaciones necesarias. Asimismo, cualquier daño producido en la capa granular de rodadura por efecto de precipitaciones o defectos constructivos, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a entera satisfacción de la Administración.

Se debe mantener el alineamiento correcto de la calzada con agregado triturado, la pendiente y la sección transversal, nivelando y compactando el material para mantener la

superficie densa. Adicionalmente, deberá cumplirse lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

308.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción: el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, la Sección 106 Control del material, la Subsección 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los tramos o elementos presentados para su revisión y aceptación, deberán cumplir con lo indicado por la Administración.
- Los materiales en las fuentes y frentes de trabajo, deberán cumplir con lo indicado en la Subsección 308.02 Materiales y la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales.
- El proceso de preparación de la superficie, deberá cumplir con lo indicado en la Subsección 303.05 Reacondicionamiento de la subrasante y 303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados, según sea el caso.
- El proceso de colocación y extendido del material, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente sección, incluyendo el espesor de la capa, y en la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales.
- El proceso de reconfirmación, debe cumplir con lo indicado en la Sección 303 Reacondicionamiento de plataforma.
- El proceso de compactación, la densidad en sitio y la resistencia, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente sección y la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales.

- El proceso de preparación y compactación de camas y relleno, deberá cumplir con lo indicado en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El acabado, las cotas de niveles y la tolerancia de la superficie acabada, deberán satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa y en la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales.
- Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados, para lo cual en el caso de materiales éstos deberán ser sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y, en el caso de procesos constructivos, los mismos deberán repetirse hasta que se produzca el resultado aceptable.

308.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 308 Agregados triturados para obras temporales, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción, y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- La construcción de la calzada con agregado triturado, se medirá en metros cúbicos (m^3), en su posición final, conformado, compactado y acabado, con medición topográfica por medio de secciones transversales. No se medirá el sobre-espesor si existiera.
- El material empleado para la construcción de camas y rellenos, se medirá en metros cúbicos (m^3), en su posición final, conformado, compactado y acabado.

308.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta

realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobreespesor de la capa de agregado.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida ajustado, según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) cuando corresponda, de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.308.01	Paso temporal de agregado triturado	Metro cúbico compactado	(m ³)
CR.308.02	Lecho de fundación o relleno temporal de agregado triturado para _____	Metro cúbico compactado	(m ³)

308.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias de la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales, que permitan aplicar las Subsecciones

107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda aplicará la Subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación por parte de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados para la realización de los ensayos indicados en la Tabla 308-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales; bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 308-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para agregados triturados para obras temporales

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Fuente						
Material de agregado triturado (703.06)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Tamaño máximo	AASHTO T27 (Subsección 703.06)	1 por cada tipo de material y fuente del material	Fuente de material (107.06)	24 horas luego de realizado el ensayo y antes de iniciar los trabajos
Producción y control en sitio						
Material agregado triturado (703.06)	Procesos de control estadístico (107.05)	Tamaño máximo	AASHTO T27 (Subsección 703.06)	1 por cada 1000 m ³ o mínimo 1 por día de producción	Material antes de iniciar la compactación	Al completar el ensayo
	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad – densidad ⁽³⁾	AASHTO T180, Método D	1 por tipo y fuente de material	Material antes de iniciar la compactación	4 horas
		Humedad-densidad en sitio ⁽²⁾	AASHTO T310 (ASTM D6938) (Subsección 308.05)	1 por cada 500 m ³ colocados	En sitio, luego de la compactación (107.07)	Después de finalizado el proceso de acabo de la superficie
	Procesos de control estadístico (153.05)	Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D6938) (Subsección 308.05)	1 por cada 500 m ³ colocados	En sitio, luego de la compactación (107.07)	Después de finalizado el proceso de acabo de la superficie
	Inspección visual (107.02)	Acabado	Subsección 308.05	Subsección 308.05	En sitio, luego de la compactación	-
Producto terminado						
Agregado triturado para obras temporales (308)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Tolerancia superficial	Variación máxima (Sección 308.05)	Según lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	Después de finalizado el trabajo, pero antes de colocar la siguiente capa

Nota:

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente

(2) Al menos 5 puntos por Proctor modificado

(3) Únicamente para compactación realizada por el método 1.

SECCIÓN 309 ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA EN SITIO PARA CAPA DE BASE

309.01 Descripción

Este trabajo consiste en la recuperación de la carpeta asfáltica existente (material de mezcla asfáltica recuperada – RAP), la incorporación de agregado triturado y relleno mineral activo (cuando el diseño los requiera o cuando se deba inactivar el asfalto), mezclado con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS y SS), la colocación del material en una sola pasada y compactación para producir una capa de base de material reciclado y estabilizado con emulsión asfáltica. Dicha capa deberá cumplir con los alineamientos, rasantes, espesores, secciones transversales, entre otros, mostrados en los planos constructivos.

Esta metodología constructiva se podrá utilizar siempre que las capas subyacentes a la carpeta asfáltica (capa de base y subbase) cumplan estructuralmente, para la construcción de la nueva capa de base sobre los materiales existentes.

Si la capa de base estabilizada requiere de un espesor mayor que el que puede aportar el material reciclado de la carpeta asfáltica, se deberá realizar el diseño y construcción siguiendo lo especificado en la Sección 310 Recuperación de pavimento para capas de base estabilizadas en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado.

309.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Cemento hidráulico	701.01
Emulsión asfáltica	702.03
Agregado triturado	703.06
Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado	703.23
Agua	725.01
Cal hidratada	725.03 (b) y (c)

Requerimientos para la construcción

309.03 Diseño de mezcla

El Contratista deberá obtener las características del material existente en el sitio, para lo cual recolectará muestras representativas del pavimento pulverizado. Se deberá realizar una auscultación inicial del tramo a estabilizar cada 200 m o la longitud indicada por la Administración, mediante deflectometría de impacto, calicatas (de al menos 30 cm de diámetro); o bien, extracción de núcleos, que permitan identificar que existe un espesor uniforme del agregado a recuperar. Esto permitirá garantizar que el diseño de mezcla de la base estabilizada con emulsión asfáltica con agregados recuperados, cumpla con las especificaciones descritas en esta Sección y no presente variaciones que incidan en los requisitos especificados. El pavimento removido por el proceso de muestreo deberá ser remplazado con mezcla asfáltica, según la Sección 405 Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

Previo al diseño del material estabilizado con emulsión asfáltica, deberá determinarse la inactividad del asfalto dentro del RAP realizando el ensayo de resistencia al daño por humedad a la tensión indirecta, tomando como base la norma de ensayo AASHTO T283. El diseño de la base estabilizada podrá realizarse usando la normativa técnica correspondiente, podrá usarse como referencia la Guía de diseño para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020), y deberá cumplir con las especificaciones de la Tabla 310-01 Requerimientos para el diseño de mezcla de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado (la Administración aprobará, la metodología de diseño y requisitos que debe cumplir, reservándose el derecho de apartarse de lo establecido en la Guía anteriormente mencionada como referencia). Se deberá enviar el diseño de la mezcla y lo siguiente para su aprobación 30 días antes de la producción:

- (a) Contenido óptimo de asfalto residual en la emulsión, basado en la masa total del material granular seco.
- (b) Fuente y calidad del asfalto para la emulsión asfáltica.
- (c) Contenido óptimo de humedad para la compactación basado en la masa total del material granular seco.
- (d) Contenido requerido de cemento o cal hidratada, máximo 1 % sobre masa total del material granular seco.
- (e) Densidad máxima seca y húmeda óptima de la mezcla para las proporciones recomendadas de emulsión asfáltica, agua y relleno mineral activo, de acuerdo con

AASHTO T180, método D. Para la emulsión asfáltica se requiere adicionalmente el contenido óptimo de fluidos totales.

- (f) Granulometría del material granular recuperado, según la Sección 703.23 Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- (g) Granulometría y proporción de agregado triturado incorporado (si el diseño lo requiere) ya sea para inactivar el asfalto o para ajustar el espesor de la capa.
- (h) Granulometría del material combinado, según la Sección 703.23 Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- (i) Resultados de ensayo y gráficos aplicables para el diseño de la nueva capa de base estabilizada (resistencia retenida al daño por humedad a la tensión indirecta).
- (j) Contenido requerido de cal hidratada en caso en que se necesite pretratar el material para reducir la plasticidad según especificaciones, siguiendo lo indicado en la Subsección 725.03 Cal.

El Contratista podrá iniciar la producción únicamente después de la aprobación del diseño de la mezcla por parte de la Administración. Se debe corroborar el diseño cada vez que se cambie la fuente de agregado triturado.

309.04 Actividades previas al reciclado de la carpeta asfáltica

Se deberá seguir lo indicado en la Subsección 310.03 General. Antes de realizar los trabajos, se deberá remover todo material extraño que se encuentre sobre la carpeta y en una franja de 600 mm al lado del pavimento que se va a reciclar de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte.

309.05 Equipos

El Contratista deberá contar al menos con cada uno de los equipos de reciclaje por separado que se describen a continuación, para la ejecución de esta técnica se realice correctamente.

- (a) Requerimientos básicos para el equipo de reciclaje.

Se deberá proporcionar un tren de reciclaje autopulsado con características similares de las siguientes unidades principales:

- (1) Perfiladora de pavimentos, con los siguientes requerimientos mínimos:

- Controles automáticos para mantener la profundidad de corte con una tolerancia de ± 6 mm;
- Control de elevación para la pendiente transversal o bien, realizar el control de elevaciones de acuerdo con lo indicado en la Sección 152 Topografía para la construcción;
- Capacidad de perfilar el material de pavimento asfáltico existente a la profundidad requerida en una sola pasada; y
- Ancho mínimo de corte con respecto al ancho del carril, contemplando los traslapes necesarios.

(2) Unidad de trituración. Capaz de triturar y tamizar el material al tamaño requerido antes de mezclarlo con la emulsión asfáltica.

(3) Mezclador tipo “*Pugmill*” y equipo dosificador, con los siguientes requerimientos mínimos:

- Capaz de mezclar continuamente el material perfilado con la emulsión asfáltica, agua, relleno mineral activo y otros aditivos para producir una mezcla uniforme y homogénea;
- Banda con báscula para el pesaje continuo del material perfilado y tamizado con un dispositivo de medición controlado por computadora y capaz de ajustar automáticamente el flujo de la emulsión asfáltica a la masa del material perfilado que ingresa al mezclador;
- Equipo de dosificación capaz de aplicar la emulsión asfáltica y el agua dentro de un rango $\pm 0,2$ % de la cantidad requerida en masa del material perfilado;
- Equipo de dosificación con un medidor digital para monitorear la tasa de flujo y el total de material perfilado, emulsión asfáltica y agua adicionada; y
- Capaz de colocar la mezcla en una hilera sin segregación.

(b) Pavimentadora

Proporcionar una pavimentadora para darle acabado y nivel a la base conforme con la Subsección 405.04 Equipo y maquinaria para la distribución y compactación de la mezcla, que sea capaz de recoger toda la hilera y alimentarla en la tolva de la pavimentadora. No se deberá calentar la enrasadora (plancha del finisher).

(c) Compactadores

Se deberán proporcionar compactadores lisos de doble tambor y rodillos de neumáticos en cantidad y tamaño suficientes para obtener la densidad requerida y considerando el tiempo de trabajabilidad de la emulsión asfáltica (rompimiento).

309.06 Condiciones climáticas

No se deberá realizar ningún trabajo si se presenta neblina, lloviznas o lluvias.

Se colocará la base reciclada en sitio con emulsión asfáltica sobre la superficie seca cuando la temperatura ambiente a la sombra y en la superficie de la carretera sean superiores a 10 °C.

309.07 Procedimientos de inicio de producción

(a) Tramo de prueba

El Contratista deberá realizar el tramo de prueba con 7 días de antelación al inicio de las labores e informar oportunamente a la Administración indicando y solicitando la aprobación de la sección del proyecto en donde se propone realizar el tramo de prueba.

Antes de iniciar las labores para la construcción del tramo de prueba, es necesario verificar que el material recuperado que se vaya a utilizar, o bien, el material de aporte, haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas.

Se deberá recuperar y estabilizar un tramo de 450 m, de un carril de ancho con las características de espesor establecidas en el diseño. Se debe construir la sección de prueba siguiendo los mismos procedimientos propuestos para la totalidad del proyecto.

Se deberá adquirir tres (3) muestras aleatorias de material perfilado del tramo de prueba después de que el material haya pasado a través de la unidad de trituración, pero antes de que se adicione la emulsión asfáltica; para verificar que el 100 % pasa por el tamiz de 37,5 mm.

Después de que el material haya pasado a través de la unidad de trituración y mezclado, en una longitud de 30 m (antes de realizar la compactación), se debe

hacer un sondeo para evaluar que la mezcla y distribución de la emulsión asfáltica sea uniforme en los agregados; especialmente es necesario verificar el recubrimiento en las partículas finas. En caso de observarse que no se obtiene una mezcla homogénea, se debe modificar el proceso y triturar, mezclar y verificar, realizando una nueva prueba en otros 30 m. Este proceso se repetirá hasta que se obtenga una mezcla y distribución de emulsión asfáltica homogénea.

Una vez que se haya adicionado el agua y la emulsión asfáltica, se determinará la densidad máxima seca muestreando el material procesado atrás de la perfiladora (antes de la compactación) y ensayando el material de acuerdo con la norma AASHTO T180, Método D. Se tomarán medidas de densidad in situ detrás de cada pasada del compactador, según la norma AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado por la Administración, para determinar el patrón de compactación necesario para lograr al menos un 98 % de la densidad máxima seca.

Este proceso se deberá repetir hasta que la Administración dé visto bueno al tramo de prueba. Ver la Subsección 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato, para la disposición de material en los tramos de control inaceptables. Los tramos de prueba aceptados pueden permanecer en su lugar y se tomará como parte de la capa completada. En caso de no aceptarse un tramo de prueba, el Contratista deberá corregir su proceso constructivo y deberá asumir el costo de reconstrucción del tramo de prueba que no cumpla con las especificaciones aquí establecidas. Después de terminar con la compactación, no se debe permitir el paso del tráfico ni del equipo de construcción, al menos durante dos horas, o bien hasta que esté lo suficientemente estable para evitar ahuellamientos, desplazamiento y deformación permanente en el tramo.

La construcción total se podrá iniciar cuando el tramo de prueba esté verificado. El Contratista debe proporcionar a la Administración, la densidad máxima in-situ alcanzada, las tasas de aplicación de la emulsión asfáltica, agua u otros aditivos utilizados en el tramo de prueba aceptado.

Se deben utilizar estos procedimientos de inicio al cambiar los procedimientos de construcción o antes de comenzar una nueva producción, después de haber concluido una producción de calidad insatisfactoria según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada o el inicio de un nuevo ciclo de construcción.

Todo lo descrito en esta Subsección, debe realizarse de acuerdo con los procedimientos propuestos para la totalidad del proyecto, según lo planteado en los planos constructivos y lo indicado en esta Sección.

309.08 Recuperación y proceso de mezcla

Se debe perfilar el pavimento existente de acuerdo con la profundidad y ancho requeridos. El sobretamaño de partículas se deberá reducir a un tamaño máximo de 37,5 mm.

Cuando se requiera introducir relleno mineral (cemento o cal) en la perfiladora o en el mezclador tipo “*Pugmill*”, se debe incorporar el relleno mineral en forma de lechada en un rango ± 10 % de la tasa de aplicación aprobada. Se deberá producir la lechada del relleno mineral activo en una unidad de producción equipada con balanzas de una precisión de 0,5 % sobre masa. Los tanques transportadores de lechada deberán estar provistos de agitadores y dosificadores que permitan el bombeo de una lechada consistente.

Se debe mezclar el material perfilado con la emulsión asfáltica, agua y relleno mineral, a las tasas de aplicación aprobadas, para producir una mezcla homogénea y uniformemente cubierta. La temperatura de la emulsión asfáltica se deberá mantener dentro de un rango recomendado por el proveedor.

No se deberá afectar el material subyacente. La tasa de reciclaje se deberá sincronizar para permitir la operación continua del tren de equipos de reciclaje.

Se supervisarán y evaluarán continuamente las operaciones de perfilado, mezclado y colocación para asegurar una calidad óptima de la capa de base estabilizada con emulsión asfáltica. Las tasas de aplicación se deben ajustar en coordinación con la Administración según las variaciones de material.

309.09 Distribución y reacondicionamiento

Se debe distribuir la mezcla de manera uniforme y reacondicionar la nueva capa de base estabilizada con emulsión asfáltica de acuerdo con los alineamientos, rasantes, espesores y secciones transversales requeridas por los planos constructivos, según la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma; para lo cual se realizará su verificación por medio de levantamiento topográfico.

309.10 Compactación y acabado

La compactación deberá iniciar dentro de los 30 minutos posteriores a su colocación y conformación. Se iniciará la compactación con rodillos neumáticos, hasta que no se aprecie ningún desplazamiento con la acción de los compactadores. Se utilizarán rodillos de acero en modo estático o de baja amplitud vibratoria, para alcanzar una densidad final y eliminar las huellas de los rodillos neumáticos. Los rodillos no se deben estacionar o permanecer inactivos sobre el material sin compactar.

Se deberán usar los mismos patrones de compactación utilizados en el tramo de prueba.

Se compactará el material procesado uniformemente hasta obtener una densidad mínima de 98 % de la densidad máxima seca obtenida en el del tramo de prueba. Medir la densidad in situ según AASHTO T310. Si un área no cumple con la densidad, se deberá recompactar de nuevo.

Si la tasa de aplicación de emulsión asfáltica del diseño de mezcla aprobado se cambia en más de $\pm 0,2$ % con respecto a la masa del material perfilado o si hay cambios significativos de las condiciones del material, se deberá reestablecer el patrón de los rodillos según la Subsección 309.07 Procedimientos de inicio de producción, (a) tramo de prueba.

A lo largo de los bordillos, cabezales, paredes y lugares que no son accesibles con el compactador de rodillo, se debe tratar el material con apisonadores o compactadores aprobados por la Administración.

Si la base reciclada con emulsión asfáltica pierde estabilidad, densidad o acabado, debe volver a procesarla y compactarla según sea necesario para restaurar la resistencia del material dañado.

Los tramos presentados de base estabilizada con emulsión asfáltica para su revisión y aceptación deberán tener una longitud máxima de 450 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros, de acuerdo con lo definido por la Administración

309.11 Tolerancia superficial

El acabado de la superficie compactada debe quedar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los planos constructivos, para producir una superficie uniforme, densa, sin ondulaciones y material suelto.

Si se requieren estacas de acabado de rasante, se debe terminar la superficie con una desviación máxima de ± 10 mm con respecto al nivel de las estacas y a la elevación de la rasante. Si no se requieren estacas de acabado de rasante, se debe conformar la superficie y verificarla por medio de un escantillón o regla de 3 m de largo. Se deben corregir las áreas defectuosas escarificando el material, agregando o retirando material, perfilando y compactando.

309.12 Riegos de niebla

Se debe colocar un riego de niebla según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, en la superficie de la capa de base reciclada con emulsión asfáltica de rompimiento lento; con el propósito de proteger la base y no haya desprendimiento del material por el paso de los vehículos o inclusive por el clima que se presente previo a la colocación final de la capa de rodadura. El riego se debe aplicar a una tasa de 0,25 a 0,50 L/m². El Contratista debe velar que el riego sea aplicado de forma uniforme y en todo el ancho del carril; en caso contrario, deberá hacer las correcciones de las áreas que presenten deficiencias.

309.13 Juntas de construcción

- (a) Juntas longitudinales. Las juntas longitudinales deben coincidir con cada cambio en la pendiente transversal. Las juntas longitudinales entre cortes sucesivos deben traslaparse un mínimo de 150 mm. Las líneas guías de corte marcadas en la superficie del camino deben ser verificadas para asegurar que sólo el primer corte sea del mismo ancho que el tambor de fresado. Todos los anchos sucesivos de corte deben ser más angostos que el tambor fresador en al menos 150 mm. La máquina recicladora debe ser maniobrada de manera de seguir en forma precisa las líneas guías marcadas. Cualquier desviación mayor a 100 mm debe ser rectificadas inmediatamente, devolviéndose al comienzo de la desviación y reprocesando a lo largo de la línea correcta, sin agregar agua o agente estabilizador adicional. El traslape y todos los ajustes deben ser verificados para asegurar que la cantidad de agua y agente estabilizador fluido añadido sea reducido en forma proporcional al ancho de traslape, antes de comenzar cualquier secuencia de corte

nueva.

- (b) Juntas transversales. Al inicio de las operaciones de reciclaje y después de interrupciones prolongadas de trabajo, se debe cortar una distancia del trabajo completado, para asegurar la continuidad en las juntas transversales, de acuerdo con las distancias recomendadas por el fabricante del equipo de reciclaje en frío.

309.14 Curado

No debe permitirse el paso del tránsito y del equipo de construcción sobre la base reciclada con emulsión asfáltica, por lo menos 2 horas después de terminar la compactación y hasta que esté lo suficientemente estable para evitar ahuellamiento, desplazamiento y deformación permanente. Los vehículos de acarreo u otros equipos de construcción se deberán dirigir para que pasen por el ancho completo de la superficie recuperada de manera uniforme y minimizar la compactación no uniforme.

Se permitirá colocar la siguiente capa (carpeta asfáltica o sello asfáltico) cuando el contenido de humedad, de acuerdo con la norma AASHTO T255, en los 100 mm de profundidad de la capa reciclada, se encuentre por debajo del 50 % del contenido óptimo de humedad.

309.15 Mantenimiento

Una vez recibida la base estabilizada con emulsión asfáltica a satisfacción por parte de la Administración, el Contratista deberá darle el mantenimiento adecuado a la estructura durante el período que esta se encuentre descubierta. Cumpliendo lo establecido en la Subsección 309.11 Tolerancia superficial. Se deberá recubrir la base con un riego de niebla, o bien colocar la capa de rodadura una vez alcance el curado, según la Subsección 309.14 Curado.

La base estabilizada con emulsión asfáltica debe mantenerse de acuerdo con el alineamiento, pendiente y sección transversal correctos. Si la base estabilizada con emulsión asfáltica pierde estabilidad, densidad o acabado, se debe reprocesar y recompactar según sea necesario para restaurar la resistencia del material dañado. Se debe proporcionar una pasada adicional con rodillo de acero para recompactar y mantener una superficie densa.

Asimismo, deberá cumplirse lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

309.16 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, las Subsecciones: 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 153.04 Plan de Control de Calidad y los requisitos mínimos de muestreo y ensayo indicados en la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base.

De manera que:

- Los tramos de aceptación presentados para su revisión, no podrán tener una longitud menor de 450 m, con excepción de casos especiales como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros.
- Los materiales en las fuentes y frentes de trabajo, deben cumplir con lo indicado en la Subsección 309.02 Materiales y la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base.
- El proceso de recuperación, mezclado y estabilización, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, y en la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base.
- El proceso de conformación, se aceptará de conformidad con lo indicado en la Sección 303 Reacondicionamiento de plataforma.
- El proceso de compactación, la densidad en sitio y la resistencia, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección y en la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base.
- El acabado, las cotas de niveles y la tolerancia de la superficie acabada, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, y en la Tabla 309-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base.

- La limpieza del borde del pavimento existente, deberá satisfacer los requisitos indicados en la Sección 201 Limpieza y desmonte.

Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados y estos deberán ser ajustados o sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y en el caso de procesos constructivos deberán repetirse hasta que se produzca un resultado según lo estipulado en esta Sección.

309.17 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 309 Estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- El agregado triturado de aporte, en caso de que sea necesario, se medirá por metros cúbicos (m³), medido en cajón de vagoneta (góndola), aprobado por la Administración. También se puede medir por tonelada métrica (Tm), medido según la Subsección 110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje.
- El cemento hidráulico o la cal hidratada, en caso de que sea necesario, se medirán por tonelada métrica (Tm).
- La emulsión asfáltica, se medirá por tonelada métrica (Tm) o litros (L).
- El riego de niebla, se medirá según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.
- La limpieza del borde del pavimento existente, se medirá según la Sección 201 Limpieza y desmonte.
- Los materiales inadecuados eliminados y de desecho, se medirán según la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos, y la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, según sea el caso.
- La verificación de las cotas de elevación, espesores, se medirán en m, con

topografía para secciones transversales.

- La recuperación, se medirá en metros cúbicos (m³), con el espesor en sitio de la base estabilizada con emulsión asfáltica, o bien con topografía por secciones transversales.
- La superficie acabada, se medirá en milímetros (mm), con cordal de 3 m de largo con 2 puntos de apoyo.

309.18 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección, los cuales incluyen: la recuperación de la superficie existente, suministro de materiales (emulsión asfáltica, cemento, cal hidratada, material de aporte, agua), homogenización, conformación con el equipo adecuado, humedecido, compactación, acabado final, colocación del riego de niebla y mantenimiento, de acuerdo con el diseño de mezcla de base estabilizada con emulsión asfáltica, los procedimientos constructivos aquí definidos y todo lo que se requiera para recibir la capa estabilizada en sitio con emulsión asfáltica, a satisfacción de la Administración y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobre espesor de la capa intervenida.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.309.01	Reciclado en sitio de carpeta asfáltica para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica	Metro cúbico	(m ³)

309.19 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basados en la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda aplicará la Subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados para la realización de los ensayos indicados en la Tabla 309-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base, bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 309-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Fuente								
Emulsión asfáltica	Certificación (107.03)	Calidad	Subsección 702.03	1 por tipo y fuente de material	Proveedor de emulsión asfáltica	Sí	Mínimo 30 días antes de la producción	-
RAP o combinación de RAP y agregado triturado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Todas ⁽⁴⁾	Sección 703.23	1 por tipo y fuente de material	Detrás del mezclador "pugmill" antes de dosificar la emulsión asfáltica	Sí	Antes de utilizarlo en el trabajo	-
Diseño de mezcla								
Material recuperado y estabilizado con emulsión asfáltica	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Todas, excepto graduación	Subsección 310.04 y Guía de diseño en laboratorio para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020)	1 por cada diseño de mezcla con emulsión asfáltica	En carretera existente a intervenir	Sí	Mínimo 30 días antes de la producción	-

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Producción inicial (Tramo de prueba 450 m)								
Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS, SS)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Temperatura de emulsión	Subsección 702.03	Mínimo 1		No	Al completar el ensayo	-
		Tasa de aplicación ⁽¹⁾	Subsección 309.07 y Guía de diseño en laboratorio para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020)	1 por camión distribuidor	Tanque o camión distribuidor	No	Al completar el ensayo	
Mezcla de material recuperado para base estabilizada con emulsión asfáltica	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación ⁽⁴⁾	AASHTO T27 y AASHTO T11	Mínimo 3	Detrás del mezclador "pugmill" antes de dosificar la emulsión	No	Al completar el ensayo	Menor al tamiz 37,5 mm (1,5 ")
		Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T180, Método D ⁽²⁾	Mínimo 3	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la compactación	Sí	Al completar el ensayo	Se debe medir al inicio, medio y final del tramo
		Contenido de humedad en sitio	AASHTO T255	Mínimo 1 Subsección 309.07	En sitio, luego de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Densidad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	Mínimo 3 Subsección 309.07 y 309.08	En sitio, luego de la compactación	No	Al completar el ensayo	Reportar densidad seca

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
		Profundidad de corte	-	Mínimo 3	Ambos extremos de la perfiladora de pavimentos	No	Al completar el ensayo	-
	Inspección visual (107.02)	Mezcla homogénea	Subsección 309.07 y 309.08	Subsección 309.07 y 309.08	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
Producción y control en sitio, para cada tramo de aceptación (450 m)								
Mezcla de material recuperado para base estabilizada con emulsión asfáltica	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T180, Método D ⁽²⁾	Mínimo 1 por cada cambio de material	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la compactación	No	Antes de continuar con los trabajos	Se debe medir al inicio, medio y final del tramo
		Contenido de humedad en sitio	AASHTO T255	Mínimo 1 por cada 1700 m ²	En sitio, luego de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Densidad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración Subsección 309.10	Mínimo 1 por cada 1700 m ² colocados	En sitio, luego de la compactación	No	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie	Reportar densidad seca
		Profundidad de corte	Subsección 309.09	Mínimo 1 por cada 150 m	Ambos extremos de la perfiladora de pavimentos	No	Al completar el ensayo	-

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
	Procesos de control (153.04)	Graduación ⁽⁴⁾	AASHTO T27 y AASHTO T11	Mínimo 1 por cada 3000 m ²	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la dosificar la emulsión	Sí	Al completar el ensayo	-
		Mezcla homogénea	Subsección 310.07	Mínimo 1 por cada 3000 m ²	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Contenido de emulsión asfáltica en la mezcla	Cálculo de tasa de rendimiento	Mínimo 1 por carga de tanque	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Resistencia a la tensión indirecta ⁽³⁾	AASHTO T283 y Subsección 310.04, Tabla 310-01 (Guía de diseño en laboratorio para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020))	Mínimo 1 por cada 3000 m ²	Detrás del mezclador "pugmill" antes de la compactación	No	4 días	-
Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS, SS)	Procesos de control (153.04)	Temperatura de emulsión	Subsección 702.03	Mínimo 1	Tanque o camión distribuidor	No	Al completar el ensayo	-
		Tasa de aplicación ⁽¹⁾	Subsección 309.08	1 por camión distribuidor		No	Al completar el ensayo	-

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Producto final para cada tramo de aceptación (450 m)								
Base estabilizada con emulsión asfáltica (309)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Espesor, pendiente transversal y niveles de cota	Subsección 309.11, 309.12 y 309.13 Variación máxima	A cada 10 m o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	Después de finalizado el trabajo, pero antes de colocar la siguiente capa	Levantamiento topográfico
		Tolerancia y desviaciones de superficie	Subsección 309.11, 309.12 y 309.13 Desviación máxima	A cada 20 m o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	24 horas después de finalizado el trabajo y antes de colocar la siguiente capa	Con escantillón de 3 m de longitud y dos puntos de apoyo
	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D 6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración Subsección 309.11	Mínimo 1 por cada 1700 m ² colocados	En sitio, luego de la compactación	No	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie y antes de colocar la siguiente capa	Reportar humedad en sitio

Notas:

- (1) En caso de utilizarse un distribuidor de emulsión asfáltica, previamente aprobado por la Administración.
- (2) Al menos 5 puntos por Proctor modificado.
- (3) Inmediatamente después de recoger la muestra, transportar a un laboratorio y compactar para pruebas de resistencia a la tracción indirecta.
- (4) La graduación corresponde al material reciclado, el cual puede incluir material triturado de aporte. La temperatura de secado para realizar la granulometría del material recuperado deberá ser de 40 °C, con el fin de evitar la aglomeración de partículas.

SECCIÓN 310 RECUPERACIÓN DE PAVIMENTO PARA CAPAS DE BASE ESTABILIZADAS EN SITIO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA O ASFALTO ESPUMADO

310.01 Descripción

Estos trabajos contemplan el diseño y la construcción de una capa de base reciclada y estabilizada en sitio, a partir de la recuperación de la capa de rodamiento y del espesor parcial o total de la base existente, según lo indicado en el diseño. Al material recuperado se le adiciona como agente estabilizador emulsión asfáltica de rompimiento lento o asfalto espumado; además, en caso de ser necesario se incorpora agregado triturado de aporte, para luego mezclar homogéneamente todo el material y proceder con su conformación, compactación y acabado; produciendo así una capa de base estabilizada. Esta mezcla, según el diseño, puede incluir cemento hidráulico o cal hidratada como relleno mineral activo.

310.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguientes Secciones y Subsecciones:

Cemento hidráulico	701
Asfalto	702.01
Emulsión asfáltica	702.03
Agregado triturado (de aporte)	703.06
Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado	703.23
Agua	725.01
Cal hidratada	725.03 (c)

Requerimientos para la construcción

310.03 General

Previo a realizar los trabajos, la Administración deberá revisar y documentar el estado de conservación y ubicación de las edificaciones, así como, instalaciones eléctricas, tuberías de agua potable, alcantarillado, fibra óptica, poliducto, entre otros, dentro del derecho de vía; ya que pueden afectarse por el proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar previa y oportunamente las medidas preventivas y correctivas, según

corresponda. El Contratista deberá contemplar su reparación en caso de afectar alguno, sin costo para la Administración.

Se debe realizar una auscultación inicial del tramo a estabilizar cada 200 m o lo indicado por la Administración, mediante deflectometría de impacto, calicatas (de al menos 30 cm de diámetro); o bien, extracción de núcleos, que permita identificar que exista un espesor uniforme del agregado a recuperar. Esto permitirá garantizar que el diseño de mezcla de la base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado con agregados recuperados cumpla con la homogeneidad solicitada y no presente variaciones que incidan en los requisitos especificados

Antes de triturar las capas existentes, es necesario remover todo material considerado como inadecuado, es decir, aquel que no cumpla con las especificaciones que aquí se establecen. Si se requiere incorporar agregado triturado de aporte, se deben verificar las especificaciones respectivas.

No se debe realizar trabajo alguno durante condiciones lluviosas o de niebla, ni tampoco se debe comenzar un trabajo en el que se corra el riesgo de no ser completado dentro de las 48 horas por la aparición de estas condiciones. Tampoco se deben realizar trabajos que sean distintos a la compactación y el acabado, si la temperatura de la superficie o el aire caen por debajo de los 10 °C durante la operación.

No se permite el esparcimiento de agentes estabilizadores químicos en polvo (cal hidratada o cemento hidráulico) en el camino cuando las condiciones de viento afecten negativamente la operación.

Se debe proveer una capa de base ajustada a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones transversales, entre otros, mostrados en los planos constructivos. De igual forma, se debe verificar con topografía el cumplimiento de los niveles requeridos por el diseño y que estos no afecten los gálibos requeridos (espacio vertical libre entre la plataforma y otras estructuras) para las estructuras superiores como puentes vehiculares, intercambios, puentes peatonales, puentes ferroviarios, entre otros.

La intervención se basará en los respectivos diseños y estudios técnico-económicos, suficientes y pertinentes, ejecutados por personal competente, que permitan establecer la capacidad estructural de la base para satisfacer las necesidades de carga reales de la ruta.

310.04 Diseño de mezcla

Es necesario conocer las características del material existente en el sitio, para lo cual se deberán recolectar muestras representativas de la capa de rodamiento asfáltica y de la base existente que se van a recuperar. La toma de las muestras deberá ser con equipos similares a los que serán utilizados en trabajos posteriores. De igual forma, se debe reemplazar el pavimento removido por el proceso de muestreo, con mezcla asfáltica según lo que establezca la Administración y lo indicado en la División 400 Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales.

La emulsión asfáltica de rompimiento lento, deberá cumplir con lo indicado en la Subsección 702.03 Emulsión asfáltica. Adicionalmente, deberá proveer un recubrimiento de al menos 60 % posterior al ensayo de adherencia, de acuerdo con el Capítulo 7 del MS-19 Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, del Instituto del Asfalto.

El asfalto empleado para el asfalto espumado deberá cumplir con las especificaciones según lo indicado en la Subsección 702.01 Asfalto.

El diseño de mezcla se podrá realizar usando la normativa técnica correspondiente, también podrá usarse como referencia la Guía de diseño para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020), y debe cumplir con las especificaciones de la Tabla 310-01 Requerimientos para el diseño de mezcla de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado. Cuando se utiliza asfalto espumado, debe suministrarse según los requerimientos de la Tabla 310-02 Requerimientos para el asfalto espumado a la temperatura de diseño.

El Contratista deberá enviar el diseño de la mezcla y lo siguiente, para su aprobación por parte de la Administración, 30 días antes de la producción:

- (a) Contenido óptimo de asfalto residual en la emulsión o asfalto espumado basado en la masa del material granular seco.
- (b) Fuente y calidad del asfalto para la emulsión asfáltica o el asfalto espumado.
- (c) Contenido óptimo de humedad para la compactación basado en la masa del material granular seco.
- (d) Contenido requerido de cemento o cal hidratada y/o aditivos cuando se incluyan (1 % máximo).
- (e) Densidad máxima seca y húmeda de la mezcla para las proporciones recomendadas de emulsión asfáltica y asfalto espumado, agua y relleno mineral

activo, de acuerdo con AASHTO T180, método D. Para emulsiones asfálticas se requiere, adicionalmente, el contenido óptimo de fluidos totales.

- (f) Granulometría del material granular recuperado, según la Subsección 703.23 Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- (g) Granulometría y proporción de agregado triturado de aporte (si el diseño lo requiere).
- (h) Granulometría del material combinado, cuando se requiera la incorporación de agregado de aporte, según la Subsección 703.23 Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- (i) Resultados de ensayo y gráficos aplicables para el diseño de mezcla (resistencia retenida al daño por humedad a la tensión indirecta).
- (j) Porcentaje óptimo de inyección de agua para espumar el asfalto basado en la masa total de asfalto (cuando se utiliza asfalto espumado).
- (k) Contenido requerido de cal hidratada en casos en los que se necesite pretratar el material para reducir la plasticidad según especificaciones, siguiendo lo indicado en la Subsección 725.03 Cal.

El Contratista podrá iniciar la producción únicamente después de la aprobación del diseño de mezcla por parte de la Administración. Deberá enviar un nuevo diseño de mezcla si hay un cambio en una fuente de material, el material existente en sitio o bien, con la frecuencia que establezca la Administración.

Tabla 310-01

Requerimientos para el diseño de mezcla de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado

Ensayo	Unidad	Clase 1	Clase 2	No apto
		>3 MESALs	< 3 MESALs	
		Roca triturada bien graduada, RAP y/o mezclas de ambos	Gravas naturales graduadas, mezclas de varios materiales, RAP	Gravas pobres, suelos y materiales plásticos
Material estabilizado				
Resistencia a la tensión indirecta (ITS) (secas), especímenes 100 mm y 150 mm de diámetro	kPa	> 225	225 - 125	< 125
Resistencia a la tensión indirecta (ITS) (húmedas), especímenes de 100 mm y 150 mm de diámetro	kPa	> 100	100 - 50	< 50
Resistencia retenida tensión indirecta (TSR)	%	Mínimo 60		< 60
Resistencia a tensión indirecta (ITS) (humedad de equilibrio), especímenes de 150 mm diámetro	KPa	> 175	175 - 95	< 95
Cohesión	kPa	> 250	> 50	< 50
Ángulo de fricción interna	°	> 40	> 25	< 25
Cohesión retenida	%	> 75	> 50	< 50

Tabla 310-02

Requerimientos para el asfalto espumado a la temperatura de diseño ⁽¹⁾

Propiedad ⁽²⁾	Requerimiento
Tasa de expansión	8 % mínimo
Vida media	6 s mínimo

Notas:

(1) Tomado del Capítulo 4 Agentes estabilizadores del Manual de Reciclado en frío Wirtgen, 2012.

(2) Deberá verificarse a diferentes temperaturas en un rango 160 °C a 175 °C.

310.05 Tramo de prueba

El Contratista deberá realizar el tramo de prueba con 7 días de antelación al inicio de las labores e informar oportunamente a la Administración, indicando y solicitando la aprobación de la sección del proyecto en donde propone realizar el tramo de prueba.

Antes de iniciar las labores para la construcción del tramo de prueba, es necesario verificar que el material recuperado que se vaya a utilizar, o bien, el material de aporte, haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas.

El tramo de prueba deberá tener una longitud mínima de 300 m y el ancho total del carril con las características de espesor establecidas en el diseño. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración.

Se deberá obtener tres muestras aleatorias de material perfilado del tramo de prueba después de que el material haya pasado a través de la unidad de trituración, pero antes de que se adicione la emulsión asfáltica o el asfalto espumado; para verificar que el 100 % pasa por el tamiz de 50 mm.

Después de que el material haya pasado a través de la unidad de trituración y mezclado, en una longitud de 30 m (antes de realizar la compactación), se debe hacer un sondeo para evaluar que la mezcla y distribución de la emulsión asfáltica o asfalto espumado sea uniforme en los agregados; especialmente es necesario verificar el recubrimiento en las partículas finas. En caso de observarse que no se obtiene una mezcla homogénea, se debe modificar el proceso y triturar, mezclar y verificar, realizando una nueva prueba en otros 30 m. Este proceso se repetirá hasta que se obtenga una mezcla y distribución de emulsión o asfalto espumado homogénea.

Una vez que se haya adicionado la emulsión o el asfalto espumado, se determinará la densidad máxima seca muestreando el material procesado atrás de la perfiladora (antes de

la compactación) y ensayando el material de acuerdo con la norma AASHTO T180, Método D. Se tomarán medidas de densidad in situ detrás de cada pasada del compactador, según la norma AASHTO T310 u otro procedimiento aprobado por la Administración, para determinar el patrón de compactación necesario para lograr al menos un 95 % de la densidad máxima seca.

Este proceso se deberá repetir hasta que la Administración dé visto bueno al tramo de prueba o al cambiar los procedimientos de construcción, en caso de que así sea requerido. El tramo de prueba aceptado por la Administración se tomará como parte de la capa completada, de manera que no representarán un costo adicional para la Administración. En caso de no aceptarse un tramo de prueba, el Contratista deberá corregir su proceso constructivo y deberá asumir el costo de reconstrucción del tramo de prueba que no cumpla con las especificaciones aquí establecidas. La disposición de material de los tramos de prueba inaceptables, se realizará conforme lo indicado en la Subsección 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.

Se deben aplicar estos procedimientos iniciales cada vez que se cambien los métodos constructivos, cuando se haya detenido el trabajo por inconsistencias con las medidas de calidad según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, o al inicio de una nueva construcción.

El Contratista deberá proveer a la Administración la velocidad de avance del recuperado, la temperatura de aplicación de la emulsión asfáltica o el asfalto espumado y las presiones en las líneas de agua y asfalto utilizadas en el tramo de prueba verificado.

Todo lo descrito en esta Subsección, debe realizarse de acuerdo con los procedimientos propuestos para la totalidad del proyecto según lo planteado en los planos constructivos y lo indicado en esta Sección.

310.06 Recuperación y mezclado

Para el proceso de recuperación de las capas de pavimento y estabilización del material con emulsión asfáltica o asfalto espumado, el Contratista deberá proporcionar el equipo idóneo para esta técnica de reciclaje. Se debe recuperar el material existente de la capa de rodamiento asfáltico y de la base (según lo propuesto en el diseño), hasta que el 100 % pase por el tamiz de 50 mm, siguiendo y cumpliendo lo realizado en el tramo de prueba. Se debe reprocesar o remover las partículas grandes y desechar el material inapropiado que

no cumpla con las especificaciones, siguiendo lo indicado en la Subsección 203.05 Material de desecho.

Si se requiere ajustar la granulometría especificada, se debe incorporar agregado triturado de aporte, en la proporción y cantidad que sea requerido que permita obtener un material combinado en cumplimiento con los requisitos de granulometría según la Subsección 703.23 Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado, y de acuerdo con lo que establezca el Contrato. Es necesario mezclar los agregados hasta lograr un material homogéneo

310.07 Conformación

Antes de iniciar la conformación del material recuperado y estabilizado, la Administración deberá verificar que se haya realizado una auscultación inicial según lo indicado en la Subsección 310.03 General.

En el caso de utilizar cemento hidráulico o cal hidratada para pretratar (1 % máximo), deberá dosificarse sobre el material recuperado al menos 2 horas previas de mezclarse con la emulsión o asfalto espumado. Su uso debe ser técnicamente justificado por el Contratista y previamente aprobado por la Administración.

(a) Aplicación y mezcla con emulsión asfáltica o asfalto espumado

Se debe ajustar el flujo de agua y emulsión o asfalto espumado basados en la velocidad de la recuperadora y la masa de material recuperado para el diseño de mezcla aprobado. De igual forma, es necesario mantener la temperatura de la emulsión o el asfalto dentro del rango propuesto en el diseño de mezcla. Dentro de las operaciones de recuperación y mezclado se deberá proveer una dispersión óptima mezclando el material reciclado con la emulsión asfáltica o asfalto espumado, agua y cualquier aditivo requerido, en segmentos continuos de un carril de ancho, hasta los 800 m de longitud. Si se están realizando dos pasadas para recuperar las capas de pavimento, según el espesor total a estabilizar, se debe reconformar y compactar el material recuperado con el rodillo respectivo (liso o "pata de cabro" según espesor y graduación del material), después de la primera pasada, para que permita proporcionar un espesor de control para la segunda pasada del recuperador. En ese caso, se debe agregar la cantidad requerida de emulsión asfáltica o asfalto espumado durante la pasada final con el recuperador.

Es necesario verificar que el asfalto espumado esté uniformemente disperso (sin hilos) en la mezcla. En el caso de la emulsión, se deberá verificar un adecuado recubrimiento del material recuperado.

Se debe realizar un sondeo de prueba dentro de la mezcla al menos cada 450 m y observar la distribución uniforme y el recubrimiento de la emulsión asfáltica o asfalto espumado en el agregado.

(b) Requisitos adicionales para asfalto espumado.

No se puede utilizar asfalto espumado con una temperatura de aplicación inferior a los 160 °C. No se permite aplicar dosificaciones adicionales de asfalto espumado en áreas previamente tratadas con asfalto espumado dentro del proyecto.

Distribuir la mezcla de manera uniforme sobre la calzada existente y reacondicionar la nueva capa de base estabilizada de acuerdo con los alineamientos, rasantes, espesores y secciones transversales requeridas por los planos constructivos, según la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma, para lo cual se realizará su verificación por medio de levantamiento topográfico, a cada 10 m en zonas de curvas y a cada 20 m en tramos rectos o según se especifique en el Contrato

310.08 Compactación y acabado

Compactar y terminar cada segmento antes de comenzar las operaciones de mezcla en el siguiente segmento. Mantener el contenido de humedad de la mezcla dentro del ± 2 % del óptimo. El máximo periodo de tiempo entre el mezclado del material recuperado con el agente estabilizador y la compactación es de 24 horas, en el caso de la emulsión asfáltica, debe ser antes de que rompa.

Compactar el material procesado uniformemente hasta alcanzar al menos el 95 % de la densidad máxima seca como se determinó en el tramo de prueba. Si el material cambia, restablezca la densidad máxima seca conforme al proceso llevado a cabo en el tramo de prueba. Determine la densidad en el lugar de acuerdo con la norma AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración.

Durante el proceso de compactación se debe utilizar el equipo necesario dimensionado y configurado para lograr la compactación y el acabado requerido, cumpliendo con lo establecido en la Subsección 309.10 Compactación y acabado.

Se realizará el proceso de compactación, acabado de superficie, pendiente transversal y niveles de cota, de acuerdo con la Sección 309 Estabilización con emulsión asfáltica de la carpeta asfáltica reciclada en sitio para capa de base. Se debe limpiar la superficie compactada de material suelto, polvo u otro material utilizando métodos aprobados, según la Subsección 201.04 Limpieza seleccionada.

No se deben dejar segmentos intervenidos sin completar su compactación y acabado, al final de la jornada diaria. Los tramos presentados de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado para su revisión y aceptación deberán tener una longitud máxima de 450 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros, de acuerdo con lo definido por la Administración.

Se colocará un riego de niebla en la superficie de la base estabilizada después de la compactación final, de acuerdo con la Subsección 310.12 Riegos de niebla

310.09 Juntas de construcción

(a) Juntas longitudinales

Las juntas longitudinales deben coincidir con cada cambio en la pendiente transversal. Las juntas longitudinales entre cortes sucesivos deben traslaparse un mínimo de 150 mm. Las líneas guías de corte marcadas en la superficie del camino deben ser verificadas para asegurar que sólo el primer corte sea del mismo ancho que el tambor de fresado. Todos los anchos sucesivos de corte deben ser más angostos que el tambor fresador en al menos 150 mm. La máquina recicladora debe ser maniobrada de manera de seguir en forma precisa las líneas guías marcadas. Cualquier desviación mayor a 100 mm debe ser rectificadas inmediatamente, devolviéndose al comienzo de la desviación y reprocesando a lo largo de la línea correcta, sin agregar agua o agente estabilizador adicional. El traslape y todos los ajustes deben ser verificados para asegurar que la cantidad de agua y agente estabilizador fluido añadido sea reducido en forma proporcional al ancho de traslape, antes de comenzar cualquier secuencia de corte nueva.

(b) Juntas Transversales

Al inicio de las operaciones de reciclaje y después de interrupciones prolongadas de trabajo, se debe cortar una distancia del trabajo completado, para asegurar la continuidad en las juntas transversales, de acuerdo con las distancias recomendadas por el fabricante del equipo de reciclaje en frío.

310.10 Tolerancia de superficie acabada

El acabado de la superficie compactada debe quedar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los planos constructivos, para producir una superficie uniforme, densa, sin ondulaciones y material suelto.

Si se requieren estacas de acabado de rasante, se debe terminar la superficie con una desviación máxima de ± 10 mm con respecto al nivel de las estacas y a la elevación de la rasante. Si no se requieren estacas de acabado de rasante, se debe conformar la superficie y verificarla por medio de un escantillón o regla de 3 m de largo. Las áreas defectuosas se deben definir según lo señalado en el apartado (c) de la subsección 301.03 Colocación y compactación, relacionado con la tolerancia superficial para bases. El Contratista deberá corregir las áreas defectuosas escurificando el material, agregando o retirando material, perfilando y compactando, sin costo para la Administración.

310.11 Curado

(a) Emulsión asfáltica

No debe permitirse el paso del tráfico y del equipo de construcción sobre la base reciclada con emulsión asfáltica, por lo menos 2 horas después de terminar la compactación y hasta que esté lo suficientemente estable para evitar ahuellamiento, desplazamiento y deformación permanente.

(b) Asfalto espumado

Antes de permitir el paso del tránsito sobre la base estabilizada y después de completar la compactación, se debe humedecer la superficie y utilizar un rodillo neumático para crear una superficie compacta y cerrada. Se ha de mantener la superficie húmeda hasta la colocación de la siguiente capa o superficie final. Se deben dirigir los vehículos de acarreo u otros equipos de construcción para que pasen por el ancho completo de la superficie recuperada de manera uniforme y minimizar la compactación discontinua.

310.12 Riegos de niebla

Se debe colocar un riego de niebla según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, en la superficie de la capa de base estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado. Se debe diluir la emulsión asfáltica al 50 % por volumen con agua y aplicar a

una tasa de 0,25 a 0,70 L/m², o lo definido por la Administración. Se deberán hacer las correcciones de las áreas con deficiencias.

310.13 Mantenimiento

Una vez la base recuperada y estabilizada sea recibida a satisfacción por parte de la Administración, el Contratista deberá darle el mantenimiento adecuado a la estructura durante el período que esta se encuentre descubierta, cumpliendo lo establecido en la Subsección 310.10 Tolerancia de superficie acabada. Se deberá recubrir la base con un riego de niebla, o bien, colocar la capa de rodadura una vez alcance el curado, según las Subsecciones 310.11 Curado y 310.12 Riegos de niebla.

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de base terminada de acuerdo con la pendiente y la sección transversal, nivelando y proveyendo pasadas adicionales de rodillo para recompactar y mantener la superficie densa, hasta que se coloque la siguiente capa. Si la capa intervenida pierde estabilidad, densidad, niveles, pendientes o acabado antes de la colocación de la siguiente capa, se deberá reprocesar y recompactar, según sea necesario, para restaurar la resistencia del material dañado.

Asimismo, deberá cumplirse con lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

310.14 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción: el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, la Sección 106 Control del material, las Subsecciones: 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 153.04 Plan de Control de Calidad y los requisitos mínimos de muestreo y ensayos indicados en la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado.

De manera que:

- Los tramos o paños presentados para revisión y aceptación, deberán tener una longitud máxima de 450 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros.
- Los materiales en las fuentes y frentes de trabajo, se aceptarán de acuerdo con la Subsección 310.02 Materiales, 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y, la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- El proceso de recuperación, mezclado y estabilización, incluyendo el espesor de la capa, se aceptarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y, la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- El proceso de conformación, se aceptará de conformidad con lo indicado en la Sección 303 Reacondicionamiento de plataforma.
- El proceso de compactación, la densidad en sitio y la resistencia, se aceptará según lo indicado en la presente Sección y en la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- El acabado, las cotas de nivel y la tolerancia de la superficie acabada, deberá aceptarse de acuerdo con los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa, y en la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado.
- La limpieza del borde del pavimento existente, deberá satisfacer los requisitos indicados en la Sección 201 Limpieza y desmonte.

Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados y estos deberán ser ajustados o sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y en el caso de procesos constructivos deberán repetirse hasta que se produzca un resultado según lo estipulado en esta Sección.

310.15 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 310 Recuperación de pavimento para capas de base estabilizadas en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado, para efectos de

aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- Los agregados triturados, en caso de ser necesarios, se medirán por metros cúbicos (m^3) o por tonelada métrica (Tm), aprobado por la Administración.
- El cemento hidráulico y la cal hidratada, se medirán por tonelada métrica (Tm).
- La emulsión asfáltica y el asfalto espumado, se medirán por metros cúbicos (m^3).
- El riego de niebla, se medirá según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.
- La limpieza del borde del pavimento existente, se medirá según la Sección 201 Limpieza y desmonte.
- Los materiales inadecuados eliminados y de desecho, se medirán según la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos, y la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, según sea el caso.
- La verificación de las cotas de elevación, espesores, se medirá en metros lineales (m), con topografía para secciones transversales, de acuerdo con la Subsección 310.07 Conformación.
- La recuperación se medirá en metros cúbicos (m^3), con el espesor en sitio de la capa de base recuperada y estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado, o bien, con topografía por secciones transversales.
- La tolerancia de superficie acabada, se medirá en milímetros (mm), con escantillón de 3 m de largo con 2 puntos de apoyo.

310.16 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las

actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección, los cuales incluyen: la recuperación de la superficie existente, suministro de materiales (emulsión asfáltica, asfalto espumado, cemento, cal hidratada, material de aporte, agua), homogenización por cualquiera de los métodos descritos, conformación con el equipo adecuado, humedecido, compactación, acabado final y mantenimiento, de acuerdo con el diseño de mezcla de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado, los procedimientos constructivos aquí definidos y todo lo que se requiera para recibir la capa estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado a satisfacción de la Administración y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobre espesor de la capa intervenida.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.310.01	Recuperación de pavimento para capas de base estabilizadas en sitio con emulsión asfáltica	Metro cúbico	(m ³)
CR.310.02	Recuperación de pavimento para capas de base estabilizadas en sitio con asfalto espumado	Metro cúbico	(m ³)

310.17 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar

el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias, basada en la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación por parte del Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados para la realización de los ensayos indicados en la Tabla 310-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado; bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 310-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa de base recuperada y estabilizada en sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Fuente								
Emulsión asfáltica de rompimiento lento (702.03)	Certificación (107.03)	Calidad	Subsección 702.03	1 por cada diseño de mezcla propuesto	Proveedor de emulsión asfáltica	Sí	Mínimo 30 días antes de la producción	-
Asfalto Espumado (702.01)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Calidad	Subsección 702.01 Asfalto y Tabla 310-02	1 por cada diseño de mezcla propuesto	Proveedor de asfalto	Sí	Mínimo 30 días antes de la producción	-
Material triturado (703.06)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación	AASHTO T27 y AASHTO T11 ASTM C136	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material			
Material de base recuperado y RAP combinado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Graduación ⁽⁴⁾	AASHTO T27 y AASHTO T11 ASTM C136 y Tabla 703-23	1 por tipo y fuente de material				
		Todas	Subsección 703.23	1 por tipo y fuente de materia		Sí	Antes de utilizarlo en el trabajo	-
		Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T180 ⁽¹⁾ método D ASTM D6938	Mínimo 1 por cada 3000 m ²	Detrás del recuperador			

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Diseño de mezcla								
Material recuperado y estabilizado con emulsión asfáltica o asfalto espumado	Medido y ensayado por desempeño (107.04)	Todas, excepto graduación	Subsección 310.04 y Guía de diseño en laboratorio para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020)	1 por cada diseño de mezcla con emulsión asfáltica o asfalto espumado presentado	En carretera existente a intervenir	Sí	Mínimo 30 días antes de la producción	-
Producción inicial (Tramo de prueba)								
Emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS, SS)	Medido y ensayado por desempeño (107.04)	Temperatura de emulsión	Subsección 702.03	Mínimo 1 por carga de tanque		No	Al completar el ensayo	-
		Tasa de aplicación ⁽³⁾	Subsección 310.04 Diseño de mezcla y Guía de diseño en laboratorio para materiales estabilizados con asfalto (LanammeUCR, 2020)	1 por camión distribuidor	Tanque o camión distribuidor	No	Al completar el ensayo	-
Asfalto espumado		Media vida y relación de expansión	Tabla 310-02 Requerimientos para el asfalto espumado a la temperatura de diseño	Mínimo 1 por carga de tanque	Boquilla de prueba de la recuperadora	No	Al completar el ensayo	-

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Mezcla de material recuperado y estabilizado con emulsión asfáltica o asfalto espumado	Medido y ensayado por desempeño (107.04)	Graduación ⁽⁴⁾	AASHTO T27 y AASHTO T11 ASTM C136	Mínimo 3	Detrás del recuperador antes de dosificar con la emulsión o asfalto espumado y antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	Menor al tamiz 50 mm
		Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T180, Método D ⁽¹⁾	Mínimo 1	Detrás del recuperador antes de la compactación	Sí	Al completar el ensayo	-
		Contenido de humedad en sitio	AASHTO T255	Mínimo 3	En sitio, luego de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Densidad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	Mínimo 3	En sitio, luego de la compactación	No	Al completar el ensayo	Reportar densidad seca
	Inspección visual (107.02)	Mezcla homogénea	Subsección 310.05	Subsección 310.05	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Producción para cada tramo de aceptación (450 m)								
Mezcla de material recuperado con emulsión asfáltica o asfalto espumado	Medido y ensayado por desempeño (107.04)	Humedad - densidad (densidad seca)	AASHTO T180, Método D ⁽¹⁾	1 por cambio de material	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Antes de continuar con los trabajos	Se debe medir al inicio, medio y final del tramo
		Densidad en sitio	AASHTO T310 (ASTM D6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	Mínimo 1 por cada 1700 m ²	En sitio, luego de la compactación	No	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie	Reportar densidad seca
	Procesos de control (153.04) y (153.05)	Graduación ⁽⁴⁾	AASHTO T27 y AASHTO T11	Mínimo 3 por cada 3000 m ²	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Control de humedad	AASHTO T255	1 por carril por km	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Mezcla homogénea	Subsección 310.05	Mínimo 1 por cada 3000 m ²	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	Al completar el ensayo	-
		Contenido de asfalto residual en la mezcla	Cálculo de tasa de rendimiento	Mínimo 1 por carga de tanque	-	No	Al completar el ensayo	-
		Resistencia a la tensión indirecta ⁽²⁾	AASHTO T283	Mínimo 1 por cada 3500 m ²	Detrás del recuperador antes de la compactación	No	4 días	-

Material o Producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de Reporte	Comentarios
Emulsión asfáltica de rompimiento lento	Procesos de control (153.04) y (153.05)	Temperatura de emulsión	Subsección 702.03	Mínimo 1 por carga de tanque	Tanque o camión distribuidor	No	Al completar el ensayo	-
		Tasa de aplicación ⁽³⁾	Subsección 310.04	1 por camión distribuidor		No	Al completar el ensayo	
Asfalto espumado		Media vida y relación de expansión	Tabla 310-02 Requerimientos para el asfalto espumado a la temperatura de diseño	Mínimo 1 por carga de tanque	Boquilla de prueba de la recuperadora	No	Al completar el ensayo	-
Producto final para cada tramo de aceptación (450 m)								
Mezcla de material recuperado con emulsión asfáltica o asfalto espumado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Espesor, pendiente transversal y niveles de cota	Sección 301.03 y 310.07 Variación máxima	A cada 10 m en curva y cada 20 m en rectas o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	Después de finalizado el trabajo, pero antes de colocar la siguiente capa	Levantamiento topográfico
		Tolerancia y desviaciones de superficie	Subsección 310.10 Desviación máxima	A cada 20 m o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	24 horas después de finalizado el trabajo y antes de colocar la siguiente capa	Con escantillón de 3 m de longitud y dos puntos de apoyo

Nota:

(1) Al menos 5 puntos por Proctor modificado.

(2) Inmediatamente después de recoger la muestra, transportar a un laboratorio y compactar para pruebas de resistencia a la tracción indirecta.

(3) En caso de utilizarse un distribuidor de emulsión asfáltica, previamente aprobado por la Administración.

(4) La temperatura a la cual se secará la muestra para verificar la graduación del material recuperado, deberá ser de 40 °C, con el fin de evitar la aglomeración de partículas.

SECCIÓN 311 FRACTURACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS PARA BASES (RUBBLIZING)

311.01 Descripción

Este trabajo consiste en fracturar de previo los pavimentos de concreto hidráulico en fragmentos pequeños y compactar el material fracturado, para producir una capa equivalente a una base granular uniforme. Este tipo de intervención es conocido también como rubblizing. Si se cumple con el proceso de fracturación y compactación, inmediatamente después deberá evaluarse la necesidad de colocar un riego de liga, previo a la colocación de la capa de rodadura de acuerdo con lo indicado en planos o según establezca la Administración.

En todo el espesor de la losa, tanto los fragmentos de concreto en la parte inferior como el material de la parte superior, deberán presentar una adecuada trabazón entre ellos, para que permitan una correcta compactación. Si existe y queda acero de refuerzo expuesto deberá cortarse y ser removido del pavimento fracturado; de manera que se prevenga o evite cualquier riesgo colateral. El acero embebido que no quede expuesto no será retirado de la losa fracturada.

311.02 Materiales

Deben estar conforme con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos	203
Riegos de emulsión asfáltica	414
Agua	725.01

311.03 Equipo

(a) Requerimientos generales de los equipos de fracturación

El equipo será apto para reducir a fragmentos la losa de concreto hidráulico. Estará constituido por una unidad autosuficiente, autopropulsada, de cabeza múltiple o de frecuencia resonante o se podrán utilizar otros equipos que garanticen el mismo resultado de fracturación, aprobado por la Administración.

El equipo utilizado proporcionará la energía necesaria para generar una grieta en el pavimento rígido, que se pueda distinguir a simple vista, es decir, mediante inspección visual.

No podrán utilizarse martillos hidráulicos para pilotes, grúas con bola de demolición y otros tipos de maquinaria que utilicen pesas en caída libre.

(b) Facturador de cabeza múltiple

Este equipo está constituido por una unidad autosuficiente, autopropulsada, con múltiples cabezas de fracturado tipo martillo, con cada martillo independiente y con altura de caída ajustable. Este equipo es capaz de fracturar un ancho de 4 m en una sola pasada.

(c) Facturador de frecuencia resonante

Este equipo está constituido por una unidad autosuficiente, autopropulsada, capaz de producir golpes de alta frecuencia y baja amplitud, con un mínimo de energía de impacto de 8900 N, a una frecuencia no menor de 44 Hz.

(d) Compactadores

Posterior a la fracturación (rubblizing) de la losa de concreto hidráulico, se deberá compactar el material. Los compactadores deberán cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- (1) Compactador de acero liso: El compactador deberá ser como mínimo autopropulsado, vibratorio, de un solo tambor de acero liso, con un peso mínimo de 10 t.
- (2) Compactador neumático: El compactador de rodillo neumático deberá tener un peso de 12 a 25 t mínimo, con presión de contacto mayor o igual a 585 kPa.
- (3) Compactador vibratorio en patrón Z: El compactador con tambor de acero vibratorio estriado en patrón Z, debe tener al menos un peso de 10 t. Este compactador se utilizará cuando el proceso se realice con un fracturado de cabeza múltiple.

Los equipos de fracturación y compactación deberán aplicar agua para eliminar el polvo sin causar empozamientos, cuando sea requerido

Requerimientos para la construcción

311.04 Limitaciones del proceso de fracturación (rubblizing)

- (a) Todos los sistemas de drenaje debajo del pavimento, deberán estar completamente operativos al menos 14 días previo a la aplicación de esta técnica.
- (b) Antes de reducir a fragmentos del pavimento, deberá proveerse suficiente apoyo lateral a la losa de concreto existente, ya sea por el actual o un nuevo espaldón granular.
- (c) Todas las reparaciones previamente realizadas con materiales bituminosos superpuestos o de bacheo en el pavimento de concreto hidráulico, serán removidas antes de iniciar el procedimiento de fracturación.
- (d) La eliminación de elementos estructurales como pozos, cajas de registro, entre otros, deberán ejecutarse previamente de acuerdo con la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.
- (e) Sólo se permitirá el tránsito del equipo de construcción en la superficie fragmentada durante el proceso de ajuste de materiales finos y la compactación de la superficie. El tránsito del equipo de construcción se limitará al máximo en esta superficie, para mantener la condición de compactación, previo a la colocación de la capa de rodadura especificada.
- (f) La operación de fracturación deberá evitar dañar accesorios y cualquier elemento existente de la carretera, como postes, cordones de caño, cunetas, barreras, tragantes, cabezales y tubería de pasos de alcantarilla, muros y otros que puedan resultar dañados por la acción de fracturación. El Contratista deberá contemplar su reparación en caso de afectar alguno, sin costo para la Administración.
- (g) El proceso de fracturación deberá comenzar en los bordes libres y avanzar hacia el centro del carril, de forma paralela a la línea centro de la carretera.
- (h) Deberá realizarse un corte con sierra, a la mayor profundidad posible, que garantice el corte de las dovelas a lo largo de las juntas del pavimento existente, en las rampas y límites principales en donde la reducción a fragmentos colinde con el pavimento de concreto hidráulico que ha de permanecer en su lugar.

311.05 Requisitos granulométricos para la fracturación de pavimentos rígidos

La fracturación de pavimentos de concreto deberá cumplir los siguientes requisitos granulométricos:

- (a) El material por encima del acero de refuerzo (en caso de que exista) o en la mitad superior de la losa, debe poseer un tamaño máximo de las piezas fracturadas de 150 mm y, además, el 75 % de las piezas fracturadas deberán tener un tamaño menor a 75 mm.
- (b) El material por debajo del acero de refuerzo (en caso de que exista) o en la mitad inferior de la losa, debe poseer un tamaño máximo de las piezas fracturadas de 1,25 veces el espesor de la losa o 300 mm, utilizando el menor de ellos. Además, el 75 % de las piezas deberán tener un tamaño menor a 230 mm.
- (c) Un máximo del 10 % (en masa) deberá pasar el tamiz de 75 μ m.

En caso de remover partículas que no cumplan con los tamaños máximos especificados anteriormente, se eliminarán del pavimento o se reducirán a un tamaño aceptable; el vacío resultante se sustituirá con agregado, previamente aprobado por la Administración.

Si el proceso de fracturación no cumple con los requisitos de tamaño máximo de partícula, el Contratista deberá repetir el proceso de fracturación, o utilizar otro equipo para cumplir con los requisitos especificados en esta Sección.

311.06 Tramo de prueba

La operación de la reducción a fragmentos de la losa debe ser demostrada por el Contratista en un tramo de prueba de 100 m, al ancho total de la carretera. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación del Ingeniero de Proyecto.

El producto resultante de la fracturación deberá cumplir con los requisitos especificados. Se deberá realizar al menos un muestreo y verificar el proceso de fracturación según con lo indicado en la Subsección 311.07 Verificación de la fracturación y muestreo. En caso de que el producto no se ajuste a la especificación, deberán introducirse los reajustes adecuados a la operación, para garantizar la conformidad con el pliego de condiciones, hasta que el tramo de prueba cumpla con las especificaciones.

311.07 Verificación de la fracturación y muestreo

Se tomará un mínimo de una muestra que cubra el espesor total de la losa de concreto en el tramo de prueba y luego una muestra por cada día de material fracturado, de forma aleatoria y por parte del Contratista, en los lugares determinados por el Ingeniero. Se podrá hacer uso de maquinaria para la toma de muestras.

El tamaño de la muestra será de un mínimo de 1 m², en toda la profundidad del área fracturada. La frecuencia de muestreo podrá reducirse a discreción del Ingeniero de Proyecto. El material removido de la fracturación será inspeccionado visualmente por el Ingeniero de Proyecto, midiendo los fragmentos grandes, para verificar la conformidad con las normas contractuales.

Después de la toma de muestras, la zona de muestreo será rellenada, homogenizada y compactada según lo especificado, con el material adyacente o bien, material granular previamente aprobado por la Administración.

311.08 Acero embebido

Todo el acero de refuerzo que forme parte de la estructura de pavimento y que se encuentre incrustado en los fragmentos de concreto hidráulico, se dejará en su lugar. El acero expuesto o que sobresalga por encima de la superficie, producto del proceso de fracturación, no deberá ser extraído; solo podrá ser cortado a ras de la superficie, retirado del sitio y trasladado al lugar definido por la Administración.

311.09 Compactación

Los fragmentos de concreto hidráulico deberán ser compactados con la siguiente secuencia, según el tipo de fracturado:

(a) Facturador de frecuencia resonante

Se debe seguir la siguiente secuencia a menos que la Administración indique alguna variación:

- (1) Una pasada con rodillo autopropulsado, de un solo tambor de acero liso de un peso mínimo de 10 t, con vibración.
- (2) Una pasada con rodillo neumático de un peso mínimo de 12 a 25 t y presión de contacto ≥ 585 kPa.
- (3) Dos pasadas con rodillo autopropulsado, de un solo tambor de acero liso de un peso mínimo de 10 t, con vibración.

(b) Facturador de cabeza múltiple

Se debe seguir la siguiente secuencia a menos que la Administración indique alguna variación:

- (1) Al menos cuatro pasadas con el compactador vibratorio de 10 t con tambor de acero estriado en patrón Z.
- (2) Cuatro pasadas con rodillo autopropulsado, de un solo tambor de acero liso de un peso mínimo de 10 t, con vibración.
- (3) Dos pasadas con rodillo neumático de un peso mínimo de 12 a 25 t y presión de contacto ≥ 585 kPa.

Los rodillos de acero liso y neumático se pondrán en funcionamiento a una velocidad no superior a 5 km/h. Cada pasada de compactación es un ciclo completo.

En caso de que la superficie fragmentada presente deformaciones transversales y longitudinales evidentes, se tomarán las medidas correctivas siguiendo las directrices del Ingeniero.

Una vez finalizada la compactación del material y esta haya sido aceptada por la Administración, se podrá colocar el riego de liga y la capa de rodadura. A menos que se especifique lo contrario, no deberán transcurrir más de 48 horas entre la fragmentación, compactación de la losa de concreto hidráulico, el riego de liga y la colocación de la capa de rodadura. Se deberá tener presente que, en caso de lluvia durante el proceso de colocación de la capa de rodadura, se deberán detener las actividades de pavimentación y luego que este cese, deberá existir aprobación de la Administración para continuar con los trabajos, cuando la superficie de la capa triturada se encuentre totalmente seca.

El patrón de compactación deberá ser verificado en el tramo de prueba y puede ser modificado de acuerdo con lo que establezca la Administración.

311.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento del material fracturado, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La graduación y otras propiedades de calidad deben evaluarse según lo indicado en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El proceso fracturación y compactación se evaluarán según la Subsección 107.02 Inspección visual.

311.11 Medición

Se deberán medir los ítems de pago de la Sección Fracturación de pavimentos rígidos para bases (Rubblizing), para efectos de aceptación, pago los materiales adicionales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe considerar lo siguiente:

- La medición del pavimento rígido fracturado y compactado se realizará por metros cuadrados (m²).
- El riego de liga, se medirá según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.

Cuando la medición es con base en la cantidad mostrada en planos, esta se basará en la cláusula contractual correspondiente.

311.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción y colocación de materiales adicionales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

La remoción de mezcla asfáltica sobre la losa o de bacheo, si lo hay, se compensará de acuerdo con lo indicado en el renglón de pago de la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.311.01	Fracturación (rubblizing) de pavimentos de concreto hidráulico sin ningún tipo de refuerzo, para base	Metro cuadrado	(m ²)
CR.311.02	Fracturación (rubblizing) de pavimentos de concreto hidráulico reforzado ⁽¹⁾ , para base	Metro cuadrado	(m ²)

Nota:

(1) Acero de refuerzo, dovelas transversales o barras de amarre.

SECCIÓN 312 CAPA GRANULAR DE RODADURA EXPUESTA

312.01 Descripción

Esta actividad consiste en el suministro de todos los materiales, acarreo, equipo y mano de obra necesarios para la construcción de una nueva capa granular de rodadura expuesta sobre una superficie previamente preparada, según la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.

Todo lo anterior, de acuerdo con los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, y demás especificaciones mostradas en los planos constructivos y el Contrato del proyecto.

312.02 Materiales

Los materiales deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Agregado para capa granular de rodadura expuesta	703.22
Agua	725.01 (c)

Requerimientos para la construcción

312.03 General

Antes de realizar los trabajos, en la reunión de preinicio del proyecto, la Administración en conjunto con el Contratista, deberá revisar y documentar el estado de conservación y ubicación de las edificaciones, así como, instalaciones eléctricas, tuberías, entre otras instalaciones visibles, dentro del derecho de vía; ya que pueden afectarse por el proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar previa y oportunamente las medidas preventivas y correctivas, según corresponda. El Contratista deberá contemplar su reparación en caso de afectar alguno, sin costo para la Administración; todo conforme a lo señalado en la Subsección 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje.

Antes de iniciar la colocación del material granular de rodadura, el Contratista debe someter a aprobación por parte de la Administración el material que vaya a utilizar en el proyecto, de acuerdo con estas especificaciones. Para el caso específico de materiales granulares apilados, se debe seguir lo que establece la Sección 307 Apilamiento de agregados.

La Administración deberá aprobar la preparación y conformación previa de la superficie existente en el camino, sobre la que se colocará la capa granular de rodadura, de acuerdo con lo especificado en los planos y especificaciones del proyecto. El reacondicionamiento de la superficie existente (calzada, espaldones y cunetas) se hará de acuerdo con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma. En caso de que el material granular se coloque sobre una subrasante (suelo), deberá cumplir lo establecido en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado y en la Sección 301 Subbases y bases granulares, según corresponda de acuerdo con las características de la estructura existente. Las obras de drenajes permanentes como canales, cunetas, contracunetas, estructuras de entrada y salida de alcantarillas, se construirán según la Sección 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, y la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dichas Secciones.

Cuando las características del proyecto así lo requieran y con previa aprobación de la Administración, se podrá aplicar un tratamiento para el control de polvo sobre la superficie granular de rodadura expuesta, de acuerdo con la Sección 306 Control de polvo; o bien, se podrá colocar un sello para protección contra la erosión, de acuerdo con la Sección 412 Sellos de lechada asfáltica y microcapas.

312.04 Colocación y compactación

El proceso de colocación y compactación de la capa granular de rodadura, deberá contemplar lo siguiente:

(a) Tramo de prueba

Antes de proceder con las actividades ordinarias de colocación y compactación del material de capa granular de rodadura, se debe proceder con la realización de un tramo de prueba tal y como se detalla a continuación.

El tramo de prueba deberá ejecutarse sólo con material que cumpla las especificaciones técnicas establecidas en esta Sección. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración.

El proceso de colocación y compactación para el material a utilizar, se deberá establecer mediante un tramo de prueba con una longitud de al menos 100 m, o bien, la longitud indicada por la Administración en caso de incrementarse y con el ancho del camino indicado en planos constructivos y las especificaciones del proyecto. El bombeo especificado debe cumplir con la sección transversal típica según los planos constructivos y con lo indicado en esta Subsección, inciso (b) Colocación del material granular.

En el tramo de prueba se debe establecer el patrón de compactación para obtener no sólo la densidad adecuada, de acuerdo con las especificaciones requeridas, sino también establecer un proceso de compactación eficiente y económica. Los puntos de medición deberán estar georreferenciados. Se deberá cumplir con una compactación en sitio mayor o igual al 95 % de la densidad máxima (obtenida del Proctor modificado AASHTO T180) del material utilizado.

Si no se obtiene la densidad requerida en sitio, o bien, se presentan problemas de homogenización o de acabado, el Contratista deberá corregir su proceso constructivo y realizar un nuevo tramo de prueba. El Contratista deberá asumir el costo de reconstrucción del tramo o tramos de prueba que no cumplan con las especificaciones establecidas.

Se realizará un informe del tramo de prueba, para cada fuente de material, que indique al menos lo siguiente:

- Nombre del proyecto y su ubicación general.
- Fuente de material (nombre y ubicación con coordenadas) y ensayos realizados para verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas, según sea.
- Punto de kilometraje (y sus coordenadas) donde se realiza el tramo.
- Personal responsable por parte de la Administración (para verificar el desarrollo adecuado del tramo), con registro de su respectiva firma.
- Espesores de la capa granular de rodadura.
- Densidad máxima y humedad óptima del material utilizado.
- Humedad del material de la capa(s) granular de rodadura, al inicio, medio y final del tramo.
- Densidad del material de la capa(s) granular de rodadura, al inicio, medio y final del tramo.
- Equipo de compactación utilizado (número de placa, capacidad, entre otros).
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del tanque de agua y el equipo de compactación.

Dicho informe deberá contar con la aprobación por parte de la Administración, antes de iniciar con la colocación del material en el proyecto. En dicho informe se deberá incluir una tabla resumen con la información descrita anteriormente, tal como se muestra a continuación:

Tabla 312-01

Información requerida para el tramo de prueba

Pasadas de equipo (vibrada-sin vibrar)	% de Humedad en sitio (% W)	% de Compactación (% Comp)	Resistencia del material en sitio (RS) ⁽³⁾
1			
2			
3			
...			
N ⁽¹⁾	% W _N	% Comp _N ⁽²⁾	RS _N

Notas:

(1) En la pasada N se debe lograr el porcentaje de compactación mayor o igual al 95 % de la densidad máxima (obtenida del Proctor modificado AASHTO T180)

(2) %Comp_N = densidad en sitio/densidad máxima, se debe lograr un valor mayor o igual a la densidad requerida en el inciso (c) Compactación.

(3) En rutas de bajo volumen, se podrán incluir los valores de resistencia en sitio del material granular de rodadura, cuando se utilice el Cono Dinámico de Penetración (ASTM D6951 o D6951M-18).

Para rutas de bajo volumen de tránsito ($TPD_i < 500$, siendo i año base), con la respectiva justificación técnica de uso y previa aprobación por parte de la Administración, se podrá evaluar la resistencia del material granular con el ensayo de cono de penetración dinámico (DCP, por sus siglas en inglés), según la norma ASTM D6951 o D6951M-18; o bien, cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración. Se deberá establecer un esquema de calibración y verificación de resultados con respecto a otros métodos de referencia aprobados por la Administración.

(b) Colocación del material granular

Antes de iniciar la colocación, la Administración deberá verificar la conformación de la superficie sobre la que se colocará la capa granular de rodadura, de manera que esté libre de deterioros y haya sido aprobada de acuerdo con la Sección que corresponda según la capa subyacente, incluyendo las áreas de los espaldones.

Los materiales se colocarán por descarga directa o utilizando algún tipo de distribuidor de agregados para lograr un mejor control de segregación. Se extenderá el material mediante equipos distribuidores autopropulsados tipo distribuidor de agregados o se descargará el material desde el equipo de acarreo (vagoneta o trailetas) sobre la superficie existente a la distancia adecuada, según el espesor de capa a compactar, para que la motoniveladora lo pueda distribuir fácilmente, sin permitir la segregación y sobretamaño del mismo.

Se debe colocar el agregado suelto para cumplir con el espesor de la capa, luego del proceso de compactación y de acuerdo con la estructura indicada en la sección típica indicada en los planos constructivos.

La capa granular de rodadura deberá construirse por capas de espesor compactado entre 100 y 200 mm. No se permiten espesores compactados mayores a 200 mm. El material extendido no deberá presentar segregaciones donde se observe concentraciones de partículas finas o gruesas del material granular.

Durante este proceso se deberá humedecer el material hasta proporcionarle la humedad en un rango de ± 2 % respecto a la humedad óptima del Proctor modificado (AASHTO T180, método D), debiendo quedar el material listo para ser

compactado, sin necesidad de mayor manipulación para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado.

Alternativamente, el material podrá ser transportado y depositado sobre la plataforma del camino, formando un camellón que cuente con un volumen adecuado para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado. Los materiales apilados deberán mezclarse por medios mecánicos hasta obtener la homogeneidad y humedad necesaria, y se extenderán uniformemente.

Se debe colocar el material granular de acuerdo con el espesor indicado en los planos constructivos y conformar para obtener el bombeo especificado de acuerdo con la sección transversal típica, mismo que deberá ser igual o mayor a 4 % y en ningún caso mayor a 6 % en tangente (tramo recto) y cuando las condiciones de la sección transversal lo permitan, los espaldones tendrán una pendiente entre 1 y 2 % mayor que la sección transversal de la calzada sin exceder el 6 % máximo permitido. De igual forma, los peraltes transversales deberán obedecer a lo indicado en los planos constructivos. Todo lo anterior, de conformidad con la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.

Es responsabilidad del Contratista velar por la correcta homogenización del material. En zonas donde, a criterio de la inspección, se observe segregación de los agregados (por ejemplo, la concentración de finos en la superficie), el Contratista deberá corregir esas deficiencias antes de iniciar el proceso de compactación.

Se debe realizar la compactación de acuerdo con el proceso de densificación indicado en el siguiente apartado.

(c) Compactación

Antes de realizar los trabajos de compactación, el Contratista deberá verificar el estado de conservación de las edificaciones, instalaciones eléctricas, tuberías de agua potable, pasos de alcantarillas, entre otras instalaciones u obras existentes visibles, adyacentes a la vía, ya que pueden afectarse por las vibraciones propias del proceso constructivo de las obras; de manera que, permita ejecutar oportunamente las medidas correctivas correspondientes. En caso de presentarse un daño a esas estructuras y a terceros, la Administración aplicará lo que establece al respecto la Subsección 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje.

El proceso de compactación debe atender lo establecido en el inciso (a) Tramo de prueba, para cumplir con las especificaciones indicadas en el Contrato, o en su defecto lo indicado en esta Sección y las instrucciones de la Administración. Cada capa de material se debe compactar en todo el ancho del camino, utilizando el equipo que proporcione la energía de compactación necesaria hasta obtener la resistencia en sitio que deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una compactación mayor o igual al 95 % de la densidad máxima (obtenida en el ensayo AASHTO T180, método D, corrigiendo con respecto al porcentaje de partículas gruesas de acuerdo con el ensayo AASHTO T224). En caso de no cumplir con lo anterior, de forma oportuna se deberán ejecutar las medidas correctivas para alcanzar la densidad mínima especificada.

El contenido de humedad deberá estar en un rango de ± 2 % de la humedad óptima del Proctor modificado, norma AASHTO T180. La densidad de campo y el contenido de humedad se deben determinar según la norma ASTM D6938 u otros procedimientos de ensayo previamente aprobados por la Administración.

Se recomienda utilizar compactador de rodillo vibratorio de al menos 10 t, el cual deberá realizar una primera pasada en modo estático para consolidar el material previo a la aplicación de vibración en la cantidad de pasadas establecidas en el tramo de prueba, para finalizar con una pasada en modo estático para dar acabado. La compactación en tramos rectos, siempre deberá comenzar desde los bordes, avanzando hacia el centro de la calzada y deberá continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad especificada; en tramos con curvas o con superelevaciones, se deberá iniciar la compactación desde el borde inferior manteniendo una pendiente uniforme. El compactador deberá traslaparse al menos 1/3 del ancho del rodillo entre pasadas paralelas hasta llegar al centro de la calzada, donde deberá evitar en todo momento transitar y aplicar vibración sobre la corona o punto más alto de la pendiente transversal ya que deformaría la conformación requerida.

Finalmente, se debe dar acabado por medio de al menos una pasada de compactador llanta de hule, lo que permitirá obtener una corteza superficial en la capa granular de rodadura. En secciones pequeñas se deben utilizar equipos alternativos como compactadores brincones que permitan obtener la densidad especificada.

Preferiblemente, el material deberá tener la humedad requerida para compactación, previo al inicio de la operación de los compactadores; esto para evitar añadir agua durante el proceso de compactación porque el material se puede adherir a las ruedas o en el tambor del equipo y generar defectos superficiales. En caso de no cumplir con lo anterior, se deberán ejecutar las medidas correctivas, antes de iniciar el proceso de inspección y recepción.

Para la capa granular de rodadura compactada se verificará el cumplimiento de la capacidad soportante (CBR) que establece el diseño de acuerdo con la normativa AASTHO T193 y la Subsección 703.22 Agregado para capa granular de rodadura expuesta.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se deberá mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al Contratista, se le causen deformaciones indebidas a la superficie de rodadura, éstas se deberán reparar de manera satisfactoria por cuenta del Contratista.

312.05 Acabado

Los tramos de revisión presentados para su aceptación no podrán tener una longitud menor de 200 m, con excepción de casos especiales (ejemplo: intersecciones, accesos de puentes, entre otros), de acuerdo con lo definido por la Administración. Si el tramo de capa de rodadura granular cumple con la inspección visual, la Administración solicitará la topografía para verificar que los niveles de acabado de la capa cumplan con los niveles indicados en los planos constructivos, con una variación máxima de 15 mm.

Se consideran áreas defectuosas, las que presenten desviaciones del nivel indicado en los planos de la superficie mayores a 15 mm entre dos puntos de contacto medido con un escantillón de 3 m. De no cumplirse con lo anterior, el Contratista deberá reconformar la superficie del tramo hasta lograr una superficie uniforme que cumpla lo especificado; deberá proceder a corregir los defectos encontrados antes de continuar con el proceso de inspección y deberá asumir el costo de la reparación de los tramos que no cumpla con las especificaciones aquí establecidas.

Superada la etapa de verificación de niveles, la Administración solicitará la presencia del laboratorio de verificación de calidad del proyecto (distinto del laboratorio de autocontrol),

para verificar que la compactación del material colocado cumpla con la densidad en sitio especificada en esta Sección.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior o superior a la tolerancia especificada, estas deberán ser marcadas para proceder con su reparación por medio de escarificación en el espesor indicado por la Ingeniería de Proyecto. Luego, agregar la cantidad necesaria de material de la misma calidad, para proceder de nuevo con el procedimiento de conformación y compactación indicado anteriormente.

En caso de que el material de capa de rodadura presente buen desempeño, pero problemas de polvo, se aplicará lo indicado en la Sección 306 Control de polvo, previa aprobación de la Administración.

312.06 Mantenimiento

El Contratista debe mantener la capa granular de rodadura en condiciones satisfactorias hasta la recepción del proyecto. Si la Administración constatará deterioros o deformaciones, el Contratista debe efectuar por su cuenta las reparaciones necesarias. Asimismo, cualquier daño producido en la capa granular de rodadura por efecto de precipitaciones u otras condiciones climáticas adversas, debe ser reparado por cuenta del Contratista a entera satisfacción de la Administración. Se deben corregir los defectos de acuerdo con lo establecido en esta Sección.

312.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.

De manera que:

- Los tramos de aceptación presentados para su revisión, deberán tener una longitud máxima de 200 m, con excepciones como intersecciones, accesos de puentes, curvas y otros.
- Los materiales en las fuentes y frentes de trabajo, deben cumplir con lo indicado en la Subsección 312.02 Materiales, la Tabla 312-01 Información requerida para el tramo de prueba y la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.
- Para efectos de pago, se evaluará la graduación para el material con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). Otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Para el control en sitio del material, se debe evaluar la graduación de agregados, límites de Atterberg, capacidad de soporte (CBR), contenido de humedad y densidad máxima en sitio, de acuerdo con la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.
- El proceso de preparación y aceptación de la superficie, debe cumplir con lo indicado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, Sección 301 Subbases y bases granulares, si corresponde y además en la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.
- El proceso de colocación y extendido del material, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa y lo expuesto en la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.
- El proceso de reconfirmación, debe cumplir con lo indicado en la Sección 303 Reacondicionamiento de la plataforma.
- El proceso de compactación, la densidad en sitio y la resistencia, deberán satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, en la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.
- El acabado, las cotas de niveles y la tolerancia de la superficie acabada, deberá satisfacer los requisitos indicados en la presente Sección, incluyendo el espesor de la capa y en la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta.

Los materiales y procesos que no cumplan deberán ser rechazados, para lo cual en el caso de materiales estos deberán ser sustituidos por otros que sí cumplan con las especificaciones establecidas y, en el caso de procesos constructivos, los mismos deberán repetirse hasta que se produzca el resultado solicitado.

312.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 312 Capa granular de rodadura expuesta, para efectos de aceptación o pago de los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción o lo que en su defecto establezca la Administración.

Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce, si así corresponde, sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- La medición de capa granular de rodadura se realizará por metros cúbicos (m³), en sitio una vez conformado, compactado y acabado, de acuerdo con la estructura indicada en la sección típica indicada en el Contrato, verificando por topografía cada una de las capas colocadas, según la Subsección 312.07 Aceptación. No se pagarán volúmenes por sobre-espesor, si existieran.
- Cuando se trate de secciones especiales que no se especifican con una sección típica determinada, la medición se realizará por medio de levantamiento topográfico.
- La tolerancia de superficie acabada se medirá en milímetros (mm), con escantillón de 3 m de largo con 2 puntos de apoyo; según la Subsección 312.05 Acabado.

312.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento, colocación, conformación, compactación y aceptación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección, el cual incluye: suministro de materiales (material granular de rodadura y agua), colocación, conformación con el equipo adecuado, humedecido, compactación, acabado final, y mantenimiento, según los procedimientos constructivos aquí definidos y todo lo que se requiera para recibir la capa granular de rodadura expuesta, a satisfacción de la Administración y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobreespesor de la capa de agregado.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) cuando corresponda, de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.312.01	Capa granular de rodadura expuesta	Metro cúbico	(m ³)

312.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación de calidad, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en las Tablas 312-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o

107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la calidad por parte de la Administración a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 312-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para capa granular de rodadura expuesta

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Fuente						
Agregado para capa granular de rodadura expuesta (703.22)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Pérdida por abrasión	AASHTO T96			
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			
		Índice de durabilidad (gruesos y finos)	AASHTO T210			
		Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T180 y AASHTO T193			
		Caras fracturadas	ASTM D5821			
Producción inicial (Tramo de prueba)						
Capa granular de rodadura expuesta (703.22)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	mínimo 1	Material colocado en el proyecto (107.07)	Antes de colocar el material en el resto del proyecto
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90	mínimo 1		
		Humedad-Densidad ⁽³⁾	AASHTO T180, Método D	mínimo 1		
		Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 ASTM D6938	mínimo 3	En sitio luego de la compactación, al inicio, medio y final de tramo	
	Resistencia en sitio ⁽²⁾	ASTM D6951/D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	3 puntos de medición cada 100 m de carril	En sitio luego de la compactación		
Inspección visual (107.02)	Acabado	Subsección 312.05	Subsección 312.05			

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de Reporte ⁽¹⁾
Producción y control en sitio (Tramo de aceptación cada 200 m)						
Capa granular de rodadura expuesta (703.22)	Procesos de control estadístico (107.05) (153.05)	Granulometría	AASHTO T27 y T11	1 por cada 500 m ³ , mínimo 1 por día de producción	Material antes de iniciar la compactación	Al completar el ensayo
		Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T89 y T90			
	Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T193	1 muestra cada 3000 m ³ o mínimo 1 por semana de producción			
	Humedad-Densidad ⁽³⁾	AASHTO T180 Método D				
	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T310 ASTM D6938	1 punto de medición cada 100 m de carril			En sitio luego de la compactación (107.07)	Después de finalizado el proceso de acabado de la superficie
Resistencia en sitio ⁽²⁾		ASTM D6951/D6951M-18 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración				
Producto terminado						
Capa granular de rodadura	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Espesor, pendiente transversal y niveles de cota	Variación máxima (Subsección 312.05)	A cada 10 m o lo determinado por la Administración	En sitio luego del proceso de acabado	24 h máximo después de finalizado el trabajo, pero antes de continuar con otro tramo
		Tolerancia desviaciones de superficie	Desviación máxima (Subsección 312.05)	A cada 20 m o lo determinado por la Administración		

Notas:

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.

(2) Para rutas debajo volumen de tránsito (TPD_i < 500, siendo i año base), se podrá evaluar la resistencia en sitio en las capas de base granular, utilizando el ensayo de cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración; esta deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al 95 % de la densidad máxima.

(3) Al menos 5 puntos por Proctor modificado.

Pavimentos
asfálticos y
tratamientos
superficiales

División

400

DIVISIÓN 400: PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

SECCIÓN 401 DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POR EL MÉTODO MARSHALL

401.01 Descripción

En este apartado se presentan las especificaciones para el diseño de una mezcla asfáltica en caliente utilizando el Método Marshall.

401.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Asfalto	702.01
Asfalto Modificado	702.02
Aditivos	702.09
Agregado para mezcla asfáltica	703.07
Relleno mineral	725.05

Las granulometrías deberán ser seleccionadas de acuerdo con el uso de la mezcla asfáltica en caliente que se menciona en la Tabla 401-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso y a las especificaciones mencionadas en la subsección 703.07 Agregados para la mezcla asfáltica, para cada tipo de granulometría.

401.03 Diseño de mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall

El diseño Marshall se aplicará para las mezclas asfálticas en caliente indicadas en la Tabla 401-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso, a continuación:

Tabla 401-01

Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso

Designación	Aplicación por tipo de capa asfáltica	Aplicación por cantidad de ESAL's⁽¹⁾
Mezcla AB ⁽²⁾	Mezcla asfáltica en caliente para, capas o sobrecapas asfálticas y bacheo donde la superficie existente consiste en mezcla asfáltica.	Hasta 10 millones ESAL's (mediano volumen de tránsito).
Mezcla C ⁽³⁾⁽⁴⁾	Capas asfálticas intermedias (alto desempeño)	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito).
Mezcla D ⁽³⁾⁽⁴⁾	Capas asfálticas de rodadura (alto desempeño)	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito).

Notas:

(1) Los ESAL's se calculan de acuerdo con el método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993, apartado 1.4.

(2) Para el caso de mezcla para bacheo, igualmente debe estar diseñada para las condiciones de la ruta a intervenir, tales como: volumen de tránsito, vehículos pesados, entre otros.

(3) Por el tipo de función que cumplen las mezclas designadas como C y D, se recomienda su uso en capas con un espesor mínimo de 7,5 cm.

(4) En caso de que se coloque una sola capa sobre una base estabilizada se tiene que utilizar una mezcla Tipo D y si se coloca sobre base granular se tiene que utilizar una mezcla Tipo C.

Se debe determinar el contenido de ligante asfáltico óptimo, para la combinación determinada de agregados y ligante asfáltico en una mezcla asfáltica en caliente de tamaño máximo de 25 mm, por medio de la elaboración de especímenes de prueba estándar de aproximadamente 64 mm de alto y 102 mm de diámetro según el Método Marshall.

La preparación y ensayo de los especímenes de diseño de mezcla se debe hacer de acuerdo con el método ASTM D6926-16 (INTE C10:2018).

- Si se utiliza aditivo para mejorar el desempeño de la mezcla asfáltica se deberá cumplir con lo siguiente:

Cuando se busque mejorar el desempeño de la mezcla utilizando algún aditivo, el asfalto modificado debe clasificarse de acuerdo con el Grado de Desempeño establecido en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño, además deberá cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 702-05 Especificaciones para el asfalto modificado, o según lo requerido por la Administración.

Además, se debe demostrar, mediante resultados de ensayos de laboratorio, la necesidad de implementar un aditivo para lograr cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño. En caso de no requerir el aditivo, este se excluirá de los rubros de pago.

De igual forma, el Grado de Desempeño PG Plus que se va a utilizar en el proyecto debe cumplir con las condiciones de tránsito y clima característicos de la zona donde se encuentre el proyecto, establecidos en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño.

La temperatura de mezclado y compactación debe cumplir con la especificación del productor del asfalto. Se tiene que garantizar que las temperaturas utilizadas no perjudiquen el desempeño final de la mezcla asfáltica incumpliendo los requisitos solicitados en la Tabla 401-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas.

- Parámetros volumétricos del diseño Marshall.

Las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica en caliente para encontrar el contenido de asfalto óptimo deben cumplir los parámetros establecidos en las Tablas 401-02 Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica utilizando el método Marshall y 401-03 Porcentajes mínimos de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA). El flujo y estabilidad Marshall se tienen que medir de acuerdo con el método ASTM D6927-15 (INTE C11:2020).

Tabla 401-02

Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica utilizando el método Marshall

Criterios para diseño de mezcla asfáltica Método Marshall	Clasificación del tránsito ⁽¹⁾					
	Tránsito pesado		Tránsito mediano		Tránsito liviano	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Número de golpes en cada cara para compactar el espécimen de ensayo	75		50		35	
Porcentaje de vacíos (%)	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0
Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA)	Ver Tabla 401-03 Porcentajes mínimo de vacíos en el agregado mineral (VMA)					
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA) (%)	65	75	65	78	70	80
Relación polvo-asfalto (P/A)	0,6	1,3	0,8	1,6	-	-

Notas:

(1) Clasificación del tránsito

Liviano: Condiciones que resultan en un ESAL de diseño (millones): < 0,3

Mediano: Condiciones que resultan en un ESAL de diseño (millones): entre 0,3 y 10

Pesado: Condiciones que resultan en un ESAL de diseño (millones): > 10 hasta 30

Los parámetros volumétricos se deben calcular según lo establecido en el documento Método de diseño de mezclas asfálticas (MS-2) Capítulo 5, Instituto del Asfalto.

Tabla 401-03

Porcentajes mínimos de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)

Tamaño máximo nominal ⁽¹⁾		VMA mínimo ⁽²⁾ (%)		
		Vacíos de aire de diseño ⁽³⁾ (%)		
mm ⁽⁴⁾	pulg ⁽⁴⁾	3,0	4,0	5,0
4,75	0,19	16,0	17,0	18,0
9,5	3/8	14,0	15,0	16,0
12,5	1/2	13,0	14,0	15,0
19	3/4	12,0	13,0	14,0
25	1,0	11,0	12,0	13,0

Fuente: Método de diseño de mezclas asfálticas (MS-2), Instituto del Asfalto.

Notas:

(1) El tamaño máximo nominal de partícula es un tamaño más grande que el primer tamiz que retiene más de 10 por ciento del material.

(2) El VMA no puede superar en más del 2 % del valor de diseño.

(3) Interpole el VMA mínimo para los valores de vacíos de diseño que se encuentren entre los que están citados.

(4) Especificación Normal para Tamaños de Tamices usados en Pruebas, ASTM E11 (AASHTO M92).

- (a) Resistencia al daño inducido por humedad. Los especímenes de ensayo se deben preparar de acuerdo con el método ASTM D6926-16 (INTE C10:2018) y el valor de resistencia se debe medir de acuerdo con el método AASHTO T283-02 (INTE C5:2019).
- (b) Requisitos de desempeño y aceptación de diseño. En la Tabla 401-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas, se presentan los requisitos de desempeño que se deben cumplir para la aceptación del diseño de mezcla y para las actualizaciones del diseño que se realicen con la frecuencia establecida por la Administración.

Tabla 401-04

Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas

Parámetro	Requisito mezclas			Método de ensayo
	Tipo AB	Tipo C	Tipo D	
Estabilidad (N)	≥ 8000	≥ 8000	≥ 8000	ASTM D6927-15 (INTE C11:2020)
Flujo (mm)	2,5 ± 1	2,5 ± 1	2,5 ± 1	ASTM D6927-15 (INTE C11:2020)
Resistencia al daño inducido por la humedad a la tensión diametral ⁽¹⁾	≥ 75 %	≥ 85 %	≥ 85 %	AASHTO T283-02
Resistencia a la tensión diametral indirecta en mezclas asfálticas compactadas de especímenes sin acondicionar ⁽¹⁾	≥ 700	≥ 700	≥ 700	AASHTO T283-02 (INTE C5:2019)
Susceptibilidad a la deformación permanente en el equipo APA ⁽²⁾⁽³⁾	-	≤ 3,5	≤ 3,5	AASHTO T340
Deformación permanente y resistencia al daño por humedad en el equipo Rueda de Hamburgo ⁽³⁾		≤ 6,0 mm	≤ 6,0 mm	AASHTO T324
		sin punto de inflexión antes de los 20000 ciclos		
Fatiga a flexotracción para las siguientes deformaciones unitarias (ciclos de carga) ⁽⁴⁾	400 (µm)	≥ 450000	≥ 300000	AASHTO T321
	600 (µm)	≥ 50000	≥ 25000	

Notas:

(1) La mezcla asfáltica debe estar elaborada a escala de laboratorio con los agregados correspondientes

(2) La deformación deberá obtenerse como promedio de 1 ensayo (6 especímenes). Se requiere que el ensayo sea realizado con mezcla acondicionada (2 horas ± 5 minutos a temperatura de compactación), y compactar inmediatamente después de este acondicionamiento. El acondicionamiento no se aplica para mezclas asfálticas producidas en la planta.

(3) La deformación permanente se debe evaluar con al menos uno de los dos métodos establecidos para APA y RH.

(4) Los especímenes de ensayo son vigas de mezcla asfáltica con todas las caras cortadas densificadas de modo que su contenido de vacíos sea de (7,0 ± 1,0) %. Los especímenes de ensayo cortados deben ser envejecidos, de previo al ensayo, en un horno a 85 °C por 5 días. La cantidad de repeticiones de carga deberá obtenerse del promedio de al menos 4 vigas. El criterio de falla es la pérdida de rigidez, es decir, un 50 % de la rigidez inicial.

401.04 Verificación del diseño de mezcla

La Administración debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo reproduciendo el diseño de mezcla. Cuando se realice la verificación, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación, con las tolerancias establecidas en la Tabla 401- 05 Tolerancias aceptables entre diseño de mezcla y la verificación.

Tabla 401-05

Tolerancias aceptables entre diseño de mezcla y la verificación

Descripción	Método de ensayo	Diferencias aceptables entre el Contratista y la Administración
Porcentaje retenido individual de los tamices gruesos a partir del tamiz de 2,36 mm (N°. 8)	AASHTO T308 AASHTO T30	± 3,0
Porcentaje retenido individual de los tamices más pequeños que el tamiz de 2,36 mm (N°. 8) y más grandes que el tamiz de 0,075 mm (N°. 200)	AASHTO T308 AASHTO T30	± 3,0
Porcentaje pasando el tamiz de 0,075 mm (N°. 200)	AASHTO T308 AASHTO T30	± 1,0
Contenido de asfalto, %	AASHTO T308	± 0,5
Contenido de vacíos de especímenes moldeados en el laboratorio, (%)	AASHTO T269	± 1,0
Estabilidad	AASHTO T245	Mayor al valor especificado
Flujo	AASHTO T245	± 1,0
Vacíos en el agregado mineral VMA (%)	AASHTO M323	Mayor al valor especificado
Vacíos llenos con asfalto VFA (%)	AASHTO M323	± 1,0
Relación polvo/asfalto (%)	AASHTO M323	± 0,3
Resistencia a la tensión diametral especímenes secos	AASHTO T283	± 159 kPa
Resistencia a la tensión diametral retenida	AASHTO T283	Mayor al valor especificado
Desempeño a deformación permanente y fatiga	AASHTO T340 y AASHTO T321	Mayor al valor especificado
Recuperación elástica en asfalto modificado	AASHTO T301	Mayor al valor especificado
Punto de ablandamiento en asfalto modificado	AASHTO T53	Mayor al valor especificado

Se debe garantizar el cumplimiento de los parámetros de diseño en todo momento.

No se debe iniciar la producción de la mezcla asfáltica hasta que el diseño sea formalmente aceptado por la Administración.

401.05 Aceptación, Medición y Pago

Para la aceptación del diseño, medición y pago refiérase a la Sección 405 Suministro y Colocación de Mezcla Asfáltica en Caliente.

SECCIÓN 402 DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POR EL MÉTODO SUPERPAVE®

402.01 Descripción

En este apartado se presentan las especificaciones para el diseño de una mezcla asfáltica en caliente según el Método Superpave®, utilizando compactador giratorio.

402.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Asfalto	702.01
Asfalto Modificado	702.02
Aditivos	702.09
Agregados para mezcla asfáltica	703.07
Relleno mineral	725.05

Las granulometrías deberán ser seleccionadas de acuerdo con el uso de la mezcla asfáltica en caliente que se menciona en la Tabla 402-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso y a las especificaciones mencionadas en la subsección 703.07 Agregados para la mezcla asfáltica, para cada tipo de granulometría.

402.03 Diseño de mezcla asfáltica Superpave®

El diseño Superpave® se aplicará para las mezclas asfálticas en caliente indicadas en la Tabla 402-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso, mostradas a continuación:

Tabla 402-01

Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso

Designación	Aplicación por tipo de capa asfáltica	Aplicación por cantidad de ESAL's ⁽¹⁾
Mezcla AB ⁽²⁾	Mezcla asfáltica en caliente para, capas o sobrecapas asfálticas y bacheo donde la superficie existente consiste en mezcla asfáltica.	Hasta 10 millones ESAL's (mediano volumen de tránsito).
Mezcla C ⁽³⁾⁽⁴⁾	Capas asfálticas intermedias (alto desempeño).	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito).
Mezcla D ⁽³⁾⁽⁴⁾	Capas asfálticas de rodadura (alto desempeño).	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito).

Notas:

(1) Los ESAL's se calculan de acuerdo con el método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993, apartado 1.4.

(2) Para el caso de mezcla para bacheo, igualmente debe estar diseñada para las condiciones de la ruta a intervenir, tales como: volumen de tránsito, vehículos pesados, entre otros.

(3) Por el tipo de función que cumplen las mezclas designadas como C y D, se recomienda su uso en capas con un espesor mínimo de 7,5 cm.

(4) En caso de que se coloque una sola capa sobre una base estabilizada se tiene que utilizar una mezcla Tipo D y si se coloca sobre base granular se tiene que utilizar una mezcla Tipo C.

La presente metodología de diseño se basa en la estimación de las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica: contenido de vacíos de la mezcla (VA), vacíos en el agregado mineral (VMA) y vacíos llenos de asfalto (VFA) para una combinación de agregado mineral, filler, ligante asfáltico y aditivos seleccionados de acuerdo con el tráfico y clima.

La preparación de los especímenes de diseño de mezcla se debe hacer de acuerdo con el método AASHTO T312 Preparación de especímenes de mezcla asfáltica en caliente y determinación de la densidad usando el compactador giratorio Superpave, el cual incluye la escogencia de la granulometría óptima y luego la escogencia del contenido óptimo de asfalto. Ejemplos de este procedimiento pueden ser encontrados en la guía SP-2 Diseño de mezcla Superpave del Instituto del asfalto.

- Si se utiliza aditivo para mejorar el desempeño de la Mezcla Asfáltica se deberá cumplir con lo siguiente:

Cuando se busque mejorar el desempeño de la mezcla utilizando algún aditivo, el asfalto modificado debe clasificarse de acuerdo con el Grado de Desempeño establecido en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño, además deberá cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 702-05 Especificaciones para el asfalto modificado, o según lo requerido por la Administración.

Además, se debe demostrar, mediante resultados de ensayos de laboratorio, la necesidad de implementar un aditivo para lograr cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño. En caso de no requerir el aditivo, este se excluirá de los rubros de pago.

De igual forma, el Grado de Desempeño PG Plus que se va a utilizar en el proyecto debe cumplir con las condiciones de tránsito y clima característicos de la zona donde se encuentre el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño.

La temperatura de mezclado y compactación debe cumplir con la especificación del productor del asfalto. Se tiene que garantizar que las temperaturas utilizadas no perjudiquen el desempeño final de la mezcla asfáltica incumpliendo los requisitos solicitados en la Tabla 402-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas.

- Parámetros volumétricos de diseño Superpave®.

A continuación, se presentan las propiedades volumétricas de la mezcla que se deben cumplir, tanto para la escogencia de la granulometría óptima como para la escogencia del contenido de asfalto óptimo.

(a) Giros de compactación ($N_{\text{diseño}}$):

Los giros de compactación de diseño dependen del volumen de tránsito del proyecto (Tabla 402-02 Giros de compactación Superpave®).

Tabla 402-02

Giros de compactación Superpave® (Tabla 1, AASHTO R35, 2017)

ESAL's diseño (millones) (20 años carril de diseño)	Número de giros de compactación		
	N _{inicial}	N _{diseño}	N _{máx}
< 0,3	6	50	75
0,3 a 3	7	75	115
3 a 30	8	100	160
> 30	9	125	205

(b) Parámetros volumétricos de diseño Superpave®:

La volumetría de la mezcla para encontrar la granulometría óptima y el contenido de asfalto óptimo debe cumplir los parámetros establecidos en la Tabla 402-03 Requisitos de la mezcla para el diseño Superpave®. Los vacíos de aire de diseño para todas las condiciones de tránsito deben ser de 4,0 %.

Tabla 402-03

Requisitos de la mezcla para el diseño Superpave® (Tabla 7, AASHTO M323, 2017)

ESAL's diseño (millones)	Densidad de compactación (%)			VMA (%) de acuerdo con el TMN (mm)						VFA (%)	Relación polvo/asfalto
	N _{inicial}	N _{diseño}	N _{máx}	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75		
< 0,3	≤ 91,5	96	≤ 98	11	12	13	14	15	16	70 - 80	
0,3 a 3,0	≤ 90,5	96	≤ 98	11	12	13	14	15	16	65 - 78	0,6 - 1,3
≥ 3,0	≤ 89,0	96	≤ 98	11	12	13	14	15	16	65 - 75	

Notas:

- (1) Para un volumen de tránsito > 3 millones de ESAL's, para mezclas de TMN de 9,5 mm el rango de VFA debe ser de 73 a 76 y para mezclas de TMN de 4,75 mm el rango de VFA debe ser de 75 a 78.
- (2) Para mezclas de TMN de 4,75 mm la relación polvo/asfalto debe ser de 0,9 a 2,0. Para mezclas de TMN de 9,5 mm la relación polvo/asfalto debe ser de 0,9 a 1,6.

(c) Resistencia a la tensión diametral retenida al daño inducido por la humedad:

Los especímenes de ensayo se deben preparar de acuerdo con el método AASHTO T312 con una altura de ensayo de 95 ± 5 mm con la fórmula de trabajo y el contenido óptimo de asfalto. El nivel de vacíos de los especímenes a fallar debe ser de 7,0 ± 1,0 %.

La resistencia al daño inducido por la humedad en mezclas asfálticas compactadas se debe medir de acuerdo con el método AASHTO T283-18 (INTE C5:2019)

El valor mínimo de la resistencia a la tensión diametral de especímenes sin condicionar debe cumplir el valor especificado en la Tabla 402-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfáltica, y acorde con la Tabla 402-01 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso.

(d) Requisitos de desempeño y aceptación de diseño:

En la Tabla 402-04 Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas, se presentan los requisitos de desempeño que se deben cumplir para la aceptación de la fórmula de trabajo y para las actualizaciones del diseño que se realicen con la frecuencia establecida por la Administración.

Tabla 402-04

Requisitos de desempeño para mezclas asfálticas

Parámetro	Requisito mezclas			Método de ensayo
	Tipo AB	Tipo C	Tipo D	
Resistencia al daño inducido por la humedad en mezclas asfálticas compactadas ⁽¹⁾	≥ 75	≥ 85	≥ 85	AASHTO T283-02 (INTE C5:2019)
Resistencia a la tensión diametral indirecta en mezclas asfálticas compactadas de especímenes sin acondicionar ⁽¹⁾	≥ 700	≥ 700	≥ 700	AASHTO T283-02
Susceptibilidad a la deformación permanente en el equipo APA ⁽²⁾⁽³⁾	-	≤ 3,5	≤ 3,5	AASHTO T340
Deformación permanente y resistencia al daño por humedad en el equipo Rueda de Hamburgo ⁽³⁾ (mm)	-	≤ 6,0 mm	≤ 6,0 mm	AASHTO T324
		sin punto de inflexión antes de los 20000 ciclos		
Fatiga a flexotracción para las siguientes deformaciones unitarias (ciclos de carga): ⁽⁴⁾				AASHTO T 321
	400 μm	-	≥ 450000 ≥ 300000	
	600 μm	-	≥ 50000 ≥ 25000	

Notas:

(1) La mezcla asfáltica debe estar elaborada a escala de laboratorio con loa agregados correspondientes.

(2) La deformación deberá obtenerse como promedio de 1 ensayo (6 especímenes). Se requiere que el ensayo sea realizado con mezcla acondicionada (2 horas ± 5 minutos a temperatura de compactación), y compactar inmediatamente después de este acondicionamiento. El acondicionamiento no se aplica para mezclas asfálticas producidas en la planta.

(3) La deformación permanente se debe evaluar con al menos uno de los dos métodos establecidos para APA y RH.

(4) Los especímenes de ensayo son vigas de mezcla asfáltica con todas las caras cortadas densificadas de modo que su contenido de vacíos sea de (7,0 ± 1,0) %. Los especímenes de ensayo cortados deben ser envejecidos, de previo al ensayo, en un horno a 85 °C por 5 días. La cantidad de repeticiones de carga deberá obtenerse del promedio de al menos 4 vigas. El criterio de falla es la pérdida de rigidez, es decir, un 50 % de la rigidez inicial.

402.04 Verificación del diseño de mezcla

La Administración debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo reproduciendo el diseño de mezcla. Cuando se realice la verificación, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación con las tolerancias establecidas en la Tabla 402-05 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.

Tabla 402-05

Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación

Descripción	Método de ensayo	Diferencias aceptables entre el Contratista y la Administración
Porcentaje retenido individual de los tamices gruesos a partir del tamiz de 2,36 mm (N°. 8)	AASHTO T308 AASHTO T30	± 3,0
Porcentaje retenido individual de los tamices más pequeños que el tamiz de 2,36 mm (N°. 8) y más grandes que el tamiz de 0,075 mm (N°. 200)	AASHTO T308 AASHTO T30	± 3,0
Porcentaje pasando el tamiz de 0,075 mm (N°. 200)	AASHTO T308 AASHTO T30	± 1,0
Contenido de asfalto (%)	AASHTO T308	± 0,5
Contenido de vacíos de especímenes moldeados en el laboratorio (%)	AASHTO T269	± 1,0
Vacíos en el agregado mineral VMA (%)	AASHTO M323	Mayor al valor especificado
Vacíos llenos con asfalto VFA (%)	AASHTO M323	± 1,0
Relación polvo/asfalto (%)	AASHTO M323	± 0,3
Resistencia a la tensión diametral especímenes secos (kPa)	AASHTO T283	± 159 kPa
Resistencia a la tensión diametral retenida (%)	AASHTO T283	Mayor al valor especificado
Desempeño a deformación permanente y fatiga	AASHTO T340 y AASHTO T321	Mayor al valor especificado
Desempeño a deformación permanente	-	Mayor al valor especificado
Recuperación elástica en asfalto modificado	AASHTO T301	Mayor al valor especificado
Punto de ablandamiento en asfalto modificado	AASHTO T53	Mayor al valor especificado

Se debe garantizar el cumplimiento de los parámetros de diseño en todo momento.

No se debe iniciar la producción de la mezcla asfáltica hasta que el diseño sea formalmente aceptado por la Administración.

402.05 Aceptación, Medición y Pago

Para la aceptación del diseño de mezcla, medición y pago refiérase a la Sección 405 Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

SECCIÓN 403 DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ESPECIALES

403.01 Descripción

Este trabajo consiste en el diseño de mezcla asfáltica de Matriz de Agregado Grueso (SMA, por sus siglas en inglés) procesada en planta.

403.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones:

Asfalto	702.01
Asfalto Modificado	702.02
Aditivos	702.09
Agregados para mezcla asfáltica	703.07
Relleno mineral	725.05

Las granulometrías a utilizar para este tipo de mezcla asfáltica SMA son las señaladas en la Tabla 703-10 Granulometrías para mezclas asfálticas especiales.

Cuando las gravedades específicas brutas de los distintos apilamientos de agregados varíen en más de 0,2 entre ellas, las granulometrías de prueba deberán calcularse con base en el porcentaje volumétrico.

Además de cumplir con lo especificado en la subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica, deberán cumplir con las especificaciones adicionales que se muestran en la Tabla 403-01 Especificaciones adicionales para los agregados de mezclas asfálticas especiales. En el caso de que se cuente con dos especificaciones diferentes para el mismo parámetro, por tratarse de mezclas asfálticas especiales, deberá prevalecer la especificación que se señala en la Tabla 403-01 Especificaciones adicionales para los agregados de mezclas asfálticas especiales.

Tabla 403-01

*Especificaciones adicionales para los agregados de mezclas asfálticas especiales
(Adaptado de AASHTO M325)*

Parámetro	Método de ensayo	Requerimiento
Agregado grueso		
Abrasión	AASHTO T96	30 % máx.
Partículas planas y elongadas, en una proporción de:		
3:1	ASTM D4791-10 (INTE C30:2016)	20 % máx.
5:1	ASTM D4791-10 (INTE C30:2016)	5 % máx.
Absorción	AASHTO T85	2 % máx.
Índice de fractura	FLH T 508	30 % máx.
Agregado fino		
Arcillas y partículas friables	AASHTO T112	0,25 % máx.
Límite líquido	AASHTO T89	25 máx.
Índice de plasticidad	AASHTO T90	No plástico

403.03 Diseño de mezcla asfáltica de Matriz de Agregado Grueso (SMA, por sus siglas en inglés)

Se debe diseñar una mezcla asfáltica de Matriz de Agregado Grueso (SMA, por sus siglas en inglés) a base de agregado, asfalto y aditivos de acuerdo con el procedimiento de diseño Superpave® establecido en la Sección 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave® para 100 giros de compactación en el compactador giratorio ($N_{dis} = 100$) y debe cumplir con lo ahí especificado y con los siguientes requerimientos:

Tabla 403-02

Requerimientos volumétricos para mezclas asfálticas especiales SMA (AASHTO M325 y R46)

Propiedad	Método de ensayo	Requerimiento
Vacios de aire (%)	AASHTO T 269-18 (INTE C4:2019)	4,0 %
VMA (%)	-	17 % Mín.
VCAMezcla (kg/m ³)	AASHTO T19M/ T19	Menor que VCADCR
Escurrimiento ⁽¹⁾ (%)	AASHTO T305	0,30 % Máx.
Resistencia a la tensión diametral retenida (%)	AASHTO T 283-14 (INTE C5:2019)	80 % Mín.
Contenido de asfalto (%)	-	6,0 % Mín.

Notas:

(1) La temperatura de ensayo es la temperatura de mezclado esperada en la planta de producción.

La verificación del diseño de la mezcla asfáltica SMA deberá cumplir con lo indicado en la subsección 402.04 Verificación del diseño de mezcla.

403.04 Aceptación, Medición y Pago

Para la aceptación del diseño de la mezcla asfáltica de Matriz de Agregado Grueso (SMA, por sus siglas en inglés), su medición y pago se aplicará lo establecido en la sección 405 Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

SECCIÓN 404 DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PRODUCIDA EN PLANTA UTILIZANDO UN PORCENTAJE DE MEZCLA RECICLADA (RAP, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

404.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla asfáltica reciclada (RAP, por sus siglas en inglés) en conjunto con agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo y en caso de requerirse, agentes de reciclado.

404.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Asfalto	702.01
Agentes de reciclado	702.07
Aditivos	702.09
Agregado para mezcla asfáltica	703.07
Relleno Mineral	725.05

El porcentaje de mezcla asfáltica reciclada (RAP, por sus siglas en inglés) no podrá contener más de 2 % de material deletéreo.

Previamente se realiza un Diseño de Mezcla, considerando únicamente el agregado virgen (sin incorporar la fracción de agregado RAP), la cual debe cumplir con la especificación de la Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica. Además, una vez determinado el porcentaje de combinación de agregado virgen y agregado RAP producto del diseño, se deberá evaluar el cumplimiento de las pruebas normadas para los agregados grueso y fino, de dicha combinación, de acuerdo con lo establecido en la Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica.

404.03 Preparación de la mezcla (dosificación de diseño)

La mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla asfáltica reciclada (RAP, por sus siglas en inglés), se elaborará utilizando agregado virgen, agregado RAP, cemento asfáltico nuevo, agente de reciclaje y aditivos, que cumplan con los requisitos especificados en la Subsección 404.02 Materiales.

La composición, granulometría y requerimientos de la mezcla asfáltica en caliente utilizando un porcentaje de RAP deberán ajustarse a lo establecido en la sección 401 Diseño de Mezcla Asfáltica por el Método Marshall o 402 Diseño de Mezcla Asfáltica por el Método Superpave®, de acuerdo con la metodología de diseño definida.

Dependiendo de la cantidad de agregado reciclado que se utilice en la mezcla, se deberá entregar el diseño de mezcla asfáltica en caliente utilizando un porcentaje de RAP detallando:

- El contenido de asfalto total por peso total de mezcla.
- Contenido de asfalto reciclado por peso total de mezcla.
- Contenido de asfalto nuevo por peso total de mezcla.
- Contenido de agente de reciclaje por peso total de mezcla, si fuese necesario.
- Porcentaje de agregado RAP por peso total de mezcla.
- Porcentaje de agregado nuevo por peso total de mezcla y las granulometrías de estos materiales a dosificar.

El diseño y su información referente (mínimo incluir fuente y porcentaje de RAP, granulometría del RAP, gravedad específica de cada apilamiento empleado, porcentaje de asfalto del RAP, y muestra de RAP), deberá estar disponible al menos 30 días antes del inicio de la producción para su aceptación y aprobación por parte de la Administración.

La mezcla asfáltica en caliente utilizando un porcentaje de RAP se debe procesar por trituración y tamizado para que se obtenga una buena estructura granulométrica.

La gravedad específica efectiva del agregado RAP, deberá aproximarse a partir de la gravedad específica máxima teórica del RAP, para utilizarla en el cálculo de los parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica.

Para la verificación de diseño, se deberán suministrar muestras del agregado RAP (según el porcentaje de RAP utilizado), agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo, agente de

reciclaje y aditivos de acuerdo con la sección correspondiente (401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall o 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®).

Cuando sea necesario suministrar una muestra de la capa de mezcla asfáltica existente, se deberá escarificar hasta la profundidad de remoción en las áreas definidas por la Administración. Se sustituirá la porción de mezcla asfáltica removida con una mezcla asfáltica aprobada por la Administración.

404.03.01 Contenido de RAP

Se podrá usar un porcentaje de material reciclado en la mezcla asfáltica, determinado como porcentaje de peso de mezcla reciclada respecto del peso total de mezcla:

- Para contenidos de RAP menores al 15 % no es necesario ajustar el grado de desempeño del asfalto que se requiere.
- Para contenidos de RAP entre un 15 % y un 25 %, se debe reducir en un grado la temperatura superior del tipo de asfalto a utilizar especificado de acuerdo con la clasificación de Grado de Desempeño.
- Para contenidos mayores al 25 % se debe determinar el grado apropiado del asfalto a utilizar, mediante el desarrollo de los gráficos de mezclado de combinación de asfalto virgen y envejecido (Blending charts, Apartado 11.4 del MS-2 Séptima Edición) que son generados a la hora de diseñar el contenido de RAP.

El aporte del asfalto del material de reciclado se debe tomar en cuenta para determinar el grado de desempeño del asfalto.

Cuando sea necesario según el diseño, se pueden utilizar agentes rejuvenecedores para alcanzar el grado de desempeño establecido en el diseño de mezcla, de acuerdo con lo especificado en la Subsección 702.09 Aditivos. Se deberá presentar resultados del procedimiento utilizado para determinar el contenido de agente de reciclaje.

Para el diseño de mezcla según la dosificación, se deberá usar la gravedad específica del asfalto original y la gravedad específica del asfalto del RAP.

Se debe presentar los informes de laboratorio para el cemento asfáltico reciclado, el nuevo asfalto y el agente rejuvenecedor, de manera que se demuestre el cumplimiento del grado requerido para la combinación de dichos cementos asfálticos, en las proporciones

establecidas por la dosificación de diseño, de acuerdo con las Subsecciones 702.01 Asfalto y 702.07 Agentes de reciclado.

404.04 Aceptación, Medición y Pago

Para la aceptación del diseño mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla asfáltica reciclada (RAP, por sus siglas en inglés), su medición y pago se aplicará la Sección 405 Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

SECCIÓN 405 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

405.01 Descripción

En esta sección se describe lo relacionado con el suministro de materiales para el diseño, la producción, almacenamiento, transporte, colocación, conformación y compactación de mezcla asfáltica en caliente en capas, de conformidad con los espesores que se establezcan en los planos constructivos, ajustándose a las secciones típicas, lineamientos verticales y horizontales del pavimento. Lo anterior, dentro de las tolerancias establecidas en este manual de especificaciones técnicas, según corresponda.

El Contrato deberá establecer el método de diseño para la mezcla asfáltica a colocar, de acuerdo con su uso, y lo especificado en las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas especiales o 404 Mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla asfáltica reciclada (RAP, por sus siglas en inglés), según corresponda.

405.02 Materiales

Debe estar en conformidad con las siguientes Secciones:

Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall	401
Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave	402
Diseño de mezclas especiales	403

Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada (RAP, por sus siglas en inglés)

404

El almacenamiento de materiales deberá realizarse de acuerdo con lo estipulado en la sección 106 Control del material.

405.03 Aprobación del diseño y la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica

En esta subsección se establecen los lineamientos generales para la recepción, aceptación del diseño de mezcla y verificación.

405.03.01 Recepción

El Contratista debe presentar a la Administración el diseño de mezcla asfáltica propuesto, junto con los certificados de calidad de los materiales al menos 30 días hábiles antes del inicio de la producción.

405.03.02 Aceptación para la mezcla asfáltica

Previo al inicio de la producción de la mezcla, el Contratista deberá entregar por escrito a la Administración, el Diseño de Mezcla de acuerdo con las Especificaciones Contractuales, mediante un informe técnico que al menos debe incluir la siguiente información:

- Información General:
 - (a) Nombre del proyecto y número de licitación.
 - (b) Nombre, tipo y ubicación de la planta.
 - (c) Fecha de elaboración del Diseño y del Informe.
 - (d) Tipo de Mezcla y el uso que se dará a la misma.
 - (e) Nombre del laboratorio que elaboró el Diseño y del profesional que certifica el informe.
 - (f) Nombre, ubicación y número de expediente minero de cada una de las fuentes de agregados propuestas
- Agregados:
 - (a) Fecha de muestreo, así como el procedimiento utilizado.
 - (b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.

- (c) Granulometría de diseño con los porcentajes pasando en cada malla para la mezcla de agregados.
 - (d) Fuente de cada apilamiento de agregados a ser usados.
 - (e) Graduación promedio de cada apilamiento de agregados.
 - (f) Resultados de las pruebas de calidad según las especificaciones contractuales.
 - (g) Resultados de los ensayos de gravedad específica y porcentaje de absorción de cada agregado utilizado en el diseño.
 - (h) Gravedad específica y porcentaje de absorción de la mezcla de agregados.
 - (i) Indicar el tipo de relleno mineral a utilizar, sus características y su forma de incorporación a la mezcla (cuando aplique).
 - (j) No se aceptarán resultados de ensayos efectuados en agregados cuya fecha de muestreo difiera en más de tres meses respecto a la fecha de recepción del diseño.
- Ligante asfáltico:
 - (a) Fecha de muestreo, así como el procedimiento utilizado.
 - (b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
 - (c) Resultados de las pruebas de calidad al ligante asfáltico original o modificado (cuando aplique) utilizado en el diseño, efectuadas por el Contratista o el proveedor del mismo.
 - Aditivos y Polímeros:
 - (a) Fecha de muestreo, así como el procedimiento utilizado.
 - (b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
 - (c) Tipo y características del aditivo/polímero y su propósito.
 - (d) Nombre del producto y del fabricante.
 - (e) Ficha técnica y certificado de calidad provisto por el fabricante.
 - (f) Porcentaje(s) de aditivo/polímero usado(s) en el Diseño.
 - (g) Procedimiento de incorporación del aditivo/polímero durante los procesos de diseño y de producción.
 - Diseño de mezcla:
 - (a) El diseño debe contener la combinación de la materia prima de acuerdo con la mezcla que se trate según la normativa que aplique.

- (b) Resultados de los ensayos del Diseño.
- (c) Gráficos respectivos para los parámetros de Diseño.
- (d) Resultados de ensayo del efecto de la incorporación del aditivo/polímero en la mezcla, en caso de que aplique.
- (e) Adicionalmente, se debe complementar con la información indicada en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada, según sea el caso.

El representante de la Administración deberá estar presente en los muestreos de los materiales involucrados en el diseño.

405.03.03 Fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica

Si el informe técnico presentado por el Contratista de la fórmula de trabajo contiene todos los datos requeridos en esta sección y en las normas contractuales aplicables y si todos los parámetros indicados allí cumplen con los valores máximos y mínimos establecidos, se procederá a comunicar al Contratista la recepción conforme del Diseño de Mezcla propuesto para producir la mezcla asfáltica y ajustar la Fórmula de Trabajo.

- Fórmula de Trabajo para la Mezcla:
 - (a) Agregados: tipos de agregado a utilizar, así como sus porcentajes de combinación. Cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de relleno mineral y su porcentaje de dosificación.
 - (b) Contenido de ligante asfáltico.
 - (c) Graduación del agregado.
 - (d) Aditivos y polímeros: cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo y su porcentaje de dosificación.

En caso de estimarse conveniente una verificación de la información suministrada, se procederá con la verificación del diseño de mezcla, incluyendo los plazos determinados en las secciones según corresponda a la metodología de diseño planteada.

Si se considerara el rechazo de la mezcla, el Contratista deberá iniciar el proceso para un nuevo diseño y fórmula de trabajo para la mezcla, donde se debe cumplir nuevamente con los plazos ya anotados.

405.03.04 Verificación del Diseño de Mezcla

La Administración estará en la facultad de requerir la verificación del diseño y la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica o de las características de algún componente de la mezcla diseñada, para lo cual el Contratista deberá aportar la cantidad de materiales según corresponda. La Administración deberá estar presente en el muestreo para avalar la representatividad de las muestras.

El plazo para la verificación no será mayor a quince días hábiles (si se requiere verificar los ensayos de las Tablas 401-03 Porcentajes mínimos de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA) y Tabla 402-03 Requisitos de la mezcla para el diseño Superpave®, el plazo será de 30 días hábiles) a partir de la solicitud de la Administración al laboratorio designado.

De acuerdo con el resultado de la verificación emitido por el laboratorio designado, la Administración aceptará o rechazará el diseño propuesto por el Contratista.

405.03.05 Comprobación en campo de la mezcla para obtener la fórmula de trabajo

Cuando el Contratista proponga la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica y cuente con la aceptación de la Administración, en conjunto con ésta, deberá efectuar una comprobación para determinar si se deben realizar ajustes en la fórmula de trabajo (de ser necesario) de la mezcla en cada planta o sitio de producción. Antes del inicio de la producción de la mezcla, la Administración deberá efectuar todas las inspecciones preliminares y verificación de las calibraciones de planta y equipos de la planta de producción que aseguren el buen funcionamiento. Durante el primer día de producción se harán los muestreos y ensayos, que aseguren que la mezcla cumple razonablemente con el diseño y fórmula de trabajo propuestos para la mezcla.

Los ensayos de comprobación en campo consistirán como mínimo de una muestra de mezcla cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción, analizada de acuerdo con los ensayos y propiedades establecidas en las especificaciones contractuales. Dicha muestra deberá tomarse por triplicado, una muestra para el Contratista, otra para la verificación y la tercera como testigo. La custodia de la tercera muestra se hará de común acuerdo entre el Contratista y la Administración.

La producción de mezcla podrá iniciar una vez que:

- (a) Se concluyan todos los ensayos de verificación en campo.

- (b) La mezcla haya sido verificada satisfactoriamente por el laboratorio verificación.
- (c) Se cumplan todos los requisitos de las especificaciones y los criterios del Diseño de la Mezcla.
- (d) Se hayan entregado a la Administración, los resultados de los ensayos de verificación y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla.
- (e) El diseño de mezcla haya sido aprobado satisfactoriamente por la Administración.
- (f) Comprobar que no hayan pasado tres meses desde la presentación del diseño para evitar cambios en los apilamientos de los agregados.

405.03.06 Ajustes a la Fórmula de Trabajo para la mezcla

Todos los ajustes a la fórmula de trabajo para la mezcla deben ser aceptados por la Administración y documentados por escrito. Las variaciones en las proporciones de combinación de agregados establecidas con el propósito de cumplir con los rangos especificados en la fórmula de trabajo para la mezcla, deben comunicarse por escrito a la Administración.

405.03.07 Cambios en la Fórmula de Trabajo para la mezcla

Si las variaciones granulométricas o de dosificación del ligante asfáltico, exceden los rangos definidos por la fórmula de trabajo para la mezcla o cambian las fuentes o características de los materiales, esto exigirá la presentación de un nuevo diseño de mezcla que deberá cumplir con los requisitos contractuales.

Si las variaciones en los porcentajes de combinación de los agregados aceptados por la Administración, para ajustar la granulometría al diseño, demandan una cantidad de ligante diferente al óptimo aceptado, el Contratista deberá presentar un nuevo diseño.

Los cambios o ajustes en la Fórmula de Trabajo para la mezcla aceptada:

- (a) Son responsabilidad del Contratista, los mismos deberán quedar debidamente documentados y cumplir con todos los requisitos de esta sección.
- (b) Regirán a partir de la aceptación de la Administración, previo cumplimiento de los requisitos de esta sección. No aplicarán retroactivamente para la aceptación y pago.

405.03.08 Tramo de prueba

Una vez que la Administración haya aprobado la mezcla con sus ajustes de la fórmula de trabajo el Contratista, en coordinación con ésta, debe proceder con la construcción del o los tramos de prueba necesarios según lo siguiente:

- (a) En el caso de mezcla para bacheo se deberá realizar un "bache de prueba" con un espesor mínimo de 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso, que sea representativo de las labores de bacheo a realizar, el cual deberá ser aprobado por la Administración.
- (b) En el caso de capas o sobrecapas de mezcla asfáltica, se debe construir un tramo de prueba de 1 carril de ancho y de un mínimo de 100 m de longitud para demostrar que, a partir del proceso de compactación a aplicar se obtenga una densidad en sitio que no deberá ser menor al 92 % ni mayor al 96 % respecto a la densidad máxima teórica según AASHTO T209-1999 (INTE C3:2019) y de acuerdo con lo indicado en la Subsección 405.06.01 Control del proceso de compactación. La Administración permitirá el número necesario de tramos de prueba.
- (c) Se deberá registrar: fecha, hora, ubicación y extensión del tramo, descripción de la maquinaria de compactación utilizada (modelo, año, placa, tipo, peso), el número de pasadas, la velocidad, amplitud y frecuencia de vibración de la compactadora, la secuencia de recorrido para un ancho de pavimentación definido y el rango óptimo de temperaturas de compactación, necesarios para obtener la densidad especificada y el acabado de superficie que se especifica en el Contrato. Este patrón de compactación debe ser presentado a la Administración, y quedará establecido en la fórmula de trabajo para la compactación de la mezcla una vez que, con el control y la verificación de calidad, se obtenga el nivel de densificación final por medio de mediciones con densímetro nuclear según la norma (AASHTO T355) u otro método aprobado por la Administración, comprobado en cuatro puntos en los 100 m después de cada pasada y posteriormente con la extracción de núcleos. Lo anterior deberá ser reportado, en un informe final realizado por la Administración, en el cual se indique la aceptación del tramo de prueba.
- (d) Se construirán tantos tramos de prueba como fórmulas de trabajo para las mezclas que sean presentadas y aceptadas por la Administración.

- (e) Después de la construcción y aceptación del tramo de prueba, la mezcla debe ser evaluada y aceptada en función de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de verificación y se pagará de acuerdo con la Subsección 405.10 Aceptación.
- (f) Todo el proceso de la construcción del tramo de prueba deberá quedar documentado en la Bitácora del proyecto, incluyendo los detalles operativos pertinentes.
- (g) Se deberá realizar un tramo de prueba nuevo cuando las condiciones de producción (dosificaciones), los materiales, la ubicación de la planta de origen o las condiciones de colocación en sitio cambien (espesores, cambio de maquinaria, entre otros). La Administración podrá suspender la producción si no se cumple con este requisito. Después de cualquier suspensión en la producción, como resultado de un incumplimiento, se deben tomar acciones correctivas y preventivas para obtener la aprobación de la Administración para reiniciar las labores de producción.

405.04 Equipo y maquinaria para la distribución y compactación de la mezcla

Es responsabilidad del Contratista suministrar maquinaria y equipo en buen estado de operación para cumplir con el programa de trabajo propuesto, de manera tal que permita producir, almacenar, transportar al sitio, colocar, conformar, compactar y dar el acabado final requerido a la mezcla asfáltica, esto en cantidades suficientes como para permitir el movimiento continuo del equipo de pavimentación, bajo condiciones normales de operación. Además, debe asegurar el control adecuado y permanente de los equipos y maquinaria, para evitar daños y escapes de líquidos y gases contaminantes al ambiente, y de otros materiales para uso de las obras en ejecución y del personal que labora.

405.05 Operaciones previas y durante la colocación de mezcla asfáltica en caliente

405.05.01 Operaciones de transporte

Cada vehículo deberá ser pesado inmediatamente antes y después de haber sido cargado en la planta, y se deberá llevar un registro actualizado del peso bruto (vagoneta + mezcla asfáltica), la tara y el peso neto de la mezcla asfáltica, así como la hora en que se realizó la carga. Deberá llegar al proyecto o sitio de colocación de la mezcla con la boleta de salida de planta en la que incluye la información de control solicitada en el control de plantas de

asfalto. Se debe realizar un monitoreo de la temperatura de la mezcla asfáltica cargada. La mezcla deberá ser entregada en el sitio con la temperatura necesaria para colocación definida en el tramo de prueba.

405.05.02 Operaciones previas y durante la colocación

Es requisito, antes de colocar una mezcla asfáltica en caliente, preparar las capas subyacentes que cumplan con los requisitos mínimos de calidad, ya sea para el caso de una estructura de pavimento nueva, para la colocación de una sobrecapa o la sustitución de una capa existente, incluyendo bacheos, nivelación y compactación, según lo establecido en planos y lo indicado por la Administración.

Todo aquel material que no sea parte de las obras debe ser retirado de acuerdo con la Subsección 211 Eliminación de caminos o calles existentes, apartado 211.03 Materiales rígidos.

Antes de la imprimación para la colocación de la mezcla asfáltica, se debe revisar que la capa de base granular o base estabilizada sea aprobada de acuerdo con lo especificado en el renglón de pago correspondiente y que cumplan con las gradientes y sección típicas indicadas en los planos o aprobadas por la Administración.

Si la capa de mezcla asfáltica es colocada el mismo día en varias franjas longitudinales, las juntas entre ellas podrán adherirse sin ningún tratamiento adicional siempre que no exista contaminación del borde por adherir. Si se colocan las capas longitudinales en días diferentes, se deberá preparar la junta, cortándola de manera que quede una pared vertical la cual será imprimada con riego de liga para que quede adherida a la nueva capa construida.

De igual forma se debe proceder para la construcción de juntas transversales.

Las juntas longitudinales entre diferentes capas de mezcla asfáltica se deben de separar por lo menos 150 mm.

Adicionalmente se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Condiciones climáticas: Solo se podrá colocar mezcla asfáltica en caliente cuando las condiciones del proyecto sean aptas (por ejemplo, evitar cualquier presencia de agua en la superficie que pueda quedar atrapada dentro de la mezcla asfáltica,

empozamientos que afectará la temperatura de compactación y la adherencia entre capas).

- (b) Riego de imprimación: Deberá estar conforme lo especificado en la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.
- (c) Riego de liga: Deberá estar conforme lo especificado en la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.
- (d) Temperaturas mínimas de colocación de mezcla: Se debe procurar que la temperatura mínima para iniciar la colocación en sitio sea por lo menos la temperatura de compactación definida por el proveedor del asfalto (para mezcla asfáltica sin modificar), en ningún caso puede ser menor a 125 °C y de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Para el caso de las mezclas asfálticas modificadas la temperatura no puede ser menor a la establecida con los resultados del tramo de prueba y aprobada por la Administración. La temperatura de la mezcla debe ser homogénea y medida justo antes de ser descargada a la superficie.

405.06 Proceso y control de compactación de la mezcla asfáltica

El proceso de compactación debe seguir el patrón establecido en el tramo de prueba indicado en el punto 405.03.08 Tramo de Prueba.

La superficie asfáltica deberá ser compactada en forma uniforme de manera que no haya desplazamiento lateral, agrietamiento o corrugación de la superficie, pero en caso de que ocurra alguno de estos defectos, el Contratista lo deberá corregir a satisfacción de la Administración. Se compactará hasta que las marcas de rodillo sean eliminadas y la densidad requerida sea obtenida. No se permitirá la compactación cuando la temperatura en la mezcla descienda por debajo de la temperatura mínima establecida en el tramo de prueba y en la sección 405.05.02 Operaciones previas y durante la colocación; en cuyo caso la mezcla asfáltica se deberá retirar del sitio de las obras.

La determinación de la compactación de la mezcla asfáltica se deberá realizar en el menor plazo posible después de la construcción y antes del trámite de estimación para su pago. El plazo máximo entre la construcción y la extracción de los especímenes de ensayo de verificación para la determinación de la compactación será de siete días naturales. El efecto de postcompactación inducido por el tránsito no podrá ser considerado para eventuales

reclamos por incumplimiento de la compactación, después de la construcción y según la especificación establecida.

Aspectos que se deben considerar durante la compactación de mezclas asfálticas:

- (a) El patrón, energía y metodología de compactación deben ser congruentes con el tramo de prueba.
- (b) La compactación de la junta transversal debe realizarse perpendicular al sentido de la vía, preferiblemente con vibración, avanzando 15 cm adicionales en cada pasada desde la junta (se recomienda un mínimo de 3 pasadas).
- (c) La junta longitudinal deberá compactarse en el sentido de la vía teniendo la precaución de no desplazarla ni agrietarla, avanzando 150 mm en cada pasada desde la junta apoyada en la mezcla ya compactada.
- (d) La compactación en las juntas transversales y longitudinales deberá realizarse de tal manera que se evite afectar la capa previamente compactada.
- (e) La compactación de la mezcla asfáltica debe iniciarse en la zona más baja del tramo y se debe traslapar al menos la mitad del ancho del tambor metálico en cada pasada.
- (f) Cuando el compactador se cambie de dirección debe ser en áreas ya compactadas o fuera del área de compactación y sin vibración.
- (g) Se debe evitar que el equipo de compactación se detenga en la zona a compactar.
- (h) Debe evitarse derrames de combustible del equipo de compactación y sólo debe utilizarse agua en los rodillos metálicos, procurando evitar exceso de uso agua que pueda afectar la temperatura de la mezcla que se está compactando.
- (i) Se debe garantizar que el espesor mínimo colocado sea al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la producción de la mezcla asfáltica.
- (j) Cuando existan espesores menores de 40 mm no debe utilizarse compactación con vibración, únicamente estática, y el peso del equipo no debe fracturar el agregado.
- (k) La mezcla deberá ser compactada con equipo alternativo en bordillos de caño, paredes, cabezales y otras obras que no son accesibles para los compactadores convencionales. Esto aplica para baches donde el ancho del rodillo es mayor al ancho del bache.

- (l) La compactación se debe completar antes que la temperatura alcance los 85 °C.

405.06.01 Control del proceso de compactación

El proceso de compactación debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- (a) La densidad en sitio no deberá ser menor al 92 % ni mayor al 96 % respecto a la densidad máxima teórica, que se determinará de acuerdo con la norma AASHTO T209-1999 (INTE C3:2019). La densidad máxima teórica de referencia para el cálculo de densidad en sitio deberá corresponder a un muestreo de mezcla asfáltica de la producción en el mismo día de su colocación, con la misma dosificación de diseño y seleccionada de manera aleatoria.
- (b) Las determinaciones de compactación de la mezcla asfáltica para la estimación de pago, se realizarán por medio de extracción de núcleos de mezcla obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad.
- (c) Para la determinación del porcentaje de compactación de la mezcla en campo, se utilizará el valor de la gravedad específica bruta de la capa de mezcla asfáltica, medida en los núcleos extraídos del pavimento, de conformidad con las Normas Nacionales vigentes, AASHTO T275-17 (INTE C2:2019), y en el caso de que la mezcla tenga una absorción mayor al 2 % se utilizará la norma AASHTO T166-16 (INTE C1:2019).
- (d) Los vacíos de la mezcla asfáltica colocada y compactada, serán determinados de conformidad con la Norma Nacional vigente AASHTO T269-14 (INTE C4:2019).
- (e) Si los vacíos de aire de la mezcla compactada se salen del rango establecido, se deben modificar las operaciones de producción y colocación de tal forma que los vacíos de aire en sitio cumplan con especificaciones. La Administración puede suspender la producción hasta que los vacíos de aire de la mezcla en sitio cumplan con lo requerido y puede solicitar un nuevo tramo de prueba.

En caso de que el proyecto corresponda solamente a la colocación de una sobrecapa y que el Contratista indique que el estado de las capas inferiores afecta la obtención de la compactación requerida (Ver Subsección 405.05.02 Operaciones previas y durante la colocación), deberá presentar un estudio técnico por parte de su consultor de calidad con la correspondiente justificación, antes de realizar la colocación de la sobrecapa, para que

la Administración decida las acciones a ejecutar. Dicho estudio no será aceptado después de ejecutada la obra.

No se permite la apertura al tráfico si la temperatura de la mezcla se encuentra por encima de los 70 °C.

405.07 Control de Regularidad Superficial en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente

405.07.01 Definiciones generales

IRI: Índice de Regularidad Internacional, es un valor calculado que resume las variaciones en el perfil de la superficie del pavimento. Está relacionado con un modelo matemático del movimiento de un vehículo a una velocidad de 80 km/h y se reporta en m/km.

MRI: de las siglas en ingles "Mean Roughness Index". Se calcula como el IRI promedio de las huellas izquierda y derecha de un vehículo. De esta forma que el MRI es expresado generalmente en unidades de m/km.

Sector homogéneo: Es una sección de carretera que corresponde a un mismo tipo de superficie de ruedo y tiene una longitud de 1,0 km (suma de 10 valores individuales de 100 m).

Intervalo de muestreo: De acuerdo con esta especificación general debe ser menor o igual a 25 mm (para equipos Clase 1).

Valor individual: Es el valor de MRI calculado para la longitud de tramo definida en la especificación, en este caso correspondiente a una sección de 100 m.

Media móvil: Para esta especificación general corresponderá al promedio de 10 valores individuales consecutivos de 100 m, se deberá utilizar media móvil simple.

Singularidad: Son todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas y que incrementen el valor del IRI en el tramo en que se encuentren y deberán ser autorizadas por la Administración. Se consideran como singularidades: puentes, líneas férreas, vados, estaciones de peaje, intersecciones que no son intervenidas en el proyecto, cuellos de empalme, reductores de velocidad u otros elementos de la carretera Es un cambio en el perfil longitudinal significativamente comprobado mediante comparación estadística de las medias del valor de IRI.

Longitud de la singularidad: Para efectos de la evaluación, la longitud de la singularidad corresponde a la suma de la longitud del elemento que causa la irregularidad y que es definido como singularidad (por ejemplo: un puente o línea férrea) más su longitud de influencia que son 40 m hacia delante en el sentido de medición del perfil longitudinal. Además, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo o tramos completos de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, los cuales no se incluirán en la evaluación.

Eventos: Situaciones que se presentan durante el desarrollo del proyecto y que podrían afectar el proceso constructivo, estos deben ser analizados por la Ingeniería de Proyecto y para su valoración deben documentarse y justificarse técnicamente. Deficiencias constructivas no deben considerarse como eventos. Se consideran eventos: estaciones de pesaje móvil, rampas de intersecciones exteriores, accesos a propiedades, cruces de calles (intersecciones), cámaras de inspección, pozos o tapas de alcantarilla sobre la huella, radio de curvatura, pendientes, cableado eléctrico, semáforos, trabajos en la vía ajenos al Contratista, desvíos, pasos transversales de alcantarilla existentes. En vista de que cada uno de estos eventos dependerá de las condiciones propias del proyecto, siempre se deberá contar con la justificación técnica aprobada por el Ingeniero de Proyecto, que efectivamente afectan el proceso constructivo y en consecuencia la regularidad superficial.

405.07.02 Especificación de regularidad superficial en capas de mezcla asfáltica en caliente

Se debe medir el perfil longitudinal del proyecto por carril y en ambas huellas del vehículo para calcular la regularidad superficial por medio del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en unidades de m/km. Posteriormente, se calcula el MRI de cada carril, valor que debe ser reportado.

El perfil longitudinal se deberá medir con equipos clasificados como Clase 1 según el criterio de la norma ASTM E950 respecto a exactitud. La Administración deberá solicitar la verificación de calidad valorada ante la ECA a través de la revisión de la precisión y exactitud del equipo, regulada en la respectiva normativa de la AASHTO y de la ASTM.

Se entenderá que la superficie de la capa asfáltica tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de diez valores individuales de MRI (media móvil simple) cumplen con lo especificado en la Tabla 405-01 Requisitos de Regularidad Superficial para

pavimentos flexibles y ningún valor individual sea mayor a 3,0 m/km. Ambos requisitos deben de ser revisados para aceptar la condición de regularidad del proyecto.

Tabla 405-01
Requisitos de Regularidad Superficial para pavimentos flexibles

Percentil de datos promedio consecutivos de diez valores de MRI	Clasificación de Vía	
	Carreteras de la Red Vial Nacional Primaria	Otras Vías
100 %	< 2,0	< 2,5

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación.

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales o media móvil especificado, la Administración ordenará al Contratista efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de MRI menor al límite máximo establecido. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones. En el momento en que se dé la finalización de los trabajos de corrección de defectos, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad del tramo reparado como procedimiento de aceptación definitiva del MRI.

Para efectos de la evaluación, las singularidades comprobadas que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 m de la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 m que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

No habrá exigencia de cumplir con el control de regularidad (MRI) en las singularidades.

405.07.03 Control de Regularidad Superficial en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de Mezcla Asfáltica en Caliente

Antes de iniciar los trabajos, debe medirse la regularidad de la superficie existente (MRI) en toda la longitud del proyecto con una base de medición de cada 100 m. Esta será tomada como la superficie original antes de realizar el trabajo de colocación de las sobrecapas. El MRI existente se utilizará para determinar el porcentaje de mejora en cada valor individual de 100 m.

Se debe medir la regularidad de la capa de superficie final pavimentada, tan pronto se termine el trabajo. El valor final del MRI debe cumplir con lo especificado en la Tabla 405-

02 Especificaciones de MRI para colocación de sobrecapas asfálticas en mezcla asfáltica en caliente.

Tabla 405-02

Especificación de MRI para colocación de sobrecapas asfálticas en mezcla asfáltica en caliente

Rango inicial de MRI (m/km)	MRI Final (m/km)
Menor o igual a 2,5	Al menos mantener MRI inicial
2,5 < Valor inicial de MRI < 3,6	Reducción del 10 %
3,6 ≤ Valor Inicial de MRI ≤ 6,4	Menor o igual a 3,2
Valor inicial de MRI > 6,4	Reducción del 50 % y menor o igual a 5,0

El porcentaje de mejora en el MRI se determinará con un decimal para cada segmento de 100 m, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Mejora} = 100 * \left(\frac{MRI_{original} - MRI_{final}}{MRI_{original}} \right) \quad \text{Ec. 405-01}$$

En caso de incumplimiento de los requisitos de los valores de MRI mostrados en la Tabla 405-02 Especificación de MRI para colocación de sobrecapas asfálticas en mezcla asfáltica en caliente, la Administración ordenará al Contratista realizar las correcciones necesarias para cumplir con la especificación de MRI. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones de corrección. Para realizar la corrección de áreas defectuosas, se debe obtener la aprobación por parte de la Administración del método de corrección propuesto por el Contratista. En el momento en que se dé la finalización de los trabajos de corrección de defectos, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad del tramo reparado como procedimiento de aceptación definitiva del MRI.

405.08 Control y verificación de calidad

El control de calidad de los materiales, productos y procesos, es responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por su laboratorio, debidamente aceptado por la Administración (laboratorios de autocontrol de calidad), con acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para todos los ensayos o pruebas relevantes a efectos de realizar los diseños.

En la Tabla 405-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente, para aceptación por parte de la verificación, sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto. Queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto y deberá estar de acuerdo con la normativa vigente relacionada con la Gestión de la Calidad.

La Administración, mediante su laboratorio de ensayo elaborará su plan de verificación de calidad y establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda aplicará la subsección 107.02 Inspección Visual.

405.09 Medidas correctivas en capas de mezcla asfáltica en caliente

Cuando un proyecto presente defectos (segregación, deformación, desprendimiento, exudación, deslizamiento de la capa, textura, marcas de rodillo, grietas y partículas de agregado no recubiertas, entre otras) que sean identificados por la Administración y que sean atribuibles a cualquiera de las actividades de los Contratistas, este deberá presentar un análisis detallado de las condiciones, sus posibles causas, sus consecuencias asociadas y las opciones de acciones a tomar para corregir los desperfectos junto con un programa de trabajo. Dicho análisis deberá provenir del consultor de calidad contratado por el Contratista.

La Administración recibirá, analizará y determinará la validez del informe y seleccionará la acción correctiva que justifique técnicamente la intervención. Todas las acciones correctivas que se ejecuten deben ser igualmente supervisadas y verificadas bajo ensayos que apliquen. El costo lo debe asumir el Contratista.

No se podrá aprobar el pago de las obras si no se realizan las medidas correctivas y si la ejecución de estas no cuenta con la aprobación de la Administración.

405.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción y en cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con un buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, la Sección 106 Control del material y las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificados, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 405-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

De manera que:

- La calidad del agregado se evaluará de acuerdo con la Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica. El relleno mineral se evaluará de acuerdo con la Subsección 725.05 Relleno mineral.
- El asfalto sin modificar y el asfalto modificado se evaluarán de acuerdo con la Subsecciones 702.01 Asfalto y 702.02 Asfalto modificado, respectivamente.
- Los aditivos modificadores y los mejoradores de adherencia se evaluarán con la Subsección 702.09 Aditivos.
- El material de relleno mineral, aditivos antidesnudantes, agentes de reciclado y el asfalto deberán ser evaluados de acuerdo con la Subsección 107.03 Certificación. Adicionalmente, el asfalto deberá ser evaluado de acuerdo con las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada.
- Para la producción de mezcla asfáltica se evaluará para efectos de pago el contenido de asfalto, el VMA, la densidad de núcleos con base en la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El VFA, granulometría y la gravedad máxima teórica se deberán medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con la

Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

- La aceptación del diseño de mezcla deberá realizarse conforme lo establecido en las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales, 404 Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada y lo estipulado en la Subsección 405.03 Aprobación del diseño y la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica.
- El porcentaje de compactación calculado de acuerdo con la medición de la gravedad específica máxima teórica será determinado de acuerdo con la producción de al menos un día. La compactación a aplicar resultará en densidades de al menos 92,0 % y máximo 96,0 % de la gravedad específica máxima teórica AASHTO T209-1999 (INTE C3:2019) o en su defecto lo que determine el tramo de prueba.
- La evaluación de la regularidad de la capa asfáltica deberá ser hecha después de que todas las áreas defectuosas sean corregidas (Subsección 405.08 Control y verificación de calidad) y deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 405.07 Control de Regularidad Superficial en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente correspondiente al control de la regularidad superficial.

405.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 405 Suministro y colocación de mezclas asfáltica en caliente, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con la Subsección 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La mezcla asfáltica producida en planta se medirá en tonelada métrica (Tm) o por metros cúbicos (m³) en su posición final extendida, conformada, colocada, compactada y acabada.
- En caso de usarse mezcla asfáltica reciclada, la escarificación será medida en conformidad con la Sección 415 Perfilado de capas asfálticas.

405.12 Pago

Dentro de esta sección se incluye el pago de las actividades descritas en las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada, así como el suministro y la colocación de la mezcla asfáltica especificados en esta sección.

Los pagos de la mezcla asfáltica serán realizados en función de los resultados obtenidos por la verificación de la calidad del proyecto. Los resultados del control de calidad, que por obligatoriedad debe realizar el Contratista, deben ser presentados a la Administración con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de las especificaciones contractuales.

El pago para la mezcla asfáltica en caliente será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario del contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago individual más bajo (menor) determinado para contenido de asfalto (norma), contenido de vacíos, o cualquier malla individual de la granulometría del agregado extraído o el promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por la Administración para un Proyecto particular.

El Contratista deberá presentar un informe técnico mensual que justifique el monto de la factura por cobrar, indicando el avance de obra y el cumplimiento de especificaciones de acuerdo con el control de calidad.

Cada facturación mensual realizada por el Contratista, deberá estar sustentada con los respectivos ensayos de control de calidad emitidos por el laboratorio de control de calidad de la verificación que certifiquen el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la Administración y determinar el Factor de Pago con los datos emitidos por parte de la Verificación de Calidad de la Administración para el pago del producto.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del Contrato por unidad de medida ajustado según la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según lo indicado en la Tabla 405-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente, y la sección 110.05 Alcance del Pago.

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales agregados, ligante asfálticos y aditivos si se requieren, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de la mezcla asfáltica; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

Si se mide por metro cúbico (m³), no se reconocerá pago alguno de material por sobreespesor de la capa mezcla asfáltica.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.405.01	Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo AB preparada en planta central	Tonelada métrica (según sección típica)	(Tm)
CR.405.02	Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo AB preparada en planta central	Metro cúbico (según sección típica)	(m ³)
CR.405.03	Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo C preparada en planta central	Tonelada métrica (según sección típica)	(Tm)
CR.405.04	Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo C preparada en planta central	Metro cúbico (según sección típica)	(m ³)
CR.405.05	Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo D preparada en planta central	Tonelada métrica (según sección típica)	(Tm)
CR.405.06	Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo D preparada en planta central	Metro cúbico (según sección típica)	(m ³)
CR.405.07	Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo SMA preparada en planta central	Tonelada métrica (según sección típica)	(Tm)
CR.405.08	Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo SMA preparada en planta central	Metro cúbico (según sección típica)	(m ³)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.405.09	Capa de mezcla asfáltica en caliente reciclada	Tonelada métrica (según sección típica)	(Tm)
CR.405.10	Capa de mezcla asfáltica en caliente reciclada	Metro cúbico (según sección típica)	(m ³)
CR.405.11	Relleno mineral	Tonelada métrica	(Tm)
CR.405.12	Relleno mineral	Metro cúbico	(m ³)

405.13 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 405-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 405-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 405-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		Granulometría	---	AASHTO T27 y T11	1 por tipo y fuente de material	Fuente de materiales	Sí	Antes de la producción
Agregado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	<u>Grueso</u>	---	Subsección 703.07	1 por tipo y fuente de material	Fuente de materiales	Sí	Antes de la producción
		Abrasión, sanidad en sulfato de sodio, caras fracturadas, índice de durabilidad, grumos de arcilla y partículas friables, carbonato soluble, porcentaje de partículas planas y alargadas, GBS y absorción						
		<u>Fino</u>						
		Sanidad en sulfato de sodio, angularidad del agregado, equivalente de arena, índice de durabilidad, grumos de						

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		arcilla y partículas friables						
Asfalto	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.03 y 107.04)	Clasificación por Viscosidad a 60 °C	---	Subsección 702.01, Tabla 702-01 y Tabla 702-02	1 por lote de asfalto	Entre el tanque y la planta de mezclado	Muestra de 1 galón	Antes de la producción
		Clasificación por Grado de Desempeño	---	Subsección 702.01 y Tabla 702-03				
Asfalto modificado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Clasificación por grado de desempeño, recuperación elástica y punto de	---	Subsección 702.02	1 por lote de asfalto	En la planta antes de ser mezclado con el agregado	Muestra de 1 galón	Antes de la producción

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		ablandamiento (asfalto original y modificado)						
		Granulometría	---	Secciones 401,402, 403 y 404	1 por diseño de mezcla suministrado	Apilamientos y combinada según fórmula de trabajo para la mezcla	Sí	
Mezcla asfáltica en caliente (diseño de mezcla)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Contenido de asfalto, VMA, VFA, vacíos, relación polvo/asfalto, tensión diametral seca y retenida, gravedad específica máxima teórica, estabilidad, flujo (Marshall)	---	Secciones 401,402, 403 y 404	1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	30 días antes de producir

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		Todos los ensayos de la Tabla 401-04 y Tabla 402-04			1 por diseño de mezcla suministrado			
Mezcla asfáltica en caliente (producción)	Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) (107.05)	Contenido de asfalto, vacíos y granulometría (Tamiz 3/8"; N°. 4, N°. 30, N°. 200)	I	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción sino se producen las 700 Tm	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas
		Densidad de núcleos	I	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 120 Tm	En sitio	Núcleos de mezcla asfáltica después de compactación	72 horas
	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Gravedad específica máxima teórica (densidad), VMA, VFA, relación polvo/asfalto, estabilidad y flujo	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción sino se	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		(Marshall)			producen las 700 Tm			
		Temperatura de la mezcla asfáltica	---	Subsección 405.05.02	Primera carga o lo que indique la Administración	En góndola de vagoneta antes de ser extendido	---	Cuando se completen los ensayos
		Tensión diametral seca y retenida (para agregado virgen)	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 15 días	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	96 horas
		Deformación plástica en equipo APA o Rueda de Hamburgo		Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 15 días	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	1 mes

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		Repeticiones para la falla por fatiga a 20°C para la deformación de 600 microstrain nivel de deformación unitaria controlada de 400×10^{-6} y 600×10^{-6} mm/mm (Para las mezclas tipo C y D)	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por mes	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	1 mes
		Recuperación elástica y punto de Ablandamiento (asfalto original y modificado)	---	Secciones 401,402,403 y 404	Cada vez que se modifique el asfalto	El tanque de producción o válvula de muestreo para procesos en línea	Sí	24 horas
Mezcla asfáltica en caliente (estructura nueva de	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Regularidad	---	AASHTO R43 y R57	Subsección 405.08	Subsección 405.08	---	14 días después de finalizado el trabajo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
pavimento)								
Mezcla asfáltica en caliente (Sobrecapas)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Regularidad	---	AASHTO R43 y R57	Subsección 405.07	Subsección 405.07	---	14 días después de finalizado el trabajo

Notas:

(1) Los ensayos de VCA y Ecurrimiento solo deberán ser realizados para mezclas de matriz de agregado grueso (SMA), de acuerdo con lo especificado en la sección 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales.

SECCIÓN 406 RESERVADA**SECCIÓN 407 MEZCLA EN FRÍO CON EMULSIONES ASFÁLTICAS****407.01 Descripción**

Este trabajo consiste en la preparación de mezcla asfáltica en frío de graduación densa o abierta con emulsión asfáltica, para su uso como capa de rodadura en caminos de bajo a medio volumen de tránsito (es decir, para caminos que posean hasta 10 millones de ESAL's) y en bacheo menor para superficies de rueda existentes.

407.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Aditivos	702.09
Agregado para mezclas en frío con emulsión asfáltica	703.09
Agua	725.01

El almacenamiento de materiales deberá realizarse de acuerdo con lo estipulado en la Sección 106 Control del material.

407.03 Composición de la mezcla (Dosificación de diseño)

La emulsión asfáltica para su uso en mezcla asfáltica en frío deberá ser una emulsión de rompimiento lento catiónica o aniónica (según su afinidad con el agregado) para granulometrías densas y emulsiones de rompimiento medio catiónica o aniónica (según su afinidad con el agregado) para granulometrías abiertas, los requerimientos se establecen de acuerdo con la Subsección 702.03 Emulsión asfáltica. En caso de utilizar mezcla en frío para bacheo de inyección por aspersion puede valorarse la utilización de una emulsión de rompimiento rápido, basado en las propiedades del diseño de mezcla para este tipo de aplicación.

Los aditivos más usados de mezclas en frío con emulsión asfáltica son el cemento Portland y la cal hidratada. Estos aditivos pueden ser muy efectivos para obtener resistencias tempranas altas y reducir la susceptibilidad al daño por humedad. La cantidad de cemento

o cal utilizada se encuentra típicamente entre 1 % o 2 % por peso de agregado seco. Deben realizarse los ensayos de laboratorio a la mezcla con y sin aditivo para determinar si los aditivos generan beneficio para justificar el incremento en costos.

El diseño de la mezcla asfáltica en frío deberá cumplir con lo establecido en el Apéndice F, “Diseño mediante el método Marshall para mezclas en frío con emulsión asfáltica”, del MS-14 Manual de Mezclas Asfáltica en Frío del Instituto del Asfalto y en los apartados de diseño de mezclas en frío con granulometría densa y abierta del Capítulo 7 “Mezclas con emulsión asfáltica”, Manual MS-19 Manual Básico de Emulsiones Asfálticas del Instituto del Asfalto. En el Capítulo 7 del MS-19, al que se hace referencia, se presentan los procedimientos para el diseño de mezcla y para la preparación, mezclado, compactación y ensayo de especímenes.

Este método de diseño cubre el procedimiento para preparar mezclas en frío con emulsión asfáltica utilizando agregados de granulometría densa o abierta. Las especificaciones de calidad y granulometría de los agregados se presentan en la Subsección 703.09 Agregado para mezclas en frío con emulsión asfáltica y en las Tablas 703-12 Granulometría densa para mezclas en frío con emulsión asfáltica y 703-13 Granulometría abierta para mezclas en frío con emulsión asfáltica. El muestreo del agregado y de la emulsión asfáltica se hará según la norma ASTM D75 y la AASHTO R66, respectivamente.

El Contratista debe presentar la dosificación correspondiente a una mezcla de agregado, emulsión asfáltica, aditivos y agua que cumpla con los requisitos de granulometría de las Tablas 703-12 Granulometría densa para mezclas en frío con emulsión asfáltica y 703-13 Granulometría abierta para mezclas en frío con emulsión asfáltica y los parámetros de diseño que se presentan en la Tabla 407-01 Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica en frío densa y abierta con emulsión asfáltica.

Tabla 407-01

Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica en frío densa y abierta con emulsión asfáltica

Requisito	Especificación
Recubrimiento del agregado ⁽¹⁾	85 % mínimo
Adherencia ⁽¹⁾	85 % mínimo
Número de golpes en cada cara para compactar el espécimen de ensayo ⁽¹⁾	50
Estabilidad sin acondicionar ⁽²⁾⁽³⁾	2224 N mínimo
Estabilidad retenida ⁽²⁾⁽³⁾	50 %
Drenaje de residuo asfáltico al contenido óptimo ⁽⁴⁾	10 g
Trabajabilidad en la mezcla asfáltica ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	Satisfactoria

Notas:

(1) Según los apartados de diseño de mezclas en frío con granulometría densa y abierta del Capítulo 7 del Manual MS-19 Manual Básico de Emulsiones Asfálticas.

(2) Este requisito aplica para mezclas en frío con granulometría densa, únicamente.

(3) Según el apéndice F "Diseño mediante el método Marshall para mezclas en frío con emulsión asfáltica", del MS-14 Manual de Mezclas Asfáltica Frías del Instituto del Asfalto, Tabla F-3.

(4) Este requisito aplica para mezclas en frío con granulometría abierta, únicamente.

(5) La valoración de la trabajabilidad se realiza visualmente, escogiendo entre opciones: Rígida, Satisfactoria o Suelta.

El Contratista suministrará los materiales y el diseño para su aprobación por la Administración por lo menos 30 días hábiles antes del inicio de la producción. Se deberá presentar la información requerida de los porcentajes de dosificación para el cumplimiento de los requisitos de la Tabla 407-02 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.

407.04 Verificación del diseño de mezcla

La Administración debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo reproduciendo dicho diseño de mezcla. Si la verificación es realizada, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación con las tolerancias establecidas en la Tabla 407-02 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.

Tabla 407-02

Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación

Descripción	Método de ensayo	Diferencias aceptables entre el Contratista y la Administración
Contenido de asfalto, %	AASHTO T308	± 0,5
Granulometría	AASHTO T30	Rango especificado
Estabilidad sin acondicionar ⁽²⁾	MS-14	Mayor al valor especificado
Estabilidad retenida ⁽²⁾⁽³⁾	MS-14	Mayor al valor especificado
Recubrimiento ⁽¹⁾⁽³⁾	MS-14	Mayor al valor especificado
Adherencia ⁽¹⁾	MS-14	Mayor al valor especificado
Densidad en sitio ⁽²⁾⁽³⁾	MS-14	≥ 95 % densidad máx teórica
Drenaje de residuo asfáltico al contenido óptimo ⁽⁴⁾	MS-19	Valor especificado

Notas:

(1) Según los apartados de diseño de mezclas en frío con granulometría densa y abierta del Capítulo 7 del Manual MS-19 Manual Básico de Emulsiones Asfálticas.

(2) Este requisito aplica para mezclas en frío con granulometría densa, únicamente.

(3) Según el apéndice F "Diseño mediante el método Marshall para mezclas en frío con emulsión asfáltica", del MS-14 Manual de Mezclas Asfáltica Frías del Instituto del Asfalto, Tabla F-3.

(4) Este requisito aplica para mezclas en frío con granulometría abierta, únicamente.

407.05 Tramo de prueba

Una vez que la Administración haya aprobado el diseño de la mezcla con sus ajustes de la fórmula de trabajo el Contratista, en coordinación con ésta, debe proceder con la construcción del o los tramos de prueba, o bien del o los baches de prueba necesarios, según sea el caso, de acuerdo con lo siguiente:

- (a) En el caso de mezcla asfáltica en frío para capa de rodadura, se debe construir un tramo de prueba de 1 carril de ancho y de un mínimo de 100 m de longitud. Para el caso de mezcla asfáltica en frío con granulometría densa, se debe verificar la densidad en sitio considerando 5 (cinco) puntos aleatorios por tramo de prueba, mediante un método adecuado (densímetro nuclear si la mezcla está recién compactada, o bien, con extracción de núcleos si ya ha transcurrido algún tiempo de curado). Las densidades compactadas se deben convertir siempre a densidad seca. La compactación del tramo de prueba va a ser aceptable cuando el promedio de las cinco mediciones sea igual o mayor al 95 % respecto a la densidad máxima

teórica y ninguna determinación individual sea menor al 92 %. La Administración permitirá el número necesario de tramos de prueba.

- (b) Se deberá registrar: fecha, hora, ubicación y extensión del tramo, descripción de la maquinaria de compactación utilizada (modelo, año, placa, tipo, peso), el número de pasadas, la velocidad, amplitud y frecuencia de vibración de la compactadora, la secuencia de recorrido para un ancho de pavimentación definido necesarios para obtener la densidad de diseño y el acabado de superficie que se especifica en el Contrato.
- (c) Se construirán tantos tramos de prueba como fórmulas de trabajo para las mezclas que sean presentadas y aceptadas por la Administración.
- (d) Después de la construcción y aceptación del tramo de prueba, la mezcla debe ser evaluada y aceptada en función de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de verificación y se pagará de acuerdo con la Subsección 407.18 Aceptación.
- (e) Todo el proceso de la construcción del tramo de prueba deberá quedar documentado por parte de la Administración, incluyendo los detalles operativos pertinentes.
- (f) Se deberá realizar un tramo de prueba nuevo cuando las condiciones de producción (dosificaciones), los materiales, la ubicación de la planta de origen o las condiciones de colocación en sitio cambien (espesores, cambio de maquinaria, entre otros). La Administración podrá suspender la producción si no se cumple con este requisito. Después de cualquier suspensión en la producción, como resultado de un incumplimiento, se deben tomar acciones correctivas y preventivas para obtener la aprobación de la Administración para reiniciar las labores de producción.
- (g) En el caso particular de mezcla para bacheo no aplica el proceso de tramo de prueba explicado anteriormente. Se deberá realizar un "bache de prueba" con un espesor mínimo de 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso, que sea representativo de las labores de bacheo a realizar, el cual deberá ser aprobado por la Administración, posterior a una inspección visual, donde se verifique un adecuado manejo, colocación y compactación de la mezcla.

407.06 Equipos

- (a) Equipo para mezcla asfáltica en frío procesada en planta
 - (1) Planta para fabricación de mezcla asfáltica en frío

El Contratista podrá utilizar una planta de mezclado apropiada, capaz de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada. Las plantas deberán cumplir todas las regulaciones vigentes sobre el control de polución.

Si se utiliza una planta fija para la fabricación de una mezcla en frío, esta podrá ser de tipo continuo o discontinuo y deberá disponer del número necesario de tolvas, con sus dosificadores, que le permita manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados disponibles para obtener la granulometría seleccionada para la elaboración de la mezcla.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al 0,5 %. Los dispositivos de dosificación de agua y asfalto tendrán una exactitud, como mínimo de 0,3 %. Deberá disponerse de un sistema idóneo de almacenamiento y alimentación para la emulsión asfáltica, la cual deberá ser distribuida uniformemente en el mezclador y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

Si se emplea una instalación de tipo continuo, un sistema de bandas transportará los agregados desde las tolvas hasta el mezclador, que será del tipo de ejes gemelos, donde se incorporarán el agua y la emulsión asfáltica. Los dosificadores de agua y emulsión asfáltica deberán estar sincronizados con los dosificadores de los agregados, de manera que se pueda reproducir la fórmula de trabajo. La planta deberá disponer, además, de dispositivos para su calibración a la presión de trabajo y para la toma de muestras. En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de ellos.

Las mezclas asfálticas en frío podrán elaborarse también en plantas móviles instaladas sobre bastidores autopropulsados, las cuales actuarán al mismo tiempo como extendedoras. Constarán de una tolva de recepción de agregados ya mezclados y con la graduación adecuada, de depósitos para el agua y la emulsión y para eventual uso de aditivos, así como de dispositivos de alimentación de todos los materiales. Las plantas móviles dispondrán, además,

de una extendedora que regule el espesor y proporcione el perfil transversal y un adecuado acabado superficial.

Se permitirá el empleo de instalaciones de diferente tipo a las descritas en esta sección, por ejemplo, equipos para mezclado por bache, de dosificaciones bajas, para su uso en trabajos pequeños de bacheo, siempre que cuenten con el visto bueno de la Administración, una vez que se hayan realizado los ensayos que demuestren la calidad de la mezcla fabricada con ellas.

Se debe ubicar la planta de mezclado tan cerca del proyecto como sea práctico, a criterio del Contratista y aprobado por la Administración.

(2) Equipo de transporte

Para el transporte de la mezcla asfáltica en frío procesada en planta deben emplearse vehículos con góndola metálica, resistente y limpia, debidamente acondicionadas para tal fin. La superficie de la góndola podrá ser cubierta con material antiadherente para evitar que la mezcla se adhiera. El material antiadherente deberá ser aprobado por la Administración. No se deben emplear materiales derivados del petróleo u otros materiales que puedan contaminar o alterar las propiedades de la mezcla asfáltica en frío. Se deberá evitar el exceso de material antiadherente en la góndola antes de recargar. Además, se debe proporcionar de cobertores adecuados para cubrir los agregados o mezcla que están siendo transportados; los cuales deben estar asegurados a la carrocería.

(3) Equipo de colocación de la mezcla

Para el caso de la colocación y terminación de carpetas de mezclas asfálticas en frío se efectuarán con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora deberá estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sin fin, de tipo reversible, capaz de colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Deberá contar con un sistema de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. Además, deberá disponer de dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formaletas, que sean ajustables para lograr la sección transversal especificada con el espesor de diseño u otra ordenada por la

Administración. Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, la Administración exigirá su inmediata reparación o sustitución. Cuando la mezcla se realice en una planta móvil, la misma planta efectuará la extensión de la mezcla sobre la superficie.

Para el caso de utilización de mezcla asfáltica en frío para bacheo se utilizará el equipo previamente aprobado por la Administración.

(4) Equipo de compactación

Se deberán utilizar compactadores autopulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por la Administración, con base en los resultados obtenidos en el tramo de prueba. Todos los compactadores deberán estar dotados de dispositivos para limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos no deberán dejar surcos ni irregularidades en la mezcla colocada. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha y es recomendable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el traslape de las ruedas delanteras y traseras. Las presiones, estáticas o dinámicas y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para obtener la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir degradación del agregado.

Para áreas de difícil acceso o bacheos pequeños se podrá utilizar una plancha vibratoria o cualquier otro dispositivo de compactación aprobado por la Administración.

(5) Equipo adicional

En caso de que la mezcla asfáltica se elabore en plantas móviles, deberá disponerse de vehículos adecuados para el suministro permanente de agregados, agua y emulsión a las plantas.

Además, deberá disponerse de los elementos de limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, así como de herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

(6) Equipo de bacheo de inyección por aspersion

Se podrá utilizar un equipo de bacheo de inyección por aspersion. Consiste en una unidad dispuesta en camión o en remolque de dotación especial: tanque de emulsión, compartimento para agregados, dispositivos para calentamiento, compresor de gran volumen, pluma telescópica con cabezal de inyección y los controles necesarios. Este tipo de equipos se usa principalmente en el bacheo de pavimentos existentes.

407.07 Preparación de la superficie

La superficie existente debe estar seca y libre de cualquier tipo de material suelto, tierra o cualquier sustancia o residuo que pueda afectar la adherencia entre las capas. Además, la superficie de aplicación deberá cumplir con lo establecido en las Secciones 303 Reacondicionamiento de la plataforma, 301 Subbases y bases granulares, o bien, la Subsección 411.05 Operaciones previas a la colocación de un tratamiento asfáltico, según sea el caso.

407.08 Condiciones climáticas

Solo se podrá colocar mezcla asfáltica en frío cuando las condiciones ambientales del proyecto sean aptas (por ejemplo, evitar cualquier presencia de agua en la superficie que pueda quedar atrapada dentro de la mezcla asfáltica o empozamientos que pueda afectar el proceso de compactación y la adherencia entre capas).

407.09 Mezclado

El mezclado de los materiales para producir la mezcla asfáltica en frío se preparará de acuerdo con la dosificación de diseño y proceso de mezclado aprobados por la Administración. Se controlará el contenido de humedad en el agregado de los apilamientos, de manera que se cumpla con el contenido de humedad del diseño. La mezcla asfáltica en frío debe cumplir con los rangos de tolerancias presentados en la Tabla 407-02 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.

407.10 Almacenamiento

El almacenamiento de la mezcla no se recomienda, en el caso que se requiera almacenar por un periodo corto de tiempo, deberá demostrarse que la mezcla conserva las propiedades de diseño y trabajabilidad requerida, deberá además de protegerse de las inclemencias del tiempo.

407.11 Proceso de colocación

El extendido de la mezcla deberá comenzar a partir del borde de la calzada hacia el centro y en el lado inferior de las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en paños con un ancho que permita realizar el menor número de juntas longitudinales y obtener la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho y pendientes de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie según las cotas previstas respecto al ancho y pendientes de la sección, con el objeto de no tener que corregir la capa extendida.

Detrás de la pavimentadora, deberá disponerse de un número suficiente de personal especializado, agregando mezcla y enrasándola, según sea necesario, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste a las disposiciones indicadas en esta sección.

En caso de que la mezcla se elabore y extienda con la planta móvil, serán igualmente aplicables todos estos requerimientos.

En los sitios en que no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, plantas móviles o en la intervención de bacheos pequeños, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o a las instrucciones del Ingeniero, dentro de las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Se debe minimizar la circulación de vehículos de transporte sobre las capas de material previamente colocadas y no habrá circulación alguna de tránsito hasta que la capa esté compactada.

407.12 Compactación

Para lograr una adecuada densificación de la mezcla asfáltica en frío deberá ser compactada inmediatamente cuando el contenido de fluidos totales (emulsión asfáltica y agua) y el contenido de asfalto residual óptimo cumplan con lo estipulado en el diseño.

El Contratista dispondrá de los compactadores requeridos para obtener la densificación sin desplazamiento superficial, agrietamiento o corrugación en la capa colocada, en cuanto a cantidad, peso y tipo. La compactación inicial con un compactador de rodillo metálico, vibratorio o neumático deberá realizarse detrás de la pavimentadora. Si se requiriere la compactación intermedia con rodillo neumático deberá realizarse inmediatamente después de la compactación inicial. La compactación final deberá eliminar cualquier marca de compactaciones anteriores. Se corregirá cualquier deformación plástica relacionada con el cambio de dirección del compactador o por otras causas, de inmediato a su manifestación; se utilizarán rastrillos y mezcla asfáltica con las humedades óptimas de compactación para realizar dichas correcciones. No deberá alterarse el alineamiento y pendiente cuando se hagan correcciones.

Se iniciará la compactación en los lados y se progresará de forma paralela a la línea de centro. Se traslapará cada franja compactada en un ancho equivalente a la mitad del ancho del rodillo compactador, progresando gradualmente hacia la corona de la sección transversal. En curvas peraltadas, se iniciará la compactación en el extremo de menor elevación, progresando hacia el extremo de mayor elevación, traslapando pasadas de rodillo paralelas a la línea de centro.

En bacheos pequeños o en sitios inaccesibles para los compactadores, como cunetas, cabezales, muros y otros, se compactará la mezcla por medio de densificadores manuales (plancha vibratoria). Se deberá obtener una superficie de textura uniforme. Se construirán las juntas, se terminarán los bordes y se limpiarán los residuos sobre el pavimento.

El Contratista debe cumplir con las condiciones de compactación establecidas en el Diseño de mezcla y determinadas en el tramo de prueba aprobado por la Administración según lo indicado en la subsección 407.05 Tramo de prueba, cumpliendo las tolerancias expuestas en la Tabla 407-02 Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación.

407.13 Juntas de construcción

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre capas colocadas en días sucesivos, deberán hacerse asegurando una adecuada adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se les aplicará una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la siguiente capa, dejándola curar de acuerdo con la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente, con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, a la cual se aplicará un riego de emulsión asfáltica tal como se indicó anteriormente. La nueva mezcla se extenderá contra la junta, se compactará y alisará con dispositivos adecuados.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente. Durante el proceso constructivo, cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa que se encuentra compactada adecuadamente.

Deberá procurarse que las juntas de las capas de mezcla asfáltica en frío superpuestas (una sobre la otra) guarden una separación mínima de 5 m, en el caso de las transversales, y de 15 cm, en el caso de juntas longitudinales.

407.14 Apertura al tránsito

Por las condiciones de curado de la mezcla, las cuales dependen de las condiciones climáticas, materiales y la estructura colocada, no se permitirá el paso del tránsito hasta que la mezcla compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan desprendimientos, deslizamientos ni deformaciones. Durante las primeras 48 horas a partir de la apertura se deberá colocar rotulación que indique que el límite de velocidad deberá ser de 20 km/h, con el fin de minimizar las aceleraciones, desaceleraciones o giros bruscos que produzcan deterioros en la mezcla.

407.15 Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista y sin costo para la Administración.

407.16 Tolerancia superficial

El acabado de la superficie compactada debe quedar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los planos constructivos, para producir una superficie uniforme y sin ondulaciones.

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de 10 mm en capas para superficies de ruedo o 15 mm en capas intermedias o bacheos, cuando se comprueba con un escantillón o regla de 3 m. La regla se colocará tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que la Administración seleccione al azar, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente. Las zonas que presenten deficiencias de este tipo deberán ser fresadas y repuestas por el Contratista disponiendo según la legislación vigente de los residuos que esto genere, sin costo adicional para la Administración.

407.17 Bacheo menor

Este tipo de reparaciones conlleva una preparación previa básica, son temporales por naturaleza y se hacen rápidamente por seguridad y movilización de los conductores. Se puede aplicar tres tipos de métodos de bacheo menor según disponga la Administración:

(a) Descargar y compactar

Consiste en:

- (1) Retirar los residuos y el agua de la zona a reparar con una escoba de cerdas duras.
- (2) Descargar la mezcla asfáltica en frío en el bache de manera que, después de compactarse, quede a nivel de la capa existente.
- (3) Compactar el material con una plancha mecánica o mono rodillo mecánico.
- (4) Pasar al siguiente bache y abrir al tráfico tan pronto como esté despejado de obreros y equipos.

(b) Método semipermanente

Consiste en:

- (1) Eliminar cualquier resto de agua y residuos que contenga la zona a reparar.

- (2) Encuadrar la zona a reparar con una sierra manual para pavimentos o un martillo perforador de broca plana, asegurarse de recortar el borde para que se ajuste al pavimento sano.
- (3) Colocar la mezcla en la zona de reparación, de manera que el bache quede a ras, después de compactarse.
- (4) Compactar con un rodillo vibratorio o un compactador de plancha vibratoria.
- (5) Abrir al tránsito tan pronto como esté despejado de obreros y equipos.

(c) Método de inyección por aspersión

Consiste en:

- (1) Limpiar la zona a reparar con aire comprimido para eliminar los materiales y residuos sueltos.
- (2) Aplicar el riego de imprimación (emulsión asfáltica de rompimiento rápido).
- (3) Aplicar mezcla asfáltica en frío (de acuerdo con la Tabla 702-05 Especificaciones para el asfalto modificado) mediante inyección a presión, con un espesor suficiente para no generar depresiones posteriores producto del paso del tránsito. La distancia entre el sistema de inyección y el bache debe ser tal que evite su separación o segregación.
- (4) Tratar la parte superior del bache con un recubrimiento de agregados secos.
- (5) La compactación se logra mediante inyección a presión, ya que la mezcla se dispersa por capas sobre la zona a reparar.

407.18 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 407-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas.

De manera que:

- La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 702.03 Emulsión asfáltica.
- Los aditivos utilizados en la emulsión asfáltica serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 702.09 Aditivos.
- La construcción de la capa de mezcla asfáltica preparada en frío con emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El contenido de ligante asfáltico residual y la granulometría del agregado extraído de la mezcla asfáltica en frío serán evaluados de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago.
- Otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada y de acuerdo con la Tabla 407-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas.
- Contenido de ligante asfáltico residual. Los límites de especificación máximo y mínimo corresponden al contenido de ligante asfáltico residual de la dosificación de diseño $\pm 0,5$ %. Ver la Tabla 407-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas, para la definición de las categorías de aceptación de calidad.
- Granulometría del agregado. Los límites de especificación máximo y mínimo corresponden a la granulometría de la dosificación de diseño \pm las desviaciones tolerables, indicadas en las Tablas 703-12 Granulometría densa para mezclas en frío con emulsión asfáltica o Tabla 703-13 Granulometría abierta para mezclas en frío con emulsión asfáltica, según corresponda.
- El riego de liga será evaluado según la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica

407.19 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 407 Mezcla en frío con emulsión asfáltica, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La mezcla asfáltica procesada en frío con emulsión asfáltica se medirá en tonelada métrica (Tm) o por metros cúbicos (m³) en su posición final extendida, conformada, compactada y acabada.

407.20 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.407.01	Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para carpeta	Tonelada métrica	(Tm)
CR.407.02	Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para carpeta	Metro cúbico	(m ³)
CR.407.03	Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para bacheo	Tonelada métrica	(Tm)
CR.407.04	Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para bacheo	Metro cúbico	(m ³)
CR.407.05	Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para bacheo mediante equipo de inyección por aspersión	Tonelada métrica	(Tm)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.407.06	Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para bacheo mediante equipo de inyección por aspersión	Metro cúbico	(m ³)

407.21 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 407-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 407-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 407-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el diseño, suministro y colocación de mezcla en frío con emulsiones asfálticas

Material o producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Reporte
Fuente							
Agregado	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Todas	Subsección 703.09	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Sí	Antes de la producción
Emulsión Asfáltica	Certificación (107.03) y Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Todas	Subsección 702.03	1 por lote de emulsión asfáltica	Entre el tanque y la planta de mezclado	1 galón	Antes de la producción
Diseño							
Mezcla asfáltica producida en frío (diseño de mezcla)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Todas	Subsección 407.04	1 por diseño de mezcla suministrado	Apilamientos y combinada según fórmula de trabajo para la mezcla	Sí	30 días antes de producir
Producción							
Mezcla asfáltica en frío para superficie de ruedo y bacheo	Evaluación estadística (107.05)	Contenido de asfalto y granulometría	Subsección 407.04	1 por día de producción	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas

Material o producto (Subsección)	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Reporte
Mezcla en frío para superficie de ruedo	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Estabilidad sin acondicionar, estabilidad retenida, densidad en sitio recubrimiento, adherencia	Subsección 407.04	1 por día de producción	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	Al completar el ensayo
Mezcla en frío para bacheo ⁽²⁾		Drenaje de residuo asfáltico al contenido óptimo y trabajabilidad	Subsección 407.04	1 por día de producción	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	Al completar el ensayo
Producto final para cada tramo de aceptación							
Mezcla asfáltica en frío con emulsión asfáltica para superficie de ruedo	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Espesor, pendiente transversal y niveles de cota	Subsección 407.16	A cada 10 m o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	Después de finalizado el trabajo
		Tolerancia y desviaciones de la superficie		A cada 20 m o lo determinado por la Administración	En sitio, luego del proceso de acabado	No	48 horas después de finalizado el trabajo

Notas:

(1) Para mezclas densas se realizan los ensayos de estabilidad y recubrimiento, adherencia, y para mezclas abiertas drenaje y trabajabilidad.

(2) No aplica para bacheo con equipo de inyección por aspersion.

SECCIÓN 408 RESERVADA

SECCIÓN 409 RESERVADA

SECCIÓN 410 RESERVADA

SECCIÓN 411 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFÁLTICOS

411.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de un tratamiento superficial asfáltico simple o múltiple con emulsión asfáltica de rompimiento rápido de alta viscosidad (CRS-2h, CRS-2, CRS-2s, CRS-2hP, CRS-2P, CRS-2sP, CHFRS-2P), agregados graduados y limpios.

Un tratamiento superficial consiste en una aplicación de emulsión asfáltica, seguida inmediatamente por una aplicación uniforme de agregado, el cual puede estar conformado por una o varias capas. Se aplicará la emulsión asfáltica y el agregado de acuerdo con las Subsecciones 411.07 Aplicación de la emulsión asfáltica y 411.08 Aplicación del agregado, a las tasas de dosificación definidas en el diseño y aprobadas por la Administración.

411.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Agregado para tratamiento superficial bituminoso	703.10

La emulsión de rompimiento rápido de alta viscosidad (CRS-2h, CRS-2, CRS-2s, CRS-2hP, CRS-2P, CRS-2sP, CHFRS-2P), deberá cumplir las especificaciones de la Tabla 702-08 Especificaciones para la emulsión asfáltica catiónica o la Tabla 702-09 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizadas adicionalmente para aplicaciones de tratamiento superficial, según corresponda.

Requerimientos para la construcción

411.03 Dosificación de diseño

Se deberá suministrar con 21 días de anticipación al inicio de la obra lo siguiente:

- (a) Muestras de agregado. Al menos tres muestras por apilamiento con un tamaño de muestra de 35 kg cada una para determinar el rango de granulometría correspondiente a cada uno.
- (b) Granulometría de diseño. Se debe suministrar la dosificación porcentual de cada apilamiento a ser utilizado, así como la granulometría de diseño correspondiente (porcentajes pasando cada tamiz especificado), de acuerdo con la Subsección 703.10 Agregado para tratamiento superficial bituminoso y la Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados superficiales de simple y múltiple capa.
- (c) Muestras de emulsión asfáltica. 8 L de la emulsión asfáltica del mismo origen y tipo utilizada en la construcción del tratamiento superficial.
- (d) La fórmula de trabajo de los elementos del diseño, acorde con la superficie donde se colocará y al método de diseño escogido y aprobado previamente por la Administración.
- (e) Temperatura de la emulsión asfáltica. Se deberá aplicar la emulsión asfáltica de acuerdo con la Tabla 702-06 Temperaturas de aplicación de emulsiones asfálticas.
- (f) Velocidades de aspersion. La velocidad de aspersion del agregado deberá estar entre 2,7 - 27 kg/m² y la velocidad de la emulsión asfáltica deberá ajustarse a la tasa de aplicación determinada mediante diseño, sobre un ancho variable de 6 m en una sola pasada. La uniformidad del distribuidor no deberá variar en más de 0,05 L /m².
- (g) Densidad. El peso volumétrico del agregado de acuerdo con AASHTO T19, método suelto.

411.04 Equipo

Deberá disponerse de al menos, del siguiente equipo:

- (a) Distribuidor de emulsión asfáltica.
 - Capaz de mantener la temperatura de distribución de manera uniforme.
 - Barra de aplicación por rocío ajustable, con un ancho mínimo de 4,5 m.
 - Sistema de control que incluya un tacómetro, medidor de presión de rocío (manómetro), dispositivo indicador para medir el volumen o un tanque calibrado que permita distribuir la emulsión asfáltica de manera uniforme sobre el ancho

total con una precisión de $\pm 0,05 \text{ L/m}^2$ con respecto a la dosificación de diseño.

Termómetro para medir la temperatura del material almacenado en el tanque.

(b) Barredora rotatoria autopropulsada. Capaz de controlar la presión vertical de la barredora

(c) Compactadores de llantas de hule. Se deberá proveer un mínimo de dos compactadores de llantas de hule con las siguientes capacidades:

- Autopropulsado.
- Ancho mínimo de compactación de 1,5 m;
- Peso bruto ajustable dentro del rango de 3,5 a 6,5 kg/mm del ancho de compactación.
- Presión mínima de contacto de 550 kPa.

(d) Distribuidor de agregado.

- Autopropulsado.
- Mínimo de 4 llantas de hule en dos ejes;
- Sistema de control que permita depositar el agregado de manera uniforme sobre el ancho total de la aplicación de la emulsión, con una precisión de 10 % por peso de las tasas de dosificación de diseño.

(e) Otros equipos.

- Se pueden usar otros equipos de desempeño comprobado, además de -o junto con el equipo anteriormente especificado, cuando sea aprobado por la Administración.

411.05 Operaciones previas a la colocación de un tratamiento asfáltico

(a) Preparación de la superficie.

Es requisito, antes de colocar el tratamiento, preparar las capas subyacentes según lo establecido en planos y lo indicado por la Administración.

- (1) Áreas recientemente rehabilitadas mediante bacheo o recarpeteo. Acorde a la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica.
- (2) Superficies de carpeta asfáltica existente incluyendo las de pavimento asfáltico reciclado. Secar la superficie previa a la colocación del tratamiento.
- (3) Capas de base granular. Humedecer la superficie antes de la colocación.

El material no incorporado en las obras será retirado de acuerdo con la Sección 211 Eliminación de caminos o calles existentes.

Cuando la superficie de la estructura de pavimento existente sea irregular, se deberá llevar a cabo la uniformidad de gradiente y perfil transversal, según lo establecido en planos y especificaciones.

Estas actividades asociadas a la preparación de la superficie antes de la colocación del tratamiento deben estar incluidas en el renglón de pago correspondiente y deberán ser previamente aprobadas por la Administración.

(b) Limitaciones climáticas.

Solo se podrá colocar el tratamiento asfáltico cuando las condiciones del proyecto sean aptas (por ejemplo, evitar condiciones lluviosas y sus efectos en la superficie). Se tiene que aplicar el tratamiento cuando la temperatura del aire a la sombra y sobre la superficie del pavimento estén, ambas, sobre 7 °C. La temperatura del tratamiento debe ser medida justo antes de ser colocado sobre la superficie.

411.06 Procedimientos para iniciar la producción de tratamientos superficiales

Antes de comenzar con la producción de tratamientos superficiales deberá acordarse una reunión de acuerdo con la subsección 153.04 Plan de control de calidad.

En el primer día de construcción, o cuando se dé un cambio en la textura de la superficie o la granulometría del agregado, se realizará un tramo de prueba o franja de control de 100 m, con el ancho de un carril, cumpliendo lo indicado en las Subsecciones 411.07 Aplicación de emulsión asfáltica y 411.08 Aplicación del agregado.

Se deberá construir el tramo de prueba o franja de control utilizando los materiales, los procedimientos de colocación y compactación previstos que se aplicarán en el resto de la construcción del tratamiento superficial. Se terminarán las obras del primer día cuando se concluya el tramo de prueba o franja de control. El tramo de prueba estará sujeto a la evaluación del cumplimiento de las especificaciones aplicables a los materiales y al tramo.

Los tramos de prueba que cumplan con las especificaciones aplicables serán aceptados por la Administración como parte de los trabajos terminados.

Se construirán tantos tramos de prueba como se requiera hasta lograr el cumplimiento de las especificaciones para el tratamiento experimental terminado. Tramos de prueba no

conformes con los requisitos de aceptación serán removidos y reemplazados a costo del contratista.

411.07 Aplicación de emulsión asfáltica

Se verificará la barra de aspersión del distribuidor de emulsión asfáltica al inicio del proyecto y según lo indique la Administración: la altura, el ángulo de las boquillas, la presión de bombeo, así como las tasas de aspersión longitudinales y transversales de acuerdo con el método ASTM D2995. Es importante calibrar con una velocidad adecuada y constante del camión. Si se utilizan diferentes distribuidores de emulsión asfáltica, calibrar cada uno antes de usarlos en el proyecto. Asegurarse que la longitud de aspersión no sea mayor de lo que se va a cubrir con el agregado inmediatamente después de su aplicación. Como referencia, las tasas de aplicación recomendadas de acuerdo con las granulometrías escogidas para cada tipo de tratamiento se muestran en las Tablas 411-01 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales simples, 411-02 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales dobles y 411-03 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales triples.

Se protegerán las superficies de los objetos cercanos para evitar que se salpiquen o estropeen durante el rocío de la emulsión asfáltica. Se colocará un protector en la superficie a lo largo de una distancia suficiente, al inicio y final de cada aplicación, de manera que el flujo de rocío de emulsión asfáltica a través de las boquillas del distribuidor se inicie y detenga sobre el protector.

La Administración aprobará la tasa exacta de dosificación, temperatura y área a ser tratada antes de la aplicación y podrá hacer ajustes por variaciones en las condiciones del sitio. Se aplicará la emulsión asfáltica uniformemente con el distribuidor. Se deberá mover el distribuidor hacia delante a la velocidad apropiada y constante de aplicación al mismo tiempo que la barra de aspersión se abre. Deberá tenerse cuidado de no aplicar emulsión asfáltica en exceso sobre las juntas entre riegos.

Se deberán hacer las correcciones de las áreas con deficiencias. Se deberá quitar y desechar de forma apropiada el protector o cualquier otro material utilizado que no forme parte del acabado final aprobado por la Administración.

411.08 Aplicación del agregado

El agregado debe tener un contenido de humedad entre 2 % y 5 % y un contenido de polvo máximo de 1 %.

La Administración aprobará la tasa exacta de dosificación y el área a ser tratada antes de la aplicación. Cualquier trabajo previo a la aplicación y cambios de dosificación deberán ser aprobados por la Administración. Se aplicará el agregado de manera uniforme con el distribuidor inmediatamente después de que la emulsión asfáltica sea aplicada de acuerdo con la dosificación de diseño. Se deberá operar el distribuidor de agregado de manera tal que la emulsión asfáltica sea cubierta con el agregado antes de que las llantas del mismo distribuidor toquen la emulsión. Las tasas de dosificación recomendadas de acuerdo con las granulometrías seleccionadas para cada tipo de tratamiento se muestran en las Tablas 411-01 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales simples, 411-02 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales dobles y 411-03 Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales triples.

Se deberá corregir inmediatamente los excesos y deficiencias por medio de barrido o por la adición o remoción de agregado hasta lograr una textura uniforme. Tales prácticas podrán ser manuales en áreas no accesibles al equipo de barrido autopropulsado.

Se operarán los compactadores a una velocidad máxima de 10 km/h. No se permitirá que el agregado se desplace o adhiera a las llantas de la compactadora. Se deberá compactar uniformemente a través de toda el área colocada. La compactación se deberá realizar en un periodo máximo de 1 hora a partir del momento en que rompa la emulsión asfáltica. Se deberán realizar al menos 3 pasadas completas de compactación.

La Ingeniería del Proyecto, definirá, el plazo entre aplicaciones para tratamientos superficiales múltiples, deberá justificar técnicamente y asegurar que el proceso de curado fue debidamente completado, en concordancia con los materiales utilizados. Además, se deberá barrer la superficie del tratamiento superficial cuando la temperatura del aire sea menor a 32 °C, evitando el desprendimiento del agregado embebido en el ligante. Es necesario completar el barrido autopropulsado al día siguiente después de la construcción, hasta que el tratamiento haya curado o cuando la Administración lo considere. El material suelto será removido acorde a la Subsección 203.05 Material de desecho (a) Material removido del proyecto y (d) Material peligroso.

Tabla 411-01

Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales simples

Designación	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado ⁽¹⁾	Cantidad estimada de agregado ⁽²⁾ (kg/m ²)	Cantidad estimada de emulsión asfáltica ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ (L/m ²)
1A	19,0	B	22 - 27	1,8 - 2,5
1B	12,5	C	14 - 16	1,4 - 2,0
1C	9,5	D	11 - 14	0,9 - 1,6
1D	4,75	E	8 - 11	0,7 - 1,0
1E	Arenas	F	5 - 8	0,5 - 0,8

Fuentes: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

Notas:

(1) Ver Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de capa simple y múltiple, para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T84 y AASHTO T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina la Administración.

(3) Se debe ajustar el contenido de emulsión según la condición de la carretera.

(4) Se aceptará una tolerancia en la tasa de aplicación de la emulsión asfáltica de $\pm 0,05$ L/m².

Tabla 411-02

Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales dobles

Designación (espesor)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado ⁽¹⁾	Cantidad estimada de agregado ⁽²⁾ (kg/m ²)	Cantidad estimada de emulsión asfáltica ^{(3) (4)} (L/m ²)
2A (12,5 mm)				
1era Aplic.	9,5	D	14 - 19	0,9 - 1,4
2da Aplic.	4,75	E	5 - 8	1,4 - 1,8
2B (16,0 mm)				
1era Aplic.	12,5	C	16 - 22	1,4 - 1,8
2da Aplic.	4,75	E	8 - 11	1,8 - 2,3
2C (19,0 mm)				
1era Aplic.	19	B	22 - 27	1,6 - 2,3
2da Aplic.	9,5	D	11 - 14	2,3 - 2,7

Fuente: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

Notas:

- (1) Ver Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de capa simple y múltiple, para las granulometrías del agregado.
- (2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T84 y AASHTO T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina la Administración.
- (3) Se debe ajustar el contenido de emulsión según la condición de la carretera.
- (4) Se aceptará una tolerancia en la tasa de aplicación de la emulsión asfáltica de $\pm 0,05$ L/m².

Tabla 411-03

Cantidades recomendadas de material para tratamientos superficiales triples

Designación (espesor)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado ⁽¹⁾	Cantidad estimada de agregado (kg/m ²) ⁽²⁾	Cantidad estimada de emulsión asfáltica ^{(3) (4)} (L/m ²)
3A (12,5 mm)				
1era Aplic.	9,5	D	14 - 19	0,9 - 1,4
2da Aplic.	4,75	E	5 - 8	1,1 - 1,6
3ra Aplic.	Arenas	F	5 - 8	0,9 - 1,4
3B (16,0 mm)				
1era Aplic.	12,5	C	16 - 22	0,9 - 1,4
2da Aplic.	9,75	D	8 - 11	1,4 - 1,8
3ra Aplic.	4,75	E	5 - 8	0,9 - 1,4
3C (19,0 mm)				
1era Aplic.	19	B	22 - 27	1,1 - 1,6
1era Aplic.	9,5	D	11 - 14	1,4 - 1,8
3ra Aplic.	4,75	E	5 - 8	1,1 - 1,6

Fuente: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

Notas:

- (1) Ver Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de capa simple y múltiple, para las granulometrías del agregado.
- (2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T84 y AASHTO T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina la Administración.
- (3) Se debe ajustar el contenido de emulsión según la condición de la carretera.
- (4) Se aceptará una tolerancia en la tasa de aplicación de la emulsión asfáltica de $\pm 0,05$ L/m².

411.09 Apertura al tránsito

Se deberá aplicar el control de tránsito de acuerdo con la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito, para limitar la velocidad del tránsito. Durante los primeros 45 min y después de la compactación, se deberá limitar la velocidad de tránsito a 15 km/h, y 30 km/h durante las siguientes 24 horas.

411.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 411-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el tratamiento superficial asfáltico.

De manera que:

- La emulsión asfáltica se debe evaluar de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la que corresponda, según el tipo de emulsión asfáltica en la Subsección 702.03 Emulsión Asfáltica.
- La granulometría del agregado para tratamientos superficiales se debe evaluar con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El agregado para la construcción de tratamientos superficiales deberá estar de conformidad con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).
- Los límites superior e inferior de las especificaciones para la granulometría se muestran en la Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de capa simple y múltiple.
- La construcción del tratamiento superficial se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

411.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 411 Tratamientos superficiales asfálticos, para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152

Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se debe medir la cantidad de agregado para tratamientos superficiales, por unidades de metros cuadrados (m²), de acuerdo con el diseño de dosificación, aprobado por la Administración.
- Se debe medir la cantidad de emulsión asfáltica, por unidades de litros (L), de acuerdo con el diseño de dosificación aprobado por la Administración.

411.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.411.01	Tratamiento superficial simple 1 _____ (indicar letra)	Metro cuadrado	(m ²)
CR.411.02	Tratamiento superficial doble 2 _____ (indicar letra)	Metro cuadrado	(m ²)
CR.411.03	Tratamiento superficial triple 3 _____ (indicar letra)	Metro cuadrado	(m ²)

411.13 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 411-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el tratamiento superficial asfáltico se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto. Queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. El Plan de Control de Calidad del Contratista debe atender las subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, y debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias de la Tabla 411-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el tratamiento superficial asfáltico, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 411-04

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el tratamiento superficial asfáltico

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación ⁽³⁾ (Subsección)	Característica	Categoría	Especificación	Frecuencia de muestreo	Ubicación de muestreo	Dividir muestra	Reporte	Otros
Agregado para el tratamiento superficial ⁽¹⁾	Medido y ensayado para conformidad (107.04 y 106)	Calidad	-	Subsección 703.10, Tabla 703-15	1 por tipo de material	Fuente	Sí	Antes de producir	-
	Control del proceso (153.04)	Granulometría	-	AASHTO T27 y T11	1 por día por apilamiento de agregado	Faja de producción o descarga del distribuidor (durante la producción)	No	24 horas	-
Emulsión asfáltica ⁽²⁾	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	-	Sección 702.03	1 por tanque del camión incluyendo el remolque	Punto de entrega del transporte	Sí ⁽⁵⁾	Antes de incorporarlo al trabajo	-
Agregado para el tratamiento superficial ⁽¹⁾	Estadística ⁽³⁾ (107.05)	Granulometría (Ver tabla 703-15 para las mallas aplicables)	I	AASHTO T27 y T11	Ver nota (3)	Faja de producción o descarga del distribuidor ⁽⁴⁾	Sí	24 horas	-
	Control del proceso (153.04)	Humedad de los agregados	-	Inspección visual (107.04) y Subsección 411.08	Contratista determina	1 por día del apilamiento de agregado o descarga del distribuidor	No	Antes de incorporarlo al trabajo	-

Emulsión asfáltica ⁽²⁾	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	-	Sección 702.03	1 por camión distribuidor	Tanque o camión distribuidor	Sí ⁽⁵⁾	-	Ensayado por la Administración
	Control del proceso (153.04)	Temperatura de colocación	-	-	Mínimo 1 por camión distribuidor	Camión distribuidor	No	Antes de incorpor arlo al trabajo	-

Fuente: FP-14 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2014.

Notas:

(1) Aplica para cada tipo de agregado suministrado.

(2) Aplica para cada material asfáltico suministrado.

(3) Para cantidades planeadas menores a 35000 m² el material será aceptado de acuerdo con la Subsección 106.03 Manejo de la fuente de material. Para cantidades planeadas mayores a 35000 m² el material será aceptado de acuerdo con la Subsección 106.05 Uso de materiales encontrados en la obra. Para cantidades planeadas entre 35000 m² y 200000 m² la frecuencia de muestreo se determinará dividiendo la cantidad planeada entre 8. Si la cantidad planeada supera los 200000 m² la frecuencia de muestreo será 1 cada 25000 m².

(4) Seleccionar un punto de muestreo o lote que debe permanecer durante todo el proyecto.

(5) Muestras de un galón (4 L) de emulsión asfáltica.

SECCIÓN 412 SELLOS CON LECHADA ASFÁLTICA Y MICROCAPAS

412.01 Descripción

Esta sección describe los siguientes tipos de sellos:

Un sello de lechada asfáltica (slurry seal) consiste en una mezcla de agregado fino bien graduado, emulsión asfáltica de rompimiento lento o controlado, relleno mineral, agua y aditivos si se requieren; proporcionada, mezclada y uniformemente aplicada sobre una superficie apropiadamente preparada.

Una microcapa (micro surfacing) se puede definir como una mezcla de emulsión asfáltica de rompimiento controlado, modificada con polímero, agregado fino bien graduado, relleno mineral, agua y aditivos; dosificados, mezclados y uniformemente extendidos sobre la capa de ruedo.

412.02 Materiales

Debe estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Aditivos	702.09
Agregado para lechadas superficiales (slurry seal) y microsuperficies	703.11
Agua	725.01(c)
Relleno mineral	725.05

Los ensayos requeridos para cumplimiento de especificaciones de la emulsión asfáltica de rompimiento lento CSS-1, CSS-1h y de rompimiento controlado CQS-1hP se establecen en las Tablas 702-08 Especificaciones para la emulsión asfáltica catiónica y 702-09 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada para microcapas respectivamente, con excepción de lo establecido en la Tabla 412-01 Requisitos de calidad en emulsiones asfálticas CQS-1h, para este tipo de emulsiones:

Tabla 412-01

Requisitos de calidad en emulsiones asfálticas CQS-1h

Ensayo	AASHTO	ASTM	Especificación
Estabilidad en almacenamiento, 24 h	T59	D6930	1 % máximo
Residuo asfáltico por destilación ⁽¹⁾	T59	D6997	62 % mínimo
Ensayos en residuo asfáltico			
Penetración a 25 °C	T49	D5	40 - 90 ⁽²⁾

Notas:

(1) La temperatura del ensayo deberá mantenerse por 20 minutos a 177 °C.

(2) Las condiciones climáticas deben ser consideradas cuando se establezca este rango

Requerimientos para la construcción

412.03 Composición del sello

El Contratista suministrará por escrito la dosificación de diseño, indicando el contenido porcentual de cada material en la mezcla, con base en una referencia por peso o volumen para su aprobación y verificará que cumple con los requerimientos de ISSA A105 “Guía para la Aplicación de Lechadas Asfálticas”, ISSA A143 “Guía para la Aplicación de Microcapas” y la Tabla 412-04 Especificaciones recomendadas para los sellos de lechada asfáltica y microcapa; para la evaluación y aprobación por la Administración, al menos 14 días antes de la fecha de programada de inicio de los trabajos.

Deberán cumplirse los requisitos de granulometría que apliquen de la Tabla 703-17 Especificaciones granulométricas para los agregados para lechadas asfálticas y microcapas, así como el criterio para el contenido de asfalto residual de la Tabla 412-03 Límites de dosificación para los componentes del sello de lechada asfáltica y microcapa.

Se deberá presentar, adicionalmente, lo siguiente:

- (a) Granulometría del agregado. Los valores representativos de los porcentajes de diseño del agregado para todos los tamaños estándar especificados.
- (b) Contenido de emulsión asfáltica. El contenido de asfalto residual, como un porcentaje por peso del agregado en estado seco, máximo y mínimo.
- (c) Muestras de agregado. Se requieren 45 kg para cada tipo de agregado a utilizar.

- (d) Muestra de emulsión asfáltica. Se suministrará el nombre del proveedor y los certificados técnicos de calidad, así como una muestra de 20 L, que será contenida en un recipiente plástico.
- (e) Muestras de relleno mineral. Se requieren 25 kg para cada tipo de relleno mineral, cuando se incorpore a la mezcla.
- (f) Tasa de aplicación. Las tasas de aplicación se tienen que calcular con base en el agregado seco. La tasa de aplicación no puede variar en más de $\pm 1,1$ kg/m².

La dosificación de diseño será evaluada y considerada para su aprobación, de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 412-02

Tasas de aplicación recomendadas

Tipo de granulometría	Localización	Tasa de aplicación para sellos de lechada asfáltica ⁽¹⁾	Tasa de aplicación para microcapa ⁽²⁾
Tipo I	Áreas de parqueo, calles urbanas y residenciales, pistas de aeropuerto	4,3 - 6,5 kg/m ²	NA
Tipo II	Calles urbanas y residenciales, pistas de aeropuerto	5,4 – 9,8 kg/m ²	5,4 - 10,8 kg/m ²
Tipo III	Rutas primarias	8,1 - 12,0 kg/m ²	8,1 - 16,3 kg/m ²
	Relleno de roderas	NA	Según Apéndice B del ISSA A 143

Notas:

(1) Tomado de ISSA A105 Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal, 2010

(2) Tomado de ISSA A143 Recommended performance guideline for micro surfacing

Tabla 412-03

Límites de dosificación para los componentes del sello de lechada asfáltica y microcapa

Componentes de la mezcla	Límites sellos de lechada asfáltica ⁽¹⁾	Límites microcapa ⁽²⁾
Asfalto residual	Tipo I: 10 a 16 % Tipo II: 7,5 a 13,5 % Tipo III: 6,5 a 12 % (Por peso seco de agregado)	5,5 a 10,5% (Por peso seco de agregado)
Relleno mineral	Hasta 3,0 % por peso seco de agregado	
Polímero modificador	NA	Mínimo 3 % de sólidos por peso de asfalto residual
Aditivos	Lo que se requiera	
Agua	Lo que se requiera para proveer una buena consistencia a la mezcla, usar ISSA TB 106 ⁽³⁾ para establecer la cantidad de líquidos óptima	

Nota:

- (1) Tomado de ISSA A105 Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal, 2010
- (2) Tomado de ISSA A143 Recommended Performance Guideline for Micro surfacing
- (3) Asociación Internacional de Slurry Seals (ISSA según sus siglas en inglés)

Tabla 412-04

Especificaciones recomendadas para los sellos de lechada asfáltica y microcapa

ISSA	Calidad	Especificación sello de lechada asfáltica (1)	Especificación microcapa (2)
TB 106	Consistencia del sello	2,5 ± 0,5 cm	NA
Cohesión en presencia de agua			
TB 139 (Para sistemas de apertura al tránsito rápido)	@ 30 minutos (tiempo de fijación)	Mínimo 12 kg-cm	Mínimo 12 kg-cm
	@ 60 minutos (tiempo de apertura al tránsito)	Mínimo 20 kg-cm	Mínimo 20 kg-cm o cuando aparece la primera grieta
T 109 (para áreas de alto tránsito)	Exudación de asfalto por ensayo de rueda de carga	Máximo 538 g/cm ²	Máximo 538 g/cm ²
TB 114	Desnudamiento	Mínimo 90 %	Mínimo 90 %
Pérdida por abrasión en pista húmeda			
TB 100	1 hora de sumersión	Máximo 807 g/m ²	Máximo 538 g/m ²
	6 días de sumersión	--	Máximo 807 g/m ²
TB 113	Tiempo de mezclado a 25 °C	Mínimo controlable de 180 segundos	Mínimo controlable de 120 segundos
		Máximo 300 segundos	Máximo 300 segundos
TB 144	Clasificación por compatibilidad	NA	Mínimo Grado 11 con las calificaciones AAA o BAA
TB 147	Desplazamiento lateral	NA	5 % máximo

Notas:

(1) Tomado de ISSA A105 Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal, 2010

(2) Tomado de ISSA A143 Recommended Performance Guideline for Micro surfacing

412.04 Equipo

Deberá disponerse del siguiente equipo para las obras:

(a) Equipo de mezclado.

(1) Autopropulsado de diseño continuo;

- (2) Unidad de mezclado en flujo continuo;
 - (3) Con controles calibrados;
 - (4) Dispositivos para dosificación de lectura fácil, que permitan la medición precisa de todos los materiales dosificados que ingresan al tambor mezclador;
 - (5) Sistema automatizado de secuencia de introducción de la materia prima de manera constante al mezclador;
 - (6) Cámara de mezclado capaz de combinar uniformemente la materia prima introducida de varias cuchillas y que descargue la mezcla de manera continua;
 - (7) La máquina debe tener suficiente capacidad de almacenaje para el agregado, emulsión asfáltica, relleno mineral, aditivos y agua para que haya una alimentación adecuada;
 - (8) Sistema de agua a presión con aspersores, capaz de humedecer la superficie inmediatamente antes de la distribución de la lechada asfáltica, con una tasa de distribución de 0,13 a 0,27 L/m²;
 - (9) En carreteras principales el equipo tiene que poseer dispositivos de carga para que se puedan recargar los componentes mientras el equipo está mezclando y colocando para minimizar las juntas de construcción;
 - (10) La máquina tiene que estar equipada con estaciones de manejo laterales para optimizar el alineamiento lateral;
 - (11) Poseer dispositivos tales que el conductor tenga control total de la velocidad de avance y retroceso;
 - (12) Alimentador de agregado equipado con un contador de revoluciones o similar para determinar la cantidad de agregado en cualquier momento;
 - (13) Dispositivo de dosificación para aditivos;
 - (14) Velocidad mínima de 20 m/min y velocidad máxima de 55 m/min;
 - (15) Capacidad mínima de almacenaje de 6 Tm; y
 - (16) Sistema de dosificación con precisión para el proporcionamiento de los materiales, independiente de la velocidad del motor.
- (b) Caja mecánica de distribución
- (1) Incorporada al equipo mezclador;
 - (2) Enrasador de hule flexible que esté en contacto con la superficie para evitar el desperdicio del sello, dándole un acabado final y que sea ajustable;

- (3) Ajustable para asegurar una tasa de distribución uniforme cuando se opere con geometría variable (pendientes y coronas de la calzada);
 - (4) Se le puede colocar una tela de arrastre para proveer una capa de mayor textura (microcapa);
 - (5) Para microcapa la caja de distribución debe tener un tornillo sin fin o un sistema de paletas cruzadas que permita agitar y distribuir de manera uniforme el sello.
- (c) Equipo para el relleno de roderas (microcapa)

Las dimensiones del equipo de relleno dependen de la profundidad de las roderas.

Cuando se requiera el relleno de roderas, utilizar el sello de microcapa para rellenar las mismas. Las roderas de 12,5 mm o más de profundidad se tienen que cubrir con un ancho de 1,5 m a 1,8 m de manera independiente. Las roderas poco profundas de menos de 12,5 mm, se pueden cubrir con una sola pasada. Las roderas que exceden los 38 mm de profundidad pueden requerir varias pasadas para restaurar la sección transversal. Antes de colocar la segunda microcapa se tiene que curar por al menos 24 horas antes.

- (d) Equipo auxiliar.

Se contará con rastrillos planos de hule manuales, palas y otros equipos necesarios para realizar los trabajos. Se proveerán equipos de limpieza que incluyan, pero no limitado a, barredores autopropulsados, compresores de aire, equipos de distribución de agua, y escobones manuales, para la preparación de la superficie.

412.05 Operaciones previas a la colocación de un sello de lechada asfáltica o microcapa

Estas operaciones deberán realizarse de acuerdo con la Sección 411.05 Operaciones previas a la colocación de un tratamiento asfáltico. Se recomienda colocar la microcapa durante la noche, con un diseño de mezcla adecuado utilizado para atender a las temperaturas más bajas del pavimento. Se tienen que aplicar los sellos de lechada asfáltica o microcapa cuando la temperatura del aire a la sombra no sea menor a 10 °C y la superficie del pavimento esté sobre 7 °C e inferior a 55 °C; y que no se pronostique lluvia, ya que esto perjudica la aplicación y produce grandes daños.

Además, el Contratista tiene que proveer los métodos adecuados para proteger el sello del daño que pueda causar el tránsito antes de que el sello cure. En las zonas de giro de

vehículos, se tiene que dejar más tiempo curando el sello para evitar que queden las marcas de las llantas. El Contratista debe presentar la información del tiempo de apertura al tránsito para su revisión con al menos una semana de anticipación, esto no constituye la aceptación del trabajo.

Normalmente, no se requiere un riego de liga a menos que la superficie a ser cubierta esté extremadamente seca y con desprendimiento de partículas o que sea de concreto o adoquines. Si se requiere, el riego de liga debe consistir en una parte de emulsión asfáltica y tres partes de agua aplicado con el distribuidor de asfalto. El tipo de la emulsión tiene que ser el mismo utilizado en la fabricación del sello de lechada asfáltica o microcapa. El distribuidor debe ser capaz de aplicar la disolución de manera uniforme a una tasa de 0,23 a 0,68 L/m². El riego de liga se tiene que dejar curar antes de la aplicación del sello.

412.06 Aplicación del sello de lechada asfáltica o microcapa

(a) General

Se deberán mezclar los materiales utilizando el equipo indicado en el punto 412.04 (a) Equipo de mezclado.

Se tiene que humedecer la superficie con agua en el instante inmediato previo a la distribución del sello, la tasa de aplicación del sello se tiene que ajustar durante el día de acuerdo con la temperatura, la textura superficial, humedad y sequedad del pavimento.

En caso de requerirse relleno mineral, se deberá dosificar con el agregado utilizando el sistema de alimentación de finos. Se debe adicionar el agua al agregado según diseño de mezcla y humedad del agregado en el tambor del mezclador en el instante previo al mezclado con la emulsión asfáltica.

El sello de lechada asfáltica o microcapa debe tener suficiente estabilidad para evitar su rompimiento en la caja de distribución. La mezcla debe ser homogénea durante todo el proceso desde el mezclado hasta la colocación. No debe tener un exceso de líquidos pues el agregado se segrega. No es permitido adicionar más agua dentro de la caja de distribución.

Se tomarán las precauciones para asegurarse que la mezcla de sello o microcapa sea de la consistencia requerida en el momento que es desalojada del mezclador, y que esté conforme con la dosificación de diseño aprobada.

Se dispondrá de suficiente cantidad de mezcla de sello en el sistema distribuidor para cubrir completamente la sección transversal de la caja de distribución. Se distribuirá la mezcla con el dispositivo mecánico de acuerdo con la Subsección 412.04 (b) Caja mecánica de distribución. En áreas no accesibles para la caja de distribución, se utilizarán distribuidores manuales. No se permite que se sobrecargue la caja distribuidora. Tampoco se permite que el agregado en la mezcla se aglomere, forme grumos o que quede sin recubrir.

No se permite que queden estrías ocasionadas por el agregado de sobretamaño, en la superficie terminada. Si se ocasiona demasiado rayado, el trabajo se tiene que suspender hasta que el Contratista demuestre que ha corregido esta situación. Se debe permitir que las áreas tratadas curen completamente de previo a la apertura al tránsito. Se deberá asegurar que el sello o la microcapa haya desarrollado suficiente cohesión para resistir la abrasión debido al paso del tránsito. Generalmente, los sellos y las microcapas cumplen con ese requisito cuando la superficie se observa negra.

(b) Juntas

No se permiten desniveles, ni áreas sin recubrir, o una apariencia no uniforme en las juntas longitudinales y transversales. El Contratista debe proveer el ancho adecuado de recubrimiento para obtener el mínimo número de juntas a lo largo del proyecto. Cuando sea posible, las juntas longitudinales deben quedar en la separación entre carriles.

Cuando existan varios carriles, la junta transversal debe quedar alineada. Un máximo de 150 mm de traslape se permite en las líneas de las juntas longitudinales. En microcapa, el traslape no debe exceder 75 mm en la junta longitudinal y además no debe haber una diferencia de más de 5 mm en el nivel de rasante, medido con escantillón de 3 m de largo.

(c) Trabajo manual

Las áreas en las que la máquina no cabe, se tienen que utilizar rastrillos de hoja plana para recubrir el área. El acabado tiene que ser igual al que da la caja de distribución. El área se tiene que prehumedecer antes de colocar el sello. El trabajo manual debe hacerse en paralelo antes de finalizar la aplicación con el equipo.

(d) Bordes

Se debe tener cuidado de que las líneas en los cordones de caño y espaldones queden rectas. También en las intersecciones las líneas se tienen que mantener rectas para una buena apariencia.

Cuando aplique, se puede utilizar material adicional para cubrir el final del trabajo y de esta forma proveer una línea recta. La colocación del sello en los bordes no se puede desviar de la línea longitudinal del cordón o espaldón en más 50 mm que deberá ser verificada en tramos de 30 m.

(e) Compactación

La compactación no es usualmente necesaria para los sellos de lechada asfáltica o microcapas. En los aeropuertos y parqueos se debe compactar con un compactador de llantas neumáticas de 10 t (toneladas) máximo, autopropulsado con una presión de aire de las llantas de 50 psi, equipado con sistema de aspersion de agua. Las áreas donde se requiera se deberán compactar mínimo 2 pasadas completas del compactador. La compactación no puede empezar hasta que el sello esté completamente curado para que no se quede pegado en las llantas del compactador.

(f) Limpieza

En todas las áreas se deberán limpiar, caños, alcantarillas, entre otros. El Contratista de manera diaria tiene que remover todos los escombros asociados con el trabajo.

412.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla

412-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para los sellos de lechadas asfáltica y microcapas.

De manera que:

- El agregado para lechada asfáltica y la microcapa será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.04. Conformidad determinada o ensayada y deberá estar conforme a lo especificado en la Subsección 703.11 Agregado para lechadas superficiales (slurry seal) y microsuperficies.
- La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación y 702.03 Emulsión Asfáltica.
- La construcción del sello de lechada asfáltica y microcapa será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.04. Conformidad determinada o ensayada.
- El relleno mineral será evaluado de acuerdo con la Subsección 725.05 Relleno mineral.
- El agua será evaluada de acuerdo con la Subsección 725.01 Agua.
- El aditivo utilizado será evaluado de acuerdo con la Subsección 702.09 Aditivos.

412.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 412 Sellos de lechada asfáltica y microcapas, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción.

Se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie del sello y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas. Se definirá la longitud de forma paralela a la línea de centro de la calzada. Se medirán las cantidades de la siguiente manera:

- Se medirá la lechada asfáltica y microcapa por metros cuadrados (m²).
- Se medirán las cantidades de emulsión asfáltica por litros (L).
- Se medirá el agua por litros (L).
- Se medirán los aditivos por litros (L).
- Se medirá el agregado por metros cúbicos (m³).

412.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.412.01	Sello con lechada asfáltica del tipo "Slurry" o microcapa (se debe especificar la granulometría)	Metro cuadrado	(m ²)
CR.412.02	Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro	(L)
CR.412.03	Agregado para lechadas superficiales	Metro cúbico	(m ³)

412.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 412-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para los sellos de lechadas asfáltica y microcapas, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad,

153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 412-05 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para los sellos de lechadas asfáltica y microcapas, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 412-05

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para los sellos de lechadas asfáltica y microcapas

Material o producto	Tipo de aceptación (subsección)	Característica	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo del reporte
Agregado para sello de lechada asfáltica y microcapa (703.11)	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 Y T11	1 por 500 Tm	Salida de producción o del apilamiento	Sí, cuando se solicite	Antes de iniciar el trabajo
		Abrasión LA	AASHTO T96		Fuente de agregado	“	“
		Sanidad	AASHTO T104		“	“	“
		Equivalente de arena	AASHTO T176 método alternativo N°. 2, método de referencia	1 por fuente de agregado	Salida de producción o del apilamiento	“	“
		Azul de metileno	ISSA TB 145		Salida de producción o del apilamiento	“	“
Emulsión asfáltica	Subsección 702.03 y Tabla 412-01		ASTM D2397, AASHTO M208	1 por lote de emulsión, excepto el ensayo de malla N°. 20 que deberá realizarse 1 vez al día	Salida de producción y el ensayo de malla en el camión de colocación	NA	“
Sello de lechada asfáltica o microcapa		Verificación del diseño de mezcla y calibración del equipo	ISSA TB 107	Cada vez que se inicie la colocación	Sitio	“	“
		Ensayo de cohesión modificado	ISSA TB 139	Por sección colocada	Sitio	“	“

SECCIÓN 413 RESERVADA

SECCIÓN 414 RIEGOS DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

414.01 Descripción

Esta sección comprende la aplicación de riegos de emulsión asfáltica: riego de niebla (fog seal), riego de imprimación y riego de liga.

Los trabajos consisten en la colocación de una película de emulsión asfáltica con diferentes características especificadas, según sea su uso, sobre capas de material granular compactado, mezclas asfálticas, mezclas asfálticas perfiladas, entre capas de mezcla asfáltica, sobre losas de concreto hidráulico, entre otros; como se describen a continuación:

- Riego de niebla: Es la aplicación leve de asfalto diluido o emulsificado usado principalmente para sellar el exceso de vacíos superficiales en una sobrecapa o para reducir el desprendimiento de agregados “raveling”, así como para corregir deficientes aplicaciones de asfalto en tratamientos superficiales “chip seals” muy secos u oxidados.
- Riego de imprimación: Se aplicará un riego de imprimación previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa granular o una capa de agregado estabilizado con algún material no asfáltico (por ejemplo, cal o cemento).
- Riego de liga: Se aplicará un riego de liga de previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa asfáltica existente (sea de base o de ruedo) o sobre una losa de concreto hidráulico.

414.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Aditivos	702.09
Material de secado	703.13
Agua	725.01

414.03 Dosificación de diseño

El Contratista presentará con siete días de anticipación a la ejecución de los trabajos, su propuesta de diseño para la tasa de aplicación a utilizar en relación con la utilización específica del riego de emulsión asfáltica. La Administración estudiará la propuesta y determinará si procede su aprobación o si se requiere de correcciones.

Se deberá suministrar junto con el diseño de aplicación, la siguiente información:

- (a) Muestras de emulsión asfáltica. 8 L de la emulsión asfáltica del mismo origen y tipo a utilizar en la construcción del riego.
- (b) Temperatura de la emulsión asfáltica. Según definido en la Sección 702.03 Emulsión Asfáltica, de acuerdo con el tipo de emulsión a utilizar.
- (c) Velocidades de aspersion. La velocidad y las tasas de aplicación del distribuidor de asfalto (Subsección 414.07 Aplicación del riego) serán calibradas conforme a la norma ASTM D2995. La velocidad de aspersion debe estar conforme al diseño y aprobada por la Administración.

414.04 Equipo

Deberá disponerse del siguiente equipo:

- (a) Distribuidor de emulsión asfáltica. El distribuidor de emulsión asfáltica debe contar con las siguientes características:

Una capacidad adecuada para el tipo de aplicación a ejecutar. Para riegos de niebla, riegos de liga o imprimaciones debe contar una capacidad en el tanque mayor o igual a 7500 L.

Deber ser capaz de mantener la temperatura de dosificación y presión de distribución de la emulsión asfáltica de manera uniforme.

La barra de aplicación por rocío ajustable debe tener un ancho mínimo de 4,5 m, las boquillas se deben encontrar distanciadas a 10 cm entre sí. Los tamaños de boquillas y ángulos de posicionamiento se deben seleccionar para las condiciones de la obra y tasa de dosificación aplicada. Las boquillas que se usen deben estar limpias y en buen estado, por ejemplo, para el riego de niebla las boquillas de rociado deben tener aberturas de 4 a 5 mm. La altura de la barra dependerá de la velocidad de operación del camión, configuración de boquillas y la presión del riego.

El sistema de control debe incluir un tacómetro, medidor de presión de rocío (manómetro), dispositivo indicador para medir el volumen o un tanque calibrado que permita distribuir la emulsión asfáltica de manera uniforme sobre el ancho total con una precisión de $\pm 0,05 \text{ L/m}^2$ con respecto a la dosificación de diseño. Termómetro para medir la temperatura del material almacenado en el tanque. Todos estos sistemas deberán estar en buenas condiciones de operación, es decir, deberán ser operacionales sin fallas o desajustes detectables a simple vista.

La configuración de la barra dosificadora, tipo y ángulos de boquillas, presión y velocidad de operación del camión deben asegurar una cobertura doble o triple del patrón de rocío al momento de la expulsión del material.

(b) Otros equipos.

Se pueden utilizar otros equipos de desempeño comprobado, además de o junto con el equipo anteriormente especificado, cuando sea aprobado por la Administración.

414.05 Limitaciones climáticas

Se podrán aplicar los riegos sólo cuando la temperatura del aire a la sombra y la temperatura de la superficie sean ambas mayores a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ y con tendencia a incrementarse, y cuando el ambiente no esté con neblina o lluvioso.

414.06 Preparación de la superficie

Se limpiará la superficie existente de todo tipo de material suelto, tierra o cualquier sustancia o residuo que pueda afectar la adherencia entre las capas; además, la superficie debe estar seca. La superficie de aplicación deberá cumplir con lo establecido en las Secciones 303 Reacondicionamiento de la plataforma, 301 Subbases y bases granulares, 405 Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente, 415 Perfilado de capas asfálticas o 501 Pavimento de concreto hidráulico, según corresponda.

414.07 Aplicación del riego

Se calibrará semanalmente, o cada vez que la Administración lo solicite, la barra de aspersión del distribuidor de emulsión asfáltica: la altura, el ángulo de las boquillas, la presión de bombeo; se verificarán las tasas de aspersión longitudinales y transversales de acuerdo con el método ASTM D2995, cada 500 m. Si se utilizan diferentes distribuidores

de emulsión asfáltica, se debe calibrar cada uno antes de usarlos en el proyecto. Debe asegurarse que el ancho de riego suministrado por la barra de aspersion no sea mayor que el ancho de la superficie que se va a cubrir con el agregado o con la capa asfáltica que deberá colocarse inmediatamente después de la aplicación del riego.

La tasa de aplicación de emulsión, a falta de un diseño aprobado, se definirá por la Administración según se indica en la Tabla 414-01 Tasa de aplicación de emulsión asfáltica.

Tabla 414-01

Tasa de aplicación de emulsión asfáltica ⁽¹⁾

Riego	Tasa de aplicación	Tiempo de Curado
Niebla	0,40 – 0,70 L/m ²	Lo requerido según tipo de emulsión
Liga	0,15 – 0,70 L/m ²	Lo requerido según tipo de emulsión
Imprimación	0,45 – 1,35 L/m ²	> 24 horas

Fuente: FP-14, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2014.

Nota:

(1) Se permite diluir la emulsión de rompimiento lento a una razón de 1:1 en agua. No obstante, se debe garantizar que la tasa de aplicación de asfalto definida en la tabla no se altere. En caso de variar la emulsión, se debe ajustar la tasa para mantener un contenido de asfalto residual uniforme.

Se protegerán las superficies de los objetos cercanos para evitar que se salpiquen o se manchen directa o indirectamente durante el rocío de la emulsión asfáltica, estos objetos deberán protegerse con papel u otro material similar. Se colocará un protector en la superficie a lo largo de una distancia suficiente, al inicio y final de cada aplicación, de manera que el flujo de rocío de emulsión a través de las boquillas del distribuidor se inicie y detenga sobre el protector.

La Administración aprobará la tasa exacta de dosificación, temperatura y área a ser tratada antes de la aplicación y puede hacer ajustes por variaciones en las condiciones del sitio. Se aplicará la emulsión asfáltica uniformemente con el distribuidor. Se deberá mover el distribuidor hacia delante a la velocidad apropiada de aplicación al mismo tiempo que la barra de aspersion se abre. Deberá tenerse cuidado de no aplicar emulsión asfáltica en exceso sobre las juntas entre riegos.

Se deberán hacer las correcciones de las áreas con deficiencias. Se deberá quitar y desechar de forma apropiada el protector o cualquier otro material utilizado que no forma parte del acabado final aprobado por la Administración.

En el caso de un riego de imprimación, se deberá mantener la superficie limpia y sin corrugación mediante el barrido por medios mecánicos hasta que la siguiente capa sea colocada.

El Contratista inmediatamente después de colocada la emulsión asfáltica en los riegos de imprimación y niebla, distribuirá y compactará el material de secado para proteger del tráfico, minimizar el daño por lluvia o en caso de que se genere un exceso de emulsión asfáltica según la Sección 703.13 Material de secado. El material de secado debe ser retirado inmediatamente después de que haya absorbido la emulsión. Se removerá todo resto de contaminantes y partículas extrañas sobre la superficie y se repararán todas las áreas dañadas de previo a la colocación de la siguiente capa.

414.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 414-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el riego de emulsión asfáltica.

De manera que:

- La emulsión asfáltica se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, y la que corresponda según el tipo de emulsión asfáltica en la Subsección 702.03 Emulsión Asfáltica.
- La colocación del riego se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

- Se debe realizar la comprobación de la tasa de colocación efectivamente aplicada por litro en cada metro cuadrado colocado (L/m^2) de acuerdo con la Subsección 414.07 Aplicación del riego. Se considera que el trabajo es aceptable si la tasa real aplicada se encuentra dentro del margen de $\pm 0,05 L/m^2$ con respecto a la tasa de aplicación aprobada por la Administración.
- El material de secado se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

414.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se debe medir la emulsión asfáltica, por litros en cada metro cuadrado (L/m^2) colocado y efectivamente consumido.
- Se debe medir el material de secado, por Toneladas métricas (Tm) o metros cúbicos (m^3).

414.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.414.01	Emulsión asfáltica para riego de imprimación, designación ____	Litro	(L)
CR.414.02	Emulsión asfáltica para riego de liga, designación ____	Litro	(L)
CR.414.03	Emulsión asfáltica para riego de niebla, designación ____	Litro	(L)
CR.414.04	Material de secado	Tonelada métrica	(Tm)
CR.414.05	Material de secado	Metro cúbico	(m ³)

414.11 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 414-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el riego de emulsión asfáltica, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 414-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el riego de emulsión asfáltica, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 414-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el riego de emulsión asfáltica

Material o producto (Subsección)	Tipo de Aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Especificación	Frecuencia de muestreo	Ubicación de muestreo	Dividir muestra	Reporte
Fuente								
Ligante asfáltico ⁽¹⁾ o emulsión asfáltica ⁽¹⁾	107.03 Certificación Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	-	Sección 702.03 Emulsión asfáltica	1 por tipo y fuente del material	Punto de entrega del transporte o planta de mezclado	Sí ⁽²⁾	Antes de incorporarlo al trabajo -
Producción								
Ligante asfáltico ⁽¹⁾ o emulsión asfáltica ⁽¹⁾	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	-	Sección 702.03 Emulsión asfáltica	1 por camión distribuidor	Tanque o camión distribuidor	Sí ⁽²⁾	- -
	Control del proceso (153.04)	Temperatura de colocación	-	-	Mínimo 1 por camión distribuidor	Camión distribuidor	No	Antes de incorporarlo al trabajo -

Fuentes:

FP-03, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2003.

FP-14, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2014.

Notas:

(1) Aplica para cada material asfáltico suministrado.

(2) Dos muestras de 1 L de ligante asfáltico o un 1 galón (4 L) de emulsión asfáltica.

SECCIÓN 415 PERFILADO DE CAPAS ASFÁLTICAS

415.01 Descripción

Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante la escarificación por molienda (perfilado) parcial o total del espesor de la capa asfáltica, de acuerdo con los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones de la Administración.

Requerimientos para la construcción

415.02 Equipos

El Contratista deberá contar con un equipo de perfilado, con las siguientes características:

- (a) Autopropulsado.
- (b) Con suficiente potencia, tracción y estabilidad para mantener una profundidad de perfilado uniforme.
- (c) Con capacidad para remover el espesor requerido de la(s) capa(s) asfáltica(s) con un control de perfil y de pendiente en el sentido transversal.
- (d) Sistema automatizado para el control de nivel de rasante, referido al nivel de superficie existente, mediante un sistema de verificación de rasante independiente u otro método aprobado por la Administración.
- (e) Sistema de carga continua, o el equipo de apoyo necesario para remover completamente el material escarificado de la superficie del pavimento existente.
- (f) Ancho de corte de al menos un tercio del ancho del carril a perfilar.
- (g) Sistema automatizado para el control de la pendiente transversal.
- (h) Sistema para el control de la cantidad de polvo u otras partículas residuales, producto del perfilado.
- (i) Deberá estar provisto de dispositivos para verter el material fresado directamente en camiones de transporte.

Los vehículos para el transporte del material escarificado al sitio de reutilización o acopio estarán sujetos a la aprobación de la Administración y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento del programa de trabajo. Deberán estar provistos de lonas y de los elementos necesarios para evitar la contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Dichos vehículos deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental. Ningún vehículo utilizado por el Contratista para el transporte del material escarificado podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

Se dispondrá de un equipo barredor rotatorio y de lavado para remover residuos del material escarificado que queden en la superficie.

En caso de requerirse herramientas complementarias, las mismas deberán ser previamente aprobadas por la Administración.

415.03 Ejecución del trabajo

El perfilado se efectuará sobre el área y espesor que indiquen los documentos del proyecto previamente aprobados por la Administración, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto del pavimento existente. Para el caso del espesor de capa a restituir o colocar, deberá considerarse tanto el Diseño de pavimentos como el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en el Diseño de mezcla asfáltica.

La operación de perfilado no deberá desgarrar ni romper el pavimento subyacente o adyacente y deberá proteger al material perfilado de contaminación con materiales granulares, de subrasante u otras sustancias contaminantes.

En sitios que resulten inaccesibles al equipo de perfilado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada y estén aprobados por la Administración.

Se deberá utilizar un sistema de referencia longitudinal como guía para el funcionamiento del equipo de perfilado. El sistema de referencia puede ser un bordillo, el borde del pavimento, o una cuerda alineada a lo largo de la superficie del pavimento. Se perfilará en dirección longitudinal, es decir, en sentido de avance paralelo a la línea de centro.

La profundidad o espesor de corte debe ser uniforme, de manera tal que no presente diferencias mayores de $\pm 5,0$ mm con respecto al espesor de corte solicitado por la Administración. La medición se realizará mediante el uso de cuerdas apoyadas transversalmente cada 3 m, o la distancia que indique la Administración, sobre los bordes no perfilados o sobre una línea longitudinal nivelada con topografía. Por debajo de la cuerda

se colocará un codal que sirva de referencia y contra el cual se realizará un mínimo de tres mediciones distribuidas a lo largo del ancho del carril de corte.

La pendiente transversal de la superficie perfilada será tal que el nivel de profundidad de corte no presente una desviación de más de 6 mm medida en distancias transversales de 3 m, respecto a la pendiente requerida por la Administración. Se puede utilizar el método de medición utilizado para el caso de la comprobación de espesor de corte indicado en el párrafo anterior. Si se requiere variar la pendiente transversal la transición deberá realizarse de forma gradual a tasa uniforme.

De ninguna manera el espesor de la capa a restituir o colocar será inferior al nivel del sistema de referencia de manera que se asegure la continuidad de la pendiente transversal del pavimento.

La transición entre diferentes profundidades de corte deberá hacerse a una tasa uniforme de 17 mm de profundidad por cada 10 m de avance del equipo. En caso de que se dé la apertura al tránsito antes de la colocación de una sobrecapa se deberá construir una superficie de transición hacia el nivel del pavimento no perfilado con una gradiente uniforme, a dicha tasa. La Administración establecerá las políticas respectivas a las pausas diarias o por cortos períodos, en los casos donde se habilite el tránsito sobre la superficie perfilada. Cuando se permita la circulación de vehículos sobre el pavimento, se deberá indicar mediante señalización las diferencias de elevación entre carriles adyacentes y dicha diferencia no podrá exceder los 50 mm. Los deterioros generados por la exposición del tránsito de vehículos sobre la superficie perfilada, deberán ser subsanados por la empresa contratista previo a la colocación de la sobrecapa o capa asfáltica.

En la eventualidad de que al término de una jornada de trabajo no se complete el perfilado en todo el ancho de la calzada deberán colocarse señales de prevención. Cuando la Administración así lo disponga, los bordes verticales en sentido longitudinal, cuya altura supere 50 mm, deberán ser suavizados de manera que no impliquen peligro para el tránsito automotor. Igual precaución se tomará en todos los bordes transversales que queden al final de cada jornada.

La regularidad de la superficie del pavimento perfilado deberá ser verificada con un codal recto de 3 m, en forma paralela y transversal a la línea de centro, para la medición de irregularidades verticales. No se aceptarán desviaciones por encima de 6 mm en distancias de 3 m.

El Contratista deberá disponer de un equipo barredor rotatorio y un sistema de succión, los cuales serán operados de inmediato al perfilado, para remover y recuperar, en su totalidad, cualquier residuo de material sobre la superficie perfilada. Además, deberá minimizar la dispersión de partículas de polvo en el aire. Los restos serán dispuestos de conformidad con la Subsección 211.03 Materiales rígidos.

Antes de colocar una capa nueva, se deberán reparar las superficies perfiladas en caso de presentar deterioros. Cuando se hayan realizado transiciones y posteriormente se vaya a colocar mezcla asfáltica, dichas transiciones se deben remover sin causar deterioros al pavimento.

El trabajo de perfilado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas. Toda superficie perfilada deberá ser barrida antes de permitir la circulación del tránsito automotor sobre ella.

El Contratista deberá reparar, a sus expensas, todas las áreas localizadas en la superficie perfilada que, a juicio de la Administración, puedan constituir un riesgo para el tránsito automotor, o para la durabilidad del trabajo por ejecutar.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Contratista, los trabajos de perfilado no deberán producir daños a objetos, estructuras ni vegetación que se encuentren cerca de la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que correspondan, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que se ocasionen en dichos elementos durante el desarrollo de los trabajos. La Administración estará facultada para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

415.04 Limitaciones en la ejecución de los trabajos

Los trabajos de perfilado deberán ser suspendidos cuando llueva. Asimismo, el Contratista deberá adoptar las medidas adecuadas para garantizar el drenaje superficial en aquellas áreas perfiladas donde se pueda acumular agua.

415.05 Almacenamiento del material perfilado

El material extraído como resultado del perfilado, deberá ser transportado y almacenado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca la Administración y será de propiedad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

De ninguna manera se permitirá la acumulación de perfilado al margen de la vía al final de la jornada de trabajo.

415.06 Condiciones para recibir los trabajos

(a) Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos de perfilado, la Administración verificará el funcionamiento del equipo empleado y levantará los perfiles que considere necesarios.

La Administración se abstendrá de aceptar todo material perfilado que resulte contaminado como consecuencia de una manipulación incorrecta por parte del Contratista, quién deberá asumir el costo de dicho material.

(b) Control de calidad del producto terminado

Se admitirá una tolerancia por defecto de las cotas de la superficie resultante, respecto de las de proyecto, hasta de 6 mm. Los defectos de regularidad se corregirán mediante un perfilado adicional en aquellos tramos que, de acuerdo con los resultados de las mediciones presenten incumplimiento. Los espesores por perfilar en cada tramo serán acordados con la Administración y todos los costos que impliquen estas correcciones deberán ser asumidos por el Contratista. El material perfilado por esta razón, no será objeto de pago al Contratista y será de propiedad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

La superficie resultante luego de la operación de perfilado deberá ser uniforme y estable, sin material suelto que pueda provocar deficiencias en la adherencia de la capa nueva a ser colocada, de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

415.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para

el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad, 152 Topografía (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

De manera que:

- La superficie resultante luego de la operación del perfilado será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual y la subsección 415.03 Ejecución del trabajo.

415.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 415 Perfilado de capas asfálticas, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La unidad de medida del perfilado de pavimento asfáltico será en metros cuadrados (m^2), aproximado al entero, de superficie perfilada al espesor definido de acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas en la obra por la Administración.
- El área perfilada se determinará multiplicando la longitud real por el ancho tratado, el cual se encontrará indicado en los planos del proyecto o será fijado por la Administración. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

415.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.415.01	Perfilado de capa asfáltica, espesor (profundidad de corte) _____ mm	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 416 SELLO DE JUNTAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

416.01 Descripción

Este trabajo consiste en rutear, limpiar, sellar y rellenar grietas en superficies de pavimentos asfálticos, con la debida justificación técnica y económica, en los casos en que la Administración lo autorice.

416.02 Materiales

Deben estar conformes con la siguiente Subsección:

Sellante y relleno para juntas y grietas 712.01 (a)

Requerimientos de construcción

416.03 Equipos

El Contratista deberá contar con equipos con características similares a las siguientes:

- (a) Ruteadora. Rotativa de impacto o de eje vertical capaz de crear un reservorio a la profundidad y anchura requeridas sin dañar el pavimento adyacente.
- (b) Inyector de aire caliente comprimido. Deberá tener capacidad para suministrar aire comprimido limpio y seco (sin aceite ni humedad), a razón de 2,8 m³/min, con una presión de 830 kPa y que asegure una condición suficientemente seca, remoción de polvo y materiales sueltos que pueden quedar en el reservorio y que asegure la adherencia del sellante.
- (c) Pistola de aplicación. Una barra conectada a una manguera calentada y conectada a una cámara de material calentado que mantenga la temperatura del material

dentro de las tolerancias del fabricante. Proporcionar puntas para la barra adecuadas en la aplicación deseada.

- (d) Calentador térmico. Se deberá contar con un contenedor de calentamiento indirecto, con doble sistema de calentamiento, de aceite u otro medio de transferencia de calor, que deberá mantenerse en constante agitación. Deberá disponerse de un termómetro calibrado con capacidad para medir temperaturas entre 90 °C y 320 °C con una escala graduada cada 2 °C. El termómetro será dispuesto de manera que la temperatura del material de sello (dentro del contenedor) sea monitoreada en forma segura.
- (e) Enrasador. Una escobilla o regla manual de configuración apropiada para rellenar grietas a ras de la superficie, rellenar grietas por debajo de la superficie o rellenar grietas en forma de sobrebanda.
- (f) Compresor. Capaz de producir aire libre de aceite y agua a una velocidad mínima de 2,8 m por minuto con una presión de línea continua mínima de 860 kPa.

Adicionalmente, para el requerimiento de equipo para sellado de grietas deberá tomarse en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante, según el tipo de sellante a aplicar.

416.04 Ruteo

Se deberá identificar y demarcar el área dañada a intervenir, para lo cual deberá contar previamente con la aprobación de la Administración. Para ello se deberá marcar directamente sobre el pavimento con yeso, tiza u otro material de color visible (preferiblemente blanco). Estas marcas indican el inicio y final de cada grieta.

El Contratista deberá rutear, limpiar y sellar las grietas en una operación continua. No se debe permitir que el tráfico se acerque o dañe las grietas ruteadas.

Con la ruteadora se deberá hacer el corte de grietas de 3 a 13 mm ($\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{2}$ in) de ancho para producir paredes verticales intactas y un fondo plano con un reservorio centrado sobre la grieta. Se deberá formar el reservorio de dos a tres veces el ancho de la grieta. Se deberá cortar las grietas a una profundidad de 13 a 19 mm ($\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ in).

416.05 Limpieza

Evitar que los escombros entren a los drenajes, a los carriles abiertos al tránsito o a las áreas designadas que no han sido intervenidas. Se deberá eliminar la suciedad, el polvo y

otros materiales deletéreos de las paredes de las grietas y la cavidad utilizando una corriente de aire u otros métodos aprobados. Soplar o cepillar todo el material seco o residuo de la superficie del pavimento.

416.06 Relleno y sellado de grietas

Se deberá secar las superficies agrietadas con el inyector de aire caliente comprimido antes de sellar o llenar. Éste deberá operarse de manera que la superficie del pavimento adyacente no sea quemada. Tanto el espacio formado por la grieta, como el área adyacente a la misma, debe estar libre de polvo, humedad, arcilla o de cualquier otro material suelto, previo a continuar con la siguiente operación.

Se deberá sellar y rellenar las grietas únicamente cuando la temperatura de la superficie del pavimento sea superior a los 2 °C (35 °F) y no en condiciones climáticas que afecten la colocación del material de sello, sea por lluvia, por cambios súbitos de temperatura u otras condiciones climáticas adversas. En ese caso, al retomar las actividades de sellado, se deberán acondicionar nuevamente las juntas asegurando limpieza, tal y como se especificó al inicio de este apartado.

(a) Sellado (grietas ruteadas o grietas con un ancho promedio de 6 a 25 mm (¼ a 1 in)).

Se deberá seguir las recomendaciones del fabricante para calentar y aplicar el material de sello de grietas aplicado en caliente. Calentar el material a temperatura de trabajo en un calentador térmico y agitar continuamente el material.

Se deberá desechar el sellador cuando:

- (1) haya sido calentado por encima de la temperatura de calentamiento segura recomendada por el fabricante;
- (2) se mantuvo a temperatura de vertido durante más de 12 h;
- (3) haya sido recalentado más de una vez; o
- (4) no sea consistente o de apariencia uniforme

Se deberá calentar y secar las superficies de las grietas con el inyector de aire caliente comprimido, si la temperatura del pavimento es inferior a 10 °C (50 °F) o si hay humedad presente. Se debe mantener el inyector en movimiento para evitar quemar la superficie del pavimento. El material deberá ser colocado y terminado dentro de los 5 minutos después de calentar la superficie del pavimento con el inyector.

La pistola de aplicación para colocar el material en cada grieta deberá usarse de abajo hacia arriba. Aislar la pistola para mantener la temperatura de vertido mientras coloca el material y regresar la pistola al calentador térmico inmediatamente después de sellar cada grieta.

Se deberá usar un enrasador o escobilla de goma para quitar el material sobrante.

- (b) Relleno (grietas con un promedio de más de 1 in (25 mm) de ancho). El procedimiento indicado en esta Sección no aplica para grietas mayores a 25 mm. En tales casos, se deberá llenar cada grieta con una mezcla asfáltica para sello de grietas, rellenar y compactar la misma.

No se debe permitir el tránsito sobre las grietas selladas o rellenas hasta que el sellador o relleno haya curado o haya sido tratado con algún material recomendado por el fabricante y aprobado por la Administración.

416.07 Resellado de grietas

Se deberán resellar las áreas que exhiban problemas de adherencia, daño, desprendimientos, presencia de materiales extraños u otros problemas relacionados con el deterioro acelerado.

Deberá removerse el sello deteriorado y limpiar la junta antes del resellado.

416.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo.

De manera que:

- El material de sello para juntas y grietas en capas asfálticas será evaluado de acuerdo con la Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.

- El sellado de juntas y grietas en pavimentos asfálticos será evaluado de acuerdo con Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

416.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 416 Sello de juntas y grietas en pavimentos, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá el material de sellado por litros (L) o kilogramos (kg).
- Se medirá por metros lineales (m) la preparación, el corte, la limpieza y el sello de juntas y grietas.

416.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.416.01	Material de sello para grietas y juntas	Litro	(L)

CR.416.02	Material de sello para grietas y juntas	Kilogramo	(kg)
CR.416.03	Preparación, corte, limpieza, y sello de grietas	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 417 RESERVADA

SECCIÓN 418 RESERVADA

SECCIÓN 419 RESERVADA

SECCIÓN 420 SISTEMAS INTERCAPA PARA RETRASO DEL REFLEJO DE GRIETAS

420.01 Descripción

Este trabajo consiste en la colocación de un sistema intercapa utilizando un geosintético (geotextil, geomalla o geocompuesto) recubierto con emulsión asfáltica previo a la colocación de la capa de rodadura de mezcla asfáltica, para retardar el tiempo de propagación de las grietas que existen en el pavimento deteriorado hacia la nueva capa bituminosa de rodamiento; además, cuando se coloca un geosintético con emulsión asfáltica como intercapa, permite la reducción de esfuerzos y actúa como una membrana impermeabilizadora, evitando que el agua superficial filtre hacia las capas inferiores del pavimento.

420.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Material de secado	703.13
Geotextiles no tejidos (pavimentos)	714.01.06
Geomallas (pavimentos)	714.02.03
Geocompuestos (pavimentos)	714.06.05

Además, la emulsión asfáltica deberá cumplir con:

Solo se permitirá el uso de emulsión asfáltica catiónica CRS-2 o CRS-1h o en su defecto emulsiones aniónicas RS-2 o RS-1 (teniendo consideración del tiempo de curado de las mismas).

La dosificación de la emulsión asfáltica se aplicará de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante del geosintético, esta varía dependiendo de la porosidad del pavimento y la absorción del tipo de geosintético. En la Tabla 420-01 Dosificación típica de emulsión asfáltica de acuerdo con el tipo de material geosintético, se presentan las tasas de aplicación típicas del ligante asfáltico que aseguran su adherencia según el tipo de geosintético a utilizar.

Tabla 420-01

Dosificación típica de emulsión asfáltica de acuerdo con el tipo de material geosintético

Material	Dosificación
Geotextil (140 g/m ²)	1,0 ± 0,1 L/m ²
Geomalla (545 g/m ²)	0,4 ± 0,1 L/m ²
Geocompuestos (545 g/m ²)	1,0 ± 0,1 L/m ²

Requerimientos para la construcción

420.03 Preparación de la superficie

El Contratista preparará la superficie sobre la cual se colocará el sistema intercapa, asegurándose de sellar grietas mayores a 6 mm de ancho, reparar huecos, nivelar y limpiar la superficie existente antes de la colocación, de acuerdo con la Sección 416 Sello de juntas y grietas en pavimentos asfálticos. Se debe eliminar cualquier material suelto, polvo, tierra u otras sustancias deletéreas o degradables que impidan o disminuyan una adecuada adherencia. La superficie debe estar libre de humedad y el sistema nunca debe ser colocado bajo la lluvia.

El método de limpieza utilizado debe ser tal que garantice las condiciones descritas anteriormente y en concordancia con lo establecido y aprobado por la Administración.

420.04 Aplicación de la emulsión asfáltica

La aplicación de emulsión asfáltica se deberá realizar con camiones distribuidores o de forma manual, siempre y cuando se pueda garantizar la cobertura y distribución uniforme de la emulsión. La aplicación del riego de liga deberá cumplir con lo especificado en la

Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica, lo anterior de acuerdo con las dosificaciones recomendadas por el fabricante del geosintético o las tasas de aplicación mostradas en la Tabla 420-01 Dosificación típica de emulsión asfáltica acuerdo con el tipo de material geosintético.

Debe realizarse un paño de prueba para calibrar las barras del distribuidor de emulsión asfáltica en cuanto a su altura, ángulo de rocío y presión del riego.

El camión distribuidor debe ser capaz de mantener la temperatura necesaria para que la emulsión se mantenga en buenas condiciones de viscosidad y flujo (entre 21 °C y 60 °C para rompimiento rápido y 21 °C y 70 °C para rompimiento lento).

Se debe tener sumo cuidado de no exceder la tasa de aplicación en las zonas de inicio y final del área de rocío.

Se puede utilizar algún material, como láminas de papel al inicio de la aplicación, hasta que el distribuidor alcance la velocidad de aplicación correcta para lograr obtener la tasa de aplicación requerida.

Se distribuirá la emulsión asfáltica en un ancho que exceda en 150 mm el ancho del geosintético, debe aplicarse con la anticipación adecuada a la colocación del geosintético. No se debe aplicar emulsión más allá de la zona de control temporal de tránsito de la obra.

Deberá evitarse que circulen vehículos sobre la emulsión, previo a la colocación del sistema intercapa. Si se requiere permitir el tránsito antes de la colocación de la capa de rodadura, se debe esperar a que la emulsión haya curado por completo para evitar que esta quede en las llantas del camión colocador del geotextil o la pavimentadora.

420.05 Colocación de sistema intercapa

El Contratista colocará el geosintético sobre la emulsión asfáltica hasta que esta haya curado, de manera que no se formen arrugas en su extendido. Se deberán suprimir, aplanar o nivelar, todas las arrugas o corrugaciones. Se extenderá el geosintético por medio de barrido o aplanado, de forma que se maximice el contacto con la superficie de apoyo, sin estirar demás para evitar perder espesor y generar un exceso de emulsión.

El Contratista proveerá traslapes de 150 mm en la dirección transversal y 100 mm en la dirección longitudinal. El traslape en las juntas transversales, se deberán realizar en la dirección de la pavimentación, para prevenir el desplazamiento o levantamiento de los

bordes en las juntas por efecto de la pavimentadora. Se aplicará emulsión asfáltica adicional sobre los traslapes, para asegurar la adherencia de la doble colocación en tales áreas, evitando excesos en áreas adyacentes.

Para el caso de las geomallas o geocompuestos, el Contratista debe asegurarse que, la superficie sobre la cual se colocará el sistema intercapa esté nivelada y cumpla con los estándares establecidos en la Subsección 420.03 Preparación de la superficie y que su dosificación se realice conforme con las dosificaciones recomendadas por el fabricante del geosintético o las tasas de aplicación indicadas en la Tabla 420-01 Dosificación típica de emulsión asfáltica de acuerdo con el tipo de material geosintético. La dosificación del ligante requerido para un geocompuesto, debe ser la correspondiente al material geotextil que lo compone.

En el caso de geomallas autoadhesivas, se debe verificar la adhesión con el pavimento existente previo a la colocación de la sobrecapa.

Previo a colocar la siguiente capa, se debe reparar el geosintético en caso de ser necesario y retirar el exceso de emulsión de la superficie del geosintético utilizando material de secado; se debe remover el sobrante del material de secado tan pronto como el exceso de emulsión asfáltica haya sido absorbida, de previo a la colocación de la sobrecapa asfáltica.

Se evitará el tránsito sobre el geotextil. Para prevenir el daño de la tela geotextil, no deberán permitirse virajes a los equipos de pavimentación que operen sobre la misma.

420.06 Colocación de la sobrecapa asfáltica

El Contratista deberá colocar una sobrecapa de concreto asfáltico inmediatamente después de la colocación del sistema intercapa. El espesor de la sobrecapa no debe ser menor a los 40 mm.

La sobrecapa deberá cumplir con lo establecido en la Sección 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall o en la Sección 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave, según corresponda y lo establecido en la Sección 405 Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente.

La temperatura de la sobrecapa de mezcla asfáltica no debe exceder los 160 °C para evitar ocasionar daño al geosintético cuando este se compone de un geotextil, en el caso de las geomallas, al ser de poliéster tienen un punto de fusión más alto por lo que los

requerimientos de temperatura de instalación oscilan entre los 200 °C sin exceder los 240 °C; o las recomendaciones indicadas por el fabricante.

420.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 702.03 Emulsión asfáltica.
- El material de secado se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El material geosintético será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, según lo especificado en la Sección 714 Geosintéticos, en lo referente a su aplicación para pavimentos.
- La preparación de la superficie donde se colocará la emulsión asfáltica y el geosintético será evaluada de acuerdo con las Secciones 303 Reacondicionamiento de la plataforma y 416 Sello de juntas y grietas en pavimentos asfálticos.
- La instalación del sistema intercapa será evaluado según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

420.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 420 Sistemas intercapa para el retraso del reflejo de grietas, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Cuando se haga uso de geosintéticos se medirá la cantidad de este por metros cuadrados (m²), excluyendo los traslapes.
- La cantidad de emulsión asfáltica se medirá por litros (L) colocado.

420.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El material de secado se compensará de acuerdo con lo indicado en el renglón de pago de la Sección 414 Riegos de emulsión asfáltica. No se reconocerá ningún pago adicional por la remoción del exceso del material de secado.

El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.420.01	Geosintético, tipo _____	Metro cuadrado	(m ²)
CR.420.02	Emulsión asfáltica, tipo _____	Litro	(L)

SECCIÓN 421 RESERVADA

Pavimentos
de concreto
hidráulico

División

500

DIVISIÓN 500: PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

SECCIÓN 501 PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO

501.01 Descripción

Esta Sección contiene las especificaciones que debe cumplir una mezcla de concreto hidráulico como estructura de pavimento para un volumen de tránsito de intermedio a alto (TPDA > 5000), con o sin refuerzo; la confección de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de conformidad con el trazado, rasantes, espesores y secciones típicas indicadas en los planos.

501.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Cemento hidráulico	701.01
Agregado fino	703.01
Agregado grueso	703.02
Acero de refuerzo	709
Materiales de curado del concreto hidráulico y aditivos	711
Sellantes y relleno para juntas y grietas	712.01 (a)
Relleno de las juntas de expansión	712.01 (b)
Sellador premoldeado para juntas	712.01 (c)
Agua	725.01 (a)
Fibras para refuerzo de concreto hidráulico	725.29

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

501.02.01 Concreto hidráulico

El concreto hidráulico estará conformado por una mezcla homogénea de cemento hidráulico, agua, agregados finos y gruesos, y aditivos en caso de ser necesarios.

El concreto hidráulico deberá cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 501-01 Requisitos del concreto hidráulico para pavimentos, si en las especificaciones especiales o en los planos no se indica un concreto hidráulico de características diferentes para obras particulares o de condiciones especiales.

Tabla 501-01

Requisitos del concreto hidráulico para pavimentos

Relación Agua/Materiales cementicios	Temperatura del Concreto	Asentamiento (revenimiento) AASHTO T119	Resistencia a la compresión, 28 días (Mínimo) AASHTO T22	Resistencia a la flexión 28 días AASHTO T97
Máxima 0,45	Mínima: 13 °C Máxima: 35 °C	Máximo ⁽¹⁾ ⁽²⁾ : 100mm	Mínima 35 MPa	Mínima 4,5 MPa

Notas:

(1) En el lugar de la descarga, las tolerancias son de + 0 mm, - 65 mm, según lo establecido por la norma ASTM C94. Cuando se trabaja con concretos con aditivos Tipo I y II según ASTM C1017 o Tipo F y G según ASTM C494, el asentamiento puede aumentar a un valor máximo de 200 mm en el lugar de la descarga aplicando las mismas tolerancias.

(2) El asentamiento se debe medir dentro de los 5 a 15 minutos después de haber obtenido la última porción de la muestra compuesta de concreto.

501.03 Diseño de mezcla de concreto hidráulico

La elaboración del concreto consistirá en la combinación de los diferentes agregados, cemento, agua y aditivos cuando sea necesario, para obtener un concreto que cumpla los requisitos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y aquellos que estén incluidos en el Contrato. El Contratista deberá presentar un diseño de mezcla que cumpla con la Tabla 501-01 Requisitos del concreto hidráulico para pavimentos, o según se indique en las especificaciones especiales o en los planos del proyecto. Antes de producir el concreto hidráulico, el diseño se debe someter para aprobación por parte de la Administración y como mínimo debe incluir lo establecido en la Subsección 552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico), en su versión vigente.

En caso de que sea necesario utilizar un tipo de cemento diferente al aprobado originalmente, se deberá presentar un nuevo diseño de mezcla, de manera que se compruebe que el concreto cumple con los requisitos establecidos en el Contrato, especificaciones especiales o en los planos.

En caso de que se requiera refuerzo secundario con fibras, su necesidad, así como su dosificación y efecto deberán establecerse por medio del diseño y deberá indicarse claramente en el informe de diseño.

Requerimientos para la construcción

501.04 Control de calidad del concreto

El control de calidad de los materiales, productos y procesos es responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante constancias de calidad generadas por su laboratorio de autocontrol, debidamente aceptado por la Administración (laboratorios de control de calidad), con acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para todos los ensayos o pruebas relevantes a efectos de verificar las premisas de los diseños. Por su parte, la Administración deberá realizar la verificación de calidad, cuyos resultados se utilizarán para calcular los parámetros de pago en función de la calidad.

En la Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico, se presentan los requisitos mínimos de ensayo y muestreo para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto. Queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los tipos de ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto y deberá estar de acuerdo con la normativa vigente relacionada con la Gestión de la Calidad.

La Administración, mediante su laboratorio de ensayo, elaborará un plan de verificación y establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias de la Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto de hidráulico, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda, aplicará la Subsección 107.02 Inspección Visual.

501.05 Limitaciones meteorológicas

Se deberá cumplir con lo indicado en la especificación ACI 301 sobre la temperatura de la superficie de colocación del concreto, esta no deberá exceder los 35 °C, y para clima frío

se deberá utilizar la guía ACI 306, donde se especifica que la temperatura de la superficie debe ser mayor a 2 °C.

Si se espera que las condiciones naturales produzcan una tasa de evaporación mayor que 1,0 kg/m²/h según se determina mediante el ábaco de la Figura 501-01 Razón de evaporación de humedad superficial o con la ecuación para determinar la tasa de evaporación del agua superficial; el Contratista deberá tomar medidas para no sobrepasar esta tasa de evaporación reduciendo efectivamente la evaporación esperada en toda el área de colocación. Para esto podrá utilizar lo especificado en la guía ACI 305-06 (apartado 3.1.3) o cualquier otro método siempre y cuando este sea aprobado por la Administración.

$$E = 5([T_c + 18]^{2.5} - (rh)[T_a + 18]^{2.5})(v + 4)(1 \times 10^{-6}) \quad \text{Ec. 501-01}$$

Dónde:

E: tasa de evaporación, kg/m²/h

rh: porcentaje de humedad relativa/100

v: velocidad del viento, km/h (debe ser determinada a 0,5 m por encima de la superficie de evaporación)

T_c: Temperatura del concreto, °C

T_a: Temperatura del aire, °C

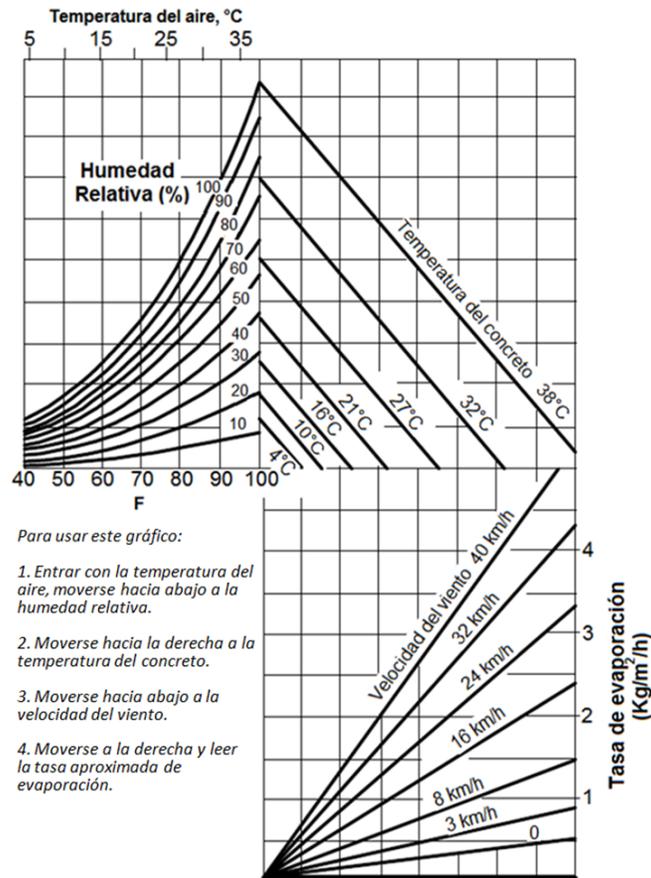


Figura 501-01

Razón de evaporación de humedad superficial

Fuente: ACI 305-R-10, Guide to Hot Weather Concreting

El Contratista será responsable de proporcionar todo el equipo y demás recursos necesarios para verificar el cumplimiento de la temperatura de la superficie y su tasa de evaporación.

No se debe colocar concreto mientras llueva. Bajo ninguna circunstancia se debe permitir que el agua de lluvia o externa aumente el agua de la mezcla ni que dañe la superficie del concreto.

501.06 Transporte de la mezcla al sitio de la obra

La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto (cuando se emplee un camión agitador o camión mezclador como agitador), debe ser completada dentro de un tiempo máximo de 90 minutos, posterior al momento en que el agua entra en

contacto con el cemento, el cual debe tener una consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La velocidad de agitación debe ser la prescrita por el fabricante del equipo. Cuando existan condiciones de clima cálido, viento fuerte u otras que favorezcan el rápido endurecimiento de la mezcla, el límite de tiempo mencionado puede ser reducido, considerando si se utilizarán camiones con agitadores o desprovistos de ellos para el transporte. En el caso de que se empleen aditivos, la limitación del tiempo de descarga puede modificarse, según se acuerde entre el fabricante y la Administración.

El concreto mezclado en planta puede ser transportado en equipo no mezclador, siempre y cuando cuente con la aprobación correspondiente de la Administración. Las góndolas de este equipo de transporte deben ser metálicas, lisas, sin fugas, protegidas de la intemperie y equipadas con compuertas que permitan controlar la descarga del concreto y que eviten la segregación y la pérdida del material. El concreto debe ser entregado en el lugar de trabajo en un tiempo no mayor de 20 minutos, considerados desde la adición del agua e inicio del mezclado hasta su descarga total, con excepción del concreto que utilice aditivos retardantes, el cual puede tener un tiempo mayor de acuerdo con lo indicado por el fabricante del aditivo y lo aprobado por la Administración.

501.07 Tramo de prueba y ajuste de fórmulas de trabajo

Antes de iniciar las labores de colocación del concreto, se realizará un tramo de prueba dentro del proyecto que contemple todos los detalles constructivos definidos en el diseño, dentro o fuera de la calzada, de acuerdo con las condiciones del proyecto. La longitud de este tramo no será menor de 100 m y debe tener un ancho igual al del carril a construir, según lo establecido por la Administración.

El tramo de prueba servirá para verificar que los medios de transporte y la colocación del concreto son satisfactorios; que los medios de vibración propuestos sean capaces de compactar el concreto en todo el espesor del pavimento; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado; que las juntas se realizan correctamente, y que se cumplen las especificaciones establecidas para la regularidad superficial.

En caso de que los resultados de este tramo de prueba no cumplan con las especificaciones del proyecto, se deberán construir los tramos de prueba necesarios hasta obtener resultados satisfactorios; introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución e incluso ajustes en la dosificación del concreto, hasta obtener un pavimento que reúna las condiciones exigidas en las especificaciones. Cuando se construya el tramo de prueba

dentro de la calzada y los resultados no sean satisfactorios, este deberá ser removido por el Contratista.

Del concreto colocado en el paño de prueba que se considere satisfactorio, se tomarán muestras cuyos resultados se analizarán estadísticamente, de conformidad con los ensayos establecidos en la Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto de hidráulico; de tal forma que permitan ajustar el diseño de la mezcla que se aplicará en la producción y colocación del concreto del pavimento. El tramo o los tramos de prueba que no sean aceptables correrán por cuenta del Contratista, sin ningún costo para la Administración.

501.08 Colocación del concreto

El concreto deberá colocarse sobre una superficie previamente preparada, de acuerdo con los planos y las especificaciones especiales, aprobadas por la Administración. Esta superficie deberá ser previamente humedecida, para evitar la pérdida de agua por absorción de la mezcla.

El Contratista no empezará a colocar concreto hasta después de la revisión y aprobación de la superficie por la Administración.

El mezclado y entrega del concreto se realizará de conformidad con los requisitos descritos en esta Sección.

El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido; sin que haya segregación. El agua libre en la superficie del concreto colocado se recogerá en depresiones alejadas de la formaleta y se retirará antes de colocar una nueva capa de concreto. El concreto se colocará tan pronto como sea posible y nunca después de 90 minutos desde que el cemento entra en contacto con el agua y los agregados de la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo, que garantice su colocación después de ese tiempo, según lo indica la norma AASHTO M157 (ASTM C94).

Si se coloca el concreto directo desde un camión, este se debe verter verticalmente y nunca permitir que el concreto caiga de una altura mayor a 1,5 m.

Nunca extienda el concreto hacia los lados con el vibrador, ya que esto puede causar segregación de la mezcla. Asegúrese siempre de vibrar el concreto de manera uniforme.

En la pavimentación de espacios reducidos, se podrán utilizar equipos más pequeños y se complementará con un trabajo manual. La compactación podrá realizarse con vibradores de inserción manual, siempre que ello se realice durante los primeros 15 minutos después de colocado el concreto. La vibración manual se deberá realizar conforme la Subsección 552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico, inciso (d) Compactación y lo estipulado en esta Subsección. En todo caso, se deberán seguir los procedimientos que garanticen concretos uniformes.

Los métodos de extendido y compactación del concreto que resulten con deficiencias, tales como segregación o formación de hormigueros, serán corregidos por el Contratista durante la construcción y a satisfacción de la Administración. Las secciones de pavimento que queden con estos acabados deficientes deberán removerse y reponerse por cuenta del Contratista, a menos que se proponga un método correctivo debidamente aprobado por la Administración.

Se tomarán muestras al concreto fresco para someterlas a los ensayos de laboratorio requeridos conforme al plan de control de calidad del Contratista y de verificación por parte de la Administración.

Además de los programas de trabajo exigidos en el pliego de condiciones, el Contratista presentará una secuencia detallada de la colocación de los concretos por semana y notificará a la Administración 24 horas antes de cada colocación, para que esta pueda verificar las condiciones necesarias para un colado satisfactorio.

El concreto deberá ser extendido, compactado y enrasado con equipo diseñado para distribuir y compactar el concreto en forma uniforme; de manera que, se utilice la menor cantidad de trabajo manual para dar un acabado final en los anchos, espesores, pendientes transversales y longitudinales indicados en los planos. La pavimentación deberá avanzar en forma continua, por lo cual, todas las operaciones de mezclado, transporte, colocación, extendido y compactación del concreto deberán coordinarse de manera que permitan un avance uniforme y se reduzcan al mínimo las interrupciones durante la operación. El número y capacidad de estos equipos estarán en concordancia con la producción de concreto. Cada vez que deba detenerse la colocación del concreto durante más de 30 minutos o supere el “tiempo de trabajabilidad” establecido por el diseño, para garantizar la capacidad mecánica de la losa y evitar inducir grietas que se pueden transmitir a losas anteriormente construidas, deberá realizarse una junta de construcción y en caso de ser

requerido por el diseño se deberán colocar dovelas, según lo dispuesto en las subsecciones 501.11.03 Juntas transversales de construcción y 501.11.04 Dispositivos de transferencia de carga (dovelas).

501.08.01 Pavimentación sin pavimentadora

Para la pavimentación sin pavimentadora, el tipo de material a utilizar para la formaleta deberá cumplir con lo establecido en planos, especificaciones especiales; o bien, lo aprobado por la Administración. El tipo de material de la formaleta deberá ser apto para la colocación de concreto y debe resistir la presión del concreto que se descargue sobre esta.

En caso de que las formaletas sean de acero, deberán ser de un espesor mínimo de 6 mm. Serán de una sola pieza y tendrán una altura igual a la del espesor del pavimento.

La formaleta debe estar adecuadamente reforzada con elemento de apoyo para darles rigidez durante el proceso constructivo. Además, deben ser rectas, libres de pandeos o deformaciones. Las formaletas estarán conectadas entre sí y en contacto con la superficie de apoyo en toda su longitud y ancho, mediante un mínimo de tres estacas de acero por cada 3 m de formaleta.

Las cotas, pendientes y alineaciones de la formaleta, deberán ser recibidas y aprobadas por la Administración previo la colocación del concreto. Se aceptará una tolerancia de hasta + 5 mm respecto a las cotas establecidas en los planos, y no se aceptarán cotas inferiores a los niveles de planos.

Al colocarse el concreto, se debe tener cuidado en cuanto a no dañar o mover las formaletas y el acero de refuerzo. Coloque el concreto tan cerca de su posición final como sea posible.

Empiece colocando el concreto desde las esquinas de la formaleta o en el caso de un sitio con pendiente, desde la zona con el nivel más bajo, siempre que sea posible.

El concreto será debidamente compactado a todo lo ancho del pavimento, mediante vibradores de superficie cuando el espesor de la losa es menor de 20 cm, y con vibradores de inserción u otros procedimientos que produzcan resultados equivalentes, sin provocar segregación ni exudación de la mezcla, cuando el espesor sea mayor de 20 cm. Cuando el equipo esté dotado solamente de vibradores de superficie, se exigirá además el uso de vibradores de inserción en ambos costados del pavimento.

Se permitirá la remoción de la formaleta siempre y cuando, el concreto haya alcanzado la consistencia requerida tal que, no dañe el borde del pavimento u ocurran desplomes de material.

Cuando el equipo pavimentador sea soportado por un pavimento existente, deberá estar provisto de protecciones a una distancia suficiente del borde, para evitar quebraduras o grietas en esa área.

501.08.02 Pavimentación con pavimentadora

Las pavimentadoras de concreto estarán diseñadas para extender, consolidar, emparejar y acabar el concreto recién colocado, con una pasada completa de la máquina, de modo que solo sea necesario un mínimo de terminación manual para proporcionar un pavimento denso y homogéneo; de acuerdo con lo establecido en el Contrato y lo aprobado por la Administración. La pavimentadora deberá estar equipada con controles electrónicos para controlar el alineamiento y rasante desde cada uno de los lados de la máquina, o desde ambos lados.

Las pavimentadoras estarán provistas de formaletas con las dimensiones, formas y características adecuadas al espesor del pavimento por construir. Estos equipos deberán extender, enrasar y compactar el concreto de manera que se requiera un mínimo de trabajo manual. La guía de estos equipos deberá garantizar que no existan desviaciones superiores a 30 mm en el ancho, es decir respecto al eje del camino en el sentido horizontal. En todo caso, el ancho final del pavimento deberá ser el mínimo establecido en los planos.

El concreto será debidamente compactado en todo su ancho, con vibradores de inserción, los que podrán estar montados con sus ejes paralelos o normales al eje del camino. Cuando estén montados con sus ejes paralelos al eje del camino, su espaciamiento no deberá ser superior a 75 cm entre ejes. Los vibradores montados con sus ejes normales al eje del pavimento, deberán espaciarse de modo que la distancia entre unidades no sea superior a 15 cm.

Durante el extendido y la compactación del concreto, las unidades vibratoras deberán operar dentro del concreto fresco y en una posición tal que garantice la adecuada vibración de toda la masa de concreto sin generar ninguna segregación. La parte inferior de los elementos vibradores no deberá quedar a más de 15 cm sobre la superficie subyacente.

Cuando sea necesario detener la pavimentadora, los vibradores deberán detenerse de inmediato mediante un interruptor automático.

El Contratista proporcionará los equipos de aserrado de juntas, los cuales estarán equipados con cuchillas de filo de diamante enfriado por agua o una rueda abrasiva de las dimensiones requeridas. Además, el Contratista deberá tener por lo menos un equipo de aserrado de reserva en buen estado de funcionamiento.

501.09 Acabado de la superficie

No se debe aplicar agua y/o aditivos a la mezcla de concreto durante las operaciones de acabado.

Inmediatamente después del extendido y compactado del concreto, el pavimento será acabado con un equipo apropiado, asegurando una superficie exenta de áreas ásperas, porosas e irregulares y sin depresiones, con un acabado uniforme.

El acabado deberá ejecutarse mientras el concreto se encuentre en estado fresco.

El acabado final de la superficie consistirá en lograr una microtextura longitudinal áspera al pasar por ella una manta de yute u otro método aprobado por la Administración, y una macrotextura estriada transversal según lo indicado en planos, que tenga una profundidad entre 3 y 6 mm, espaciadas no más de 19 mm. La microtextura deberá realizarse después de pasar la flota y antes del macrotexturizado.

La superficie deberá ajustarse a los requisitos en cuanto a irregularidades, regularidades y textura, indicados en la Subsección 501.14 Control de regularidad en pavimentos de losas de concreto hidráulico.

501.10 Curado

(a) Curado inicial

Iniciar las operaciones de curado del concreto inmediatamente después del colocado, de acuerdo con las condiciones especificadas en los documentos del Contrato, y si las condiciones ambientales lo ameritan. Se puede utilizar la nebulización o la aplicación de retardantes de evaporación.

(b) Curado final

Después del acabado final, curar el concreto por alguno de los siguientes métodos, hasta que la finalización del curado sea permitida. Los procedimientos de curado no

deben marcar o dañar el concreto. En caso de que se utilicen formaletas de madera absorbente se deben mantener húmedas hasta que se remuevan.

- (1) Mantas de curado: Colocar las mantas de curado sobre la superficie de concreto tan pronto como sea posible, sin dañar la superficie. Cubrir toda la superficie expuesta del concreto y más allá del borde de la superficie. Unir firmemente las mantas o traslaparlas mínimo de 150 mm y se sellarán todas las juntas con cinta a presión, goma o cualquier otro método aprobado. Mantener la integridad del material para evitar la pérdida por evaporación durante todo el periodo de curado. Mantener la manta continuamente mojada desde que se coloca.
- (2) Compuestos líquidos formadores de membrana de curado: Aplicar los compuestos líquidos formadores de membrana uniformemente y en la cantidad recomendada por el fabricante o una cantidad no menor que la especificada en AASHTO M148, que garantice una restricción de pérdida de agua a no más de 0,15 kg/m² en 72 horas, de acuerdo con AASHTO T155. Aplicar el compuesto líquido formador de membrana inmediatamente después del acabado final y tan pronto como el agua libre haya desaparecido (ninguna película de agua es visible), el sangrado haya esencialmente terminado, en el sentido longitudinal y transversal al texturizado. Proteger la membrana de daños por la duración del periodo de curado. Proveer una adecuada ventilación durante la formación de la membrana. Los compuestos de curado deben aplicarse de acuerdo con los documentos del Contrato, el diseño de mezcla o siguiendo las indicaciones del fabricante.
- (3) Aspersión: Realizar la aspersión como curado final usando mangueras remojadoras o aspersores de piso. Cuidar que la superficie del concreto no se erosione con la corriente de agua. Mantener la superficie del concreto continuamente húmeda. No permitir el humedecido y secado alterno.
- (4) Nebulización: Colocar el equipo de nebulización para permitir la total cobertura del área a curar. La humedad del aire sobre la losa se deberá mantener entre el 95 % y 100 %. Mantener la superficie del concreto continuamente húmeda. No permitir el humedecido y secado alterno en la superficie del concreto.

- (5) Materiales absorbentes: Después del acabado final, distribuir uniformemente el material absorbente sobre la superficie del concreto evitando mancharla o dañarla. Aplicar agua a los materiales, cuidando no desplazarlos. Aplicar agua durante el periodo de curado según se necesite para mantener la superficie del concreto continuamente húmeda. No permitir el humedecido y secado alterno de la superficie del concreto.

(c) Finalización del curado

Si no se indica de otro modo, curar el concreto por alguno de los siguientes periodos de tiempo.

- (1) Si no se especifica alguna prueba para terminar el periodo de curado, curar el concreto por al menos 7 días a una temperatura mínima de 10 °C.
- (2) Cuando el periodo de cura se basa en el desarrollo de la resistencia, curar el concreto hasta que alcance un 70 % de la resistencia a la compresión requerida por los documentos contractuales, verificada mediante la falla de cilindros curados en campo.

En el caso de que durante la época de pavimentación se presenten vientos fuertes rasantes, combinados o no con temperaturas ambiente elevadas, se deberá proveer una doble capa de membrana de curado, aplicándose la primera capa inmediatamente después del flotado del concreto y la segunda posterior al texturizado transversal.

Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas o del paso del equipo o seres vivos. El Contratista será responsable único del costo y trabajos correspondientes para la reparación de desperfectos causados en la losa de concreto o por cualquiera de las causas arriba mencionadas. El procedimiento para la reparación deberá ser previamente autorizado por la Administración. Los trabajos de reparación quedarán cubiertos por la misma garantía que aplica a los trabajos de pavimentación. No se permite el empleo de productos que ataquen o decoloren el concreto.

501.11 Juntas

El tipo, las dimensiones y las ubicaciones de las juntas serán las indicadas en los planos o en las especificaciones especiales. Después del curado del concreto, se debe realizar el corte de las juntas transversales y longitudinales, con discos abrasivos de diamante, y

según se detalla en las Subsecciones siguientes. En términos generales el corte de juntas deberá realizarse:

- (a) Antes de que el concreto empiece a enfriar
- (b) Tan pronto como la superficie del concreto esté lo suficientemente firme como para no ser dañada por la hoja
- (c) Antes de que las grietas por contracción de secado puedan formarse en la superficie del concreto

El corte deberá comenzar por las juntas transversales de contracción y después continuar con las longitudinales.

501.11.01 Juntas longitudinales

Son las juntas que se construyen entre anchos de carriles paralelos al eje de la vía, las cuales consistirán en una ranura del ancho y la profundidad indicados en los planos. Se deberán colocar barras de acero de amarre corrugadas, en el sentido perpendicular a las juntas, con la longitud, diámetro y espaciamiento especificados, cuando así sea considerado en el diseño e indicado en los planos. La colocación de las barras se efectuará por medio de equipo aprobado, o se fijarán rígidamente por medio de canastas de asiento u otros soportes aprobados para evitar su desplazamiento. Las barras de amarre no serán pintadas ni recubiertas con asfalto u otro material, ni insertadas en tubos.

Cuando se construyan separadamente vías adyacentes de pavimento, y cuando así se indique en los planos, se emplearán pavimentadoras o formaletas laterales de acero que formarán opcionalmente una ranura a lo largo de la junta de construcción. Las barras pasadoras podrán ser dobladas, en ángulo recto, contra la formaleta de la primera vía construida y deberán enderezarse hasta su posición final antes de colocar el concreto de la vía adyacente o podrán emplearse conectores de dos piezas. Si se empleara una pavimentadora, las barras pasadoras podrán insertarse hidráulicamente.

Las juntas longitudinales se realizarán o moldearán mediante un dispositivo operado mecánica o manualmente, hasta alcanzar las dimensiones y el trazado indicados en los planos, mientras el concreto se encuentre en un estado plástico. La abertura se rellenará con una banda premoldeada o con material vertido, según sea especificado.

La junta será continua, cualquiera que sea el modo en que se construya.

Las juntas longitudinales aserradas se cortarán mediante sierras para concreto, hasta alcanzar la profundidad de un tercio del espesor de la losa, el ancho y trazado indicados en los planos. Se emplearán guías o dispositivos adecuados para asegurar que el corte de la junta longitudinal se realice de conformidad con el trazado indicado en los planos y deberá efectuarse inmediatamente después de haberse realizado las juntas transversales. La zona cortada con sierra se limpiará bien y se secará totalmente con aire comprimido, antes de la colocación del material de sellado.

Las juntas longitudinales permanentes, del tipo insertadas, se formarán colocando una franja continua de un material plástico que no reaccione con el concreto. La franja de inserción tendrá un ancho suficiente para formar un plano de falla hasta la profundidad exigida en los planos.

501.11.02 Juntas transversales de contracción

Las juntas transversales de contracción consistirán en secciones debilitadas creadas al hacer cortes en la superficie del pavimento. Cuando se considere en el diseño y lo indiquen los planos, se deberán incluir barras (dovelas) para la transferencia de la carga. Las juntas transversales de contracción deberán construirse mediante el siguiente procedimiento:

(a) Juntas de contracción aserradas:

Estas juntas deberán efectuarse aserrando ranuras en la superficie del pavimento con el ancho, la profundidad, el espaciamiento y la alineación mostrados en los planos; utilizando una sierra apropiada para el corte del concreto. Podrán utilizarse sierras convencionales o sierras para corte en verde (SoftCut).

Después de aserrar cada junta, esta deberá limpiarse cuidadosamente, al igual que las superficies adyacentes.

Todas las juntas deberán aserrarse antes de que ocurra un agrietamiento incontrolado debido a la contracción. En caso necesario, las operaciones de aserrado deberán efectuarse tanto durante el día como por la noche, sin tener en cuenta las condiciones de clima. No deberá realizarse el corte de ninguna junta, si apareciera una grieta en el sitio de la junta o cerca de él. También, se suspenderá el corte con sierra cuando se produzca una grieta delante de la sierra.

En general, todas las juntas deberán aserrarse en orden de sucesión.

El momento en que deberá procederse con el aserrado será de exclusiva responsabilidad del Contratista, quien deberá estudiar y programar la secuencia del aserrado de manera que se evite la formación de grietas incontroladas por retracción de fraguado debido a aserrado tardío, y prevenir cualquier daño que la sierra pudiera ocasionar al concreto en las zonas de corte por aserrado prematuro.

En estos casos, todos los defectos que se detecten, tales como agrietamientos, fractura del borde de juntas, desgaste prematuro de la superficie u otros, deberán ser reparados por cuenta del Contratista. En todo caso, la metodología de reparación deberá ser aprobada por la Administración antes de proceder con la reparación.

501.11.03 Juntas transversales de construcción

Las juntas transversales de construcción serán construidas cuando se dé una interrupción de más de 30 minutos o supere el “tiempo de trabajabilidad” que establezca el diseño, en las operaciones del colocado del concreto o un endurecimiento prematuro del concreto. Ninguna junta transversal deberá construirse a una distancia menor que la fijada para las juntas de expansión o juntas de contracción. Si no hubiese suficiente concreto mezclado para formar una losa que tenga por lo menos la longitud indicada, al ocurrir la interrupción, deberá retirarse el concreto colocado atrás, hasta la última junta precedente.

501.11.04 Dispositivo para transferencia de carga (dovelas)

Salvo que las dovelas o barras para transferencia de carga se introduzcan por vibración en el pavimento mediante máquinas adecuadas para ello, estos pasadores deberán colocarse con anterioridad al vertido del concreto, sobre canastas de varillas metálicas suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijarán a la base rígidamente mediante anclajes u otros dispositivos de fijación.

Las dovelas se colocarán paralelas entre sí y al eje de la calzada, en la ubicación que se tenga prevista para la junta transversal, de acuerdo con lo que establezcan los planos del proyecto. Se deberá dejar una referencia precisa que defina esa posición a la hora de completar la junta.

Para evitar que el concreto se adhiera, la mitad de cada dovela deberá estar recubierta con una capa de algún elemento o sustancia lubricante, que impida la adherencia entre el acero

y el concreto. Se pueden considerar también, otros tipos de recubrimiento que tengan el propósito de evitar que las dovelas se adhieran al concreto y que eviten la corrosión.

Se pintará la mitad de cada dovela con una capa de pintura, cuando la misma esté seca, la mitad pintada se lubricará antes de colocarla para evitar la adherencia. Queda a criterio del diseñador si las dovelas serán pintadas de forma continua o intercalada.

501.11.05 Juntas transversales de aislamiento o expansión

Las juntas de aislamiento o de expansión, se deben colocar entre todas las estructuras e instalaciones especiales, tales como alcantarillas o registros que se proyecten a través, en, o interceptando el pavimento. La profundidad de la junta deberá ser de al menos un cuarto del espesor de la losa y su grosor no deberá ser menor que 6 mm.

El relleno de expansión será continuo de borde a borde, conformado desde la subrasante hasta la ranura. El relleno premoldeado se proporcionará en longitudes equivalentes al ancho del pavimento o equivalente al ancho de una de las vías. No se empleará relleno dañado o reparado.

El relleno de expansión se mantendrá en posición vertical. Se empleará una barra de instalación aprobada u otro dispositivo, para asegurar que el relleno de expansión premoldeado tenga la fijación y alineación adecuadas durante la colocación y terminación del concreto. Las juntas terminadas no podrán desviarse en más de 6,5 mm en la alineación horizontal de una línea recta. Si los rellenos de las juntas se armaran por secciones, no debe haber desplazamientos radiales entre las unidades adyacentes. No se admitirán tapones o rebabas de concreto en ninguna zona dentro del espacio de expansión.

Para juntas de expansión, deberá colocarse un tubo de expansión (camisa) en el extremo pintado de cada dovela usada en las juntas de expansión (de 50 ± 5 mm). Dichas camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25 mm desde el extremo de la dovela.

501.12 Sellado de juntas

Previo al sellado, todas las juntas transversales de contracción y construcción, aserradas o formadas mediante dispositivos inductores de grietas, con dispositivos de traspaso de carga o sin ellos, deberán aserrarse de manera que formen, en su parte superior, una caja del ancho y profundidad establecidos en los planos; según el tipo de sellante y material de respaldo por emplear. Asimismo, para las juntas longitudinales de construcción y

contracción, las dimensiones de la caja deberán ser las indicadas en los planos, dependiendo la última del tipo de sellante y respaldo que se empleen. Una vez formada la caja, se eliminarán completamente los desechos en toda la longitud y profundidad de la junta y de la caja, para luego proceder a barrer con una escobilla de acero y terminar con un soplado con aire comprimido; se deberá constatar que el aire que expulsa está completamente libre de aceite.

En el fondo de la caja, se deberá colocar un sello (cordón o lámina de respaldo), de características adecuadas para quedar perfectamente ajustado dentro de la caja, construido de un material que no se adhiera con el sello por emplear. El cordón de respaldo deberá ser ligeramente más ancho que la caja por sellar y deberá quedar perfectamente alineado a la profundidad establecida, sin pliegues ni curvaturas.

Las operaciones de mezclado o preparación de las mezclas de sellado deberán efectuarse con equipos mecánicos adecuados, que aseguren productos homogéneos y de características constantes.

La mezcla y la homogeneización de productos líquidos deberán efectuarse con equipos mecánicos de agitación. Los calentadores deberán contar con dispositivos que permitan controlar la temperatura.

El sellado deberá realizarse con equipos adecuados para asegurar un vaciado continuo y uniforme que no deje espacios intermedios sin rellenar.

La profundidad del material sellante, para todas las juntas longitudinales y transversales, deberá ser, como mínimo, igual al ancho de la caja. La operación deberá ser limpia y se rellenarán exclusivamente las áreas requeridas, entre 4 a 5 mm por debajo de la superficie del pavimento. Todo material de sellado que manche zonas del pavimento fuera de la junta deberá retirarse completamente.

Solo se deberá sellar cuando la temperatura ambiente sea superior a 10 °C e inferior a la temperatura indicada por el fabricante. Las juntas deberán encontrarse perfectamente secas antes de iniciar el trabajo de sellado.

Las empaquetaduras elastoméricas premoldeadas para el sellado de las juntas tendrán las dimensiones de las secciones indicadas en los planos. Los sellos se aplicarán mediante herramientas adecuadas, sin estiramientos, y estarán asegurados en la caja de la junta con un adhesivo lubricante aprobado que recubrirá ambos lados de las juntas de concreto. Los

sellos se instalarán en estado comprimido y en el momento de la colocación, se encontrarán aproximadamente 6 mm debajo del nivel de la superficie del pavimento.

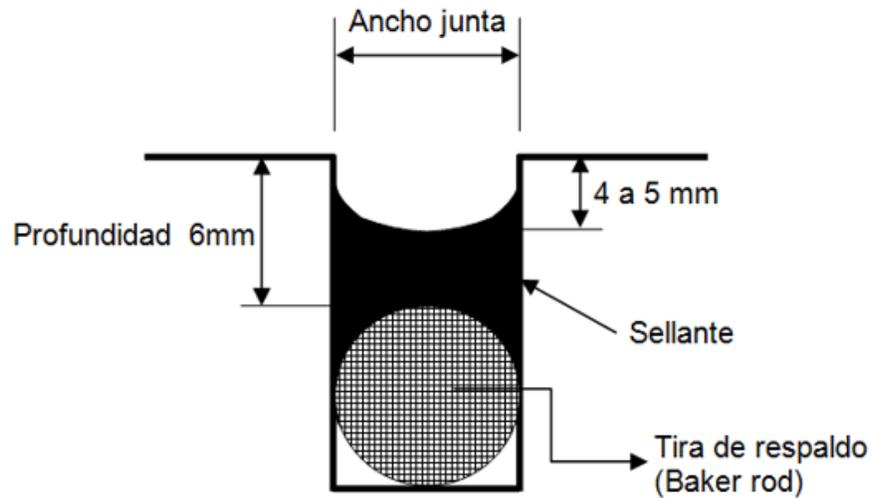


Figura 501-02

Detalle de la colocación del sello de juntas

501.13 Comprobación de la superficie

Tan pronto como el concreto se haya endurecido, deberá revisarse la superficie del pavimento con un escantillón de 3 m u otro dispositivo especificado. Las zonas que muestren puntos más altos de 5 mm, pero que no excedan 13 mm en 3 m, deberán ser señaladas e inmediatamente corregidas con una herramienta esmeriladora aprobada, hasta que tales zonas no muestren diferencias en la superficie mayores de 5 mm, al ser verificada con la regla de 3 m. Cuando existan puntos en la superficie con diferencia de elevaciones mayores a los 13 mm en 3 m, el pavimento deberá removerse y reponerse por cuenta del Contratista, a menos que se proponga un método correctivo para eliminar la diferencia que sea debidamente aprobado por la Administración.

Cuando se ordene remover y reponer una sección afectada, esta no deberá ser menor que la distancia establecida para el largo de la losa ni menor que todo el ancho del carril afectado. Cuando se ordene remover y reponer una sección de pavimento, cualquier parte de losa entre la sección removida y la junta más cercana, deberá también removerse y reponerse.

501.14 Control de regularidad en pavimentos de losas de concreto hidráulico

501.14.01 Definiciones generales

- IRI: Índice de Regularidad Internacional, es un valor calculado que resume las variaciones en el perfil de la superficie del pavimento. Está relacionado con un modelo matemático del movimiento de un vehículo a una velocidad de 80 km/h y se reporta en m/km.
- MRI: de las siglas en inglés “Mean Roughness Index”. Promedio de los valores de IRI obtenidos en las huellas izquierda y derecha del carril.
- Valor individual: Es el promedio de al menos 10 valores de IRI obtenidos en una unidad de medición.
- Media Móvil: Para esta especificación general corresponderá al promedio de 10 valores individuales consecutivos asociados a una unidad de medición. De las medias móviles obtenidos para cada unidad de medición se deberá seleccionar la mayor como su valor representativo.
- Tramo homogéneo: Es una sección de carretera que cuenta con una misma estructura de pavimento de espesores y materiales determinados, construido en un mismo período, con los mismos equipos y que, además, posee el mismo Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y respectiva composición vehicular
- Unidad de medición: De acuerdo con esta especificación general consiste en un tramo homogéneo de 100 m de longitud.
- Singularidad: Es un cambio en el perfil longitudinal tal como puentes, alcantarillas y líneas férreas, cambio de la estructura del pavimento, vados, rampas de intersecciones, entre otros.
- Longitud de la singularidad: Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo o tramos completos de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación.

501.14.02 Especificación de regularidad superficial

Se debe medir el perfil longitudinal del proyecto por carril para calcular la regularidad superficial por medio del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en unidades de m/km. Se calcula el MRI de cada carril, valor que debe ser reportado.

El perfil longitudinal se deberá medir con equipos clasificados como Clase 1, según el criterio del Banco Mundial respecto a la exactitud (mira y nivel, dipstick, viga TRRL-Transport and Road Research Laboratory, perfilómetros inerciales).

Tanto las mediciones obtenidas por parte del Contratista como las de verificación de calidad por parte de la Administración, deberán realizarse mediante procedimientos acreditados ante el ECA.

Se entenderá que la superficie de concreto hidráulico tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de diez valores de MRI (media móvil) cumplen con lo especificado en la Tabla 501-02 Requisitos de regularidad superficial para pavimentos rígidos y ningún valor individual sea mayor a 3,0 m/km. Ambos requisitos deben ser revisados para aceptar la condición de regularidad del proyecto.

Tabla 501-02

Requisitos de regularidad superficial para pavimentos rígidos

Percentil de datos promedio consecutivos de diez valores de MRI	Clasificación de Vía	
	Autopistas ⁽¹⁾	Otras Vías
100 %	≤ 2,8	≤ 3,0

Nota:

(1) TPDA mayor de 5000

En caso de incumplimiento con la exigencia de los valores individuales o media móvil especificado, la Administración ordenará al Contratista efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de MRI menor al límite máximo establecido. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 m.

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación definitiva.

Para efectos de la evaluación, las singularidades comprobadas que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 m que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en el que se encuentran.

Con las mediciones de verificación final, se realizará la evaluación definitiva y oficial del MRI mediante medias móviles, considerando el promedio de diez tramos consecutivos en sectores homogéneos de pavimento.

No habrá exigencia de cumplir con el control de regularidad (MRI) bajo las singularidades.

501.15 Protección del pavimento

El Contratista deberá proteger el pavimento contra el tránsito en general, tanto el de los usuarios de la vía como el de sus equipos, hasta que haya alcanzado las condiciones necesarias para la apertura al tránsito según la Subsección 501.16 Apertura al tránsito. Esta protección deberá incluir personal de vigilancia que dirija el tránsito, y la instalación, mantenimiento y remoción de señales de advertencia, luces de aviso, entre otras. Los planos o las disposiciones especiales indicarán la ubicación y tipo de instalación o dispositivos necesarios para proteger la construcción y proveer adecuadas facilidades al tránsito.

501.16 Apertura al tránsito

El pavimento no debe ser abierto al tránsito hasta que la resistencia del concreto a la compresión haya alcanzado por lo menos un 80 % de la resistencia especificada y las juntas se hayan sellado según lo especificado por el fabricante. Si no se llevaran a cabo esos ensayos, el pavimento no deberá abrirse al tránsito hasta 14 días después de colocar el concreto. Antes de la apertura al tránsito, el pavimento deberá limpiarse en forma satisfactoria, haberse terminado de sellar las juntas y haber colocado la demarcación vial temporal o dispositivos temporales, según lo dispuesto en la Sección 634 Demarcación vial horizontal. Lo anterior previa autorización de la Administración.

501.17 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del trabajo, 552 Concreto estructural y la Subsección 153.04 Plan de

Control de Calidad; así como, la Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico.

De manera que:

- Los agregados se aceptarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 501.02 Materiales.
- El cemento hidráulico se aceptará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 501.02 Materiales.
- El acero de refuerzo, acero estructural y refuerzo secundario, deberán ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 501.02 Materiales.
- Los aditivos y materiales para el curado se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.03 Certificación y 501.02 Materiales.
- El concreto hidráulico será evaluado conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 552.02 Materiales. Además, de lo indicado en la Tabla 501-01 Requisitos de concreto hidráulico para pavimentos y la Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico. Debe proveerse un certificado de producción para el cemento.
- El asentamiento (revenimiento) de la mezcla de concreto hidráulico, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluados conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la Tabla 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico.
- El esfuerzo a compresión del concreto será evaluado según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada y de acuerdo con lo especificado en la Tabla 501-01 Requisitos del concreto hidráulico para pavimentos. El resultado de un ensayo de resistencia a la compresión corresponde al promedio obtenido con 2 especímenes cuando son cilindros de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura o de 3 cuando son cilindros de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura; moldeados de la misma batida y fallados a 28 días. Se removerá y reemplazará el concreto hidráulico cuyos cilindros de falla registren menos del 90 % del esfuerzo a la compresión mínima requerida a los 28 días (f_c') y provengan de una ubicación tal que cause un efecto perjudicial e intolerable en la estructura y que será determinada

por el profesional competente, mediante un análisis de esfuerzos y deformaciones que permitan identificar los puntos críticos.

- La construcción con concreto hidráulico (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la Tabla 501-02 Requisitos de regularidad superficial para pavimentos rígidos.
- El relleno para juntas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y la Sección 712 Material para juntas.

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del estado del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumple a cabalidad con los requisitos del Contrato.

501.18 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 501 Pavimentos de concreto hidráulico, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La cantidad que se pagará bajo este renglón será la cantidad de metros cuadrados (m^2) de pavimento de concreto colocado, acabado y aceptado en la obra terminada, considerando que el espesor corresponda al establecido en planos.
- El ancho objeto de medición será el ancho del pavimento mostrado en la sección transversal típica de los planos, y los ensanchamientos adicionales ordenados por la Administración. La longitud se medirá a lo largo de la línea centro.
- La medida del acero de refuerzo colocado en la losa, en los lugares mostrados en los planos u ordenados por la Administración, será medida por kilogramos (kg), excluyendo los traslapes. Cualquier otro acero que se requiera para el trabajo de esta Sección no se medirá para pago separado.

501.19 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección

de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección que incluye el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo las dovelas, acero de refuerzo y material para las juntas, así como aditivos químicos y si lo indica el Contrato, el refuerzo secundario con fibras; de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se efectuará ningún pago adicional por aquellas secciones de pavimento que tengan un espesor promedio mayor del señalado en los planos.

Las varillas de refuerzo se pagarán de conformidad con la Sección 554 Acero de Refuerzo.

Cuando por orden de la Administración fuese empleado concreto de resistencia alta a temprana edad, se realizará un pago adicional por m², para el área de pavimento en que ese concreto fue empleado. Este sobrepago se realizará de acuerdo con el precio cotizado por el renglón CR.501.04.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) cuando corresponda, de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.501.01	Pavimento de concreto hidráulico sin refuerzo	Metro cuadrado	(m ²)
CR.501.02	Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo	Metro cuadrado	(m ²)
CR.501.03	Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo secundario de fibras tipo _____	Metro cuadrado	(m ²)
CR.501.04	Pavimento de concreto hidráulico de alta resistencia inicial (pago adicional)	Metro cuadrado	(m ²)

501.20 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tablas 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en las Tablas 501-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración a través de terceros contratados para dicha función, debe estar debidamente acreditado bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 501-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto hidráulico

Material	Propiedades o Características	Categoría	Métodos de Ensayo	Frecuencia Mínima	Punto de Muestreo
Concreto hidráulico	Asentamiento	---	ASTM C143	1 por descarga	En sitio de descarga
	Contenido de aire	---	ASTM C231 o ASTM C173	1 por día	
	Temperatura	---	ASTM C1064 / C1064	1 por descarga	
	Confección de especímenes	---	ASTM C31	1 muestra por cada 100 m ³ , pero no menos de 1 por día	
	Resistencia a la compresión ⁽²⁾	II	ASTM C39	⁽¹⁾	
	Resistencia a la flexión ⁽²⁾	II	ASTM C78		
Pavimento de concreto hidráulico	Espesor de pavimento ⁽³⁾	II	ASTM C42	1 núcleo cada 2000 m ²	En sitio ⁽³⁾

Notas:

(1) Se confeccionarán 2 especímenes cuando son cilindros de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura o de 3 cuando son cilindros de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura.

(2) Tanto la resistencia a la compresión como a la de flexión, será determinada por el promedio de la resistencia de los especímenes fallados a los 28 días, como se indica anteriormente.

(3) Después del período de cura o al menos 14 días después del colado de la losa.

SECCIÓN 502 REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

502.01 Descripción

Este trabajo consiste en la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico. El trabajo incluye la reparación (bacheo) a profundidad parcial o total, la remoción del pavimento, el levantamiento y nivelación de las losas y la ejecución de sellos de los vacíos de la losa con la capa subyacente, el fresado o cepillado de la superficie, la reparación de grietas y juntas, y el fracturado y aplanado de las losas antes de la colocación de una sobrecapa en el pavimento existente; todo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el trazado, rasantes, espesores y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

502.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Pavimentos de concreto hidráulico	501
Agua	501.02 (e)
Acero de refuerzo	709.01
Látex modificado	711.04
Material para juntas	712
Adhesivos epóxicos de resina	725.21
Lechada con contracción compensada	725.22 (b)
Concreto y mortero con polímero	725.32

Requerimientos para la construcción

502.03 Composición de la mezcla

La mezcla de concreto debe diseñarse de acuerdo con la Sección 501 Pavimentos de concreto hidráulico. Debe utilizarse cemento que sea similar en color al usado en el pavimento existente. Deben proveerse agregados que sean similares en graduación, color y dureza a aquellos empleados en el pavimento existente.

502.04 Equipo

Debe proveerse equipo conforme a la Sección 501 Pavimentos de concreto hidráulico y lo siguiente:

- (a) Remoción de pavimento de concreto hidráulico. Debe suministrarse equipo de remoción que no fracture el concreto por debajo de la profundidad de bacheo necesaria
- (b) Fresado. Deben proveerse fresadoras que controlen y mantengan la profundidad y ancho de corte requeridos, sin dañar el concreto adyacente o el material de junta remanente.
- (c) Limpieza con chorro de arena (sandblasting). Debe suministrarse un equipo de limpieza con chorro de arena (sandblasting) que remueva cualquier residuo de sellante, aceite u otro material extraño en las juntas que puedan impedir la adherencia del nuevo sellante.
- (d) Limpieza con chorro de agua. Debe suministrarse un equipo de chorro de agua de alta presión capaz de remover todos los residuos del sellante, aceite u otras materias extrañas en las juntas que puedan perjudicar la adherencia del nuevo sellante.
- (e) Compresores de aire. Deben suministrarse compresores con una presión mínima en boquilla de 690 kPa y capaz de desalojar escombros sueltos y juntas secas y rotas.
- (f) Sellado de juntas y rajaduras. Debe proveerse un equipo de sellado acorde con las recomendaciones del fabricante para el material sellante suministrado.
- (g) Inyección de lechadas. Debe suministrarse una planta móvil para inyección de lechadas, que básicamente consista de una bomba de inyección de cemento y un molino de alta velocidad para material coloidal. La máquina de mezclado del material coloidal debe ser operada a la velocidad necesaria para hacer una mezcla homogénea. La bomba de inyección debe tener una capacidad de presión de 1900 ± 170 kPa cuando se bombee una lechada mezclada, a un tiempo de flujo del cono de 12 s y que será bombeada continuamente a un régimen de 6,0 L/m. El sistema puede ser modificado mediante la adición de una manguera recirculante con válvula en el punto de descarga. El suministro de agua debe hacerse a través de un medidor o balanza capaces de determinar el consumo total del día. Deben proveerse mangueras, aditamentos y controles que permitan un sellado positivo durante la inyección de la lechada.
- (h) Taladrado. Deben suministrarse taladros para piedra y concreto capaces de perforar huecos rectos de un mínimo de 38 mm a través de la losa, refuerzo de acero y material de base. Los taladros para roca deben pesar no más de 27 kg y ser capaces de taladrar con una presión de menos de 90 kg. Debe proveerse una barrena (auger)

para abrir huecos obstruidos y huecos existentes en el pavimento para el izaje de losas.

- (i) Ensayo de estabilización de losas. Debe suministrarse equipo de ensayo, incluyendo el siguiente:
- Una vagoneta de 2 ejes con doble rueda en el eje trasero. El eje trasero debe tener una carga de 80 kN, uniformemente distribuida entre las 2 ruedas.
 - Medidor de carga estática consistente en 4 medidores, o en 2 soportes con 2 medidores cada uno, capaces de detectar los movimientos de la losa bajo carga.
 - Una viga Benkelman modificada o un dispositivo similar aprobado.
- (j) Texturizado o fresado (cepillado) superficial con hojas diamantadas. Debe suministrarse un equipo de tracción propia específicamente diseñado para suavizar y texturizar pavimentos de concreto hidráulico con hojas diamantadas. El equipo proveído debe ser capaz de hacer lo siguiente:
- Cortar o alisar por lo menos en un ancho de 1 m.
 - No invadir más allá del área de trabajo cuando haya tránsito en movimiento.
 - Fresar la superficie sin fracturar las juntas ni partir los agregados superficiales.
- (k) Fracturado y asentado de las losas. Debe suministrarse un equipo aprobado para el fracturado de las losas, capaz de producir el patrón deseado de fractura sin desplazar ni desmenuzar el pavimento. No serán permitidos martillos vibratorios neumáticos.

Debe suministrarse una aplanadora de llanta de hule de al menos 32 Tm para asentar el pavimento fracturado. El equipo de remolque deberá tener llantas neumáticas y deberá mover la aplanadora hacia delante y hacia atrás a lo largo de las líneas predeterminadas.

502.05 Reparación (bacheo) a profundidad parcial o total

Este trabajo consiste en la reparación de fracturas en los bordes de las losas, baches, fracturas de las esquinas, descascaramientos u otros desperfectos superficiales en un pavimento de concreto hidráulico. Se considera profundidad parcial cuando los deterioros tengan una profundidad menor a la mitad del espesor de la losa, o a 100 mm, y profundidad total cuando sean mayores a la mitad del espesor de la losa o a 100 mm.

El parche del pavimento debe elaborarse con una apariencia similar al pavimento existente. A este propósito, deberán prepararse paneles de prueba usando el mismo material propuesto para el trabajo. El trabajo debe iniciarse cuando haya sido aprobado el diseño de la mezcla de concreto, así como la apariencia del panel de prueba.

(a) Material para la reparación.

Debe usarse un mortero epóxico o un concreto con polímeros como material de reparación para baches menores o iguales a 40 mm de profundidad. Para parches mayores a 40 mm de profundidad, debe utilizarse concreto hidráulico, concreto de alta resistencia temprana, o concretos con cementos especiales.

(b) Preparación del área a reparar.

Los límites de la reparación deben extenderse un mínimo de 100 mm fuera del área en donde el concreto está desastillado. Se debe cortar con sierra el perímetro del área a reparar, paralelamente a la junta existente, a una profundidad mínima de 40 mm cuando la reparación es a espesor parcial, o a la totalidad del espesor cuando sean a espesor total, dejando una cara vertical en el borde del parche. Son aceptables los bordes cercanamente verticales que dejan las sierras o las fresadoras. Los sobrecortes de la sierra en las esquinas de las áreas reparadas y las melladuras en el pavimento adyacente fuera del perímetro del área reparada, deben repararse con una lechada de contracción compensada.

Debe fracturarse y extraerse el concreto dentro del área a reparar en una profundidad mínima de 40 mm, hasta exponer el concreto sólido y limpio. Si la profundidad de la reparación excede la mitad del espesor de la losa o los 100 mm, debe removerse y reemplazarse el área a reparar en su profundidad total y en el ancho completo de la losa, de acuerdo con la Sección 501 Pavimento de concreto hidráulico.

Deben limpiarse con el chorro de arena (sandblast) las caras de concreto expuesto para eliminar partículas sueltas, aceite, polvo, trazas de concreto asfáltico y otros contaminantes antes de colar la mezcla. Deben removerse los residuos del chorro de arena (sandblasting) inmediatamente antes de la colocación de la resina adhesiva epóxica.

Deben removerse los espaldones adyacentes al área a reparar longitudinalmente a la profundidad del parche y a un ancho máximo de 300 mm, para facilitar la colocación del encofrado utilizado en el trabajo. Debe repararse y compactarse el espaldón con material de conformidad con lo establecido en estas especificaciones.

(c) Colocación del material de reparación.

Debe aplicarse una resina adhesiva epóxica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La colocación del concreto en el área a reparar debe retrasarse hasta que el epóxico esté pegajoso. Debe colocarse y consolidarse la mezcla en el parche, de manera que se eliminen eventuales vacíos en la unión del material nuevo con el concreto existente. El acabado de la reparación debe estar conforme con la Sección 501 Pavimentos de concreto hidráulico, de manera que se consiga igualar con respecto al nivel y la textura del pavimento contiguo. La cura debe realizarse de acuerdo con la Subsección 501.10 Curado.

(d) Juntas.

Si una reparación a profundidad parcial termina en una junta, debe repararse la junta de manera que esta sección quede similar a la existente, a efecto de que se mantenga trabajando adecuadamente. El ancho de la junta debe ser igual. El sello de la junta debe hacerse de acuerdo con la Subsección 502.06 Reparación de juntas y grietas.

502.06 Reparación de juntas y grietas

Este trabajo consiste en la reparación y resello de juntas y grietas en pavimentos de concreto existentes.

(a) Preparación de juntas y grietas.

Deben limpiarse y resellarse las juntas longitudinales y transversales según se requiera. Debe removerse el material existente en las juntas y limpiarlas debidamente con una antelación máxima de 24 horas antes de realizar el resello. Deben utilizarse procedimientos que no dañen las juntas o las áreas previamente reparadas. El sello debe removerse con una fresadora (router) en una profundidad mínima de 2,5 veces el ancho de la junta, para acomodar la tirilla de respaldo (backer rod) y para proveer la profundidad requerida para la colocación del nuevo sello. Después del fresado, deben limpiarse las superficies adyacentes del pavimento.

Las grietas deben refaccionarse con una sierra de concreto. El sello viejo debe removerse de las caras para exponer concreto nuevo y limpio. Cuando el ancho de las grietas es variable y las caras son irregulares, debe aserrarse a una profundidad de 20 mm. Debe limpiarse a fondo la junta o la grieta de todo material extraño. La limpieza de la junta debe hacerse con un chorro de arena, con un chorro de alta presión de agua o con un cepillo mecánico de alambre. El proceso debe repetirse hasta que quede expuesta una cara del concreto nueva y limpia.

Debe utilizarse una sierra si los otros métodos no limpian apropiadamente la junta. El aserrado debe limitarse a exponer en la junta caras nuevas y limpias del concreto, con un corte mínimo aceptable de 2 mm en cada cara de la junta.

(b) Tirilla de respaldo.

Debe instalarse la tirilla de respaldo (backer rod) a la profundidad requerida después de que las juntas y las grietas están limpias y secas. Durante la instalación no debe estirarse o retorcer la tirilla de respaldo. Debe limitarse el largo de la tirilla de respaldo instalada a aquella que puede ser sellada durante el mismo día de trabajo.

(c) Aplicación del sello.

Las juntas y las grietas deben sellarse inmediatamente después de colocar la tirilla de respaldo. Aplicar el sellante a las temperaturas en el aire y superficie recomendadas por el fabricante del material. Si la junta o grieta está contaminada o mojada, debe removerse la tirilla de respaldo, limpiarla y secarla y reinstalar una tirilla de respaldo nueva antes de colocar el sellante. Inmediatamente después de la aplicación, el sellante se repuja con la herramienta apropiada para proveer un contacto firme con las caras de la junta y para formar la hendidura requerida por debajo de la superficie de la losa.

502.07 Restablecimiento del nivel y soporte de los pavimentos

Este trabajo consiste en levantar y darle soporte al pavimento de concreto hidráulico en donde es requerido, hasta alcanzar las tolerancias y alineamientos especificados, taladrando e inyectando una lechada de cemento hidráulico de contracción compensada.

(a) Perforación de orificios.

El Contratista debe presentar, para su aprobación, un esquema de ubicación de los orificios para efectuar la inyección de la lechada. Los orificios deben perforarse

verticalmente, redondos y no menores a 50 mm de diámetro. Debe prevenirse la ruptura de la base del pavimento.

(b) Izaje.

Se deben establecer líneas con cuerda, que abarquen los puntos más altos del pavimento, a efecto de controlar los movimientos de la losa. A la manguera de descarga de la planta de lechada debe conectarse una manguera de hule expansivo, con el respectivo empaque que proporcione un sello eficaz en los huecos perforados. No debe permitirse que el punto de descarga de la manguera, o del empaque, se extienda por debajo de la superficie inferior del pavimento de concreto. Cuando se está levantando un pavimento de concreto reforzado, debe permitirse que el bombeo de lechada eleve el pavimento hasta 3 mm en relación con la línea de cuerda de la gradiente. Cuando se está izando pavimento con juntas y losas de aproximación a puentes, debe dejarse que el bombeo eleve el pavimento hasta 6 mm de las gradientes transversales y longitudinales. Se permiten presiones continuas de 1,4 MPa. Presiones hasta de 2 MPa sólo son permitidas por períodos cortos (30 s o menos). Si el pavimento está adherido a la subbase, brevemente puede elevarse la presión (10 s o menos) a 4,1 MPa. Debe detenerse el bombeo si la lechada sale hacia fuera a través de las grietas, juntas, espaldones o por la manguera.

(c) Sobre izaje.

El pavimento levantado por encima de las tolerancias de las especificaciones para la gradiente, debe ser rebanado mediante una fresadora. Si el sobreizaje es mayor a 25 mm, debe removerse y sustituirse el pavimento en la porción afectada.

(d) Grietas.

En el caso de que surjan grietas nuevas de los orificios hechos para la inyección de la lechada, se presume que han sido causadas por técnicas impropias de inyección. En este caso, el Contratista debe remover y reemplazar la losa o la porción de ella.

(e) Relleno de los orificios.

Después de que la lechada ha sido colocada y los tapones de los orificios removidos, debe eliminarse toda la lechada existente en los orificios, en el espesor total de la

losa, y rellenar los mismos con mortero epóxico. Deben repararse los orificios que hayan sido dañados.

502.08 Estabilización y sellado inferior de los pavimentos

Este trabajo consiste en el bombeo de una lechada de cemento hidráulico con contracción compensada a través de orificios taladrados en el pavimento entre los vacíos existentes debajo de las losas, para estabilizar y sellar el pavimento de concreto.

(a) Ensayos preliminares.

Todos los ensayos deben hacerse en la noche o cuando no haya evidencia de que la losa está bloqueada debido a la expansión térmica. Los ensayos pueden ser autorizados para continuar si las losas no están bloqueadas o bajo compresión. Debe proveerse equipo para los ensayos según está establecido en la Subsección 502.04 Equipos, inciso (i) Ensayo de estabilización de losas.

Cada losa elegida debe ensayarse usando un método estático como sigue:

- Coloque un juego de calibradores, con un calibrador de referencia en la esquina de cada losa, a ambos lados de la junta, cerca del borde del pavimento.
- Ponga el calibrador en cero, sin carga en la losa, en cualquiera de los lados de la junta.
- Mueva el camión de ensayo hasta su posición y párelo con el centro del eje de ensayo 300 mm detrás de la junta y la rueda de ensayo de afuera 300 mm del borde del pavimento. Lea el calibrador de atrás.
- Mueva el camión de ensayo a través de la junta, hasta una posición similar 300 mm delante de la junta y párelo. Lea el calibrador de adelante.
- Repita en cada una de las juntas a ensayar. Coloque un sello por debajo de todas las losas con una deflexión de más de 0,8 mm.

(b) Perforación de los orificios.

Los orificios deben ser perforados utilizando el patrón requerido. La Administración puede aprobar un patrón para los orificios modificado con base en los ensayos ejecutados en la losa y en las condiciones de campo. El tamaño de los orificios perforados debe ser el adecuado para proveer un sello positivo a las boquillas de la

bomba. Para el primer sello, deben perforarse orificios con una profundidad de 75 mm debajo de la losa del concreto.

Debe someterse a revisión y aprobación del Ingeniero el número, profundidad y localización de los orificios para el segundo sello.

(c) Limpieza de los orificios.

Después que se perforan los orificios y antes de bombear la lechada, deben limpiarse estos con aire comprimido para remover los escombros y proporcionar un buen paso a la lechada.

(d) Bombeo de la lechada sellante.

La lechada debe bombearse en todos los orificios. La boquilla de la manguera de descarga debe sellarse en el orificio para mantener la presión de la lechada debajo de la losa. No debe permitirse que el extremo de la boquilla se extienda debajo del fondo del concreto. El bombeo en un orificio debe continuarse hasta que la lechada fluya hacia fuera en otros orificios, juntas o grietas, o hasta que la losa empiece a levantarse. Detenga la lechada si hay un levantamiento en la losa o en el espaldón adyacente.

Durante el bombeo de la lechada, deben controlarse minuciosamente los instrumentos de medición del alzamiento para prevenir presiones de bombeo mayores a 700 kPa, así como levantamientos de la losa mayores a 1,3 mm, correspondientes al movimiento total acumulado medido en la esquina de afuera de la junta. Los orificios no deben taparse mientras se está inyectando lechada.

Se debe evitar que la losa sufra agrietamientos o fracturas. Las losas dañadas deben removerse y remplazarse.

(e) Sellado permanente de los orificios.

Después de que la lechada esté colocada, debe removerse la que esté en todos los orificios, en el espesor total de la losa, y rellenarlos con una lechada de contracción compensada o con un mortero epóxico. Deben repararse los orificios dañados.

(f) Ensayo de estabilidad.

Después de que las losas designadas han sido selladas en su base y probadas de acuerdo con el punto (a) anterior y después de que han transcurrido 24 horas, inyecte cualquier losa que continúe mostrando movimiento excesivo. La Administración puede aceptar o dirigir el reemplazo de cualquier losa que continúe mostrando movimiento en exceso al especificado después de haber sido aplicada dos veces la inyección. Se deben remover y reemplazar las losas indicadas.

502.09 Fresado (cepillado) de la superficie del pavimento

Este trabajo consiste en el fresado del pavimento existente para eliminar defectos en las juntas o grietas, proveer un drenaje lateral adecuado, o mejorar la textura superficial. En el esmerilado de los carriles auxiliares o rampas debe tenerse el cuidado de hacer una transición uniforme desde el borde de la vía principal para suministrar un drenaje positivo y una superficie de rodamiento aceptable. Deben removerse los residuos sólidos de la superficie del pavimento antes de que sea soplado por el tráfico o el viento. No debe permitirse el flujo de residuos a través de los carriles usados por el tránsito vehicular o entre las obras de drenaje.

Debe producirse una textura en la superficie consistente de estrías paralelas de $3 \pm 0,5$ mm de ancho. Debe dejarse una distancia entre las estrías de $2,2 \pm 0,5$ mm y una diferencia entre los picos de las crestas y la base de las estrías de aproximadamente 2 mm.

Deben probarse las superficies del pavimento para regularidad. Deben verificarse las juntas y las grietas al azar con una regla de 3 m. Los desalineamientos de los planos de la superficie en los lados adyacentes de las juntas y de las grietas, y entre cada una de las pasadas de la fresadora, deben ser menores a 1,6 mm.

La inclinación transversal del pavimento no deberá tener depresiones o desalineamientos en la pendiente, mayores a 6 mm en la comprobación con el escantillón de 3 m, probado perpendicularmente a la línea de centro. Las exigencias con el escantillón no aplican en las juntas longitudinales o fuera de las áreas de la superficie de rodamiento.

502.10 Fracturación de un pavimento de concreto

Este trabajo consiste en la fracturación de un pavimento de concreto existente y su firme asentamiento o compactación en el pavimento antes de la colocación de una sobrecapa. Debe utilizarse uno de los métodos siguientes:

- (a) Resquebrajado y asiento.

Resquebraje el pavimento de concreto existente (grietas finas) en todo su espesor en piezas de un tamaño aproximado 0,5 a 1,0 m. Asiente las piezas firmemente en la fundación.

(b) Fracturado y asiento.

Fracture el pavimento de concreto existente (grietas finas) en todo su espesor en piezas de un tamaño aproximado 0,4 a 0,6 m.

Rompa el refuerzo o la adherencia del concreto y asiente las piezas firmemente en la fundación.

(c) Encascotado y compactado.

Fracture completamente el pavimento existente en piezas de un tamaño aproximado de 0,05 a 0,15 m. Remueva el acero de refuerzo y la malla de alambre expuestos. Compacte las piezas en una capa.

La Administración designará una sección de prueba. Fracture la sección de prueba usando energía y altura de golpe variables para establecer un patrón de distribución de fisuras satisfactorio y uniforme. Obtenga núcleos del pavimento de 150 mm de diámetro en 10 ubicaciones designadas sobre las fracturas para verificar que las mismas abarcan la profundidad total.

Cuando se fractura una sección de prueba, debe suministrarse y aplicarse agua para humedecer el pavimento inmediatamente después de la fracturación para resaltar el patrón de las fisuras para efectos de la evaluación visual. Para efectos de control, esta operación debe realizarse al menos una vez al día, para verificar que se mantiene un patrón de fracturas satisfactorio. Si es aprobado, ajuste la energía y/o la altura del golpe con base en las secciones comprobadas.

El asentamiento consiste en el aplanado del pavimento rígido, con 2 pasadas como mínimo, con una aplanadora de 45 Tm o de 4 a 7 pasadas con una aplanadora de 32 Tm, hasta que las piezas de concreto estén firmemente asentadas. La compactación consiste en el aplanado del pavimento rígido, 2 pasadas como mínimo con una aplanadora vibratoria de 9 Tm. La Administración determinará el máximo número de pasadas de aplanadora en la sección de prueba para asegurar

el asentamiento o la compactación sin dañar al pavimento. Deben removerse todas las piezas sueltas de concreto fracturado que no estén firmemente asentadas.

Debe prevenirse la formación de grietas longitudinales continuas. No debe fracturarse el pavimento ubicado dentro de los 3 m aledaños a cajas o alcantarillas de tubo.

Deben llenarse con agregados graduados las depresiones de 25 mm o mayores resultantes de la compactación, debiendo recompactarse el tramo.

Si no es posible fracturar el pavimento al tamaño especificado debido a una subrasante pobre, debe removerse el pavimento y reemplazarlo con agregados acordes con la Sección 301 Subbases y bases granulares.

Las juntas y las grietas existentes mayores de 1,5 mm deben ser limpiadas y selladas de acuerdo con la Subsección 502.06 Reparación de juntas y grietas.

La primera capa de concreto asfáltico debe ser colocada dentro de las 48 horas siguientes a la operación de fracturación. Si el pavimento se usa para mantener el tránsito después de la fracturación, pero antes de la colocación de la sobrecapa de concreto asfáltico, debe barrerse y bachear para mantener una superficie de rodamiento segura.

502.11 Apertura al Tránsito

No debe permitirse el tránsito sobre el pavimento bacheado hasta que el concreto hidráulico tenga una resistencia a la compresión de 25 MPa, cuando es ensayado de acuerdo con AASHTO T22 o hasta que la lechada usada para las inyecciones o el sellado debajo del pavimento alcance los 4,2 MPa cuando es ensayada en una prueba de 160 mm², de acuerdo con AASHTO T197.

No debe permitirse el tránsito sobre juntas selladas cuando el sellante está aún pegajoso y los desperdicios que deja el tránsito se embeban entre el sellante.

502.12 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de

protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material, 107 Aceptación de trabajo, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 502-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico.

De manera que:

- El material para la restauración de pavimentos de concreto de hidráulico será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Deberá suministrarse una certificación de producción para el cemento hidráulico.
- El revenimiento, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura de la mezcla de concreto serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la Tabla 502-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico.
- La resistencia a la compresión del concreto será evaluada según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada. El límite inferior de la especificación es el esfuerzo mínimo de compresión requerido a 28 días (f'_c) tal como está especificado en la Tabla 501-01 Requisitos del concreto hidráulico para pavimentos. El resultado de un ensayo de resistencia a la compresión corresponde al promedio obtenido con dos cilindros moldeados de la misma carga y probados a 28 días. Ver la Tabla 502-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico.
- La construcción con concreto hidráulico (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El acero de refuerzo se evaluará de acuerdo con la Sección 709 Acero de refuerzo y cables.
- La lechada será evaluada según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la Tabla 502-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico.

- El trabajo de restauración de pavimentos de concreto hidráulico (incluyendo el bacheo a profundidad parcial, la izada del pavimento, el sello inferior de la losa, el fresado de la superficie, la reparación de grietas y juntas y el resquebrajo, la fracturación, asiento, encasotado y compactado) será evaluado conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los aditivos y materiales para el curado se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación y la Sección 711 Materiales de curado del concreto hidráulico y aditivos y la Sección 712 Material para juntas.
- El relleno para juntas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, la Sección 711 Materiales de curado del concreto hidráulico y aditivos y la Sección 712 Material para juntas.

502.13 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 502 Rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- El bacheo del pavimento de concreto debe medirse por m^2 para todas las reparaciones con un promedio de profundidad entre 40 y 100 mm.
- El sellado de juntas y grietas debe medirse por m, a lo largo del alineamiento de la junta o grieta.
- La lechada para el izaje del pavimento y el sello de la base de apoyo de la losa se medirán por m^3 bombeados.
- Los orificios para el sellado de la base de apoyo de la losa se miden por unidad (u).
- El fresado de la superficie (cuchillas diamantadas), resquebrajo y asiento, fracturado y asiento o encasotado y compactado del pavimento de concreto hidráulico serán medidos por m^2 .
- La medición de las losas que se ordene remplazar después de la aplicación del sello dos veces, se medirá bajo la Sección 501 Pavimentos de concreto hidráulico.

- La base de agregado se medirá conforme a la Sección 301 Subbases y bases granulares.

502.14 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Los pagos se harán como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.502.01	Bacheo de pavimento de concreto	Metro cuadrado	(m ²)
CR.502.02	Sellado de juntas y grietas	Metro lineal	(m)
CR.502.03	Lechada	Metro cúbico	(m ³)
CR.502.04	Orificios para el sello	Unidad	(u)
CR.502.05	Fresado de la superficie (diamante)	Metro cuadrado	(m ²)
CR.502.06	Quebrado y asiento del pavimento de concreto	Metro cuadrado	(m ²)
CR.502.07	Fracturado y asiento del pavimento de concreto	Metro cuadrado	(m ²)
CR.502.08	Encasotado y compactado del pavimento de concreto	Metro cuadrado	(m ²)

502.15 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 502-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 502-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 502-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico

Material o producto	Tipo de aceptación	Características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo	Muestra separada	Tiempo de reporte
Fuente							
Agregados (703.01 y 703.02)	Medición y ensayado conforme (107.04)	Calidad	AASHTO M80 AASHTO M6 AASHTO M43	1 muestra por tipo de material	Fuente del material	Sí	14 días antes de pavimentar
Diseño de mezcla							
Composición y diseño del concreto (501.03)	Medición y ensayado conforme (107.04)	Todas	Subsección 501.03	1 muestra por diseño de mezcla	Fuente del material	Sí	14 días antes de pavimentar
Producción							
Concreto	Medición y ensayado conforme (107.04)	Densidad	AASHTO T121	1 por descarga ⁽²⁾	Punto de descarga ⁽³⁾	No	Al completar las pruebas
		Contenido de aire	AASHTO T152 o AASHTO T196	1 por descarga	Punto de descarga	No	Al completar las pruebas
		Asentamiento (revenimiento)	AASHTO T119	1 por descarga	Punto de descarga	No	Al completar las pruebas
		Temperatura	Termómetro	1 por descarga	Punto de descarga	No	Al completar las pruebas

Material o producto	Tipo de aceptación	Características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo	Muestra separada	Tiempo de reporte
		Resistencia a la compresión (1) (4)	AASHTO T22 AASHTO T23	1 muestra cada 170 m ² pero no menos de 1 muestra por día	Punto de descarga (3)	No	Al completar las pruebas
Agregado (Gruoso y fino)	Procesos de control (153.04) (153.05)	Granulometría	AASHTO T11 y AASHTO T27	Mínimo 1 muestra por día	Fuente del material (107.06)	No	Antes del bacheo
		Humedad	AASHTO T255	Mínimo 1 muestra por día	Fuente del material (107.06)	No	Antes del bacheo
Concreto	Procesos de control (153.04) (153.05)	Tolerancia superficial	Medido con un escantillón de 3 m Subsección 501.13	Subsección 501.11	Superficie de concreto, inmediatamente después del flotado	No	Mientras el concreto sea trabajable
Producto terminado							
Pavimento de concreto hidráulico	Medición y ensayado conforme (107.04)	Tolerancia superficial	Medido con un escantillón de 3 m Subsección 501.13	Inmediatamente después de que el concreto haya endurecido.	Superficie del pavimento terminado	No	24 horas

Notas:

- (1) El resultado en la prueba de resistencia a la compresión corresponde al promedio de dos cilindros de 150 por 300 mm o tres cilindros de 100 por 200 mm, moldeados de una misma muestra de concreto hidráulico, fallados a los 28 días.
- (2) La frecuencia puede ser reducida por la Administración si el material producido es consistente.
- (3) Muestrear de acuerdo con AASHTO R60
- (4) Realizar al menos 4 cilindros de resistencia a la compresión de 150 por 300 mm o 6 cilindros de 100 por 200 mm. Dos o tres cilindros serán utilizados para la prueba de resistencia a la compresión, fallados a los 28 días. Los cilindros restantes serán utilizados por la Administración como pruebas de verificación u otros propósitos para los que esta establezca.

SECCIÓN 503 SOBRECAPAS DE CONCRETO HIDRÁULICO SOBRE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

503.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico, sobre un pavimento asfáltico existente previamente preparado, como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de conformidad con el trazado, rasantes, espesores y secciones típicas indicadas en los planos.

503.02 Reparación de fallas previo a la colocación de la sobrecapa

Para garantizar la uniformidad en el soporte de la estructura asfáltica existente, se deben realizar correcciones en los sitios en donde se presenten las siguientes irregularidades, de acuerdo con la tabla:

Tabla 503-01

Reparación previa de fallas

Tipo de falla	Reparación requerida
Ahuellamiento menor a 50 mm	Ninguna
Ahuellamiento mayor a 50 mm	Fresado o nivelación
Deformación plástica excesiva	Fresado
Baches	Rellenar
Falla de subrasante	Remoción y reparación
Fisuras en general, transversales y longitudinales	Sellar
Fisuras por fatiga en bloque	Remover y reparar
Exudación	Ninguna
Degradación superficial severo	Remover y reparar

503.03 Tipos de falla por reparar en el pavimento asfáltico existente

Las fallas que se deben rehabilitar para la colocación de sobrecapas de concreto hidráulico en una superficie de asfalto existente son las siguientes:

(a) Baches abiertos

Cavidades o depresiones producidas por desprendimiento de la capa asfáltica y de partes de las capas granulares. Se consideran 3 tipos de baches:

- Superficiales: Las que sólo comprometen la capa de rodadura y su profundidad es menor a 3 cm.
- Medios: Las que comprometen parte o la totalidad de la carpeta asfáltica y su profundidad oscila entre 3 y 10 cm.
- Profundos: Las que tienen una profundidad superior a 10 cm, con expulsión de material y compromiso de la base granular.

(b) Fisuras longitudinales y transversales

Agrietamientos longitudinales y/o transversales que no constituyen un enjambre, sino que se presentan en forma aislada o continua y son producidas por deficiencia en las juntas de construcción, contracción de la mezcla o desplazamiento de los bordes. Se consideran 3 tipos de fisuras:

- Longitudinales
- Transversales
- En bloque

(c) Desgaste superficial

Irregularidades que se observan en la superficie, en áreas aisladas o en forma generalizada, y son el producto del desgaste de las partículas superficiales o el desprendimiento de alguna de ellas por acción del tránsito o inclemencias del tiempo. El desgaste se clasifica en:

- Incipiente: Pérdida de textura uniforme, mostrando regularidad e irregularidades hasta de 5 mm de profundidad
- Medio: Cuando las irregularidades están entre 5 mm y 15 mm de profundidad. Las partículas de agregado están expuestas y se siente vibración al circular.
- Severo: Desintegración superficial de la capa asfáltica, con desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la vía.

(d) Piel de Cocodrilo

Agrietamientos por fatiga en forma de malla que inicialmente se presentan en cuadros más o menos regulares, con lados entre 25 y 30 cm, que presentan

fracturamientos progresivos en forma de piel de cocodrilo. Posteriormente estas fisuras se ensanchan y profundizan ocasionando desprendimientos. Se consideran 3 tipos de fallas:

- Incipiente: cuando los agrietamientos son muy delgados y el tamaño de los cuadros tienen dimensiones próximas a 25 cm por lado. No existe deformación superficial.
- Medio: cuando los bloques se han reducido de tamaño y presentan aristas redondeadas por pérdida de partículas, las grietas que los separan son mayores de 1 cm, se advierten deformaciones y movimientos relativos y puede existir desprendimiento de algunos bloques.
- Severo: cuando las deformaciones son grandes y se presenta pérdida del material asfáltico y se presenta aparición del material de base.

(e) Ondulaciones

Son deformaciones grandes y notorias de la plataforma de la vía que alteran su perfil longitudinal, por efecto de asentamientos del terraplén o por levantamientos causados por las raíces de árboles.

Requerimientos para la construcción

503.04 Proceso Constructivo

Las actividades que en general se contemplan para la rehabilitación de un pavimento asfáltico mediante la colocación de una sobrecapa de concreto, independientemente de que se requieran en su totalidad o no, en un proyecto específico, son:

- Reparación de baches.
- Fresado superficial para prenivelación.
- Limpieza superficial del pavimento existente.
- Construcción de la sobrecarpeta de concreto sobre la superficie existente.

503.05 Bacheo de la superficie existente

El bacheo se debe realizar en los sitios en donde existen huecos que involucren la capa de rodamiento asfáltica y la base. El procedimiento es el siguiente:

- Identificación de la falla.
- Demarcación del área a reparar alrededor del hueco.

- Demolición y retiro de la carpeta asfáltica; excavación y retiro del material de base hasta encontrar material sano.
- Compactación de la base remanente.
- Colocación del material de relleno hasta el nivel superior de la capa asfáltica.

503.06 Fresado del pavimento asfáltico

Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante su fresado en frío; de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del Ingeniero.

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el Ingeniero observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su inmediata reparación o reemplazo.

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el Contratista deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

El fresado se efectuará sobre el área que determine el Ingeniero, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente. El espesor del mismo será el indicado en las especificaciones del proyecto.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto. Durante el manipuleo del material fresado, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En caso de requerirse el fresado en proximidades a estructuras y en otros sitios inaccesibles a este equipo, el pavimento deberá perfilarse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Contratista, los trabajos de fresado no deberán producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca de la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que en dichos elementos se ocasionen durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, la Administración estará facultada

para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el m², aproximado al entero, de superficie fresada de acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Ingeniero.

503.07 Materiales

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.02 Materiales, de estas especificaciones.

503.08 Dosificación y resistencia

Deberán estar conformes con los requeridos en la Subsección 501.03 Diseño de mezcla de concreto hidráulico.

503.09 Operaciones de construcción

Deberán estar acordes con lo establecido en la Subsección 501.04 Control de calidad del concreto.

503.10 Acabado superficial

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.09 Acabado de la superficie, de estas especificaciones.

503.11 Curado

Deberá satisfacer los requerimientos de la Subsección 501.10 Curado, de estas especificaciones.

503.12 Juntas

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.11 Juntas, de estas especificaciones.

503.13 Sellado de juntas

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.12 Sellado de juntas, de estas especificaciones.

503.14 Comprobación de la superficie

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.13 Comprobación de la superficie, de estas especificaciones.

503.15 Control de regularidad (IRI) en las sobrecapas de concreto.

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.14 Control de la regularidad en pavimentos de losas de concreto hidráulico, de estas especificaciones.

503.16 Control de la textura superficial

Debe satisfacer los requerimientos establecidos en las especificaciones del proyecto.

503.17 Protección del pavimento

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.15 Protección del pavimento, de estas especificaciones.

503.18 Apertura al tránsito

Conforme a los requerimientos establecidos en la Subsección 501.16 Apertura al tránsito, de estas especificaciones.

503.19 Aceptación

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.17 Aceptación, de estas especificaciones.

503.20 Medición

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.18 Medición, de estas especificaciones.

503.21 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos

para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

Deberá estar conforme con lo establecido en la Subsección 501.19 Pago, de estas especificaciones. El costo de preparación de la superficie existente se considera incluido dentro de este renglón de pago, por lo que el Contratista deberá incorporarlo en el precio unitario de la sobrecapa de concreto hidráulico.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.503.01	Sobrecapa de concreto hidráulico	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 504 PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO HIDRÁULICO

504.01 Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro y la colocación de adoquines de concreto sobre una cama de arena previamente preparada, compactados, sellados y confinados lateral e internamente sobre una superficie, de acuerdo con estas especificaciones, de conformidad con el trazado, rasantes y secciones típicas indicadas en los planos del proyecto.

504.02 Materiales

Los materiales deberán estar conforme con las siguientes Subsecciones:

Arena para cama de soporte de adoquines	703.19
Arena para sello de adoquines	703.20
Adoquines	725.23

504.03 Operaciones previas y equipo

Los adoquines deberán ser entregados en la condición original de manufactura en paquetes o contenedores sin alterar. Se deben descargar en el sitio de construcción de manera tal que no se produzca daño a los adoquines por esta operación (preferiblemente con montacargas o equipo similar).

Los adoquines se deben almacenar de manera que se mantengan libres de polvo, tierra, barro u otro material extraño. La arena de la cama de soporte y el sello de juntas se deberá almacenar tal que se cubra de la lluvia y del viento, utilizando algún método aprobado por la Administración.

El equipo básico necesario para los trabajos consistirá en elementos para el transporte ordenado de los adoquines que impida la alteración de calidad de las piezas, vehículos para el transporte de la arena, una vibrocompactadora de placa que no exceda un área de 0,5 m² y herramientas manuales como rieles, reglas, enrasadoras, palas, llanetas, codales, cepillos de cerdas, y otras de uso común en estos trabajos.

La vibrocompactadora deberá ser de baja amplitud con capacidad no menor que 22 kN a una frecuencia de 75 - 100 Hz para la vibración de los adoquines sobre la arena.

Requerimientos para la construcción

504.04 Preparación de la superficie de la base

Para la construcción de pavimentos de adoquines se deberá realizar el diseño estructural de la estructura del pavimento para determinar el espesor y el tipo material de cada capa, siendo la capa de base la de mayor importancia para el soporte de los adoquines. El diseño estructural determinará la necesidad del uso de geosintéticos. El diseño del drenaje lateral se realizará según las condiciones particulares de cada sitio.

Antes de colocar la cama de arena, la superficie de la base existente no debe tener desviaciones en la elevación de la rasante mayores a 10 mm en 3 m, al medirla con una regla o vara. La cama de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se colocarán los adoquines, haya sido aprobada de acuerdo con las especificaciones del proyecto y las cotas en el sitio cumplan con las indicadas en los planos o definidas por la Administración. Todas las irregularidades que excedan los límites especificados deberán corregirse, a plena satisfacción de la Administración.

La capa de base será conformada con la pendiente transversal requerida en los planos y especificaciones del Contrato. La pendiente transversal (bombeo) deberá estar entre 2,5 y 3 % conformada en la corona, con una transición gradual en el centro de la calzada para evitar la abertura de juntas en la capa de adoquines.

Las características físicas, resistencia y compactación mínima de la capa de base, deben cumplir con lo establecido por la Administración para el tipo de capa que se vaya a utilizar.

504.05 Confinamiento

Los pavimentos de adoquines deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular. También deberán contar con confinamiento transversal en tramos con pendiente longitudinal del camino de acuerdo con lo establecido a continuación. Incluso, cuando exista un cambio en el patrón del adoquinado, se debe proveer del confinamiento adecuado para tal efecto.

En la Tabla 504-01 Tipos de confinamiento según la aplicación, se muestran tipos de confinamiento que se pueden considerar según el tipo de aplicación.

Tabla 504-01

Tipos de confinamiento según la aplicación

Aplicación	Prefabricados de concreto y roca cortada	Acero y aluminio	Plástico	Concreto hidráulico vertido en sitio
Aceras sin tráfico vehicular	x	x	x	x
Paso peatonal en calles de asfalto o concreto	x	x	x	x
Entradas comerciales e industriales	x			x
Todo tipo de calles	x			x
Cubiertas de alcantarillas y eléctricas	x			x
Terminales de camiones				x

En las siguientes figuras se detallan algunos esquemas que representan los diferentes tipos de confinamiento:

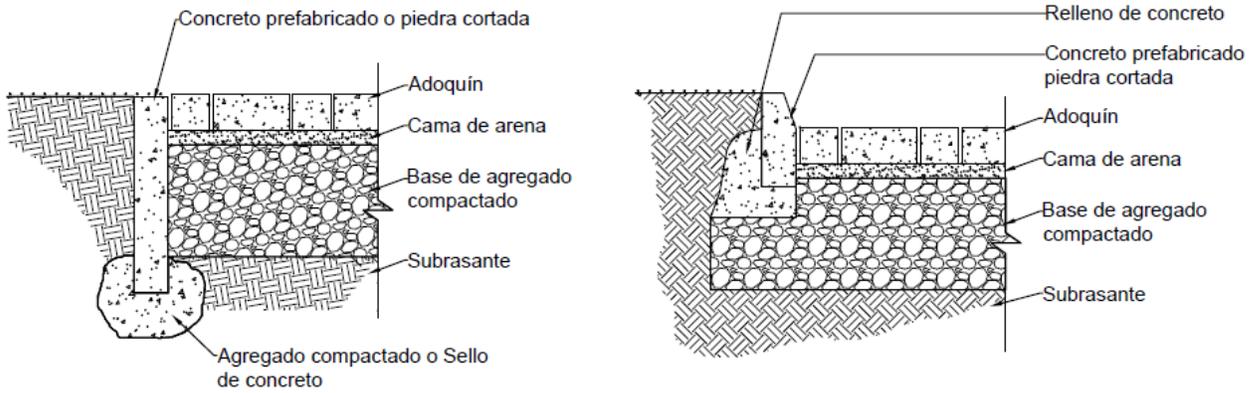


Figura 504-01

Esquema de confinamiento con prefabricados de concreto y roca cortada.

Adaptado de Especificación Técnica N°3 (ICPI, 2003)

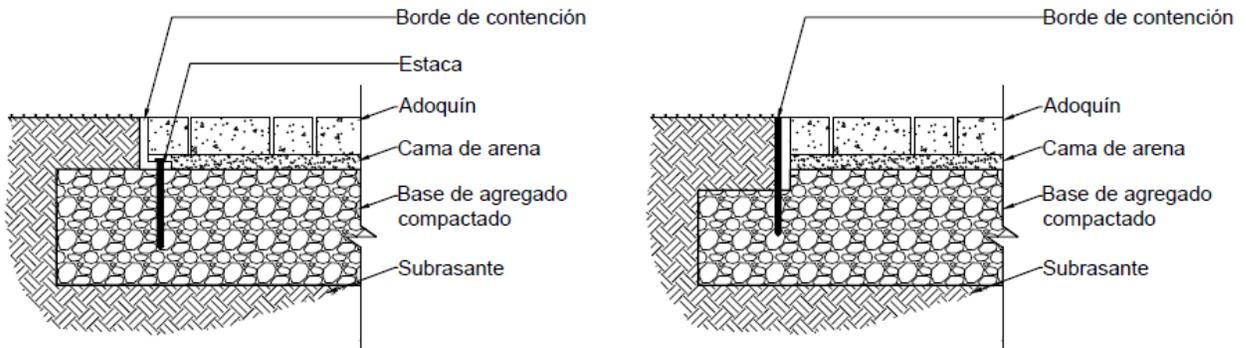


Figura 504-02

Esquema de confinamiento con aluminio y acero.

Adaptado de Especificación Técnica N°3 (ICPI, 2003)

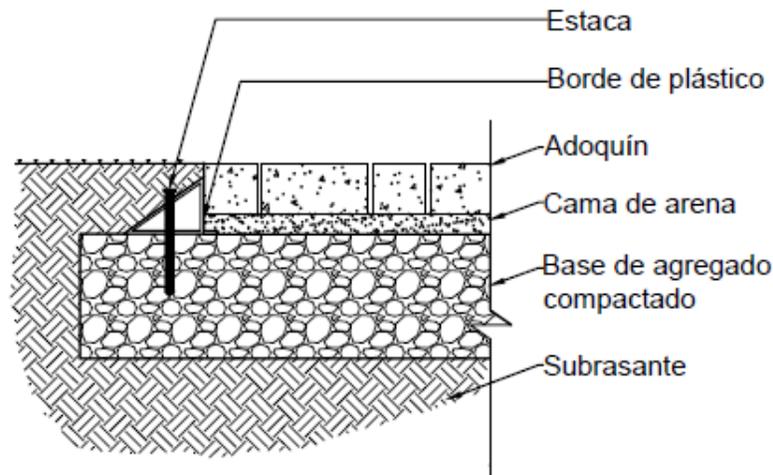


Figura 504-03

Esquema de confinamiento con plástico

Adaptado de Especificación Técnica N°3 (ICPI, 2003)

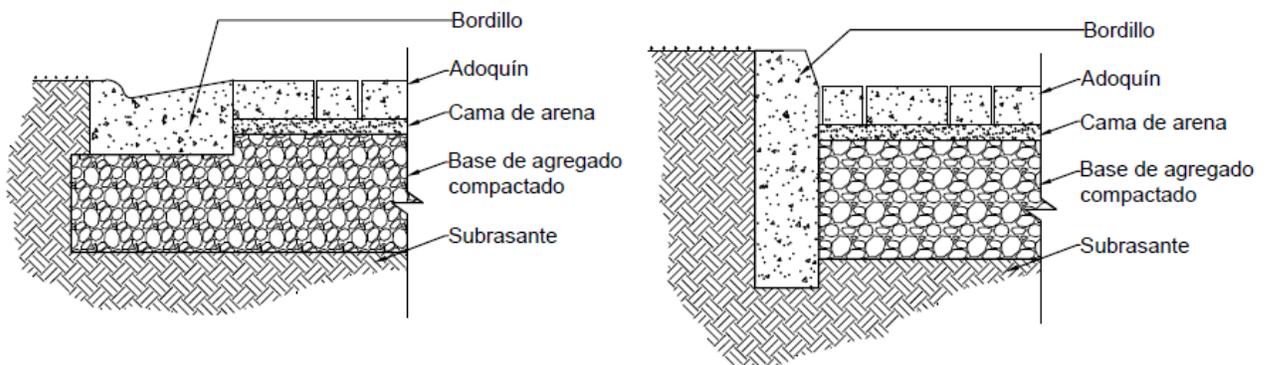


Figura 504-04

Esquema de confinamiento con concreto hidráulico vertido en sitio.

Adaptado de Especificación Técnica N°3 (ICPI, 2003)

504.05.01 Confinamiento lateral

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, 150 mm en la estructura del pavimento (capa de base) que se encuentre bajo la cama de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo, la parte superior del espesor del adoquín después de compactado.

En el caso que la estructura de confinamiento también sirva como elemento de evacuación de agua, por ejemplo, bordillo o cordón y caño, la altura final de este elemento de confinamiento deberá quedar entre 3 y 10 mm más bajo que la parte superior de la pieza de adoquín, con el fin de no impedir el desalojo del agua.

504.05.02 Confinamiento transversal en pendientes

Para zonas en pendiente, la colocación de los adoquines se hará en sentido contrario a esta, utilizando confinamientos internos para reducir la posibilidad de desplazamiento de los adoquines en el sentido de la pendiente. Cuando la pendiente supere un 8 %, los confinamientos internos estilo viga deben ser colocados al menos cada 100 m. Las vigas de confinamiento deben penetrar en la base al menos 150 mm. Las dimensiones de estos elementos son parte del diseño estructural del pavimento de adoquines de forma similar al esquema mostrado en la Figura 504-05 Esquema de confinamiento lateral y transversal.

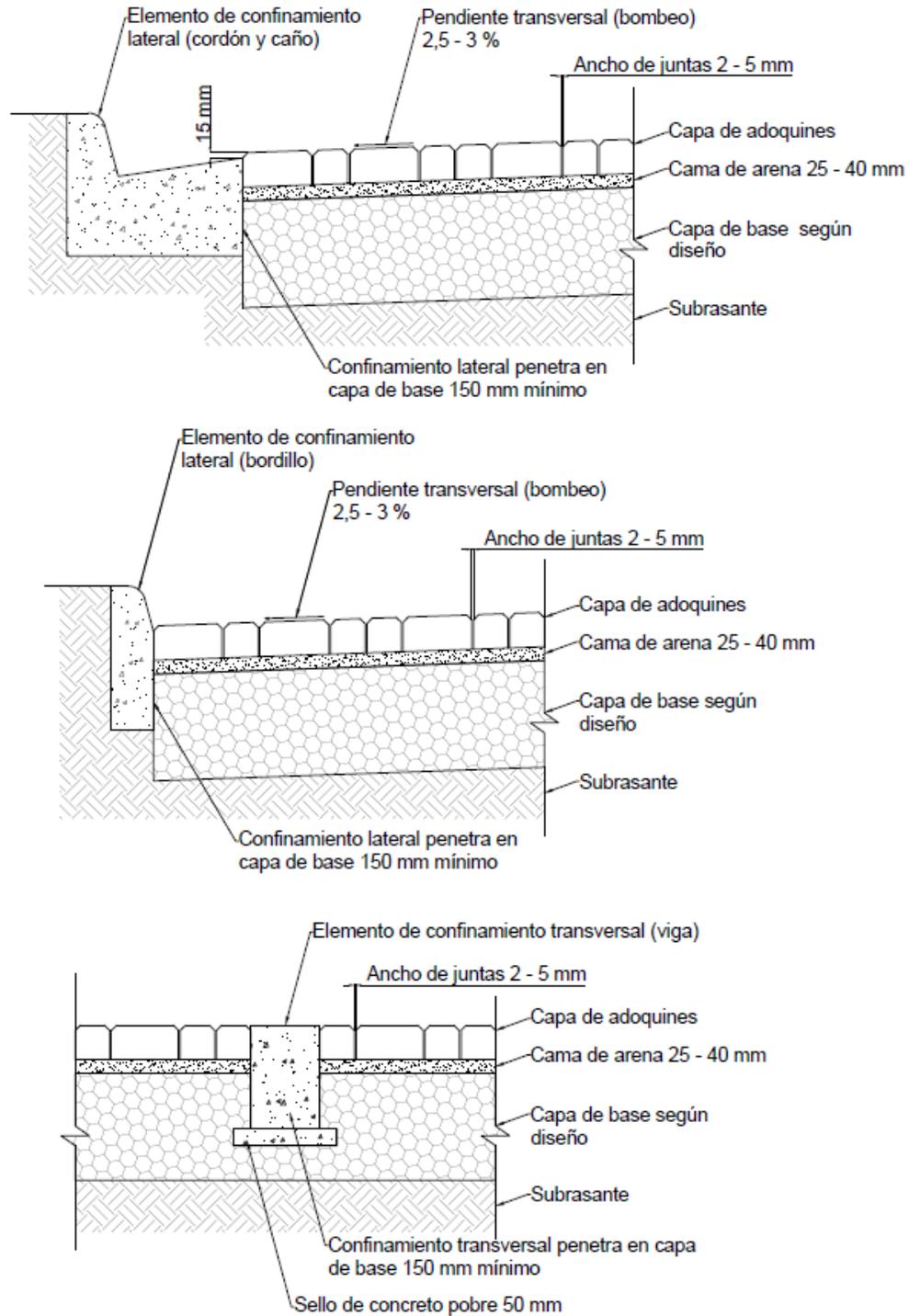


Figura 504-05

Esquema de confinamiento lateral y transversal.

Generado a partir de Especificación Técnica N°3 (ICPI, 2015)

504.06 Colocación y nivelación de la cama de arena

La arena de cama de soporte se colocará con un contenido de humedad entre 6 % y 8 %. El espesor suelto de la capa de arena a colocar deberá estar entre los 25 mm y 40 mm.

La cama de arena deberá ir extendiéndose coordinadamente con la colocación de los adoquines, de manera que al término de la jornada de trabajo no quede expuesta.

504.07 Colocación de los adoquines

Los adoquines se colocarán manualmente o por medio del equipo mecánico autorizado previamente por la Administración, directamente sobre la cama de arena nivelada, topando unos con otros sin hacer presión sobre la cama de arena que produzca desplazamiento de la misma. Se utilizarán mazos de hule para hacer los ajustes requeridos, no se recomienda el uso de mazos de metal ni martillos. Los adoquines no se nivelarán en forma individual, pero sí se podrán ajustar horizontalmente para conservar el alineamiento.

En el caso de superficies para tránsito peatonal existen gran variedad de formas y de patrones de colocación. Entre los más comunes se encuentran las formas rectangulares y colocados en hileras, hiladas y espina de pescado. Para el tránsito vehicular la orientación es diversa, sin embargo, si la pendiente longitudinal supera el 10 %, las hiladas se deben colocar transversales a la pendiente de la vía.

Para superficies de tránsito vehicular la forma más común del adoquín es la rectangular, los adoquines pueden colocarse en hiladas (trabadas entre sí), estas deben ir perpendiculares a la dirección de circulación del tránsito, al llegar a curvas o esquinas, se debe girar el patrón de colocación y el cambio será con ajustes que no dañen las piezas de adoquines. En caso de que los adoquines no sean rectangulares, el patrón en hiladas se colocará perpendicular al eje de la vía, sin cambios en curvas o esquinas.

Los adoquines rectangulares también pueden colocarse en espina de pescado, siguiendo un patrón de 45 ° o 90 °, con el fin de reducir la incidencia de arrastre del adoquín y distribuir las cargas de los neumáticos de los vehículos a las capas de la estructura del pavimento, en este caso no se debe cambiar de alineamiento cuando se llega a curvas o esquinas.

Las juntas que queden entre los adoquines de hasta 100 mm de espesor no deben exceder 5 mm ancho, ni ser menores a 2 mm. Para adoquines de espesores de 120 mm, el ancho de la junta puede ser de hasta 6 mm. La colocación deberá seguir patrón uniforme, el cual

se controlará con cuerdas para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal. Las juntas no deberán presentar una desviación de más de ± 15 mm en 15 m.

La capa de adoquines se debe colocar con una pendiente transversal (bombeo) de 2,5 % a 3 %. Lo anterior se debe realizar procurando una conformación en transición de la pendiente transversal desde el centro de la calzada hacia los lados, para evitar aberturas mayores a lo requerido en esta Sección para las juntas.

504.08 Ajustes

Una vez colocados los adoquines en piezas completas dentro de la zona de trabajo, se colocarán ajustes (adoquines cortados en sentido transversal), en las áreas que hayan quedado libres, contra las estructuras de drenaje o de confinamiento. No se deben cortar adoquines en sentido longitudinal, ya que se pueden quebrar durante la operación del tránsito. Adicionalmente, todo adoquín con ajustes (cortado) expuesto al flujo vehicular no debe ser menor que un tercio de la longitud del adoquín completo.

Los cortes de los adoquines se realizarán con las herramientas adecuadas que garanticen una superficie de corte uniforme. Debe evitarse ajustar con piezas cuyo tamaño sea menor que una cuarta parte de la pieza completa de adoquín.

Los ajustes cuya área sea inferior a 2 cm^2 , se efectuarán después de la compactación final, empleando un mortero compuesto por una parte de cemento, cuatro de arena y agua, en cantidad suficiente para dar trabajabilidad al mortero.

504.09 Compactación inicial

Una vez terminados los ajustes, se procederá a la limpieza de la superficie de los adoquines y su compactación inicial, mediante la pasada de una vibrocompactadora de placa; por lo menos dos veces para cada dirección perpendicular entre sí.

El área adoquinada se compactará hasta 2 m del borde del avance de la obra o de cualquier borde no confinado. Al terminar la jornada de trabajo, los adoquines tendrán que haber recibido, al menos, la compactación inicial, excepto en la franja de 2 m, arriba descrita.

Todos los adoquines que resulten dañados (fisurados o con desprendimientos), durante este proceso deberán ser extraídos y reemplazados por cuenta del Contratista.

Cubrir con plásticos, las secciones que no se hayan terminado completamente incluyendo las zonas donde se deben colocar adoquines cortados cerca de los bordes del pavimento. Lo anterior evitará el ingreso de humedad a la cama arena.

504.10 Sello de juntas y compactación final

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicará la arena de sello sobre la superficie en una cantidad equivalente a una capa de 3 mm de espesor, y se barrerá repetidamente y en distintas direcciones, con un escobón, cepillo de cerdas largas y duras o equipo mecánico previamente autorizado por la Administración. En el momento de su aplicación, la arena deberá encontrarse lo suficientemente seca para penetrar con facilidad en las juntas, o en su defecto si se utiliza equipo mecánico, en la condición que el equipo de instalación de arena lo requiera. Simultáneamente, se aplicará la última compactación, durante la cual cada punto del pavimento deberá recibir de cuatro a seis pasadas del equipo, en distintas direcciones; o bien, lo que se determine en el tramo de prueba.

La operación de colocado del sello de juntas y la compactación final, también se hará hasta 2 m del borde del avance de obra o de cualquier borde no confinado.

Si la Administración lo considera conveniente, la compactación se completará con el paso de un rodillo neumático o uno liso de rodillos pequeños; con el fin de reducir posteriores deformaciones del pavimento.

504.11 Limitaciones en la ejecución

Ninguna de las operaciones que forman parte de la construcción del pavimento de adoquines se realizará con lluvia. Si la cama de arena que sirve de apoyo a los adoquines ha soportado lluvia o agua de escorrentía, deberá ser levantada y reemplazada por una arena suelta de humedad baja y uniforme.

Si se tenían adoquines colocados sin compactar ni sellar, la Administración investigará si el agua ha producido erosión de la arena por debajo de las juntas y, en caso de que ello haya sucedido, el Contratista deberá retirar los adoquines y la cama de arena, y repetir todo el trabajo, por su cuenta.

504.12 Apertura al tránsito

El tránsito automotor no se permitirá hasta que el pavimento haya recibido la compactación final y esté completamente confinado y sellado.

504.13 Conservación

Durante un lapso de dos semanas, se dejará un sobrante de arena esparcido sobre el pavimento de adoquines terminado, de manera que el tránsito y las posibles lluvias ayuden a acomodar la arena en las juntas.

No se permitirá lavar el pavimento con chorro de agua a presión, recién terminada su construcción ni posteriormente.

504.14 Calidad del producto terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme, ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas; así como otros parámetros de diseño geométrico y estructural establecidos en los planos constructivos. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa de adoquines construida no podrá ser menor que la indicada en los planos.

La cota de la rasante de cualquier punto del pavimento terminado no deberá variar en más de 10 mm de la proyectada.

Además, la superficie del pavimento terminado no podrá presentar irregularidades mayores que 10 mm, cuando se compruebe con una regla o vara de 3 m, en cualquier punto que escoja la Administración; tanto paralela como transversalmente al eje del camino. Todas las irregularidades que excedan los límites especificados deberán corregirse, a plena satisfacción de la Administración.

504.15 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, 153.04 Plan de Calidad, así como la Tabla 504-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de adoquines de concreto hidráulico.

De manera que:

- La arena se aceptará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 504.02 Materiales.
- Los adoquines de concreto hidráulico serán evaluados conforme lo establecido en las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 504.02 Materiales. Además, de lo indicado en la Tabla 504-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de adoquines de concreto hidráulico.
- La construcción con adoquines de concreto hidráulico será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El relleno para juntas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 703.20 Arena para sello de adoquines.

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del estado del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumple a cabalidad con los requisitos del Contrato.

504.16 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 504 Pavimentos de adoquines de concreto hidráulico, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La unidad de medida del pavimento de adoquines de concreto hidráulico será en metros cuadrados (m²) de pavimento, colocado y terminado, de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por la Administración. Además, las obras de confinamiento aceptadas de acuerdo con lo especificado, se medirán por m.

504.17 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos

para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

La construcción de las obras de confinamiento del pavimento de adoquines deberá ser definida en las especificaciones especiales.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.504.01	Pavimento de adoquines de concreto hidráulico	Metro cuadrado	(m ²)
CR.504.02	Construcción de obras de confinamiento de_____	Metro lineal	(m)

504.18 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 504-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de adoquines de concreto hidráulico, se presentan los requisitos mínimos para aceptación de los materiales; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de autocontrol de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de autocontrol de calidad del Contratista debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 504-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de adoquines de concreto hidráulico, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente cuando corresponda aplicará la subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE/ISO-IEC 17025 en su versión vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 504-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de adoquines de concreto hidráulico ⁽¹⁾

Material	Propiedad	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
Fuente					
Arena para cama de soporte	Granulometría	II	INTE C49	1 por cada 300 m ²	Material
Arena para capa de sello	Granulometría		INTE C46		
Adoquines de concreto hidráulico	Características geométricas	-	INTE C129	1 muestra (5 especímenes) por cada 10000 unidades o menos	En sitio, antes de colocarlos
	Absorción de agua ⁽²⁾	II	INTE C50	1 muestra (3 especímenes para cada prueba) por cada 10000 unidades o menos. Pueden ensayarse los especímenes utilizados en la medición de las características geométricas	
	Resistencia a la compresión ⁽²⁾				
	Resistencia a la abrasión ⁽²⁾	-	INTE C128		

Notas:

(1) La Tabla 504-02 corresponde a los ensayos mínimos para aceptación y pago, no para autocontrol de calidad.

(2) Los valores de la absorción de, resistencia a la compresión y la resistencia a la abrasión, serán determinados por el promedio de los resultados obtenidos del número de especímenes indicados.

SECCIÓN 505 PAVIMENTOS DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR)

505.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la elaboración, transporte, colocado y compactado de una mezcla relativamente seca de agregados pétreos, cemento hidráulico, agua y aditivos, así como del prefisuramiento, acabado, curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, todo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el trazado, niveles, gradientes, espesores y secciones típicas mostrados en los planos.

505.02 General

Todos los materiales por usar en el concreto compactado con rodillos, deberán ser aprobados con base en pruebas de laboratorio o certificaciones del fabricante sobre los mismos materiales que se usarán en el proyecto.

- (a) Cemento hidráulico: el cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Subsección 701.01 Generalidades para los cementos hidráulicos, salvo cuando se especifique de otra forma en el Contrato.

- (b) Agregados: El tamaño nominal máximo del agregado no debe exceder de 19 mm, con el fin de minimizar la segregación durante el transporte y colocación del concreto y de obtener texturas de pavimento adecuadas. Los agregados pétreos podrán emplearse en una sola fracción: de 19 mm a 0 mm, o en dos fracciones: gruesa de 19 mm a N°. 4, y fina de N°. 4 a 0 mm. Los materiales que constituyen los agregados, tanto la fracción gruesa como la fina, deberán ser resistentes, duros, durables, limpios y libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas o alargadas, así como de arcilla u otro material inconveniente.
 - (1) Agregado grueso: Podrá estar constituido por roca triturada, grava triturada o por una mezcla de ambos materiales y deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - Pérdida por abrasión, AASHTO T96: 35 máximo
 - Índice de durabilidad, AASHTO T210: 35 mínimo
 - Partículas con una o más caras fracturadas como producto de la trituración (retenido malla N°. 4), FLH T-507: 50 % mínimo

- Contenido de arcilla y partículas friables, AASHTO T112: 3 % máximo
- Sanidad utilizando sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T104: 15 % máximo

(2) Agregado fino: Podrá estar constituido por arena manufacturada por trituración, arena natural, o por una mezcla de ambos materiales y deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Índice de durabilidad, AASHTO T210: 35 mínimo
- Equivalente de arena, AASHTO T176, método de arbitraje: 75 mínimo.
- Libre de materia orgánica o impurezas, según ensayo AASHTO T21
- Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T112: 3 % máximo
- Sanidad utilizando sulfato de sodio AASHTO T104: 15 % máximo

Nota: Cuando los agregados, tanto gruesos como finos, no cumplan todos los requisitos especificados, se podrán emplear si se demuestra mediante estudios completos de laboratorio que con similares relaciones de agregado/cemento, se puede obtener CCR de la calidad exigida, que hayan sido empleados en la elaboración de concretos de características similares, que hayan estado expuestos a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo (más de 5 años), y que hayan tenido un comportamiento satisfactorio.

(c) Graduación: la graduación de los agregados, finos y gruesos combinados, deberá ser continua y cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 505-01 Graduación del agregado combinado para mezclas de concreto compactado con rodillo.

Tabla 505-01

Graduación del agregado combinado para mezclas de concreto compactado con rodillo

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T11 y T27)
25,4 mm	100
19,1 mm	84 - 100
12,7 mm	73 - 91
9,5 mm	62 - 81
4,75 mm (N°. 4)	51 - 69
2,36 mm (N°. 8)	39 - 58
1,18 mm (N°. 16)	29 - 48
600 µm (N°. 30)	20 - 38
300 µm (N°. 50)	12 - 29
150 µm (N°. 100)	7 - 20
75 µm (N°. 200)	2 - 10 ⁽¹⁾

Nota:

(1) Cuando se trate de arena manufacturada por trituración, se podrá admitir hasta un 15 % pasando el tamiz N°. 200.

- (d) Agua: el agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento deberá estar limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial para el pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua potable apta para el consumo humano, y deberá cumplir lo especificado en AASHTO T26.
- (e) Aditivos: se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares del pavimento por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados antes de su aplicación en la obra, y mediante el certificado de calidad del fabricante con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado. Los aditivos por emplear deberán ajustarse a lo estipulado en las Subsecciones 711.02 Aditivos inclusores de aire y 711.03 Aditivos químicos. En todos los casos, el empleo de aditivos en la mezcla de CCR deberá ser aprobado, por escrito, por el Ingeniero.
- (f) Materiales y aditivos para el curado: los materiales y aditivos por emplear deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 711.01 Materiales de curado. Se podrá utilizar también emulsión asfáltica del tipo CRS-1, CSS-1 o emulsiones asfálticas modificadas con aditivos o polímeros, y debiendo cumplir los

requisitos establecidos en la Subsecciones 702.01 Asfalto y 702.02 Asfalto Modificado, 702.03 Emulsión asfáltica.

- (g) Relleno para juntas: los materiales por utilizar deberán cumplir los requisitos establecidos en la Subsección 712.01 Sellantes, sellos y rellenos.

505.03 Dosificación y resistencia

- (a) Dosificación: la dosificación del concreto consistirá en la combinación de los agregados, el cemento, el agua, y aditivos cuando sea necesario, para obtener un concreto que cumpla los requisitos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y otros especificados en el Contrato.

Las mezclas de CCR pueden ser proporcionadas empleando cualquiera de los siguientes métodos:

- Utilizando pruebas de la consistencia del concreto (VeBe modificado, ACI-211.3)
- Utilizando pruebas de compactación de suelos (Proctor modificado utilizando un martillo vibratorio, ASTM C1435)
- Proporcionamiento determinando la consistencia del concreto: deben determinarse primero los parámetros que intervienen en el diseño, a saber: contenido de agregados, contenido de cemento y contenido de agua. Las experiencias de laboratorio sugieren empezar con contenidos de cemento entre 200 y 300 kg/m³ y humedades entre 6 y 7 %, dependiendo de la absorción de los agregados.
- La consistencia de la mezcla de prueba y su densidad se evaluarán en tiempo VeBe según la norma ASTM C1170, y el tiempo óptimo estará comprendido entre 30 y 40 s, cuando se utilice el sobrepeso de 22,7 kg descrito en esa norma (método A).
- Proporcionamiento utilizando el Proctor modificado: los aparatos y la energía de compactación utilizados para elaborar los especímenes que corresponden al método ASTM C1435.
- Se establecen curvas de densidad-humedad sobre un rango de contenidos de cemento, para determinar el contenido de cemento que se ajuste a los requisitos de diseño. Se compactan los especímenes para las pruebas de

resistencia, utilizando el contenido de humedad óptima para cada contenido de cemento.

- De estas pruebas, se establece una curva de resistencia versus el contenido de cemento, de donde se selecciona el contenido de cemento de diseño, que es el que cumple los requisitos de resistencia y durabilidad del pavimento, el cual es expresado como un porcentaje del peso seco total de los materiales (cemento y agregados).

(b) Plazo de trabajabilidad: se deberá determinar el plazo de trabajabilidad por el método de la compactación diferida. El plazo de trabajabilidad se define como aquel en que la densidad seca obtenida en el ensayo Proctor modificado es el 98 % de la correspondiente a $t = 0$; es decir, efectuando la compactación inmediatamente después de terminar el mezclado. El plazo de trabajabilidad depende del tipo de obra, y debe ajustarse a los valores señalados a continuación:

Tabla 505-02

Plazo de trabajabilidad según tipo de obra

Tipo de obra	Plazo mínimo en horas
Sin tráfico	3
Con tráfico	4

Para alcanzar estos valores, se pueden utilizar aditivos retardadores de fraguado y la dosis se determinará en función del plazo especificado.

- (c) La capacidad de soporte inmediata: posibilita la correcta compactación con rodillos vibrantes. Para ello se someten a ensayo, inmediatamente después de moldeadas, las probetas compactadas al 97 % de la densidad máxima ($D_{m\acute{a}x}$) al ensayo valor de soporte CBR, el que debe resultar igual o mayor al 80 %.
- (d) Resistencia: la resistencia del concreto por utilizar en los pavimentos de concreto compactado con rodillo, será su resistencia a la flexotracción (módulo de ruptura), establecida en los planos o en las especificaciones especiales. La resistencia se verificará en especímenes moldeados durante el colocado del concreto, correspondientes a vigas estándar compactadas, curadas y ensayadas según las normas ASTM C78 y ASTM C31/31M. Alternativamente, se podrán moldear especímenes para el control de la resistencia a la compresión, según ASTM C1435,

en cuyo caso se deberá establecer la correlación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexotracción del concreto utilizado en la pavimentación.

505.04 Equipo, mezclado y colado

El concreto compactado con rodillo deberá construirse con cualquier combinación de equipo que produzca un pavimento que se ajuste en todo a los requisitos de mezclado, transporte, colocado, compactado, acabado y curado según se establece en esta Sección.

- (a) Planta de mezclado: la planta de mezclado debe estar localizada a una distancia tal que el transporte de la mezcla al sitio de colocado no dure más del 50 % del plazo de trabajabilidad. La planta debe ser capaz de producir la mezcla seca para la pavimentación en las proporciones definidas en el diseño de mezcla aprobado, dentro de las tolerancias especificadas. Su capacidad debe ser suficiente para producir una mezcla uniforme en las cantidades compatibles con el equipo de colocado. Se podrán utilizar plantas centrales de dosificación y mezclado para el concreto, plantas de dosificación y mezcladoras portátiles, plantas centrales continuas o discontinuas para mezclas asfálticas en conjunto con mezcladoras portátiles de concreto. En todos los casos, las plantas deberán estar equipadas con aditamentos alimentadores y medidores, por peso o volumen, que garanticen las proporciones correctas de agregados, cemento, aditivos y agua, de tal forma que se mantengan dentro de las siguientes tolerancias.

Tabla 505-03

Tolerancias según material

Material	Variación (% por peso)
Cemento	± 2,0
Agua	± 3,0
Agregados	± 4,0

- (b) Transporte: para el transporte del concreto desde la planta hasta la obra, se utilizarán camiones de volteo, equipados con dispositivos para proteger el concreto de la lluvia o la excesiva evaporación. Cuando las condiciones de temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura del concreto se combinen para producir una alta evaporación, se deberá rociar la superficie del concreto expuesta en el camión de transporte con un aditivo reductor de evaporación, aprobado por el Ingeniero. El número de camiones deberá ser suficiente para

garantizar la adecuada y continua entrega del concreto a la pavimentadora. En el transporte con camiones de volteo, el tiempo de transporte-descarga no deberá exceder el 50 % del plazo de trabajabilidad establecido en el diseño de la mezcla, contado a partir del momento en que el concreto se descarga del mezclador.

- (c) Colocado: la colocación del concreto se realizará, preferentemente, con pavimentadora asfáltica o pavimentadora para concreto (con reglas de alta vibración), provista de elementos mecánicos que aseguren una correcta distribución y una elevada compactación del concreto. Además, deberán disponer de los medios electrónicos necesarios para efectuar el control automático de la nivelación del pavimento que se coloca. No se permitirá, salvo en caso de una emergencia puntual, y siempre con la aprobación previa del Ingeniero, el uso de motoniveladora para colocar este tipo de pavimentos.
- (d) Compactado: el CCR se compactará una sola capa a la vez, para lo cual se dispondrá de un equipo de compactación adecuado, que deberá ser aprobado por el Ingeniero, y que deberá ser capaz de conseguir la densidad especificada dentro del plazo previsto. Para la compactación inicial, el equipo consistirá de un rodillo liso con vibración y carga estática superior a 10 t. Para la compactación final, se podrá utilizar un rodillo liso sin vibración, o, alternativamente, un rodillo neumático de igual o mayor peso, y una presión de inflado superior a 0,8 MN/m² (8 kg/cm²).

Requerimientos para la Construcción

505.05 Control de calidad del concreto

El Contratista será responsable del control de calidad de todos los materiales durante las operaciones de manejo, combinación, mezclado y colocación, según lo establecido en la Subsección 505.04 Equipo, mezclado y colado y en estricto apego a lo indicado en la Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo.

505.06 Limitaciones meteorológicas

El concreto se deberá colocar a una temperatura entre 5 y 30 °C. En caso de condiciones calurosas o ventosas, que produzcan una evaporación excesiva, mayor de 0,5 kg/m²-h, el Contratista deberá tomar las precauciones dispuestas en la Subsección 501.05 Limitaciones meteorológicas, de estas especificaciones; con el fin de minimizar la pérdida

de humedad debido a la evaporación. De ser necesario, se deberá rociar la superficie del concreto recién colocada y expuesta, con un aditivo reductor de evaporación, aprobado por el Ingeniero. No se permitirá la colocación de CCR en caso de lluvia, para evitar producir erosión o cualquier tipo de daño. Los camiones de transporte deberán utilizar manteados o cubiertas durante las condiciones climáticas adversas.

505.07 Tramo de prueba y ajuste de la fórmula de trabajo

Antes de iniciar las labores de colocación del concreto, se realizará un tramo de prueba. La longitud de este tramo no será menor de 50 m y en el ancho de carril, y será construido preferentemente fuera de la calzada por pavimentar, o en un área no crítica, según sea ordenado por el Ingeniero. El tramo de prueba servirá para verificar que la trabajabilidad y resistencia del concreto producido; que los medios de transporte y colocado del concreto son satisfactorios; que los medios de compactación propuestos son capaces de compactar el concreto en todo el espesor del pavimento; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado; que las juntas en fresco y las juntas en frío se realizan correctamente; y que se cumplen las especificaciones establecidas para la regularidad superficial. En caso de que los resultados de este tramo de prueba no sean satisfactorios, se deberán construir los tramos de prueba necesarios hasta obtener resultados satisfactorios, para lo cual se introducirán variaciones en los equipos, métodos de ejecución, incluso ajustes en la dosificación del concreto, hasta obtener un pavimento que cumpla con las condiciones exigidas en las especificaciones.

505.08 Colocación del concreto

El concreto deberá colocarse sobre una superficie preparada con anterioridad, de acuerdo con los planos y las especificaciones especiales, y aprobada por el Ingeniero. Esta superficie deberá ser previamente humedecida, para evitar la pérdida por absorción del agua de mezclado.

Todo el CCR deberá colocarse con una pavimentadora aprobada, conforme a lo indicado en el aparte c) de la Subsección 505.04 Equipo, mezclado y colado, y se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La pavimentadora deberá trabajar en una forma de operación estable y constante, evitando las paradas y arranques. La colocación del concreto deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por un lapso mayor al 75 % del plazo de trabajabilidad

establecido; en este caso, el Contratista deberá formar una junta de construcción fría antes de continuar con el colocado del concreto.

- La velocidad máxima de avance de la pavimentadora no debe superar los 3 m/min, excepto si se demuestra, a satisfacción del Ingeniero, que a velocidades mayores se puede obtener un producto final sin defectos.
- La superficie del pavimento de CCR lograda por la pavimentadora, debe ser lisa, uniforme y continua, sin excesivos desgarres, lomos o segregación de agregados.
- Todas las áreas inaccesibles a la pavimentadora o a los compactadores deberán construirse con concreto convencional colado en sitio, de una resistencia a la compresión especificada por el Ingeniero.
- El espesor de la capa de concreto compactado con rodillo debe ser el indicado en planos. Si el espesor total del pavimento indicado en los planos es igual a 300 mm o mayor, se deben colocar dos capas. Ninguna capa será menor de 100 mm ni mayor de 300 mm. En la construcción multicapa, la segunda capa debe ser colocada y compactada en un tiempo máximo equivalente al plazo de trabajabilidad de la primera capa. Si se supera este tiempo, la interfaz entre la primera y la segunda capa debe ser considerada como una junta fría, y deberá ser tratada como se indica más adelante.
- La pavimentación de carriles adyacentes debe hacerse en un tiempo máximo equivalente al plazo de trabajabilidad del primer carril. Si pasa más de ese tiempo entre la colocación de capas adyacentes, la junta vertical entre carriles se considerará como una “junta fría”, y deberá ser tratada como se indica más adelante. El Ingeniero podrá aumentar o reducir el tiempo máximo, de acuerdo con las condiciones ambientales de temperatura, viento y humedad. Se podrán utilizar pavimentadoras en formación tándem para evitar la formación de juntas frías.

505.09 Compactación

El proceso de compactación deberá iniciarse tan pronto como se haya colocado el concreto. Para no perjudicar la regularidad superficial, deben efectuarse unas pasadas previas del rodillo liso sin vibración; a continuación, las pasadas necesarias vibrando, en número suficiente para lograr la densidad especificada; se entiende por “pasada” el trayecto completo de ida y vuelta del rodillo. Al final, se podrá pasar el rodillo neumático para mejorar la terminación de la losa eliminando las posibles deficiencias generadas por el paso del

rodillo liso. La secuencia y el número de pasadas se determinarán en el tramo de prueba, que deberá realizarse con todo el equipo para su aprobación definitiva.

Durante el proceso de compactación pueden ser necesarios riegos de agua finamente pulverizada, para mantener la humedad óptima y asegurar que la superficie permanezca húmeda, pero sin formar charcos (acumulaciones de agua).

La densidad por alcanzar debe ser igual o mayor al 97 % de la densidad máxima obtenida para la mezcla, determinada según la Subsección 505.03 Dosificación y resistencia. El control de compactación se realizará utilizando el densímetro nuclear (AASHTO T1040).

La colocación, conformación y compactación del concreto se efectuará durante el período de luz diurna, o durante la noche utilizando una adecuada instalación eléctrica para lograr una correcta iluminación.

El proceso de compactación deberá quedar totalmente terminado dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.

Dependiendo del tipo de pavimentadora utilizado en la distribución del concreto, y de las características de la capa por colocar, puede no ser necesario realizar una compactación adicional con rodillos, puesto que la densidad alcanzada puede ser suficiente para asegurar una buena calidad del concreto y del acabado superficial, conforme con los requisitos exigidos.

505.10 Curado

Inmediatamente después de completar las operaciones del compactado y tan pronto como no exista la posibilidad de dañar el pavimento, la superficie total del concreto colocado deberá mantenerse húmeda hasta que se le aplique un sello de curado aprobado.

- (a) Método del curado con compuesto: la superficie total del pavimento se rociará uniformemente con un compuesto que contenga un pigmento blanco, especial para el curado, inmediatamente después del acabado de la superficie y antes de que tenga lugar el proceso de fraguado del concreto. El compuesto para la cura no deberá aplicarse bajo condiciones de lluvia.

El compuesto para la cura deberá aplicarse a presión, a una razón aproximada de 1 L por cada 3 m² de superficie, empleando atomizadores mecánicos. El equipo atomizador deberá ser del tipo de atomización completa, equipado con un agitador

en el tanque. Se permitirá la aplicación manual en lugares con anchos o formas irregulares, así como también en los costados de la losa que queden expuestos.

En caso de que la película resulte dañada por alguna causa dentro de las 72 horas del período de cura, las partes dañadas deberán repararse inmediatamente empleando compuesto adicional.

- (b) Método del curado con emulsión asfáltica: cuando así se haya establecido, o como un procedimiento alternativo de curado, se podrá aplicar, mediante rociado, un sello de curado con asfalto emulsionado aplicado a presión utilizando una barra rociadora equipada con boquillas, que produzca un rociado fino y uniforme, a una razón aproximada de 1,0 L/m². La proporción exacta la determinará el Ingeniero. Si el curado con emulsión asfáltica no se aplica después del acabado de la superficie, deberá mantenerse continuamente húmeda durante un período de siete días. Si el pavimento va a ser abierto al tránsito, la película de emulsión asfáltica deberá aumentarse a 1,2 L/m², y deberá cubrirse con una capa de arena o material de secado, a razón de 8 kg/m², ajustada por el Ingeniero según la necesidad. La emulsión asfáltica deberá satisfacer los requisitos de la Subsección 702.03 Emulsión asfáltica. Si se prevé el paso de alto tráfico de construcción pesado, la protección con arena puede no ser suficiente, debiendo entonces aplicarse en su lugar un tratamiento superficial bituminoso del tipo definido por el Ingeniero.

505.11 Ejecución de juntas

Durante el proceso constructivo mediante el uso de pavimentadoras, se construirán juntas de acuerdo con el diseño, dimensiones y separación que indiquen los planos, pero en ningún caso la longitud máxima entre juntas será mayor de 25 veces el espesor de la capa de CCR y la relación entre el espaciamiento de juntas longitudinales y transversales deberá mantenerse en un rango entre 0,70 y 1,40.

- (a) Juntas longitudinales: son las juntas que se construyen entre anchos de carriles, paralelas al eje de la vía. Consisten en una ranura del ancho y profundidad indicados en los planos. Podrán ser juntas longitudinales “aserradas” o “de construcción”. Las primeras se realizan cuando se han pavimentado dos o más carriles a la vez. Se construyen aserrando el concreto, con sierras del tipo “soft-cut” o “green-cut”, tan pronto este tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado (generalmente a las 2 o 3 horas de terminada la compactación). El aserrado se

efectuará de tal manera que su borde quede perfectamente vertical. Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con una separación según los planos, un espesor mínimo de 3 mm y una profundidad igual a la tercera parte del espesor de la losa. Las de construcción pueden ser del tipo juntas “frescas” o juntas “frías”.

- Juntas “frescas”: una junta vertical “fresca” se forma entre dos carriles sucesivos de pavimentación cuando el intervalo de tiempo entre la colocación y compactación de esos dos carriles es inferior al plazo de trabajabilidad del primer carril y permite que el sector común a los dos carriles pueda ser compactado en conjunto para formar una junta monolítica entre los dos carriles. Estas juntas frescas se harán dejando de 30 a 45 cm al borde sin compactar durante la operación de compactado del primer carril. Este borde sin compactar se usa para fijar la altura de la pavimentadora al colocar el carril siguiente. Después de la colocación del carril adyacente, la junta longitudinal se compacta centrando el tambor del rodillo sobre la junta y compactando simultáneamente el borde del carril adyacente. La compactación de estas juntas puede requerir un número mayor de pasadas para obtener la densidad requerida.
- Juntas “frías”: se producen cuando, por razones del proceso constructivo, no es posible efectuar la compactación de los bordes de los dos carriles adyacentes dentro del plazo de trabajabilidad del primer carril. Estas juntas se construyen cortando verticalmente con sierra el borde exterior no compactado o redondeado por la compactación del carril correspondiente, y colocando el nuevo carril contra el borde vertical resultante del corte, que debe mantenerse constantemente húmedo y libre de cualquier material suelto.

(b) Juntas transversales

- Juntas de control o transversales de contracción: deberán construirse en el pavimento de CCR para inducir el agrietamiento en lugares preseleccionados. Se construyen aserrando el concreto, con sierras del tipo “soft-cut” o “green-cut”, tan pronto este tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado (generalmente a las 2 o 3 horas de

terminada la compactación). El aserrado se efectuará de tal manera que su borde quede perfectamente vertical. Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con una separación según los planos, un espesor mínimo de 3 mm y una profundidad igual a la tercera parte del espesor de la losa. Las juntas se terminarán de aserrar según el diseño de los planos, y se rellenarán dentro del menor plazo posible. Antes de proceder al relleno, las juntas deberán limpiarse con aire a presión.

- Juntas transversales de construcción: se construyen cortando verticalmente con sierra el extremo redondeado por la salida de los equipos y pavimentando la continuación del carril contra el extremo vertical así obtenido, que ha de mantenerse húmedo y libre de cualquier material suelto. Se dispondrán juntas transversales de construcción al final de cada jornada diaria de trabajo, o cuando el proceso constructivo se interrumpa durante un tiempo superior al 75 % del plazo de trabajabilidad establecido.

(c) Juntas entre capas: cuando el espesor del diseño del pavimento de CCR requiera que su construcción se efectúe en dos capas, y la colocación de la capa superior supere el 50 % del plazo de trabajabilidad establecido para la primera capa, esta deberá mantenerse continuamente húmeda y limpia de cualquier material suelto, antes de la colocación de la capa subsecuente. Dependiendo de las condiciones ambientales de temperatura, viento y humedad, el Ingeniero podrá requerir el uso de lechada de cemento o mortero entre capas, las cuales se colocarán inmediatamente antes de colocar la siguiente capa.

505.12 Sellado de juntas

El sellado de las juntas deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en la Subsección 501.12 Sellado de juntas de estas especificaciones generales, una vez que el CCR alcance el 80% de la resistencia esperada.

505.13 Comprobación de la superficie

La superficie del pavimento deberá revisarse con un escantillón de 3 m, tan pronto como se haya endurecido el concreto. Las zonas que muestren puntos más altos de 6 mm, pero que no excedan 13 mm en 3 m, deberán ser señaladas e inmediatamente corregidas con una herramienta esmeriladora aprobada, hasta que tales zonas no muestren diferencias en la superficie mayores de 6 mm, al ser revisadas con la regla de 3 m. Cuando la diferencia con

el perfil correcto sea mayor de 13 mm, el pavimento deberá removerse y reponerse por cuenta del Contratista.

505.14 Apertura al tránsito

El pavimento de CCR podrá abrirse al tránsito cuando el sello de curado aplicado haya adquirido sus propiedades definitivas. Se permitirá el tránsito liviano regulado de baja velocidad, después de dos horas de terminado el proceso. Se deberá proporcionar un auto piloto que guiará el tránsito a través del área construida, a una velocidad máxima de 20 km/h durante las primeras 24 horas. Antes de la apertura al tránsito, deberá limpiarse el pavimento y haberse terminado de aserrar las juntas.

505.15 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo.

De manera que:

- El material para la elaboración de pavimentos de concreto compactado con rodillo será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Deberá suministrarse una certificación de producción para el cemento hidráulico.
- La resistencia a la compresión y flexotracción del concreto será evaluada según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, de acuerdo con la Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo.
- La construcción con concreto compactado con rodillo (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las

Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, de acuerdo con la Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo.

- Los materiales y aditivos para el curado se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación y 711.01 Materiales de curado.
- Los aditivos se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 711.02 Aditivos inclusores de aire y 711.03 Aditivos químicos.
- La emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 702.01 Asfalto, 702.02 Asfalto modificado y 702.03 Emulsión asfáltica.
- El relleno para juntas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y la Sección 712 Material para juntas.

505.16 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 505 Pavimentos de concreto compactado con rodillo (CCR), para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La cantidad que se pagará bajo este renglón será la cantidad de metros cuadrados (m^2) de pavimento de concreto compactado con rodillo colocado y aceptado en la obra terminada. El ancho objeto de medición será el ancho del pavimento mostrado en la sección transversal típica e los planos, y los ensanchamientos adicionales ordenados por el Ingeniero. La longitud se medirá horizontalmente a lo largo de la línea centro.

505.17 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesario, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos

para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección que incluye el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo el material para las juntas, así como los aditivos si se han utilizado; de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se efectuará ningún pago adicional por aquellas secciones de pavimentos que tengan un espesor promedio mayor del señalado en los planos.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.505.01	Pavimentos de concreto compactado con rodillo	Metro cuadrado	(m ²)

505.18 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo, se presentan los requisitos mínimos para aceptación de los materiales; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de autocontrol de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de autocontrol de calidad del Contratista debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 505-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente cuando corresponda aplicará la subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE/ISO-IEC 17025 en su versión vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 505-04

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pavimento de concreto compactado con rodillo

Material	Propiedades o características	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
Producción y control en sitio					
Concreto de cemento hidráulico	Graduación	-	AASHTO T11 y T27	1 grupo por cada 2000 m ² , pero no menos de 1 set por día	En sitio de descarga
	Resistencia a la compresión ^(1, 2)	II	AASHTO T1435		
	Resistencia a la flexotracción ^(1, 2)	II	AASHTO T78 y C31		
Producto terminado					
Pavimento de concreto compactado con rodillo	Control de densidad y humedad en sitio	II	AASHTO T1040	1 control por cada 500 m ² , pero no menos de 1 control por carril por día	En sitio, después de la Compactación final
	Espesor de pavimento ⁽³⁾	II	AASHTO T24	1 núcleo cada 2000 m ²	En sitio, después del período de

Notas:

- (1) Se deberá confeccionar 4 especímenes para ensayos a la compresión y 4 para la flexotracción.
- (2) Tanto la resistencia a la compresión como a la de flexotracción, será determinada por el promedio de la resistencia de dos especímenes fallados a los 28 días. Cuando se ha establecido una correlación confiable entre el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión, se podrá utilizar esta última para controlar la resistencia del concreto.
- (3) La evaluación estadística no aplica si el pavimento se paga por m³.

Construcción
de puentes

División

550

DIVISIÓN 550: CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SECCIÓN 551 HINCA DE PILOTES

551.01 Descripción

Este trabajo consiste en proveer e hincar pilotes. Este trabajo también comprende el suministro y la colocación del acero de refuerzo y del concreto en pilotes con cubierta de acero rellenos con concreto y en pilotes de tubo rellenos con concreto.

Los pilotes son clasificados como: pilotes de acero con sección H, pilotes de cubierta de acero, rellenos de concreto, pilotes de tubo rellenos con concreto, pilotes de concreto prefabricado, pilotes de concreto preesforzados, tablestacas, y pilotes de madera. Las pruebas de carga en los pilotes se especifican como estáticas o dinámicas.

551.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Pintura	708
Acero de refuerzo	709.01
Acero preesforzado	709.03
Pilotes de madera sin tratar	715.01
Pilotes de madera tratados	715.02
Pilotes de concreto	715.03
Cascos de acero	715.04
Tubos y placas de acero	715.05
Pilotes de acero estructural tipo H	715.06
Tablestacas	715.07
Zapatas de pilotes	715.08
Traslapes	715.09
Lechada (relleno fluido)	725.22

Requerimientos para la construcción

551.03 Equipo para la hincada de pilotes

El equipo para el hincado debe cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Martinetes

- (1) Martinetes de gravedad: Los martinetes de gravedad deben ser usados únicamente para hincar pilotes de madera. Se usará el martinete con un mazo que pese entre 900 y 1600 kilogramos (kg), y se limitará la altura de caída a 4,5 metros (m). El peso del mazo debe ser mayor que el peso de la corona y del pilote, juntos. Se usarán guías del martinete para asegurar el impacto concéntrico en la corona.
- (2) Martinetes de diésel de final abierto: Los martinetes de diésel de final abierto (de acción sencilla) deben estar equipados con un dispositivo que puede consistir en anillos en el mazo o una escala (aguja) que se extienda sobre la culata del mazo para permitir la determinación visual del golpe del martinete. Se someterá a aprobación un gráfico provisto por el fabricante del martinete que señale como se iguala la carrera del émbolo y el número de golpes por minuto del martinete. Si se aprueba, deberá usarse una velocidad contra la carrera del émbolo.
- (3) Martinetes de diésel de final cerrado: Se debe presentar un gráfico; para calibrar el funcionamiento efectivo del martinete durante 90 días de uso, igualando el rebote en la cámara de presión a la energía equivalente o carrera del émbolo del martinete. Se usará un medidor visible desde el nivel de suelo. Se calibrará el dial del medidor de presión tomando en cuenta las pérdidas en las mangueras. Se verificará la precisión del medidor calibrado durante la operación de hincadura, asegurando la consistencia del rebote del martinete (cuando se levanta) en la cámara de presión, cuando se dé la máxima energía, de acuerdo con las especificaciones del martinete. No se usarán martinetes de diésel de final cerrado que no alcancen, al iniciar la subida, la máxima relación de energía de rebote de la cámara de presión, del martinete especificado.
- (4) Martinetes de aire o vapor: Se usará la planta y el equipo para martinetes de aire y vapor con una capacidad suficiente para mantener el volumen y la presión especificados por el fabricante del martinete. Se equipará el

martinete con medidores de presión, de precisión adecuada y que sean de fácil acceso. Se usará un martinete cuyo peso del mazo sea igual o mayor que un tercio del combinado del conjunto pilote – corona. El peso combinado debe ser de por lo menos 1250 kilogramos (kg).

Se medirá la presión de entrada de los martinetes de aire o vapor de doble acción o de acción diferencial, con un manómetro de aguja, ubicado en la cabeza del martinete, cuando se hincan pilotes de prueba. Si se requiere, se debe medir también la presión de entrada, cuando se hinquen pilotes definitivos. Se debe efectuar la calibración de presión contra velocidad, para condiciones específicas de hincadura, como una alternativa para medidas periódicas con un manómetro de aguja.

- (5) Martinetes vibratorios sin impacto: No se deben usar martinetes sin impacto, como son los martinetes vibratorios, a menos que sea permitido por escrito o especificado en el Contrato. Si estos martinetes son permitidos, se deben usar para hincar pilotes definitivos, solo después de que la elevación de extremo del pilote, o longitud del empotramiento para un soporte seguro de la carga sobre el pilote, hayan sido establecidas por medio de pruebas de carga estáticas o dinámicas. Se debe controlar la instalación de pilotes, cuando se usan martinetes vibratorios, por medio del consumo de energía, la velocidad de penetración, la elevación del extremo especificada, o cualquier otro método aceptable, que garantice la capacidad requerida de carga del pilote. Se debe hincar uno de cada diez pilotes, con un martinete de impacto, con energía adecuada para verificar si se está obteniendo la capacidad requerida del pilote.

(b) Aceptación del equipo de hincadura de pilotes

Se utilizará el equipo para hincar pilotes de un tamaño tal que permita que los pilotes permanentes sean hincados, con un esfuerzo razonable a la profundidad requerida sin que ocurra ningún daño en el pilote.

La Administración evaluará la conveniencia del equipo y aceptará o rechazará el sistema de hincadura, dentro de los 14 días siguientes al recibo de la información de los pilotes y del equipo de hincadura. La aceptación de ese equipo, se basará en un análisis por ecuación de onda, u otro método aceptado. Se requieren pruebas de

carga dinámica cuando la capacidad fundamental del pilote excede 2400 kilogramos (kg), o cuando se usen pilotes de concreto prefabricado y preesforzado. Cuando el análisis de ecuación de onda no se usa, la aceptación del equipo de hincadura de pilotes se basará en la energía mínima del martinete que se muestra en la Tabla 551-01 Eficiencia de los martillos para el análisis de la ecuación de onda. La aceptación de un martinete en relación con el esfuerzo (del daño) de hinca de pilotes, no exonera al Contratista de la responsabilidad relativa a pilotes dañados. La aceptación del sistema de hincado de pilotes es específica para el equipo suministrado. Si el equipo propuesto es modificado o reemplazado, se debe volver a presentar la información necesaria para la aprobación antes de ser usado. El nuevo sistema de hincadura será aceptado o rechazado dentro de los 14 días siguientes a la entrega de la información sobre el pilote, el análisis de la ecuación de onda (si se requiere), y el equipo necesario. Durante las operaciones de hincadura sólo puede usarse el equipo aprobado por la Administración.

- (1) Propuesta del equipo de hincado: Se someterá la información siguiente del equipo propuesto de hincadura, por lo menos con 30 días de anticipación a su uso. Cuando se pidan pruebas de carga dinámica en el Contrato, se debe presentar un análisis por ecuación de onda realizado por un consultor especialista en pilotes que cumpla los requisitos indicados la Subsección 551.11 Pruebas de carga de pilotes. Si las pruebas de carga dinámica no son requeridas, la Administración realizará el análisis por ecuación de onda. Se someterá la información siguiente del equipo propuesto de hincadura, por lo menos con 30 días de anticipación a su uso. Cuando se pidan pruebas de carga dinámica en el Contrato, se debe presentar un análisis por ecuación de onda realizado por un consultor especialista en pilotes que cumpla los requisitos indicados la Subsección 551.11 Prueba de carga de pilotes. Si las pruebas de carga dinámica no son requeridas, la Administración realizará el análisis por ecuación de onda.
 - General: Se indicarán en la estructura y el proyecto, el Contratista o Subcontratista de hincado de pilotes, y los métodos auxiliares de instalación como chorros a presión, perforación previa, y el tipo y uso del equipo.

- **Martinete:** Se indicarán el fabricante, modelo, tipo, número de serie, energía nominal (_____ a _____ longitud de carrera) y modificaciones.
- **Amortiguador del martillo:** Se indicarán material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).
- **Cabezal de martinete.** Se indicarán asa del cabezal y sus accesorios.
- **Amortiguador del pilote:** Se indicarán el material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).
- **Pilote:** Información sobre tipo de pilote, longitud en metros, peso por metro, grosor de las paredes, remate de la punta, área de cortes transversales, capacidad de soporte de diseño descripción de empalme y descripción del tratamiento de la punta.

(2) Ecuación de onda: El número requerido de golpes del martinete, indicado por la ecuación de onda a la capacidad soportante última del pilote, deberá ser entre 3 y 10 por cada 25 milímetros (mm).

Se utilizan las siguientes eficiencias del martillo en el análisis de la ecuación de onda, a menos que esté disponible una información más específica de la eficiencia del martillo.

Tabla 551-01

Eficiencia de los martillos para el análisis de la ecuación de onda

Tipo de martillo	Eficiencia en porcentaje
De acción simple de aire / vapor	67
De doble acción simple de aire / vapor	50
Diesel	72

Además, el esfuerzo del pilote resultado del análisis de la ecuación de onda, no se debe exceder de los valores que amenacen la antigüedad del pilote. El punto de posible daño, es definido para acero, concreto, y madera como sigue:

- a) **Pilotes de acero:** Esfuerzo de compresión del hincado, limitado a 90 % del esfuerzo máximo de cedencia, del acero del pilote.
- b) **Pilotes de concreto:** Los esfuerzos de hincadura en tensión (TS) y compresión (CS) limitados a:

$$TS \leq 0,25(f'_c)^{1/2} + EPV \quad \text{Ec. 551-02}$$

$$CS \leq 0,85 f'_c - EPV \quad \text{Ec. 551-03}$$

Donde:

f'_c = esfuerzo de compresión del concreto a los 28 días, en megapascales (MPa).

EPV = valor del preesfuerzo efectivo.

- c) Pilotes de madera: Limitar el esfuerzo de compresión de hincas a 3 veces el esfuerzo permitido para diseño estático.

- (3) Energía mínima del martinete: La energía del equipo de hincas presentada para aprobación y fijada por el fabricante, debe ser al menos, la energía especificada en Tabla 551-02 Energía mínima del martinete, que corresponde a la capacidad última requerida del pilote.

Tabla 551-02

Energía mínima del martinete

Capacidad última del Pilote (kilonewtons, kN)	Energía mínima promedio del martinete (kilojoules, kJ)
≤ 800	14,0
1330	12,2
1600	28,1
1870	36,0
2140	44,9
2400	54,4
> 2400	Se requiere ecuación de onda

- (c) Accesorios para el hincado

- (1) Amortiguador del martinete: Se debe proveer todo el equipo de hincas de pilotes de impacto, a excepción de los martinetes de gravedad, con un amortiguador suficientemente grueso para prevenir daños al martinete o al pilote y para garantizar un comportamiento uniforme del hincado. Se deben fabricar amortiguadores de martinetes durables, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes. No se debe usar madera, pita o asbesto en los amortiguadores. Se colocará una placa de cerrojo en el amortiguador, como lo recomiende el fabricante del martinete, para asegurar una

compresión uniforme del material. Se realizará una inspección del amortiguador del martinete, en la presencia de la Administración, al inicio de la hincadura de pilotes en cada estructura, o después de cada 100 horas (h) de hincado, lo que sea menor. Se debe reemplazar el amortiguador cuando el grosor se haya reducido en un más del 25 % de su espesor original.

- (2) Cabezal del pilote: Se deben proveer cabezales adecuados para los martinetes de impacto, y también cabezales apropiados, mandril y otros aditamentos para pilotes especiales, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se alineará el cabezal del pilote en paralelo con el martinete y el pilote. Se calzará el cabezal alrededor del pilote, para prevenir fuerzas torsionales durante la hincadura, mientras se mantiene un alineamiento apropiado del martinete y el pilote.
- (3) Guías del pilote: Se soportarán los pilotes en línea y posición por medio de guías, durante la hincadura. Se construirán las guías de seguimiento del pilote de manera que permitan un movimiento libre del martinete, y que, al mismo tiempo, mantengan un alineamiento paralelo del martinete y el pilote. No se deben usar guías oscilantes, salvo que sea permitido y especificado por escrito en el Contrato. Cuando se permiten guías oscilantes se deben calzar en la entrada del pilote con la base de las guías y si se usan pilotes inclinados con un puntal horizontal entre la grúa y la guía. Se empotrarán adecuadamente las guías en el suelo, o se fijará el pilote a un marco estructural, (plantilla) para mantener un alineamiento adecuado. Se proveerán guías de pilotes con longitud suficiente, para que no requieran un seguidor pero que permitan un alineamiento adecuado de los pilotes inclinados.
- (4) Seguidores (zancos): Los seguidores o zancos no son permitidos excepto si son aprobados por escrito. Cuando los seguidores son permitidos se hincará el primer pilote en cada cimiento o estructura y de ahí en adelante cada décimo pilote debe tener la longitud total sin seguidor, que asegure que se está obteniendo el empotramiento adecuado para desarrollar la capacidad última requerida. Se proveerá un seguidor de material y dimensiones que permitan que los pilotes sean hincados hasta la profundidad requerida. Se

soportarán y mantendrán el seguidor y el pilote con un alineamiento apropiado durante el hincado.

- (5) Chorro a presión (Jet): No se usarán chorros de agua a presión para perforación si no son previamente aprobados por escrito por la Administración. Se debe usar un equipo de chorros a presión de agua, con capacidad suficiente para procurar una presión consistente, equivalente a por lo menos 700 kilopascales (kPa), con dos boquillas de chorro a presión de 20 milímetros (mm). Los chorros a presión no deben afectar la estabilidad lateral del pilote final colocado. Se removerán los tubos del chorro a presión cuando el extremo del pilote esté al menos a 1,5 metros (m) sobre la elevación prescrita, o se hincará el pilote hasta la capacidad última requerida con un martinete de impacto. Si es necesario se debe controlar, tratar y botar toda el agua del chorro a presión en una forma aprobada.
- (6) Amortiguador de pilote: Para los pilotes de concreto se debe utilizar un amortiguador nuevo para proteger la cabeza. El amortiguador debe cortarse con un espesor de por lo menos 100 milímetros (mm) y de forma que coincida con la sección transversal de la parte superior del pilote. Se debe sustituir el amortiguador si éste se encuentra comprimido más de la mitad de su espesor original o si comienza a quemarse. Tanto en los pilotes de acero como en los de madera, se deben proteger con un capuchón de hincado aprobado. Los pilotes de madera deben rodearse con collares o bandas metálicas aprobadas para evitar que se resquebrajen o se astillen. Sustituya los capuchones cuando se dañen. No deben reutilizarse los amortiguadores o los capuchones.
- (7) Punteras: Cuando esté especificado, deben proporcionarse punteras para proteger la punta del pilote contra daños durante la hinca. Las punteras deberán ser fabricadas con la forma requerida para ser colocadas ajustadamente en la punta del pilote. Los pilotes de concreto se unen con la puntera usando pasadores u otros métodos aprobados. En los pilotes de acero las punteras se colocan directamente, soldándolas al pilote sin esforzar el alma o el ala. Para los pilotes de madera, se conforma cuidadosamente la punta para asegurar un soporte uniforme de la puntera.

En los pilotes de madera tratada se debe aplicar 2 capas de una solución de alquitrán a todos los agujeros, cortes y casquillos de hincado.

551.04 Longitud de los pilotes

Se deben usar pilotes con suficiente longitud para obtener la penetración requerida y para extenderlos, en el caso que así lo requiera la capacidad soportante de la fundación, como se indica en los planos. Cuando se soliciten pilotes de prueba se deben proveer pilotes con la longitud determinada para los pilotes de prueba.

551.05 Pilotes de prueba

Se instalarán pilotes de prueba cuando se especifique en el Contrato. Se excavará el terreno en el sitio de cada pilote de prueba o pilote de producción hasta la profundidad de fundación, antes de que el pilote sea hincado. Se proveerán pilotes de prueba más largos que la longitud estimada de los pilotes definitivos. Se hincarán los pilotes de prueba con el mismo equipo que se usará en los pilotes definitivos.

Se hincarán pilotes de prueba a la capacidad última requerida hasta la profundidad estimada del extremo inferior. Se dejarán los pilotes de prueba, que no alcancen la capacidad última requerida a la elevación estimada del extremo en reposo por 24 horas (h) antes de volver a hincarlos. Se preparará el martinete antes de empezar a hincar, aplicando por lo menos 20 golpes a otro pilote. Si aún la capacidad última requerida no se alcanzara al volver a hincarlo, se hincará una parte o todos los pilotes de prueba restantes, y se repetirán el reposo y re-hincadura siguiendo los procedimientos descritos. Se empalmarán y continuarán hincando pilotes hasta obtener la capacidad última requerida.

Los pilotes de prueba que se usen en la estructura definitiva deben ajustarse a los requisitos de los pilotes definitivos. Los pilotes de prueba que no sean incorporados en la estructura definitiva deben ser removidos hasta al menos 0,5 metros (m) bajo el nivel final terminado de la fundación.

551.06 Capacidad de soporte del pilote

Se hincarán pilotes con la penetración específica y a la profundidad necesaria para obtener la capacidad última requerida. Se empalmarán los pilotes que no obtengan la capacidad última requerida a la longitud indicada, hincándolos con un martinete de impacto hasta que se alcance esa capacidad requerida.

Se debe utilizar la ecuación de onda para determinar la capacidad última del pilote hincado en sitio.

- (a) Ecuación de onda. La penetración adecuada será obtenida cuando los criterios especificados de la resistencia en la ecuación de onda se alcanzan a menos de 1,5 metros (m) de la elevación de punta señalada. Se hincan los pilotes que no alcanzan la resistencia especificada dentro de estos límites a una penetración determinada por la Administración.
- (b) Fórmula dinámica. Se deben hincar los pilotes a la penetración necesaria para obtener la capacidad última del pilote según la siguiente ecuación:

$$R_u = (7 \sqrt{E} \log (10N)) - 550 \quad \text{Ec. 551-04}$$

Donde:

R_u = capacidad última del pilote en kilonewtons (kN)

E = energía del martillo de golpe del espolón observado o medido en campo según el fabricante, en Joules $\log (10 N)$ = el logaritmo de base 10 de 10 multiplicado por N.

N = El número de golpes del martillo por 25 milímetro (mm) en la penetración final.

Resolviendo para N :

$$x = \left(\frac{R_u + 550}{7 \sqrt{E}} \right) \quad \text{Ec. 551-05}$$

Factor de seguridad = 3,0

- (1) Pilotes hincados con chorro a presión (jet): Después de hincar el pilote con chorro a presión y de que las tuberías del chorro a presión hayan sido removidas, se determina la capacidad última de los pilotes hincados, basada en el impacto del conteo de golpes del martinete (fórmula dinámica). Después de que la longitud necesaria para la penetración del pilote sea determinada para producir la capacidad última requerida por medio del impacto del conteo de los golpes de martinete, se deben instalar los pilotes restantes en cada grupo o en cada cimiento, a profundidades y usando métodos similares. Se confirmará el alcance de la capacidad última requerida usando la fórmula dinámica.

- (c) Condiciones para la fórmula dinámica: La fórmula dinámica es aplicable únicamente si lo siguiente es válido:

- a) El martinete está en buena condición y operando en forma satisfactoria

- b) El mazo del martinete cae libremente
- c) No se usa un seguidor
- d) La corona del pilote no está barrida (astillada) ni aplastada

551.07 Perforación previa

Se usarán barrenos, taladros de rotación húmeda, o cualquier otro método de perforación aprobado.

En terraplenes compactados de más de 1,5 metros (m) de espesor se perfora el agujero del pilote hasta alcanzar la tierra natural. Se perforan los huecos con un diámetro de 150 milímetros (mm) mayor que el diámetro del pilote. Para pilotes cuadrados, rectangulares o H, el diámetro del orificio debe ser igual a la diagonal de la sección transversal del pilote más 150 milímetros (mm).

Para pilotes hincados en roca o capa dura, tosca, suelo rígido o arcilla compacta, la perforación previa puede extenderse hasta la superficie de la roca, suelo rígido o arcilla compacta. El pilote debe apoyarse en tal estrato.

Para pilotes que no son hincados en roca, suelo rígido o arcilla compacta se detendrá la perforación por lo menos a 1,5 metros (m) sobre la elevación estimada de la punta del pilote y se hincará el pilote con un martinete de impacto a una penetración que cumpla con la capacidad última requerida. La perforación previa debe realizarse con un diámetro menor que el diámetro o la diagonal de la sección transversal del pilote hasta lograr su penetración hasta la profundidad especificada.

Si se encuentran obstrucciones en la superficie, como piedras de gran tamaño o capas de rocas, el diámetro del agujero debe aumentarse a la menor dimensión adecuada para la instalación del pilote. Después de completado el hincado, se rellenará cualquier espacio vacío que quede alrededor del pilote con arena u otro material aprobado. No se usarán barrenos de punta o punzones para lograr una perforación previa.

No se debe deteriorar la capacidad de los pilotes existentes o las condiciones de seguridad de las estructuras adyacentes. Si la perforación previa perturba la capacidad de los pilotes o estructuras instaladas previamente, se deber restaurar la capacidad última requerida de pilotes y de las estructuras mediante métodos aprobados.

551.08 Preparación e hincado

Se realizará el trabajo según la Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores. Todas las cabezas de los pilotes deben ser planas y perpendiculares a su eje longitudinal. Se coordinará el hincado de pilotes de manera que no dañe ninguna de las otras partes del trabajo concluido.

Se hincarán los pilotes dentro de los 50 milímetros (mm) de la ubicación mostrada en los planos a la elevación del corte para cascos doblados y a 150 milímetros (mm) de la ubicación mostrada en el plano para pilotes con casco debajo del nivel del terreno terminado. El pilote no deberá estar a menos de 100 milímetros (mm) de ninguna cara del casco. Se hincarán pilotes de manera que el alineamiento axial esté dentro de los 20 milímetros (mm) por metro (m) del alineamiento requerido. La Administración puede detener el hincado, para revisar el alineamiento de pilotes, que no pueden ser inspeccionados internamente después de instalados antes de que los últimos 1,5 metros (m) sean hincados. No se deben jalar o empalmar lateralmente los pilotes para corregir algún desalineamiento. No se debe empalmar una sección alineada a una sección desalineada de pilotes.

Se colocarán pilotes individuales en grupos de pilotes en cualquiera de estas formas. Iniciando desde el centro del grupo y procediendo hacia afuera en las dos direcciones o iniciando desde la hilera de afuera y procediendo progresivamente a través del grupo.

Se corregirán de manera aprobada todos los pilotes hincados inapropiadamente, tales como los que queden fuera de la ubicación correcta, los desalineados, o los hincados debajo el corte de elevación designado. Se reemplazarán los pilotes dañados durante la operación de hincado. Se obtendrá aprobación de los métodos propuestos para reparar y corregir deficiencias.

(a) Pilotes de madera

No deben usarse pilotes de madera con grietas de más de 15 milímetros (mm) de ancho. Se usarán pilotes de madera tratada, dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento. La manipulación y cuidado de los pilotes tratados a presión se hará de acuerdo con el estándar M4 de la AWPA.

Se moldeará cuidadosamente el final del pilote para asegurar un soporte uniforme de la zapata del pilote. Se sujetará firmemente la zapata al pilote. Se tratarán todos los agujeros, cortes o cascos en los pilotes tratados, con 2 aplicaciones con brocha de una solución de creosota–alquitrán de carbón.

(b) Pilotes de acero

Se deben usar pilotes de longitud total requerida, sin empalmes, para longitudes de hasta 18 metros (m). Si se requieren empalmes en el primer pilote hincado y se prevé que los siguientes pilotes los requerirán también, se colocarán los empalmes en el tercio inferior del pilote. No se permitirán empalmes con una longitud menor de 3 metros (m), no son permitidos, y no podrán hacerse más de 2 empalmes por pilote.

Los pilotes se cargarán, transportarán, descargarán, almacenarán y manipularán de tal manera que el metal se mantenga limpio y libre de daños. No se usarán pilotes que excedan la contraflecha y curvatura permitida como tolerancia al fabricante. Los pilotes de acero dañados durante la instalación no serán aceptados, a no ser que la capacidad de soporte esté probada para un 100 % la capacidad última requerida por pruebas de carga. Las pruebas de carga se efectuarán sin costo alguno para la Administración.

(c) Pilotes de concreto prefabricado y preesforzados

Se debe dar apoyo a los pilotes de concreto durante la elevación o el transporte en los puntos mostrados en los planos o, si no están mostrados, se debe proporcionar soporte en cada cuarto punto. Se proporcionarán cables de acero u otros equipos al levantar o transportar pilotes de concreto para evitar que éste se doble o se le quiebren los bordes.

Se protegerán las cabezas de los pilotes de concreto con un amortiguador de por lo menos 100 milímetros (mm) de espesor. Se ajustará el amortiguador (cortando si es requerido), para que calce con la sección transversal de la parte superior del pilote. Se reemplazará el amortiguador del pilote si se ha comprimido más de la mitad de su espesor original o si se empieza a quemar. En este caso, se proveerá un amortiguador nuevo para cada pilote.

Se rechazarán los pilotes de concreto con resistencia reducida a causa de defectos externos tales como escamaduras y grietas, o defectos internos como cavidades reveladas con pruebas no destructivas.

(d) Pilotes tubulares o de corazas rellenas de concreto

Se deben usar y manejar las corazas de acero o pilotes tubulares, de acuerdo con la Sección (b) anterior. Las zapatas de corte para las corazas o tubos pueden estar

dentro o fuera de ellos. Se usará acero estructural con alto contenido de carbón con un borde maquinado para soporte de las corazas o acero fundido con un borde diseñado para unirse con soldadura simple.

Cuando sea práctico, se hincarán todos los pilotes o corazas de un cimiento, antes de colocar concreto en cualquiera de las corazas o tubos. No se hincarán corazas de tubos, o tubos a menos de 5 metros (m) de distancia de cualquier pilote tubular o de coraza relleno de concreto, hasta que el concreto tenga una curación de por lo menos 7 días; o de 3 días si se usa concreto de alta resistencia. No se hincará ningún pilote tubular o coraza después de haber sido relleno con concreto.

Se removerán y repondrán corazas que sean determinadas como inaceptables para usarse, debido a grietas, curvaturas o torceduras.

551.09 Empalmes

Se someterán a aprobación previa los detalles de la construcción de las secciones del pilote y se cumplirán las especificaciones siguientes:

(a) Pilotes de acero

Se exigirá certificación para cada soldador. Para soldadura estructural sólo podrán emplearse soldadores certificados.

Se alistarán las superficies que van a ser soldadas, dejándolas lisas, uniformes y libres de escamas sueltas, grasa o cualquier material que impida una soldadura apropiada. El acero debe ser cortado con oxiacetileno. vaciado con arco de carbón o esmerilado, también pueden ser usados para preparar las juntas.

El proceso de soldadura cumplirá la norma AASHTO y/o AWS D1.5 del Código o norma de soldadura para Puentes. Se soldará la sección transversal total del pilote para las juntas acanaladas, de acuerdo con la norma AWS, sin dejar evidencia visual de grietas, falta de fusión, adelgazamiento, exceso de conductos, porosidad o un espesor inadecuado. Empalmes prefabricados pueden ser usados en lugar de juntas acanaladas soldadas en sitio con penetración total.

(b) Empalmes de pilotes de concreto

- (c) Usar dovelas u otro medio mecánico aceptable para empalmar pilotes de concreto prefabricado o preesforzado. Se deben proporcionar los detalles de los empalmes propuestos para su aprobación.

Si se utilizan dovelas, se colocan éstas en el extremo del pilote a empalmar, introduciéndolas en los agujeros correspondientes en la cabeza del pilote hincado. Se deben aserrar los agujeros para proporcionar un enlace mecánico apropiado. Separar los extremos de los pilotes por lo menos 13 milímetros (mm). Se limpiarán todas las superficies y agujeros del pasador o dovela. Aplicar lechada para fijar los pasadores en su lugar y esperar a que la lechada cure. Colocar formaleta en el empalme e inyecte con un adherente capaz de soportar el impacto y las fuerzas impulsoras, debiendo tener la misma resistencia a la compresión que el pilote. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante con respecto al uso y al curado de lechadas y productos de adherencia.

Los empalmes manufacturados se deben adosar a los pilotes de concreto siguiendo las recomendaciones del fabricante. El empalme soportará fuerzas en compresión, en tensión y flexión, igual o mayores a la resistencia del pilote empalmado.

- (d) Extensión de pilotes de concreto

- (1) Pilotes de concreto prefabricado: Se extenderán los pilotes de concreto prefabricado removiendo el concreto al final del pilote y dejando 40 diámetros de armadura de acero expuesta. Se removerá el concreto para producir una cara perpendicular al eje del pilote. Se amarrará la armadura de refuerzo, del mismo tamaño que la usada en el acero de refuerzo de la proyección del pilote. Encofrar la sección de la extensión con el fin de prevenir derrames de concreto a lo largo del pilote.

Inmediatamente antes de vaciar el concreto, humedecer completamente la parte superior del pilote, y cubrir con una capa delgada de cemento puro, un mortero mezclado o cualquier otro material adecuado para adherencia. Se colocará concreto de la misma mezcla, diseño y calidad que el usado en el pilote. Se dejará el encofrado en su lugar por no menos de 7 días después de vaciado el concreto. Se curará y acabará de acuerdo con lo especificado en la Sección 552 Concreto estructural.

- (2) Pilotes de concreto preesforzado: Extender los pilotes de concreto preesforzado como se indica en el párrafo anterior (b). Incluir acero de refuerzo en la cabeza del pilote para empalmar las barras de extensión. No deben hincarse pilotes de concreto preesforzado con extensión.

- (e) Pilotes de madera:

No deben empalmarse los pilotes de madera.

551.10 Pilotes que emergen luego de hincarse

Deben revisarse los pilotes que se elevan durante la operación de hincadura. Se tomará una lectura del nivel inmediatamente después de que cada pilote es hincado (y también después de que pilotes que han sido hincados dentro de un radio de 5 metros (m)). Se rehincarán los pilotes que se eleven más de 5 milímetros (mm) con la penetración o resistencia que estén especificadas.

551.11 Pruebas de carga de pilotes

No se requieren pruebas de carga de los pilotes, a menos que se especifique lo contrario en el Contrato.

- (a) Pruebas de carga dinámica

Se debe contratar a un consultor especialista en pilotes, con 3 años de experiencia por lo menos, en pruebas de carga dinámica para que efectúe pruebas y las analice de acuerdo con el programa de análisis CAPWAP y la ecuación de hincadura, incluyendo el análisis especificado en la Subsección 551.03 Equipo para la hinca de pilotes, inciso (b). Se debe presentar el currículum vitae del consultor especialista, para su aprobación previa.

Se usará un refugio para proteger y resguardar el equipo para pruebas de carga dinámica. Se situará el refugio dentro de 15 metros (m) del sitio de prueba. El refugio tendrá piso de un tamaño mínimo de 6 metros cuadrados (m²) y una altura al cielo raso de 2 metros (m). Se mantendrá la temperatura interior entre 10 y 35 °C.

Se debe usar el equipo y realizar las pruebas de carga dinámica de acuerdo con la norma ASTM D4945, bajo la supervisión de la Administración.

Los pilotes designados como pilotes para prueba de carga se colocarán en posición horizontal y sin contacto con los otros pilotes. Perforar agujeros para montar los

instrumentos cerca de la corona del pilote. Montar los instrumentos y tomar medidas de la velocidad de onda. Colocar los pilotes designados en las guías. Proveer una plataforma rígida de por lo menos 1,2 por 1,2 metros (m) con una baranda de seguridad de 1,1 metro (m), que se pueda llevar a la parte superior del pilote.

Hincar el pilote a la profundidad en la cual se alcanza la capacidad última requerida, indicada por la prueba dinámica. En caso de ser necesario mantener los esfuerzos del pilote por debajo de los valores de la Subsección 551.03 Equipo para la hincada de pilotes (b)(2), reducir la energía de hincado transmitida al pilote usando amortiguadores adicionales o reduciendo la energía de salida del martillo. Si se indica la hincada no axial, se realinea inmediatamente el sistema de hincada.

Por lo menos 24 horas (h) después del hincado inicial, rehincar cada pilote de prueba dinámica con el instrumental adherido. Calentar el martinete antes de re-hincar, aplicando al menos 20 golpes a otro pilote. Re-hincar el pilote de prueba dinámica con una penetración máxima de 150 milímetros (mm), y un máximo de 50 golpes o el rechazo, lo que ocurra primero. El rechazo de hincado se define con 15 golpes por 25 milímetros (mm) para pilotes de acero; 8 golpes por 25 milímetros (mm), para pilotes de concreto; y 5 golpes por 25 milímetros (mm), para pilotes de madera.

Verificar las suposiciones usadas inicialmente en el análisis de la ecuación de onda propuesta de acuerdo con la Subsección 551.03 Equipo para la hincada de pilotes, inciso (b), usando CAPWAP. Analizar un golpe de hincadura original, y un golpe de rehincadura por cada pilote probado.

Efectuar análisis de ecuación de onda adicionales con ajustes, basados en los resultados CAPWAP. Proveer un gráfico que muestre, el conteo de golpes contra la capacidad final. Para martinetes de diésel de final abierto, se efectuará un conteo de golpes contra un gráfico de golpes a su capacidad última. Se efectuarán esfuerzos de hincadura, energía transferida y capacidad del pilote, como una función de profundidad para cada prueba de carga dinámica.

Basándose en resultados de la prueba dinámica de carga, análisis CAPWAP y análisis de ecuación de onda, se aprobará o se rechazará el criterio de hincadura y la elevación requerida; o especificar o pedir pilotes de prueba y pruebas de carga adicionales. Esta información se entregará dentro de los 7 días después de recibida

la orden respectiva, con toda la información requerida de pruebas para los pilotes de pruebas hincados.

(b) Prueba de carga estática

Se realizarán pruebas de carga estática de acuerdo con ASTM D1143, usando el método de prueba rápida de carga, excepto como se indica posteriormente. Se someterán planos del aparato propuesto de carga, para su aceptación de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Planos preparados por un Ingeniero profesional.
- (2) Provisión de un sistema de carga capaz de aplicar 150 % de la capacidad última del pilote o 9000 kilonewtons (kN), cual quiera que sea menor.
- (3) Construcción de un aparato que permita incrementos de carga aplicados gradualmente, sin causar vibraciones en el pilote de prueba.

Cuando se requieren pilotes de tensión (ancla), se colocarán en el lugar de los pilotes permanentes, cuando sea factible. No deben usarse pilotes cónicos de madera instalados en lugares permanentes, como pilotes de tensión. Se harán pruebas de caída de émbolo o se medirá la capacidad de carga del sistema, cualquiera que ocurra primero.

La carga axial permitida del pilote, se define como el 50 % de la carga de falla. La carga de falla se define como sigue:

- Para pilotes de 600 milímetros (mm) o menos de diámetro o de ancho en diagonal, la carga que produce falla de la cabeza del pilote debe ser:

$$S_f = S + (3,8 + 0,008 D) \quad \text{Ec. 551-06}$$

- Para pilotes con un diámetro o un ancho diagonal mayor de 600 milímetros (mm) debe ser:

$$S_f = S + D/30 \quad \text{Ec. 551-07}$$

En donde:

S_f = Asentamiento de caída en milímetros (mm)

D = Diámetro del pilote o ancho diagonal en milímetros (mm)

S = Deformación elástica del pilote en milímetros (mm)

Se determinará la elevación superior del pilote de prueba inmediatamente después de hincar y de nuevo antes de la prueba de carga para determinar el levantamiento.

Se esperará un mínimo de 3 días entre el hincado de cualquier anclaje o pilote de prueba y el inicio de la prueba de carga. Antes de hacer pruebas se rehincará a la elevación original cualquier pilote que se eleve más de 6 milímetros (mm).

Después de completar la prueba de carga se removerá o cortará cualquier pilote de prueba o anclaje que no sea parte de la estructura a, por lo menos 0,5 metros (m) bajo la parte superior de la fundación o de la elevación final del suelo.

Basándose en los resultados de la prueba de carga estática la solicitud del criterio de hincadura y la ejecución, en la elevación final, los pilotes pueden ser aprobados o requerirse pruebas de carga adicionales. Esta información debe darse dentro de los 7 días después de recibida la solicitud, así como toda la información requerida para los pilotes de prueba hincados.

551.12 Corte de pilotes

Cortar las cabezas de los pilotes permanentes y las corazas de los pilotes a la elevación requerida.

Cortar limpia, recta y paralelamente a la cara del miembro estructural en el cual los pilotes son empotrados. Eliminar los cortes sobrantes de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho, inciso (a).

- (a) Pilotes de acero: No pintar la parte del pilote que quede empotrada en el concreto. Antes de pintar el pilote de acero expuesto, se debe limpiar cuidadosamente la superficie de metal de manera que no quede ninguna sustancia que impida que la pintura se adhiera. Se usará el sistema 2 de pintura de color aluminio, de acuerdo con lo especificado en Sección 563 Pintura. Pintar porciones del caballete completo o de otros pilotes expuestos, hasta no menos de 1 metro debajo de la superficie final del terreno, o del nivel de agua, con una primera capa de base y dos capas finales. Las capas se deben aplicar en el campo; antes que el pilote sea hincado. Los pilotes expuestos sobre la superficie final del terreno o del nivel de agua, se pintarán con una capa final de pintura de acabado.
- (b) Pilotes de madera: Tratar las cabezas de los pilotes de madera que no vaya a quedar empotrada en el concreto, con alguno de los siguientes métodos:

- (1) Reducir el contenido de humedad de la madera a no más de un 25 %, sin humedad libre en la superficie. Aplicar con brocha una solución de creosota y alquitrán de hulla, como se requiere en los estándares AWPA.

Construir arriba una capa protectora aplicando capas alternativas de tela de algodón suelto y asfalto caliente o alquitrán, en forma similar a una membrana a prueba de agua, usando 3 capas de asfalto o alquitrán y 2 capas de tela de algodón. La tela deberá ser por lo menos 150 milímetros (mm) más ancha en cada dirección que el ancho del pilote. Doblar la tela hacia abajo sobre el pilote y fijar los bordes con dos vueltas de alambre galvanizado de un diámetro mínimo de 3 milímetros (mm). Aplicar luego una capa final de asfalto o alquitrán, para cubrir el alambre. Recortar limpiamente la tela debajo de los alambres.

- (2) Cubrir la superficie aserrada con 3 aplicaciones de una mezcla caliente de 60 % de creosota y 40 % de alquitrán caliente o, cuidadosamente, aplicar con brocha 3 capas de creosota caliente y cubrir con alquitrán caliente. Colocar una tapa de lata de metal galvanizado sobre la capa aplicada y doblar hacia abajo sobre los lados de cada pilote.

551.13 Pilotes rechazados

Corregir los pilotes rechazados aplicando un método probado. Los métodos para corregir estos pilotes pueden ser uno o más de los siguientes:

- (a) Usar el pilote con capacidad reducida
- (b) Instalar pilotes adicionales
- (c) Reparar pilotes dañados
- (d) Sustituir pilotes dañados

551.14 Colado de concreto en corazas o pilotes tubulares

Después del hincado limpiar el interior de las corazas y pilotes tubulares removiendo todo material suelto. Mantener la coraza y los pilotes tubulares sellados al agua en cuanto es posible. Proveer equipo apropiado para inspeccionar interiormente la superficie completa de la coraza o pilote tubular hincado, inmediatamente antes de vaciar el concreto.

- (a) Acero de refuerzo: Cuando se requiera acero de refuerzo su espaciamiento debe ser de por lo menos 5 veces el tamaño máximo del agregado en el concreto.

Amarrar firmemente los espaciadores de concreto, o cualquier otro espaciador aprobado en 5 puntos alrededor del perímetro de la jaula de acero de refuerzo. Instalar espaciadores a intervalos que no excedan de 3 metros (m) medidos a lo largo de la longitud del encofrado.

Colocar la jaula de refuerzo en la coraza o pilote tubular hincado cuando el concreto alcance la elevación inferior planeada para el refuerzo. Soportar el refuerzo de manera que quede dentro de 50 milímetros (mm) de la ubicación vertical requerida. Soportar la jaula desde arriba hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote.

- (b) Concreto: El concreto se preparará de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural. Colocar en una operación continua desde el fondo hacia arriba del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto se deben compactar los 3 metros (m) de superiores del pilote de concreto usando un equipo vibratorio que haya sido aprobado.

551.15 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material de los pilotes será evaluado en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- Se deben proveer certificaciones de producción con cada embarque de lo siguiente:
 - (a) Pilotes prefabricados de concreto.
 - (b) Pilotes de cubierta de acero, perfil H, cubiertas de acero, y tubos de acero.
 - (c) Pilotes de madera tratada. Marcar cada pilote con una seña de identificación y con la fecha de inspección.

- El hincado de pilotes y el trabajo relacionado con ello serán evaluados según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El concreto para corazas de acero y pilotes tubulares serán evaluados según la Sección 552 Concreto estructural.
- Acero de refuerzo para corazas de acero o pilotes tubulares será evaluado con la Sección 554 Acero de refuerzo.

551.16 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 551 Hincado de pilotes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medición de los pilotes se hará por metros lineales (m) o por unidad (u). Cuando la medida sea por metro lineal, se medirá la longitud del pilote desde el corte de elevación hasta la punta.
- Se medirán las pruebas de carga de pilote por unidad (u) o por suma global (glb).
- Se medirá la perforación previa por metros lineales (m).
- Se medirán los empalmes por unidad (u), si son requeridos para hincar pilotes en exceso de la elevación estimada de la punta.
- Se medirán los pilotes de prueba por metros lineales (m) o por unidad (u).

551.17 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación, excepto el concreto de relleno de corazas de acero y pilotes de acero, que será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

El pago para los pilotes de concreto vaciado o de corazas de acero se hará a un precio determinado, multiplicando el precio unitario del Contrato por un factor de pago ajustado (PFa) que se determina como sigue:

$$PFa = 1 - 0,5 (1 - PF) \qquad \text{Ec. 551-08}$$

Donde:

PF = Factor de pago por concreto, como se determina en esta Sección 551.17 Pago

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.551.01	Pilotes hincados	Metro lineal	(m)
CR.551.02	Pilotes hincados	Unidad	(u)
CR.551.03	Pilotes de prueba de carga	Unidad	(u)
CR.551.04	Pilotes de prueba de carga	Suma global	(glb)
CR.551.05	Perforación previa	Metro lineal	(m)
CR.551.06	Empalmes cada	Unidad	(u)
CR.551.07	Pilotes de prueba	Metro lineal	(m)
CR.551.08	Pilotes de prueba	Unidad	(u)

SECCIÓN 552 CONCRETO ESTRUCTURAL

552.01 Descripción

Este trabajo consiste en proveer, colocar, curar y dar acabado al concreto hidráulico utilizado en la construcción de estructuras mayores, de manera que incluye puentes, alcantarillas, muros de contención, muros de refuerzo, alcantarilla de cuadro, vigas de cajón, vados, diques permanentes y provisionales, pero sin limitarse sólo a estas estructuras. Lo anterior, de conformidad con el trazado, alineamiento, dimensiones y características de funcionamiento hidráulico y estructural que se especifiquen en el Contrato.

La clase de concreto hidráulico para este tipo de estructuras se designa en la Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural y Tabla 552-02 Límites de asentamiento (revenimiento) para concreto estructural.

552.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Cemento hidráulico	701.01
Agregado fino	703.01
Agregado grueso	703.02
Acero de refuerzo	709.01
Materiales de curado del concreto hidráulico y aditivos	711
Materiales de curado	711.01
Látex modificado	711.04
Acero estructural	717.01
Apoyos	717.10
Agua	725.01 (a)
Humos de sílice (microsílice)	725.04 (c)
Puzolanas	725.04
Relleno mineral	725.05
Recubrimientos de protección del concreto	725.14
Color del recubrimiento	725.24
Fibras para refuerzo de concreto hidráulico	725.29

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico)

Excepto que la Administración por las condiciones del sitio y de las estructuras, establezca otra cosa, las mezclas de concreto hidráulico serán diseñadas y producidas de conformidad con las resistencias indicadas en las tablas 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural, Tabla 552-02 Límites de asentamiento (revenimiento) para concreto estructural y 552-03 Resistencia a compresión promedio de diseño requerida. La cantidad de agua a utilizar no debe exceder los límites de la Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural y deberá ser reducida aún más para producir un concreto que tenga la consistencia que se muestra en la Tabla 552-02 Límites de asentamiento (revenimiento) para concreto estructural al momento de la colocación del mismo. El concreto hidráulico deberá cumplir las siguientes especificaciones ACI u otra norma aceptada:

- ACI 211.1 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto hidráulico normal, pesado y masivo.
- ACI 211.2 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto hidráulico estructural liviano.
- ACI 211.3 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto hidráulico sin revenimiento

Tabla 552-01*Composición del concreto hidráulico estructural*

Clase	Descripción de uso	Contenido mínimo cemento (kg/m³) ⁽¹⁾	Razón máxima A/C	N°. Tamaños agregados grueso Subsección 703.02	Granulometría agregado fino Subsección 703.01	En Obra Resistencia de compresión mínima a 28 días (MPa)
A	Generalmente se utiliza para todos los elementos estructurales, excepto cuando alguna otra clase sea más apropiada, específicamente para el concreto expuesto a agua salada.	362	0,49	57	-	28
B	Es utilizado para cimentaciones, pedestales, pilotes masivos preexcavados colados en sitio y muros de gravedad.	307	0,58	3 y 57	-	17
C	Es utilizado en secciones delgadas, como barandas reforzadas con un espesor menor a 100 mm, para relleno en pisos de rejilla de acero, entre otros. En algunos casos se puede requerir aditivos para mejorar su trabajabilidad.	390	0,49	7	-	28

Clase	Descripción de uso	Contenido mínimo cemento (kg/m ³) ⁽¹⁾	Razón máxima A/C	N°. Tamaños agregados grueso Subsección 703.02	Granulometría agregado fino Subsección 703.01	En Obra Resistencia de compresión mínima a 28 días (MPa)
P	Es utilizado cuando la resistencia se requiere que exceda los 28 MPa. Para el concreto preesforzado, se debe considerar limitar el tamaño nominal para el agregado a 20 mm.	335	0,49	7 y 67	-	Establecido por la Administración
S	Es utilizado para concreto depositado debajo del agua en ataguías para evitar el paso del agua.	390	0,58	7	-	Establecido por la Administración
Sello de concreto	Como base para luego colocar concreto hidráulico.	390	0,54	57		Establecido por la Administración
Concreto Liviano	Generalmente se utiliza únicamente en condiciones donde el peso es crítico.	334		Según las especificaciones establecidas por la Administración		

Notas:

(1) Los valores suministrados son de referencia y estos deberán ser obtenidos en el respectivo diseño de mezcla.

Tabla 552-02*Límites de asentamiento (revenimiento) para concreto estructural*

Tipo de obra	Asentamiento nominal (mm)	Asentamiento máximo (mm)
Elementos formados:		
• Secciones de un espesor mayor que 300 mm	25-75	125
• Secciones de un espesor menor o igual a 300 mm	25-100	125
Pilas coladas en sitio y pozos perforados no vibrados	125-200	225
Concreto colocado bajo el agua	125-200	225
Relleno para protección de taludes	75-175	200

Notas:

(1) Cuando la consistencia del concreto excede el asentamiento nominal, pero es menor que el valor máximo, la mezcla del lote de concreto puede ser ajustada para alcanzar un valor de asentamiento dentro del rango nominal. Lotes de concreto que exceden el asentamiento máximo no se pueden ajustar y no se deben usar el en trabajo.

(2) El asentamiento se debe medir dentro de los 5 minutos después de haber obtenido la última porción de la muestra compuesta de concreto.

El Contratista presentará por escrito el diseño de mezcla a la Administración para su verificación y aprobación, utilizando los mismos agregados, cemento y aditivos utilizados en los diseños. Los diseños se someterán para su revisión por lo menos 36 días antes de iniciar la producción.

Cada diseño de mezcla debe incluir lo siguiente:

- (a) Nombre del proyecto.
- (b) Nombre y dirección del Contratista y la planta de concreto hidráulico a utilizar.
- (c) Clase de concreto hidráulico.
- (d) Tipo de cemento y tipo de sustituto de cemento si se usara.
- (e) Proporciones del agregado, cemento, agua y aditivos.
- (f) Nombre y lugar de las fuentes de los agregados, cemento, agua, aditivos y refuerzo secundario (para esto último, si así se requiere). Contenido de cemento en kilogramo por metro cúbico (kg/m^3) de concreto hidráulico.
- (g) Pesos de los agregados gruesos y finos por metro cúbico de concreto hidráulico.
- (h) Contenido de agua (incluyendo humedad libre en el agregado más agua en el tambor, excluyendo la humedad absorbida en el agregado) en kilogramo por metro cúbico (kg/m^3) de concreto hidráulico.
- (i) Contenido de aire, en porcentaje por volumen.
- (j) Relación agua/cemento.
- (k) Dosificación de los aditivos (No debe mezclarse aditivos químicos de diferentes fabricantes).
- (l) Análisis granulométricos de los agregados finos y gruesos.
- (m) Absorción del agregado fino y grueso.
- (n) Gravedad específica bruta seca y saturada de los agregados finos y gruesos.
- (o) Pesos unitarios secos envarillados del agregado grueso, en kilogramo por metro cúbico (kg/m^3).
- (p) Módulo de finura (MF).
- (q) Certificados de calidad para el cemento, los aditivos y los agregados.
- (r) Valores del asentamiento del diseño con o sin aditivos reductores de agua.
- (s) Litros de agua por metro cúbico (L/m^3) de concreto hidráulico para los agregados con superficie seca.
- (t) Peso unitario del concreto hidráulico.

- (u) Resistencia especificada para el diseño (f'_c) y resistencia promedio requerida (f'_{cr}) para la mezcla de concreto hidráulico a los 28 días, con base en la norma ACI 318. Hasta obtener la resistencia a los 28 días, un diseño de mezcla puede ser aprobado si los resultados de resistencia a la compresión a los 7 días son iguales o superiores al 85 % de la resistencia promedio requerida (f'_{cr}) a los 28 días.

Tabla 552-03

Resistencia a compresión promedio de diseño requerida

Resistencia de diseño (f'_c) (MPa)	Resistencia promedio requerida (f'_{cr}) (MPa) a los 28 días
Menor de 21	$f'_c + 7$
21-35	$f'_c + 8,5$
Mayor de 35	$1,10f'_c + 5$

- (v) El límite mínimo especificado es el mínimo esfuerzo a la compresión requerido a 28 días (f'_c) especificada en el Contrato. Resultados de aceptación del concreto hidráulico deben basarse en 3 cilindros a los 28 días de acuerdo con la norma AASHTO T22. Cilindros adicionales pueden fallarse a diferentes edades cuando así lo determine la Administración.
- (w) Muestra de materiales si fuera necesario.
- (x) Valores de contenido de aire en el concreto. Incluir el rango de contenido de aire propuesto para el concreto a ser incorporado en el trabajo. Describir los métodos por los cuales el contenido del aire será monitoreado y controlado. Proveer documentos aceptables expresando que el revenimiento y el esfuerzo de compresión del concreto estarán dentro los límites específicos, a través del rango completo del contenido del aire propuesto.

No se debe iniciar la producción del concreto hidráulico hasta que el diseño de mezcla sea aprobado.

Si existe un cambio en la fuente de algún material o si el módulo de finura del agregado fino cambia en más de 0,20, se debe someter para aprobación un nuevo diseño de mezcla.

552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales

El agregado se debe almacenar y manipular de manera que se prevenga la segregación, contaminación, o cualquier otro efecto dañino. Se almacenarán y manipularán los agregados de manera que se asegure un contenido de humedad uniforme en el momento

de dosificarlos. No se usará cemento o puzolana que presenten evidencias de haber adquirido humedad.

552.05 Medida de materiales

El concreto hidráulico se dosificará de acuerdo con el diseño de mezcla aprobado y los pesos deben de cumplir con las tolerancias indicadas en la Tabla 552-04 Tolerancias en la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico. Si se mantienen las tolerancias especificadas, puede usarse un sistema de medida por volumen.

Tabla 552-04

Tolerancias en la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico

Materiales	Tolerancia (%)
Cemento	± 1 %
Agua	± 1 %
Agregado	± 2 %
Aditivo	± 3 %

552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores

Las plantas de dosificación, mezcladoras y agitadoras deberán cumplir con AASHTO M157. El equipo de mezclado volumétrico continuo debe estar conforme a AASHTO M241.

552.07 Mezcla

El concreto hidráulico se debe mezclar en una planta mezcladora central o en camiones mezcladores. Se deberá operar todo el equipo dentro de la capacidad recomendada por el fabricante. El concreto hidráulico se deberá producir con una consistencia uniforme.

- (a) Planta central de mezclado: Se deberá agregar los aditivos líquidos por medio de un medidor de fluidos. Se recomienda el uso de equipo de suficiente capacidad, para medir de una sola vez la cantidad completa de aditivo requerida para cada bache. Si se usa más de un aditivo, se debe dispensar cada uno con un equipo separado.

Se deberá cargar primero el agregado grueso, un tercio del agua y todo el aditivo dentro de la mezcladora, y luego se agregará el material restante.

Se debe mezclar por lo menos durante 50 segundos (s), contando el tiempo de mezclado después de que todo el cemento y el agregado estén en el tambor. Se

agregará el agua restante durante el primer cuarto del tiempo de mezcla. El tiempo de transferencia de la mezcla entre los tambores de mezcladoras de tambor múltiple se incluye en el tiempo indicado de mezcla. El tiempo termina cuando se abre la compuerta de descarga.

Se removerá todo el contenido de una mezcladora individual antes de que el bache siguiente sea cargado en el tambor.

- (b) Mezcla en camión: No deben usarse mezcladoras que tengan alguna parte de las paletas con un desgaste mayor de 25 milímetros (mm) respecto a la altura original de fábrica. No se usarán mezcladoras y agitadores con concreto hidráulico endurecido o con mortero acumulado en el tambor de la mezcladora.

Se deben de cumplir los siguientes pasos:

- Agregar los aditivos al agua de la mezcla antes o durante el mezclado.
- Cargar el bache dentro del tambor de manera que una porción del agua de la mezcla entre antes que el cemento.
- Mezclar cada tanda de concreto hidráulico de acuerdo con la norma AASHTO M157.

- (c) Mezcla en batidora: Solo se aceptará para obras misceláneas tales como cunetas, cabezales pequeños, tomas, entre otros, que hayan sido previamente aprobados por la Administración y que cumpla con todos los requisitos de esta sección.

552.08 Entrega

La producción y entrega del concreto hidráulico debe permitir una colocación continua que no alcance el fraguado inicial del concreto hidráulico restante, que será vaciado adyacente a él.

Se usarán métodos de entrega, manejo y colocación que minimicen el remezclado del concreto hidráulico, y prevengan cualquier daño durante el colado a la estructura.

No se colocará concreto hidráulico que haya desarrollado un fraguado inicial. Nunca se remezclará el concreto hidráulico agregándole agua.

Si es aprobado un aditivo a usarse en la mezcla de concreto hidráulico, a efecto de estabilizar la hidratación, debe agregarse al concreto hidráulico dentro del límite de tiempo aprobado en el diseño para la descarga. Se limita las pérdidas de asentamiento a no más

de 50 milímetros (mm) durante el período de estabilización. Se puede utilizar un activador de hidratación aprobado y compatible en las descargas para asegurar colocación y prueba apropiada.

Para la entrega del concreto hidráulico se usará alguno de los siguientes medios:

- (a) Camión mezclador/agitador: Se usará la velocidad de agitación para todo el tiempo de mezcla. Cuando un camión mezclador o agitador se use para transportar concreto hidráulico, que ya está completamente mezclado en una mezcladora central estacionaria, se seguirá agitando durante el transporte a la velocidad de agitación recomendada por el fabricante.

El concreto hidráulico sin aditivo debe ser descargado como máximo 1,50 horas (h) después de haber sido producido.

El tiempo de descarga para el concreto hidráulico con aditivos dependerá del producto y las indicaciones o recomendaciones del fabricante, tiempo que deberá ser previamente aprobado por la Administración.

- (b) Equipo sin agitación: Se podrá usar equipo sin agitación para transportar concreto hidráulico, si la descarga del concreto hidráulico se concluye en el transcurso de 20 minutos, desde el inicio de la adición del cemento al tambor de la mezcladora. Usar contenedores metálicos, herméticos que sean capaces de descargar el concreto hidráulico a una velocidad controlada, sin segregación. Usar cobertores cuando se necesiten para su protección.

552.09 Control de calidad de la mezcla en planta

Suministrar y seguir un plan de control de calidad de acuerdo con la Sección 153.04 Plan de control de calidad según sea pertinente y considerando, además de lo que sigue:

- (a) Mezcla: Se debe asignar un técnico en concreto hidráulico, experimentado y competente, para que permanezca en la planta mezcladora revisando las operaciones de la planta y que sea responsable del control de calidad, incluyendo:
 - (1) Revisar el correcto almacenamiento y manejo de todos los componentes de la mezcla de concreto hidráulico.
 - (2) Revisar que se dé un correcto mantenimiento y limpieza de planta, camiones y otros equipos.

- (3) Revisar la uniformidad de la graduación de agregados finos y gruesos.
- (4) Verificar el módulo de finura del agregado fino.
- (5) Revisar la medición del contenido de humedad de los agregados y ajuste por humedad de las proporciones del agregado de la mezcla requeridas, antes de la producción de cada día y durante el día si fuera necesario, para mantener la relación agua/cemento ajustado.
- (6) Revisar los pesos de los baches de las mezclas de concreto hidráulico con base en los diseños aprobados, para la producción de cada día y la revisión de la calibración de la planta, cuando fuera necesario.
- (7) Confección de los tiquetes de los despachos que incluyen la siguiente información:
 - a) Suplidor del concreto hidráulico.
 - b) Tiquete con el número de serie.
 - c) Fecha y número de camión.
 - d) Nombre del Contratista.
 - e) Estructura o sitio de la colocación.
 - f) Diseño de mezcla y clase de concreto hidráulico.
 - g) Agua total de la mezcla en planta.
 - h) Tiempo de procesamiento y tiempo de finalización de la descarga.
 - i) Si se utiliza un aditivo, se debe registrar el asentamiento en planta después de agregar el mismo.

Se debe proporcionar el equipo necesario para las pruebas y controles antes mencionados.

- (b) Entrega y muestreo: Se debe asignar por lo menos un técnico competente y con experiencia para que permanezca en el proyecto y se responsabilice de la entrega del concreto hidráulico, de las operaciones de descarga y del muestreo, incluyendo lo siguiente:

- (1) Verificación de que los ajustes de la mezcla, antes de la descarga cumplan con las especificaciones.

Suministrar todo el equipo y efectuar las mediciones de temperatura, peso unitario y contenido de aire cuando se solicite, asentamiento y otras pruebas que

verifiquen el cumplimiento de las especificaciones antes y durante cada operación de colocación, las cuales se registran y presentan los resultados a la Administración.

- (2) Preparar los tiquetes de despachos, el registro de la proporción aparente de agua/cemento y el tiempo en que la descarga se completa. Proveer una copia de cada tiquete de despacho con el tiempo de colocación.

Si se utiliza aditivo, se debe determinar el asentamiento antes de la colocación. No se debe utilizar el concreto hidráulico con una pérdida de asentamiento de más de 50 milímetros (mm) con respecto al asentamiento registrado en la planta.

Se debe muestrear cada viaje después de descargar al menos un 10,0 % del viaje. Cuando se utiliza el mezclado continuo, se muestrea aproximadamente cada 7,5 metros cúbicos (m³).

Se hace la prueba del contenido de aire de acuerdo con AASHTO T152 o T196.

Las pruebas de asentamiento y temperatura, deben estar en conformidad con las especificaciones solicitadas para el proyecto.

Se deben realizar pruebas de asentamiento y temperatura a todos los viajes y realizar pruebas de control de resistencia cada tres (3) viajes.

Se tomarán muestras de lotes especificados de acuerdo con la norma INTE C17 vigente. El punto de muestreo es en la descarga en el punto de colocación. Se moldearán por lo menos 3 cilindros para ensayos a la compresión, a los que se le proporcionará el curado inicial apropiado y se transportarán cuidadosamente al sitio de curado preparado en el proyecto. Tres de los cuatro cilindros se usarán para los ensayos de compresión a los 28 días. El o los cilindros restantes se usarán para la verificación, resistencias proyectadas u otros propósitos especificados. Se debe prestar asistencia en la ejecución de otras pruebas si fuera requerido.

552.10 Temperatura y condiciones ambientales

Se mantendrá la temperatura de la mezcla de concreto hidráulico entre 10 °C y 32 °C, justo antes de la colocación, con excepción del concreto hidráulico para las losas de los puentes, que deben mantenerse entre 10 °C y 27 °C. El control de la temperatura se deberá realizar de acuerdo con la norma nacional INTE C43 vigente.

Si por las condiciones particulares del proyecto, por ejemplo, en casos de clima caliente, la Administración permitiera una temperatura de colocación mayor a la especificada en el párrafo anterior, ésta no podrá exceder los 35 °C, según se establece en la norma ACI 305.1-06, y se dará la autorización únicamente si se aporta evidencia técnica, mediante registros de proyectos anteriores o mezclas de prueba, que demuestren que con la mezcla de concreto propuesta se obtendrá un desempeño adecuado.

- (a) Clima frío: El clima frío se define como el período en que, por más de 3 días consecutivos, existen las siguientes condiciones:
 - (1) El promedio de las temperaturas más altas y más bajas que ocurren durante el período de mediodía a medianoche es menor que 5 °C
 - (2) La temperatura del aire no es mayor que 10 °C para más de la mitad de cualquier período de 24 horas (h).
- (b) Clima caliente: Se considera como condiciones de clima caliente cuando en cualquier momento durante la colocación del concreto hidráulico la temperatura ambiente en el sitio de trabajo sea mayor a 27 °C, o cuando de acuerdo con las condiciones de temperatura ambiente, humedad relativa y velocidad del viento en el sitio se estime una razón de evaporación potencial mayor a 0,5 kilogramo por metro cuadrado por hora (kg/m²/h), según el nomograma en la Figura 552-01 Razón de evaporación de humedad superficial.

En clima caliente se deben enfriar todas las superficies en contacto con la mezcla a menos de 27 °C. Se enfriará cubriendo con esteras mojadas o petates de algodón, rociando con agua, colocando cubiertas protectoras o con cualquier otro método aprobado.

Se debe medir la razón de evaporación en sitio para verificar que se cumple con el requisito indicado en la Subsección 552.10 (c) Evaporación. En caso de que la razón de evaporación medida sea superior al límite establecido en dicha sección, se debe implementar al menos una de las medidas indicadas en 552.10 (c) Evaporación. El equipo utilizado para medir la evaporación debe cumplir con los requisitos establecidos en la sección 3.1.3.2 de ACI 305.1-06.

Durante la colocación se debe mantener la temperatura del concreto hidráulico usando cualquier combinación de lo siguiente:

- (1) Las áreas de almacenamiento de materiales o el equipo de producción deben estar bajo sombra.
 - (2) Se enfriará el agregado rociándolo con agua.
 - (3) El agregado y/o el agua se enfriarán por refrigeración o sustituyendo parte o toda el agua de mezcla con hielo fraccionado o triturado, hasta el punto en que el hielo se derrita completamente durante la mezcla del concreto hidráulico.
- (c) Evaporación: Cuando se coloque concreto hidráulico en la losa de los puentes o en otras losas expuestas, se debe limitar la evaporación esperada a una razón menor de 0,5 kilogramo por metro cuadrado por hora ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$), como se especifica en la Figura 552-01 Razón de evaporación de humedad superficial. La velocidad del viento se podrá obtener de la información que brinda el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) o bien con cualquier dispositivo debidamente aprobado por la Administración.

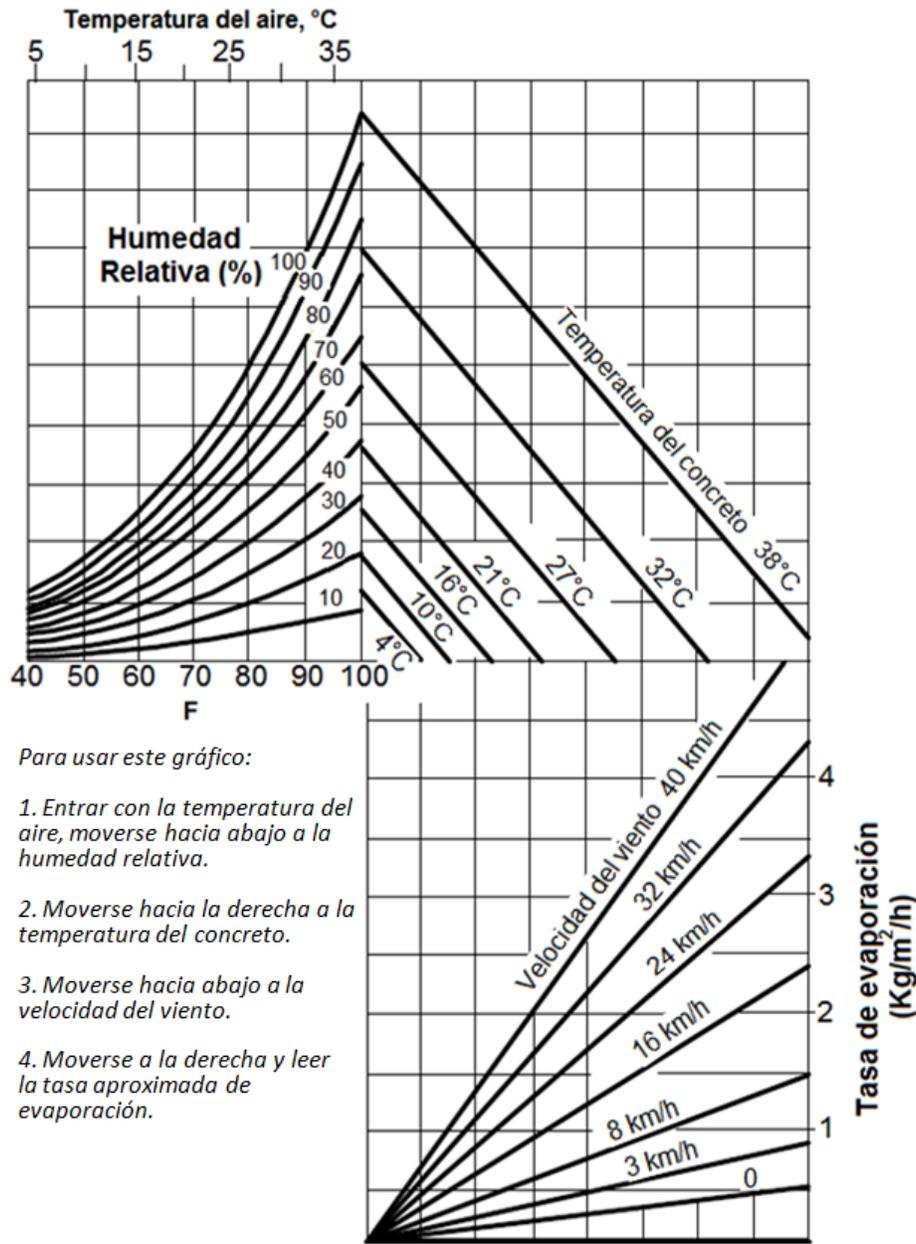


Figura 552-01

Razón de evaporación de humedad superficial

Fuente: ACI 305-R-10 Guide to Hot Weather Concreting

Cuando es necesario, se sigue una o más de las siguientes acciones:

- (1) Se construyen rompevientos, cortavientos o espacios cerrados para reducir eficazmente la velocidad del viento a través del área de colocación.
- (2) Durante la colocación se usan rociadores de neblina contra el viento para aumentar eficazmente la humedad relativa.

(3) Se reduce la temperatura del concreto hidráulico según lo indicado anteriormente en (b) Clima caliente.

(d) Lluvia: Siempre, durante e inmediatamente después de la colocación se debe proteger al concreto hidráulico de la lluvia.

552.11 Concreto hidráulico autocompactable

El concreto hidráulico autocompactable es un concreto altamente fluido, no segregado, que puede extenderse en su sitio, llenar el encofrado y cubrir el acero de refuerzo sin ningún tipo de consolidación mecánica. Este debe cumplir con lo especificado en esta Sección 552 Concreto estructural con excepción de lo que se describe a continuación:

(a) Diseño de mezclas de concreto autocompactable

El concreto autocompactable debe cumplir con las especificaciones ACI indicadas en la Subsección 552.03 Composición y adicionalmente cumplir con ACI 237R “Concreto autocompactable”.

Las mezclas de concreto hidráulico autocompactable serán diseñadas y producidas según la Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural con excepción del asentamiento, que para estructuras construidas con concreto autocompactable, se debe cumplir el flujo de asentamiento indicado en la Tabla 552-05 Flujo de asentamiento por elemento estructural por tipo de elemento estructural a construir, o bien, en la Tabla 552-06 Flujo de asentamiento para estructuras construidas con concreto autocompactable por las características del elemento, donde el diseñador responsable de la obra, debe definir el grado, sea bajo, moderado o alto, de la característica del elemento, según las condiciones del propio proyecto. Adicionalmente, para el diseño se debe tomar en cuenta con lo indicado en la Tabla 552-07 Proporciones de materiales en mezclas de concreto autocompactable, con respecto a los rangos aceptables de proporciones de la mezcla.

Tabla 552-05

Flujo de asentamiento por elemento estructural

Tipo de elemento estructural	Flujo de asentamiento diámetro (mm)
Losas doble T	585 a 650
Vigas	610 a 710
Muros	660 a 700
Pilotes	450 a 600

Tabla 552-06

Flujo de asentamiento para estructuras construidas con concreto autocompactable

Característica del elemento	Flujo de asentamiento ⁽¹⁾ diámetro (mm)	
Nivel de refuerzo	Bajo	450 a 800
	Moderado	550 a 800
	Alto	650 a 800
Espesor	Bajo	650 a 800
	Moderado	550 a 800
	Alto	450 a 800
Complejidad de la obra	Baja	450 a 800
	Moderada	550 a 800
	Alta	650 a 800
Importancia del acabado	Baja	450 a 800
	Moderada	550 a 800
	Alta	650 a 800
Longitud	Poca	450 a 800
	Moderada	550 a 800
	Alta	650 a 800

Notas:

(1) Para flujos de asentamiento menores a 550, es posible que se requiera algún tipo de vibración mecánica leve.

Tabla 552-07

Proporciones de materiales en mezclas de concreto autocompactable

Característica	Valor
Volumen absoluto del agregado	(a) Para agregado con tamaño máximo nominal mayor o igual a 12,5 mm, el volumen absoluto del agregado será entre 28 % y 32 %, de la mezcla de concreto. (b) Para agregado con tamaño máximo nominal de 9,5 mm, el volumen absoluto del agregado será entre 28 % y 50 %, de la mezcla de concreto.
Fracción de pasta ⁽¹⁾	34 % a 40 % del volumen total de la mezcla de concreto.
Fracción de mortero ⁽²⁾	68 % a 72 % del volumen total de la mezcla de concreto.
Relación agua/cemento ⁽³⁾	0,32 a 0,45
Contenido de cemento	385 a 475 kg/m ³

Notas:

- (1) La fracción de pasta contempla el contenido de cemento, agua y aditivos químicos en la mezcla.
- (2) La fracción de mortero contempla la pasta más el contenido de aire en la mezcla y el agregado fino.
- (3) La relación agua/cemento se refiere a la cantidad de agua requerida por el diseño. A esta se le debe añadir o eliminar el aporte de agua de los agregados.

Se pueden permitir flujos de asentamiento distintos a los indicados en las tablas anteriores, siempre y cuando el Contratista entregue, para su revisión y aprobación por parte de la Administración, el resultado de la campaña de diseños de mezcla realizada, con su respectivo análisis y memorias de cálculo de los diseños de mezcla y los resultados de los ensayos realizados que respalden el cambio.

El Contratista presentará por escrito el diseño de mezcla resultante a la Administración para su verificación y aprobación, y la información de la campaña de diseños de mezcla realizada utilizando los mismos agregados, cemento y aditivos utilizados en los diseños.

Los diseños se someterán para su revisión por lo menos 36 días antes de iniciar la producción y deberá incluir todos los puntos indicados en la Subsección 552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico) desde el “a” hasta el “x”, a excepción que, en el punto “r” se debe indicar los resultados de los siguientes ensayos:

- Flujo de asentamiento con los aditivos incorporados, según el método de ensayo INTE C23 "Flujo de asentamiento del concreto autocompactable" (ASTM C1611).
- El índice de estabilidad visual, según el método de ensayo INTE C23 "Flujo de asentamiento del concreto autocompactable" (ASTM C1611).
- T50, que es el tiempo que se tarda en alcanzar un flujo de asentamiento de 500 mm, según el método de ensayo INTE C23 "Flujo de asentamiento del concreto autocompactable" (ASTM C1611).
- La capacidad de pasar, según el método de ensayo INTE C24 "Capacidad de fluir del concreto autocompactante por medio del anillo J" (ASTM C1621).
- Porcentaje de segregación estática, según el método de ensayo INTE C23 "Técnica de la columna" (ASTM C1610).
- Capacidad de llenado, según el método de ensayo AASHTO T349 "Capacidad de llenado de concreto consolidado por la prueba Caisson".

Adicionalmente, el contratista deberá presentar el contenido de la fracción de pasta y la fracción de mortero como porcentaje del volumen total de la mezcla.

(b) Mezcla

Los requisitos de mezclado aplicables son los descritos en la Subsección 552.07 Mezcla, a excepción de que el tiempo de mezclado será de 30 a 90 segundos (s) adicionales con respecto al concreto convencional, según lo requiera la mezcla.

Si se utilizan camiones mezcladores o agitadores para el transporte del concreto autocompactable, no se debe exceder el 80 % de su capacidad, y el concreto deberá poseer un flujo de asentamiento entre 455 a 800 milímetros (mm).

Si se utilizan camiones no agitadores para transportar el concreto autocompactable, el flujo de asentamiento de la mezcla debe estar entre 610 a 800 milímetros (mm), para facilitar el colocado del concreto en el sitio.

(c) Control de calidad en planta

El concreto autocompactable debe cumplir con lo establecido en la Subsección 552.09 Control de calidad de la mezcla en planta, con excepción que la consistencia del concreto se medirá con el ensayo INTE C23 "Flujo de asentamiento del concreto autocompactable" y que el moldeo de los especímenes para resistencia se debe

realizar según lo establecido en la norma INTE C26 "Fabricación de especímenes concreto autocompactable" (ASTM C1758).

(d) Manejo y colocación del concreto autocompactable

El concreto autocompactable debe cumplir con lo establecido en la Subsección 552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico, con excepción que la mayoría del concreto autocompactable, no requiere de compactación mecánica adicional, excepto si se trata de concretos con flujo de asentamiento menores a 550 milímetros (mm), que puede requerir de una mínima vibración para su acomodo, según la aplicación.

552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico

Antes de iniciar los trabajos de colocación, se efectuará el trabajo especificado en la Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores. Se prepararán el acero de refuerzo, el acero estructural, los dispositivos de apoyo, el material de juntas y los artículos misceláneos necesarios, de acuerdo con las Secciones correspondientes.

(a) General

Se debe diseñar y construir el andamiaje y los encofrados de acuerdo con la Sección 562 Obras temporales. Se debe manipular, colocar y compactar el concreto hidráulico siguiendo métodos que no causen segregación y que produzcan concretos hidráulicos densos y homogéneos, libres de vacíos y hormigueros. Los métodos de colocación no deben causar desplazamiento del acero de refuerzo o cualquier otro elemento que quedará empotrado en el concreto hidráulico. Se colocará y compactará el concreto hidráulico antes de la fragua inicial. No se debe remezclar el concreto hidráulico agregando agua a la mezcla.

No se colocará el concreto hidráulico hasta que los encofrados y todos los accesorios que quedan recubiertos, hayan sido inspeccionados.

Se removerá todo el mortero, escombros y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto hidráulico. Se humedecerán los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto hidráulico sea colocado. Las formaletas temporales se pueden dejar en el lugar hasta que no sean necesarias para el colado, después de lo cual serán removidas.

Se colocará el concreto hidráulico en forma continua -sin ninguna interrupción- en la etapa de construcción planeada o entre juntas de expansión. Los volúmenes de entrega, la secuencia de colocación y los métodos usados deben ser tales que el concreto hidráulico fresco sea siempre colocado y vibrado contra concreto hidráulico colocado anteriormente, antes que empiece el fraguado. No se permitirá que el tiempo entre la colocación de baches consecutivos exceda 30 minutos.

Durante y luego de la colocación de concreto hidráulico no se debe perturbar el concreto hidráulico colado anteriormente, o afectar la adherencia entre el concreto hidráulico y el acero de refuerzo. Se debe mantener a los trabajadores fuera de las zonas con concreto hidráulico fresco. No se deben apoyar plataformas o andamios ni equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto hidráulico es colocado no se deben perturbar los encofrados, o el acero de refuerzo del concreto hidráulico que sobresale de éste, hasta que tenga suficiente resistencia para no sufrir daños.

(b) Secuencia de colocación.

- (1) Subestructuras: Ninguna carga deberá ser colocada sobre armaduras, pilares o estribos hasta que los resultados de los cilindros del mismo concreto hidráulico, curado bajo las mismas condiciones que el elemento de subestructura, indiquen que todo el concreto hidráulico tiene por lo menos 80 % del esfuerzo a la compresión requerida a los 28 días.
- (2) Miembros verticales: Para miembros verticales de más de 5 metros (m) de altura se debe dejar que el concreto hidráulico fragüe por lo menos 4 horas (h) antes de vaciar concreto hidráulico para los miembros horizontales integrados. Para los miembros verticales de menos de 5 metros (m) de altura se debe dejar que el concreto hidráulico fragüe por lo menos 30 minutos. No se deben apoyar cargas de miembros horizontales hasta que los miembros verticales hayan alcanzado la resistencia requerida.
- (3) Superestructuras: No se debe colocar concreto hidráulico en la superestructura, hasta que los encofrados de subestructura hayan sido desmontados lo suficiente como para determinar la aceptabilidad del concreto hidráulico de la subestructura de soporte. No se debe colocar

concreto hidráulico en la superestructura hasta que ésta haya alcanzado la resistencia requerida.

El concreto hidráulico para vigas tipo T se colocará en operaciones separadas y se esperará por lo menos 5 días después de colada el alma de la viga para colar la losa superior de concreto hidráulico.

El concreto hidráulico para las vigas de cajón debe ser colocado en 2 ó 3 operaciones separadas, que consisten en la losa inferior, las almas de las vigas y la losa superior o como se indique en los planos. Sin embargo, se puede colar la losa inferior primero y no colar la losa superior hasta que las almas de la viga hayan sido colocadas y tengan por lo menos 5 días de fragua.

- (4) Arcos: Se colocará el concreto hidráulico en los anillos del arco de manera que el centro sea cargado uniforme y simétricamente.
- (5) Alcantarillas de cuadro: Se colará la losa de base de las alcantarillas de cuadro y se dejará que fragüe 24 horas (h) antes de construir el resto de la alcantarilla. Para alturas de paredes de 1,5 metros (m) o menos, las paredes laterales y las losas superiores deben ser coladas en una operación continua. Para paredes de más 1,5 metros (m) de altura, pero de menos de 5 metros (m) de altura, se dejará fraguar el concreto hidráulico de las paredes laterales por lo menos 30 minutos antes de colar el concreto hidráulico en la losa superior. Para paredes de 5 metros (m) o más altas se dejará fraguar el concreto hidráulico de las paredes laterales por lo menos 12 horas (h), antes de colar concreto hidráulico en la losa superior.
- (6) Elementos prefabricados: Se colará y consolidará el concreto hidráulico de manera que no se produzcan contracciones y grietas en el miembro.

(c) Métodos de colocación

Usar equipos con capacidad suficiente, que hayan sido diseñados y operados previniendo segregación en la mezcla y pérdida de mortero. No se deben usar equipos que causen vibraciones y puedan dañar el concreto hidráulico fresco colocado. No se deben usar equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto hidráulico. Se deben remover los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación.

Colocar el concreto hidráulico lo más cerca posible de su posición final. No se debe colocar concreto hidráulico en capas horizontales de más de 0,5 metros (m) de espesor. No se debe exceder la capacidad de vibración necesaria para consolidar y unir la capa nueva con la capa anterior. No se debe colocar el concreto hidráulico a una velocidad tal que cuando se corrija por temperatura, se exceda la carga de diseño de los encofrados.

No debe dejarse caer el concreto hidráulico sin confinamiento más de 2 metros (m). El concreto hidráulico debe ser confinado usando un embudo con tubo ajustado o cualquier otro artefacto aprobado que prevenga la segregación de la mezcla y el esparcimiento del mortero. Esto no se aplica al vaciado de pilotes cuando la colocación de concreto hidráulico se completa antes que ocurra el fraguado inicial en el concreto hidráulico colocado anteriormente.

Se operarán las bombas de concreto hidráulico de manera tal que éste sea entregado en flujo continuo, sin bolsas de aire en el tubo de descarga. No se deben usar sistemas de banda transportadora de más de 170 metros (m) de largo, medidos de extremo a extremo en la totalidad del montaje de la banda. Se arreglará el montaje de la banda de tal manera que cada sección descargue en una tolva vertical, hasta la siguiente sección, sin que nada de mortero se adhiera a la banda. Se usará una tolva conducto y deflectores al final del sistema de la banda transportadora, para que el concreto hidráulico caiga verticalmente.

(d) Compactación

Se tendrán suficientes vibradores internos manuales que sean adecuados para las condiciones de la colocación del concreto hidráulico. Los vibradores deben cumplir con la Tabla 552-08 Requisitos para vibradores manuales. Se deberá tener vibradores con cubierta de hule cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico.

Tabla 552-08

Requisitos para vibradores manuales

Diámetro de corona (mm)	Frecuencia vibraciones / minuto	Radio de acción (mm)
19 a 38	10 000 a 15 000	75 a 125
32 a 64	9 000 a 13 500	125 a 225
50 a 89	8 000 a 12 000	175 a 350

Se deberá proveer un número suficiente de vibradores para consolidar cada bache a medida que vaya vaciándose. Se tendrá un vibrador de repuesto en el lugar, en caso de requerirse. Se usarán vibradores externos para encofrado solamente cuando éstos hayan sido diseñados para ser vibrados y cuando es imposible usar vibración interna.

Se consolidará todo el concreto hidráulico con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación. Se deberá operar los vibradores de manera que trabajen adecuadamente el concreto hidráulico alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas y ángulos en los moldes. No se debe provocar segregación. No se debe vibrar el concreto hidráulico colocado bajo agua. Se suplirán, si es necesario, acomodo y compactación adicionales del concreto hidráulico por medio de pala para asegurar una superficie lisa y densa a lo largo de los encofrados, en esquinas y en lugares que son imposibles de alcanzar con vibración.

El concreto hidráulico se vibrará en el punto de depósito y en puntos espaciados uniformemente, a no más de 1,5 veces el radio sobre el cual la vibración es efectivamente visible. Se insertarán los vibradores de manera que las áreas vibradas se traslapen. No deben usarse vibradores para mover el concreto hidráulico. Los vibradores se insertarán vertical y lentamente. La vibración debe ser de duración e intensidad suficientes para consolidar completamente el concreto hidráulico sin causar segregación. No se debe realizar una vibración de duración larga en un punto que cause la formación de mortero en áreas localizadas. No se debe vibrar el acero de refuerzo.

(e) Colocación debajo del agua

La colocación de concreto hidráulico bajo el agua es permitida únicamente para el concreto hidráulico de sellos y en el relleno de pilotes excavados. Para propósitos ajenos al sello de concreto hidráulico se debe aumentar el contenido mínimo de cemento en un 10 %, de acuerdo con la Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural. Se deberán usar embudos con tubo confinante, bombas de concreto hidráulico y otros métodos de colocación aprobados.

- (1) Embudos con tubería confinante: Usar embudos con tubería confinante impermeables con un diámetro de 250 milímetros (mm) o más. Ajustar

superiormente con una tolva. Usar la cantidad de tubos necesaria. Los tubos confinantes deben bajar rápidamente para no retrasar o detener el flujo de concreto hidráulico.

Al iniciar la colocación de concreto hidráulico se debe sellar el final de la descarga y rellenar el tubo con concreto hidráulico. Mantener la tubería llena de concreto hidráulico hasta el fondo durante la colocación.

Si el agua entra por el tubo se retirará el embudo y se resellará el final de la descarga. Se mantendrá un flujo continuo de concreto hidráulico hasta que la colocación finalice.

- (2) Bombas de concreto hidráulico: Usar bombas con un dispositivo colocado al final del tubo de descarga que permita impedir el ingreso del agua exterior mientras el tubo está siendo llenado con concreto hidráulico. Cuando se inicie el flujo del concreto hidráulico se mantendrá el final del tubo de descarga lleno de este material y debajo de la superficie del concreto hidráulico ya depositado hasta que la colocación finalice.

El concreto hidráulico bajo el agua se colocará continuamente, desde el inicio hasta el final, en una masa densa. Colocar cada capa subsiguiente de concreto hidráulico antes de que en la capa anterior se inicie la fragua inicial. Usar más de un embudo o bomba si es necesario para garantizar el cumplimiento de los requisitos. Mantener la superficie de concreto hidráulico lo más horizontalmente posible. No se debe alterar el concreto hidráulico después de la colocación. Se mantendrá el agua en reposo en el punto de descarga.

Se deberá desaguar después que las pruebas de las muestras curadas bajo condiciones similares indiquen que el concreto hidráulico tiene suficiente resistencia para soportar las cargas esperadas. Se removerán los depósitos lechosos y todos los materiales insatisfactorios del concreto hidráulico expuesto.

- (f) Barandas y parapetos de concreto hidráulico

Usar encofrados lisos, herméticos y rígidos. Las esquinas serán bien pulidas y perfiladas. Colocar el concreto hidráulico de las barandas y parapetos después de que los encofrados o andamiajes hayan sido removidos del tramo en cuestión. Remover los encofrados cuidando no dañar el concreto hidráulico.

Se deberá dar acabado a las esquinas cuidadosamente, dejándolas perfiladas, libres de grietas y astillas o de cualquier otro defecto.

Las partes precoladas de barandas deberán ser coladas en moldes herméticos para evitar el escape del mortero. Remover los encofrados tan pronto como el concreto hidráulico esté suficientemente duro como para soportarse a sí mismo. Proteger los filos y esquinas contra quebraduras, grietas y cualquier otro daño. Curar de acuerdo con la subsección 552.16 (b) Curado del concreto hidráulico método con agua. El período de curado se puede acortar usando vapor y/o agentes reductores de agua o cemento hidráulico.

552.13 Juntas de construcción

Se usarán juntas de construcción en los sitios señalados en los planos. Es requerida la aprobación escrita para cualquier junta de construcción adicional. En las juntas de construcción horizontales colocar tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras expuestas, para lograr que las juntas queden en línea recta. Las juntas de construcción deben ser, limpiadas y saturadas antes de colar el concreto hidráulico fresco adyacente. Inmediatamente antes de colocar concreto hidráulico nuevo, los encofrados deberán ser fuertemente presionados contra el concreto hidráulico ya colocado inmediatamente antes de colar el concreto hidráulico en los encofrados adyacentes. Donde sea accesible la superficie vieja deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento. El acero de refuerzo debe pasar a través de las juntas de construcción.

552.14 Juntas de expansión y contracción

- (a) Juntas abiertas: Se deberá construir juntas abiertas utilizando madera, placas de metal u otro material aprobado. Se deberá retirar el molde sin astillar ni quebrar las esquinas del concreto hidráulico. El refuerzo no se deberá extender a través de una junta abierta.
- (b) Juntas rellenas: El relleno de juntas deberá ser cortado del mismo tamaño y forma de las superficies por unirse. Se fijará el relleno en una superficie de la junta, usando clavos galvanizados o cualquier otro método aceptado. Se empalmará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Después de retirar los moldes, se deberá remover y cortar cuidadosamente cualquier concreto hidráulico o mortero que

hubiese escurrido a través de las juntas. Se rellenarán todas las aberturas de las juntas de más de 3 milímetros (mm) de grosor con asfalto caliente o cualquier relleno que sea aprobado. Se colocarán los pasadores que fuesen necesarios, dispositivos de transferencia de carga y otros accesorios, según lo indiquen los planos o como se ordenase.

- (c) Juntas de acero: Se fabricarán placas, ángulos u otros perfiles estructurales, de acuerdo con la superficie del concreto hidráulico. Se establecerá la abertura de las juntas a la temperatura ambiente en el momento de la colocación del concreto hidráulico. Asegurar bien las juntas para mantenerlas en posición correcta. Mantener una abertura sin obstrucción en la junta durante la colocación de concreto hidráulico.
- (d) Juntas impermeabilizantes: Estas deberán ser colocadas de acuerdo con los requisitos de la Sección 567 Juntas impermeabilizantes del agua.
- (e) Sellos para juntas en compresión: Se usará un sello de compresión de una sola pieza para juntas transversales y para las juntas longitudinales el sello deberá ser lo más largo posible. Se deben limpiar y secar las juntas y remover el exceso de material e irregularidades. Aplicar un lubricante adhesivo como capa protectora en ambos extremos del sello justo antes de colocarlo. Se deberá comprimir el sello para ser colocado en las juntas, según las recomendaciones del fabricante. Asegurar que el sello esté en contacto total con las paredes de las juntas en toda su longitud.

Se deben remover y descartar todos los sellos torcidos, ondeados, mellados o malformados.

Se deberá remover y reinstalar sellos en las juntas que se alarguen más de un 5 % de su longitud original, cuando estén comprimidos. Remover todo el exceso de lubricante-adhesivo antes de que se seque.
- (f) Sellos elastoméricos para juntas de expansión: Se instalarán los sellos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos.

552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico

Se deberá dar acabado a las superficies de concreto hidráulico que no quedan en contacto con encofrados. Se deberá remover cualquier exceso de concreto hidráulico o mortero fino. Se deberá dar acabado cuidadosamente, con herramienta manual a todos los bordes no

biselados. Dejar expuestos los bordes de las juntas rellenadas. Se deberá proteger la superficie contra la lluvia.

Se deberá proveer al menos dos “puentes de trabajo” que no vibren o se balanceen y que sean capaces de soportar a los trabajadores y equipo durante la colocación, curado y acabado de las operaciones. Se deberá colocar los puentes de trabajo a una altura razonable tal que permita el correcto desempeño de los trabajos y que a la vez no represente un riesgo para la superficie de concreto fresco terminada.

- (a) Acabado, nivelación y llaneteado: Para la cubierta de los puentes o las losas superiores de las estructuras que sirven como pavimentos finales, se debe usar una maquinaria aprobada de acabado, autopropulsada y con codal oscilante. Si así se aprueba, se usarán métodos de terminación a mano para las áreas irregulares donde el uso de maquinaria no es práctico.

Se deberán nivelar (codalear y quitar el exceso de lechada) todas las superficies usando un equipo soportado y moviéndose sobre rieles. No colocar rieles dentro de los límites de colocación de concreto hidráulico, sin aprobación previa.

Se instalarán rieles en soportes que no cedan, de manera que el equipo de acabado opere sin problemas sobre toda la superficie que ya ha sido acabada. Extender ambos rieles más allá de las cotas finales establecidas para la colocación de concreto hidráulico, de manera que permita que la maquinaria termine de colar el concreto hidráulico. Colocar rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura.

Se ajustarán los rieles y el equipo de acabado al perfil requerido y a la sección transversal, tomando en consideración el asentamiento anticipado, la curvatura y la deflexión del andamiaje.

Antes de iniciar la entrega y colocación del concreto hidráulico se debe operar la maquinaria de acabado sobre el área completa de trabajo, para detectar posibles deflexiones de rieles, excesivo espesor de losa, recubrimiento del acero de refuerzo y para verificar la operación correcta del equipo. Se harán las correcciones necesarias antes de iniciar la colocación de concreto hidráulico.

Después de iniciada la colocación del concreto hidráulico, se operará la máquina de acabado sobre el concreto hidráulico según sea necesario para obtener el perfil y la sección transversal requerida. Mantener un pequeño exceso de concreto hidráulico en frente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado o encofrado y luego remover y eliminar. Se ajustarán los rieles, según sea necesario, para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas.

Se deberán remover los soportes de rieles embebidos en el concreto hidráulico a por lo menos 50 milímetros (mm) por debajo de la superficie terminada y acabada. Se llenará y acabará cualquier hueco en el concreto hidráulico fresco. Se acabará la superficie con una llana, rodillo u otro aparato aprobado, según sea necesario, para remover todas las irregularidades locales.

Se deberá remover todo el exceso de agua, lechada o material extraño que salga a la superficie, usando un rodillo o codal y pasándolo desde el centro de la losa hacia los lados. No se debe aplicar agua a la superficie del concreto hidráulico, durante las operaciones de acabado.

- (b) Alineamiento: Se revisarán todos los niveles de losas y aceras y la superficie completa paralela a la línea del centro del puente, con un codal metálico de por lo menos 3 metros (m) de largo. Se traslapará el paso del codal en por lo menos la mitad de la longitud previamente alineada. Se corregirán las desviaciones que excedan 3 milímetros (mm) del borde del codal.

Para las superficies de losas que van a recibir una sobre capa, corregir las desviaciones de más de 6 milímetros (mm).

- (c) Texturización: Se obtendrá una textura en la superficie que sea resistente, antideslizante y acanalada, en todas las áreas de operación vehicular. Se deberá usar uno de los siguientes acabados o una combinación de éstos, según se requiera:

- (1) Acabado estriado: Usar un rastrillo que tenga una sola fila de agujas o una máquina diseñada y aprobada especialmente para marcar canales en pavimentos de concreto hidráulico. Las líneas de las estrías en el concreto hidráulico deben estar espaciadas a 19 ó 25 milímetros (mm) centro a centro. Hacer los canales de 3 a 5 milímetros (mm) de ancho y de 3 a 5 milímetros

(mm) de profundidad. Estriar perpendicularmente a la línea del centro sin rasgar la superficie de concreto hidráulico ni perder agregado.

Si las estrías son aserradas, cortar las estrías de aproximadamente 5 milímetros (mm) de ancho espaciándolas de 19 a 25 milímetros (mm).

En la calzada de puentes, terminar la conformación de las estrías a 300 milímetros (mm) de la cara del bordillo y proveer un acabado con plancha longitudinal, en la superficie de las cunetas.

- (2) Acabado de aceras: Acabar la superficie usando un codal y luego una llana para su terminación. Usar una herramienta de acabado de orillas (redondeado) en los bordes y juntas de expansión. Barrer la superficie con un escobón de cerdas duras, barrer perpendicularmente a la línea del centro, de borde a borde, con pasadas adyacentes y levemente traslapadas.

Se deberán producir corrugados regulares que no tengan más de 3 milímetros (mm) de profundidad, sin rasgar el concreto hidráulico.

Cuando el concreto hidráulico está en condición plástica, se corregirán puntos porosos, irregularidades, depresiones, bolsas pequeñas y puntos rugosos. Se acanalarán las juntas de contracción a los intervalos requeridos usando una herramienta aprobada para acanalar.

- (3) Acabado cepillado: Se usará una llana de acero para producir una superficie lisa dejándola libre de agua de exudación. Se pasará un cepillo fino a la superficie, con pasadas paralelas.

- (4) Acabado con agregado expuesto: Se acabará la superficie usando un codal y luego una llana, para concluir el acabado. Se usará un ribeteador en todas las juntas transversales y longitudinales, que queden contra las formaletas o el pavimento existente (dejar los bordes redondeados). Si la chorrea es continua no se deberán ribetear las juntas transversales, tampoco se deberán ribetear las longitudinales si la chorrea cubre dos carriles.

Tan pronto como el concreto hidráulico se endurezca lo suficiente para prevenir que las partículas de grava sean desalojadas, se debe barrer o cepillar la superficie. Se usarán cepillos de cerda dura, previa aprobación de la Administración. Se cuidará de prevenir que la superficie se descascare o

agriete en los bordes de las juntas. Si se aprueba por la Administración, se aplicará un rociador liviano de retardador a la superficie sin acabar, para facilitar este trabajo.

Para comenzar se cepillará transversalmente a través del pavimento y luego se empujará el mortero suelto semiduro totalmente fuera del pavimento. Se deberá remover el mortero de todos los pavimentos adyacentes y luego se cepillará paralelamente a la línea de centro del pavimento. Continuar esta operación hasta que una cantidad suficiente de agregado quede expuesto. Otros métodos de acabado de agregado expuesto, como el de usar rociador de agua pegado en un cepillo especial para este propósito, se puede permitir siempre y cuando se demuestren resultados satisfactorios.

Después de curar de acuerdo con la Subsección 552.16 Curado del concreto hidráulico, lavar la superficie con cepillo y agua para remover toda la lechada y cemento del agregado expuesto.

- (d) Superficie debajo de los apoyos: Se acabarán todas las superficies de apoyo dentro de 5 milímetros (mm) de la elevación de la planta. Cuando una placa de mampostería o un material de relleno se van a colocar directamente sobre el concreto hidráulico, de menos de 5 milímetros (mm) de espesor, se acabará la superficie con una llana, a una elevación ligeramente sobre la elevación de la planta. Después del fraguado del concreto hidráulico, se esmerilará o pulirá la superficie, según sea necesario, para obtener un soporte total y parejo.

Cuando se requiera colocar un apoyo acolchado elastomérico se debe usar mortero en proporción de una parte de cemento y 1,5 partes de arena limpia. Se mezclarán completamente la arena y el cemento antes de agregar el agua. Se mezclará solo el mortero necesario para un uso inmediato. Botar el mortero sin usar que tenga más de 45 min. Curar el mortero por lo menos durante 3 días y sin aplicar cargas, por lo menos durante 48 horas (h). La arena de mortero debe cumplir con la norma AASHTO M45.

552.16 Curado del concreto hidráulico

El curado se iniciará inmediatamente después de que el agua libre de la superficie se haya evaporado y el acabado esté listo. Si la superficie del concreto hidráulico empieza a secarse

antes de comenzar el uso del método elegido de curado, se mantendrá húmeda la superficie de concreto hidráulico usando un rociador de neblina sin dañar la superficie.

Las superficies se mantendrán húmedas después de que los encofrados hayan sido removidos.

Las superficies superiores de las losas de los puentes se curarán usando el método de membrana líquida de cura combinado con el método de agua. Aplicar el compuesto de membrana líquida de cura inmediatamente después del acabado. La cura con agua se aplicará 4 horas (h) después del acabado.

Se deberá curar todo el concreto hidráulico ininterrumpidamente durante por lo menos 7 días. Si se ha usado puzolana con exceso de 10 % por peso de cemento, se debe curar sin interrupción por lo menos durante 10 días.

- (a) Método de encofrado: En superficies con encofrados se dejarán estos en su sitio sin aflojarlos.

Mantener húmedas las superficies expuestas, o usar una membrana de cura aplicando un compuesto claro adecuado (Tipo 1 o Tipo 1-D) durante el resto del período de cura.

- (b) Método con agua: Se mantendrá la superficie de concreto hidráulico continuamente mojada, empozándola, rociándola o cubriéndola con algún material adecuado. Este material puede ser una tela de algodón, o algún otro que sea aprobado y que no destiña o dañe el concreto hidráulico.

Se deberá cubrir el material de cobertura con una lámina impermeable que prevenga la pérdida de humedad del concreto hidráulico. Se usarán las láminas más anchas que sean prácticas. Se traslaparán las láminas adyacentes en por lo menos 150 milímetros (mm) y se sellarán todas las juntas con cinta a presión, goma o cualquier otro método aprobado. Mantener la integridad del material para evitar la pérdida por evaporación durante todo el periodo de curado. Mantener la manta continuamente mojada desde que se coloca.

Se asegurará bien todo el material de manera que el viento no lo remueva. Se deben reparar las láminas que se quiebren o dañen inmediatamente.

- (c) Método de la membrana líquida de cura: No debe usarse el método de la membrana líquida en las superficies que recibirán un acabado posterior. El uso en superficies de juntas de construcción es permitido solamente si el compuesto es removido por medio de un soplador de arena, antes de vaciar el concreto hidráulico contra la junta. Se usará una membrana líquida Tipo 2 de pigmento blanco, solamente en las superficies superiores de las losas de los puentes o en las superficies no visibles en el trabajo terminado. Usar compuestos claros de curado, Tipo 1 o 1-D en el resto de las superficies.

Se deberá mezclar las soluciones de membrana líquida de cura que contengan pigmentos antes de usarlas. Se deberá continuar agitando durante la aplicación. Se usará un equipo capaz de producir un rociado fino. Aplicar el compuesto de curación en proporción mínima de 0,25 litros por metro cuadrado (L/m^2) en una o dos aplicaciones uniformes. Si la solución se usa en 2 aplicaciones, la segunda aplicación se debe realizar dentro de los 30 minutos posteriores a la primera y aplicar en ángulo recto respecto a ella.

Si la membrana se daña por la lluvia o algún otro medio durante el periodo de curado, aplicar inmediatamente una capa nueva sobre las áreas dañadas.

552.17 Acabado de superficies encofradas.

Se deberá remover, recolocar y reparar, con la aprobación de la Administración todos los hormigueros en el concreto hidráulico.

Se dará el acabado a las superficies de concreto hidráulico encofradas como sigue:

- (a) Clase 1. Acabado ordinario: Aplicar a las siguientes superficies un acabado ordinario clase 1:
- (1) Bajo superficies de tramos de losa, vigas de cajón, vigas doble T, bóvedas, arcos, y losas de calzada y entre vigas maestras de la superestructura.
 - (2) Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.
 - (3) En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, que no son visibles desde un trillo o sendero.

Se deberá iniciar el acabado tan pronto como los encofrados han sido removidos. Remover escamas y otras irregularidades de la superficie que están expuestas o

que van a ser impermeabilizadas. Remover salientes y desalineamientos con discos o piedras de carborundo. Remover las bolsas de piedras u hormigueros localizados en el concreto hidráulico y se repararán con concreto hidráulico o mortero, de una manera aprobada.

Se limpiarán los agujeros de los anclajes o separadores de los encofrados, huecos, esquinas y bordes quebrados, así como cualquier otro defecto y se saturará el área con agua. Acabar el área con mortero que tenga menos de 1 hora (h) de fabricado. Después de que el mortero fragüe, dar el acabado si se requiere y se continuará el curado. Nivelar las superficies expuestas con el concreto hidráulico de su alrededor. Se deberá remover, con una herramienta adecuada, el mortero suelto de los encofrados y las juntas de expansión.

Los sellos de junta que queden expuestos se deberán dejar con bordes limpios y parejos.

Acabar las superficies de apoyo en estribos y bastiones a la elevación e inclinación especificadas. Si el acabado final de la superficie no resulta uniforme y efectivo, se aplicará el inciso "b" que sigue:

- (b) Clase 2. Acabado afinado: Aplicar a las siguientes superficies un acabado liso clase 2.
- (1) Todas las superficies de superestructuras de puentes, excepto las superficies designadas para recibir un acabado clase 1 o algún otro acabado.
 - (2) Todas las superficies de los estribos de los puentes, pilotes, columnas, linderos y muros de retención, sobre el terreno natural y al menos 300 milímetros (mm) debajo del terreno.
 - (3) Todas las superficies abiertas en los arcos, columnas, y bastiones.
 - (4) Todas las superficies de cruces peatonales, excepto pisos y superficies que se cubrirán con tierra.
 - (5) Las superficies sobre el nivel del suelo de cabezales de alcantarillas, paredes finales, cuando son visibles desde la carretera o desde caminos peatonales.
 - (6) En las superficies internas de las alcantarillas que sean visibles desde la carretera, que midan un metro (m) o más de altura.

(7) Todas las superficies de los barandales.

Se completará el trabajo con un acabado Clase 1 de acuerdo con el inciso "a", mencionado anteriormente. Se saturará la superficie de concreto hidráulico con agua y se afinará la superficie frotando una piedra de carborundo. La piedra de carborundo deberá ser cubierta con mortero en la cara que se utilizará para frotar. El mortero a utilizar deberá estar compuesto de una mezcla de cemento y arena fina en las mismas proporciones del concreto hidráulico al que se le está dando el acabado. Continuar el afinado hasta que las marcas de los encofrados, proyecciones y todas las irregularidades sean removidas y se obtenga una superficie uniforme. Dejar en su lugar la pasta producida por el afinado.

Cuando se concluya otro trabajo que pueda afectar la superficie, se afinará con una piedra fina de carborundo y agua, hasta que la superficie completa tenga una textura lisa y un color uniforme. Después de que la superficie se ha secado, restregar con un trapo o esponja para remover el polvo suelto. Se dejará libre de todos los remiendos, pasta, polvo y cualquier marca que sea objetable.

- (c) Clase 3. Acabado con herramientas: Se dejará que el concreto hidráulico fragüe por lo menos durante 14 días para evitar que partículas del agregado salgan a la superficie. Se usarán herramientas de aire como martellina, picos u otros. Se picará la superficie de mortero y se quebrarán las partículas del agregado para dejar expuestos grupos de partículas de agregado en la matriz del mortero.
- (d) Clase 4. Acabado con chorro de arena: Se dejará que el concreto hidráulico fragüe por lo menos durante 14 días. Se protegerán las superficies adyacentes, que recibirán este acabado. Se aplicará el chorro de arena, con arena dura y filosa para producir una superficie de grano fino en la cual el mortero es desprendido o barrido y deja el agregado expuesto.
- (e) Clase 5. Acabado rayado con cepillo de acero: Se iniciará tan pronto como los encofrados hayan sido removidos. Se raspará la superficie con cepillos de fibra o cerdas de acero usando una solución de ácido muriático.

Mezclar la solución en una proporción de 1 parte de ácido muriático por 4 partes de agua. Se raspará hasta que la capa del cemento de la superficie sea removida completamente y las partículas del agregado queden expuestas.

Se dejará una textura pareja de piedrecillas que den la apariencia de granito fino a conglomerados gruesos, dependiendo del tamaño y graduación del agregado. Se lavará la superficie completamente con agua que contenga una cantidad pequeña de amoníaco.

- (f) Clase 6. Acabado con color: Preparar suficientes tableros de 0,5 metro (m) por 1 metro (m) con muestras de concreto hidráulico de color, para obtener el color aceptado por la Administración. Se protegerá el tablero de color aprobado permanentemente durante el trabajo. Se dará el color de la muestra aprobada a todas las superficies designadas.

Se completará un acabado de Clase 1 de acuerdo el inciso (a), mencionado anteriormente. No se debe aplicar el acabado del color hasta que todo el concreto hidráulico de la estructura se haya colado. Se removerá todo el polvo, materia extraña, aceite, grasa y compuestos de curado con una solución de 5 % de fosfato trisódico y luego se enjuagará la superficie de concreto hidráulico con agua limpia. Usar papel, tela o cualquier otro medio para proteger las superficies que no recibirán un acabado de color.

Se deberá aplicar el acabado a la superficie de concreto hidráulico seco cuando la temperatura de la superficie sea de 4 °C o mayor, y se prevea que la temperatura del aire en la sombra sea de 4 °C o mayor durante las 24 horas (h) siguientes a la aplicación.

Aplicar el acabado de color de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Rociar y aplicar con brocha o rodillo la primera capa de un sellador penetrante y la base del color. Se rociará y aplicará con brocha o con rodillo la capa final después de que la primera capa se haya secado completamente. Se aplicará un acabado para dar un color uniforme y permanente, libre de chorrearse o desparramarse sobre la superficie.

Limpiar las áreas de concreto hidráulico que no serán cubiertas con el acabado, usando un método aprobado.

552.18 Accesorios de anclajes

Se deberá usar compuestos químicos, lechadas o dispositivos de anclaje para concreto hidráulico colado en sitio con el fin de fijar dispositivos o accesorios al concreto hidráulico.

Someter los siguientes renglones a aprobación del Ingeniero:

- Muestra de accesorios de anclaje al concreto hidráulico.
- Instrucciones del fabricante para su instalación.
- Certificaciones o información sobre el material.

Todas las partes metálicas de los dispositivos de anclaje serán hechas de acero inoxidable o de acero protegido con una capa metálica resistente a la corrosión que no reaccione químicamente con el concreto hidráulico. Se suplirán todos los dispositivos de anclaje completos con todos sus accesorios metálicos.

Para anclajes químicos o con lechadas, efectuar una prueba del sistema de anclaje que no quede incorporado en la obra. Efectuar una prueba de carga estática de acuerdo con ASTM E-488. Demostrar que los accesorios de anclaje cumplen con una prueba de carga de tensión directa, no menor que los valores indicados en Tabla 552-09 Valores del ensayo de carga sostenida por un período de por lo menos 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 milímetros (mm). También demostrar que cuando se carga hasta la ruptura, el accesorio de anclaje demuestra una falla dúctil del acero y no del compuesto químico, del mortero o el concreto hidráulico.

Instalar en el concreto hidráulico los dispositivos de anclaje recomendados por el fabricante, de manera que los elementos o el equipo fijado se mantengan firmes en el concreto hidráulico. Se aplicarán las tuercas con los valores de momento torsional especificados en la Tabla 552-10 Momento torsional para dispositivos de anclaje, a no ser que se den otras instrucciones específicas por el fabricante. Se colocarán los pernos de anclaje de los soportes, de acuerdo con los requisitos de la Sección 564 Accesorios de apoyo.

Tabla 552-09

Valores del ensayo de carga sostenida

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M 20	24,0
M 12	18,3
M 12	12,7
M 8	7,1

En presencia de la Administración, realizar una prueba de carga a una muestra tomada al azar en, por lo menos 10 % de los anclajes a un 90 % del esfuerzo de fluencia del acero. Si alguno de los anclajes falla, se rehará el anclaje fallado y se volverá a probar la carga en el 100 % de los anclajes restantes. La prueba de carga puede ser efectuada aplicando un momento torsional contra una arandela indicadora de carga, aplicando una carga de tensión directa al anclaje o mediante cualquier otro método aprobado por la Administración.

Después de realizar pruebas de carga, se aflojará la carga en el anclaje y se ajustarán hasta alcanzar la carga especificada en la Tabla 552-10 Momento torsional para dispositivos de anclaje o de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Tabla 552-10

Momento torsional para dispositivos de anclaje

Accesorio de anclaje tamaño perno	Momento torsional (N-m)
M 20	180
M 16	130
M 12	80
M 8	30

552.19 Cargas en estructuras nuevas de concreto hidráulico

No se debe aplicar ninguna carga en pilares o bastiones hasta que las pruebas en concreto hidráulico en cilindros vaciados del mismo concreto hidráulico y curado bajo las mismas condiciones de los elementos de subestructura, indiquen que el concreto hidráulico ha alcanzado por lo menos el 80 % del esfuerzo mínimo a la compresión especificada a los 28 días. Esta restricción no se aplica a la colocación de los elementos superiores de subestructuras coladas por etapas.

No se permitirá circular vehículos o equipo de construcción en ningún tramo hasta que el concreto hidráulico de la superestructura completa haya alcanzado su esfuerzo a la compresión de diseño y haya estado colado por lo menos por 21 días.

Para estructuras de concreto hidráulico postensado no se permitirán vehículos de más de 2000 kilogramos (kg) en ningún tramo hasta que el acero de preesfuerzo para ese tramo haya sido tensado, inyectado de mortero y curado. El mortero debe haber obtenido un esfuerzo de 21 megapascales (MPa) y los tirantes deben estar bien ajustados.

Vehículos que pesen menos de 2000 kilogramos (kg) pueden transitar en los tramos en que el diseño de andamiaje haya previsto ese peso.

552.20 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las subsecciones 106 Control del material y 153.04 Plan de Control de Calidad y las Tablas 552-11 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo del agregado fino, 552-12 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo del agregado grueso y 552-13 Requisitos de muestreo y ensayo para el concreto hidráulico.

De manera que:

- Los agregados se aceptarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 552.02 Materiales y las Tablas 552-11 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo del agregado fino y 552-12 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo del agregado grueso.
- El cemento hidráulico se aceptará de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 552.02 Materiales.
- El acero de refuerzo, acero estructural y refuerzo secundario, deberán ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 552.02 Materiales.
- Los aditivos y materiales para el curado se evaluarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 501.02 Materiales.
- Los rellenos y recubrimientos se evaluarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 501.02 Materiales.
- El concreto hidráulico será evaluado conforme a lo establecido en las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y lo indicado en la Tabla 552-01 Composición del concreto hidráulico estructural, Tabla 552-02 Límites de asentamiento (revenimiento) para concreto estructural, Tabla 552-03 Resistencia a compresión promedio de diseño requerida, Tabla 552-04 Tolerancias en la

dosificación de la mezcla de concreto hidráulico y si corresponde, en las Tabla 552-05 Flujo de asentamiento por elemento estructural, Tabla 552-06 Flujo de asentamiento para estructuras construidas con concreto autocompactable y Tabla 552-07 Proporciones de materiales en mezclas de concreto autocompactable. Debe proveerse un certificado de producción.

- El asentamiento (revenimiento) de la mezcla de concreto hidráulico, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El esfuerzo de compresión del concreto hidráulico será evaluado de acuerdo con lo establecido en la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión, es el promedio de 3 cilindros moldeados con una muestra de una misma batida y fallados a los 28 días o según disponga la Administración. Se removerá y reemplazará el concreto hidráulico cuyos cilindros de falla registren menos del 90 % del esfuerzo a la compresión mínima requerida a los 28 días (f'_c) y provengan de una ubicación tal que cause un efecto perjudicial e intolerable en la estructura y que será determinada por el profesional competente, mediante un análisis de esfuerzos y deformaciones que permita identificar los puntos críticos.
- La construcción (incluyendo bache, colocación, acabado y curado) de las estructuras de concreto hidráulico será evaluada conforme a lo establecido en las subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los andamios y formaletas serán evaluados conforme a lo establecido en la Sección 562 Obras temporales.

552.21 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 552 Concreto estructural, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la Construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se deberá medir el concreto hidráulico estructural y sello de concreto hidráulico por metros cúbicos (m^3) en la estructura.

552.22 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación, considerando además que el precio del concreto hidráulico estructural, será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.552.01	Concreto hidráulico para estructuras mayores clase A (28 MPa)	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.02	Concreto hidráulico para estructuras mayores clase B (17 MPa)	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.03	Concreto hidráulico para estructuras mayores clase C (28 MPa)	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.04	Concreto hidráulico para estructuras mayores clase P (___ MPa)	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.05	Concreto hidráulico para estructuras mayores clase S (___ MPa)	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.06	Concreto hidráulico estructural liviano para estructuras mayores (___ MPa)	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.07	Sello de concreto (___ MPa)	Metro cúbico	(m ³)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.552.08	Concreto autocompactable	Metro cúbico	(m ³)
CR.552.09	Concreto liviano	Metro cúbico	(m ³)

552.23 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En las Tablas 552-11 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado fino, 552-12 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado grueso y 552-13 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico estructural, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. El plan de control de calidad del Contratista debe atender las subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, y debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de las Tablas 552-11 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado fino, 552-12 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado grueso y 552-13 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico estructural, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 “Competencia de los laboratorios de ensayo y calibración” vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 552-11

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado fino

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte	
Agregados finos para concreto hidráulico (703.01)	INTE C15 Estadística (107.05)	Graduación						
		9,5 mm	I					
		4,75 mm	I					
		2,36 mm	I					
		1,18 mm	I	INTE C46		1 Ensayo cada 100 m ³ mínimo 5 muestras por mes		16 horas
		600 µm	I					
		300 µm	I					
	150 µm	I						
	Otros tamices especificados	II						
	Material pasando malla de 75 µm	I	INTE C49				En apilamiento en el quebrador o en la planta	
Módulo de finura	-	2,3 a 3,1						
Sanidad	-	INTE C61 10 % máximo de pérdida en SO ₄ Na ₂				9 días		
Equivalente de arena	-	AASHTO T-176 75 % mínimo						
Impurezas orgánicas	-	INTE C59 más claro que el color patrón. Si no cumple usar INTE C60			1 ensayo cada 15 días	30 horas		
Terrones de arcilla y partículas	-	INTE C65 3 % máximo						
Carbón y lignito 1 % máximo	-	INTE C63 1 % máximo				3 días		

Tabla 552-12

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el agregado grueso

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Agregados gruesos para concreto hidráulico (703.02)	INTE C15 Estadística (107.05)	Graduación					
		38 mm	I				
		25 mm	I				
		19 mm	I				
		12,5 mm	I	INTE C46			
		9,5 mm	I		1 Ensayo cada 100 m ³ mínimo 5 muestras por mes		16 horas
		4,75 mm	I				
	2,36 mm	I					
	Otros tamices especificados	II					
	Material pasando malla de 75 µm	I	INTE C49 1 % máximo sino tiene arcilla aumentar a 1,5			En apilamiento en el quebrador o en la planta	
Módulo de finura	-	2,3 a 3,1					
Abrasión	-	INTE C64 40 % máximo				2 días	
Sanidad	-	INTE C61 12 % máximo de pérdida en SO ₄ Na ₂				9 días	
Terrones de arcilla y partículas	-	INTE C65 3 % en losas de puente y pavimentos 5% en otros concreto hidráulicos		1 Ensayo cada 15 días		30 horas	
Carbón y lignito 1% máximo	-	INTE C63 3 % máximo				3 días	

Tabla 552-13

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Concreto hidráulico (601)	INTE C14 Estadística (107.04)	Asentamiento	-	INTE C41	1 Ensayo por carga	Descarga en sitio de colocación	10 minutos
		Flujo de asentamiento		INTE C23 (concreto autocompactable)			
		Contenido de aire	-	INTE C42 o INTE C73	1 Ensayo por carga		2 horas
		Peso Unitario	-	INTE C72	1 Ensayo por carga cuando se solicite		2 horas
		Temperatura	-	INTE C43	1 batida		5 minutos
	INTE C14 Estadística (107.05)	Fabricar y falla especímenes para ensayo a la compresión	I	INTE C18 INTE C39 INTE C26 (concreto autocompactable)	1 por cada 20 m ³ pero no menos de 1 ensayo por día por resistencia		28 días

SECCIÓN 553 CONCRETO PREESFORZADO

553.01 Descripción

Este trabajo consiste en preesforzar concreto pretensado o colado en sitio proveyendo, colocando y tensando el acero de preesfuerzo. También incluye la instalación de todos los miembros precolados y preesforzados, con excepción del pilotaje.

553.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Acero de refuerzo	709.01
Acero preesforzado	709.03
Apoyos elastoméricos simple o laminado	717.10 (a)
Elementos para anclajes	722.01
Lechada para estructuras preesforzadas	725.22 (c)

Requerimientos para la construcción

553.03 Método de aprobación

Se realizará el pretensado por medio del método para esa operación o postensado. Si un método propuesto no se encuentra en el Contrato, se deben presentar planos completos para aprobación del método, materiales y equipo que se proponen, por lo menos 30 días antes de empezar el pretensado. Lo siguiente debe ser mostrado:

- (a) Método y secuencia del esfuerzo.
- (b) Especificaciones completas, detalles y resultados de pruebas para el acero pretensado y los dispositivos de anclaje.
- (c) Esfuerzos de anclajes.
- (d) Disposición del acero pretensado en los miembros.
- (e) Cálculo de la elongación de los elementos de tensión (torones) de acuerdo con los procedimientos de tensado con gatos hidráulicos que se usarán.
- (f) Número, espaciamiento y método para colgar los torones de pretensado.
- (g) Otros cálculos para el método de pretensado.
- (h) Tipo de conductos de torones para el postensado.

- (i) Lechada de inyección y equipo de postensado.
- (j) Muestras de alambres o torones, tomadas de acuerdo con Subsección 709.03 Acero preesforzado.

Para el colado en sitio se presentarán planos que muestren diagramas, el nivel anticipado o las alteraciones del lugar. Después de terminado el colado limpiar bien el equipo y devolver a una condición aceptable.

553.04 Acero de preesfuerzo

Usar acero de preesfuerzo que esté brillante y libre de corrosión, suciedad, grasa, cera, herrumbre, aceite o cualquier otro material extraño que pueda impedir que el acero y el concreto se adhieran. No se debe usar acero de refuerzo que haya sufrido algún daño o esté picado.

El empalme de cable pretensado es permitido si el empalme entre miembros se realiza en una fundición.

Empalmar de manera que los cabos de cable tengan el mismo enroscamiento o colocación.

No se soldarán encofrados o cualquier otro acero después de que haya sido instalado el acero de preesfuerzo.

La falla de un alambre entre 7 alambres de un cable de preesfuerzo es aceptable si el 85 % de la carga de tensión requerida se obtiene antes de la falla y si el alambre fallado no consiste en más de un 2 % del área total de los cables de una viga individual.

Las barras se extenderán usando aparatos de acoplamiento, que al ser montados tengan un esfuerzo de tensión no menor del esfuerzo de tensión de las barras.

553.05 Concreto

Preparar concreto preesforzado de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural y acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554 Acero de refuerzo.

No colocar concreto en los encofrados hasta que el acero de refuerzo, conductos, placas de apoyo y otros materiales que quedarán incrustados en el concreto sean aprobados. Se colocará y vibrará el concreto con cuidado, para evitar el desplazamiento de los elementos incrustados en el concreto.

Se efectuarán por lo menos 2 pruebas de esfuerzo en cilindros, de acuerdo con AASHTO T23, además de las requeridas para determinar el esfuerzo de compresión a los 28 días. Se deben curar los cilindros que serán sometidos a esfuerzo de compresión junto con los miembros de concreto que representan.

Dejar áspera la superficie superior de los miembros, contra la cual se va a colar concreto.

Curar la viga en una atmósfera saturada de, por lo menos, 90 % de humedad relativa. El tiempo de curación puede ser acortado calentado la parte exterior de los encofrados impermeables con calor radiante, con calor de convección, mediante vapor o aire caliente.

Aplicar calor radiante haciendo circular vapor por tuberías, aceite caliente, agua caliente o elementos de calentamiento eléctrico. Inspeccionar las piezas coladas para asegurar una aplicación de calor uniforme. Se usará una envoltura adecuada que mantenga el calor. Minimizar la pérdida de humedad cubriendo todas las superficies de concreto expuesto con láminas plásticas o un compuesto de membrana líquida para curado, de acuerdo con la Subsección 552.16 Curado del concreto hidráulico. Aplicar un "chorro de arena" (sandblast) al compuesto de curado que se use, en todas las superficies a las que se va a adherir concreto.

Aplicar vapor saturado a la totalidad de la superficie. Envolver completamente la cama de colado con un recubrimiento adecuado, construido herméticamente cerrado para prevenir el escape de vapor y para evitar que entre el aire exterior. Usar vapor a una humedad relativa de 100 %. No se debe aplicar el vapor directamente al concreto.

La Administración aprobará el método para envolver y mantener la viga en una atmósfera saturada con aire caliente. Nunca se permitirá que el calor seco toque la superficie de la viga.

En todos los métodos de curación por calor se debe:

- (a) Mantener la totalidad de las superficies de las vigas sin formaleta en una atmósfera saturada durante todo el tiempo de curado
- (b) Mantener la totalidad de las superficies de las vigas sin formaleta en una atmósfera saturada durante todo el tiempo de curado
- (c) Embeber un termopar (enlazado a un termómetro con una precisión de ± 3 °C) de 150 a 200 milímetro (mm) desde la tapa o desde el fondo de la viga en su línea de centro y cerca de su punto medio.

- (d) Se instalará un monitor con un sensor de registro de precisión (± 3 °C), dispuesto y calibrado para registrar continuamente la temperatura del concreto a lo largo del ciclo de calefacción.
- (e) El registro de la temperatura debe estar siempre disponible para información de la Administración.
- (f) Se calentará el concreto a no más de 38 °C durante las primeras 2 horas (h) siguientes a la colada del concreto, y luego se aumentará la temperatura en no más de 14 °C por hora (h), hasta un máximo de 80 °C.
- (g) Se enfriará el concreto después de que el curado se haya terminado, a no más de 14 °C por hora (h) y hasta 38 °C.
- (h) Se mantendrá la temperatura del concreto sobre los 15 °C hasta que la viga alcance el esfuerzo de alivio o lanzamiento.

Curar los miembros precolados y preesforzados hasta que el concreto haya alcanzado el esfuerzo a la compresión requerido en el Contrato. El esfuerzo promedio en 2 cilindros de prueba debe ser mayor que el esfuerzo mínimo requerido. El esfuerzo a la compresión individual de cualquier cilindro no debe ser menor de un 5 % del esfuerzo requerido.

553.06 Tensado

Usar gatos hidráulicos para tensar el acero de preesfuerzo. Usar un medidor de presión o celda de carga para medir la fuerza de los gatos. Estos medidores se calibrarán por lo menos una vez cada 6 meses o antes si aparecieran dando resultados erráticos. Calibrar el gato y el medidor como una unidad, con la extensión cilíndrica en la posición más aproximada a la fuerza final de los gatos hidráulicos. Conservar la tabla con la calibración certificada en cada manómetro.

Si se usa un manómetro de presión no se deben medir cargas menores de $\frac{1}{4}$ ni mayores de $\frac{3}{4}$ de la capacidad graduada total del manómetro, a no ser que la información de la calibración establezca claramente la exacta consistencia establecida sobre un rango más amplio. Usar un manómetro de presión con una carátula de lectura exacta y con un diámetro de por lo menos 150 milímetros (mm).

Medir la fuerza inducida en el acero de preesfuerzo usando manómetros en los gatos y tomando medidas a las elongaciones del acero pretensado. Si hay una discrepancia de más de 7 %, entre la elongación medida y la fuerza esperada de los gatos, se revisará la operación completa para determinar las razones de la discrepancia y corregir antes de

continuar. Recalibrar los manómetros de los gatos hidráulicos si sus lecturas no concuerdan entre sí con variación máxima de 5 %. Si el sistema de gatos es equipado con una válvula con interruptor automático que se cierra cuando la fuerza de preesfuerzo es alcanzada, las medidas de elongación serán requeridas solamente para el primer y último torón y para, por lo menos, un 10 % de los demás torones.

Si se usa una celda de carga, no usar el 10 % inferior de la capacidad de la celda de carga, indicada por el fabricante para determinar la fuerza del gato. No exceder los esfuerzos temporales de tensión sobre el acero de preesfuerzo del 80 % del esfuerzo último de tensión. Anclar el acero de preesfuerzo en un esfuerzo inicial que resulte de la suma del esfuerzo de trabajo y todas las pérdidas requeridas.

553.07 Miembros pretensados

Moldear los miembros pretensados según las tolerancias permitidas en Tabla 553-01 Tolerancias de miembros de concreto pretensado.

(a) Acero de preesfuerzo

Proteger el acero de preesfuerzo contra contaminación y corrosión en la cama de colado, si la cama de colado ha estado expuesta al ambiente por más de 36 horas (h) antes de colar el concreto.

Liberar todos los torones de retorcimientos, dobleces y cocas (deformación plástica en los cables). Se mantendrá con precisión el acero pretensado en la posición y tensión señaladas en la Subsección 553.06 Tensado. No permitir que los torones se desenrollen más de una vuelta. Mantener un registro de la fuerza de los gatos y de las medidas de elongación después de que los torones son tensados a un 20 % de la fuerza final.

Tensar el acero de preesfuerzo a la tensión requerida. Incluir en los cálculos de elongación de los cables el alargamiento por deslizamiento del anclaje, deslizamiento en las uniones, movimiento horizontal del empotramiento, y cambios de temperatura en el acero pretensado, entre la hora de tensado y la hora de fragua inicial del concreto. Mantener las camas de los encofrados, cables y acero de refuerzo a una temperatura dentro de los 14 °C de la temperatura del concreto que se colocará en los encofrados. Se soportarán los cables con roldanas de cambio de dirección en los extremos. Se usarán rodillos que se muevan libremente, con fricción

mínima. Inicialmente cuando los cables están tensados y luego son jalados hasta quedar colgados, se deben tensar a la tensión requerida menos la tensión adicional que se genera al forzar el cable para mantener el perfil de colgado. Si la carga de un cable colgado en su extremo como se determina en las medidas de elongación es menor que el 95 % de la carga que marca el gato, se deben tensar los dos extremos de la cama. Determinar la carga como la calculada por la suma de las elongaciones producidas en los dos extremos tensados por el gato la cual debe quedar dentro del 5 % de la carga solicitada del gato.

Antes de colocar el concreto, revisar la tensión en los cables pretensados, con anticipación de tres horas. El método y el equipo para revisar la pérdida de pretensión deben estar sujetas a la aprobación de la Administración. Si los cables son tensados individualmente, revisar la pérdida de tensión de cada cable. Se retensarán todos los cables que presenten una pérdida de preesfuerzo en exceso de 3 %. Si los cables son tensados en grupo se debe revisar el grupo completo para evaluar la pérdida total de pretensión. Soltar y retensar el grupo completo si el total de pretensado muestra una pérdida en exceso del 3 % o si cualquier cable individual mostrara una diferencia notable respecto al resto de los cables del grupo.

(b) Liberación de los esfuerzos del acero

Soltar la carga de preesfuerzo del concreto después de que el concreto haya alcanzado el esfuerzo a la compresión requerida. Cortar o soltar los cables cuya excentricidad lateral disminuya la fuerza de preesfuerzo. Se cortará el acero pretensado para emparejarlo con el extremo del miembro.

553.08 Almacenaje, transporte y erección de estructuras

No se deben embarcar miembros de concreto pretensado hasta que las pruebas de cilindros de concretos fabricados con el mismo material y curados bajo las mismas condiciones que los miembros indiquen que el concreto en cada miembro ha alcanzado el esfuerzo mínimo requerido de diseño y tiene por los menos 14 días de colado.

Almacenar, transportar y erigir vigas precoladas y preesforzadas, losas y cajones en posición recta. Los puntos de soporte y las direcciones de las reacciones en relación con los miembros deberán ser aproximadamente las mismas que cuando las piezas queden en

su posición final. Evitar que las piezas sean agrietadas o dañadas durante el almacenamiento y manipulación.

Las unidades que resulten dañadas debido a manipulación o almacenamiento indebidos deberán ser reemplazadas.

553.09 Miembros postensados

Se fabricarán piezas postensadas de acuerdo con las tolerancias indicadas en Tabla 553-01 Tolerancias de miembros de concreto pretensado. Se construirá un andamiaje de soporte de manera que la superestructura pueda ser izada libre de los andamios y del efecto de acortamiento producido durante el postensado. Detallar los encofrados que queden dentro de las vigas cajón para soportar la losa superior, ofreciendo una resistencia mínima al encogimiento de la viga producido por la contracción del postensado.

(a) Conductos

Usar conductos de metal galvanizado y herméticos a la lechada, fabricados ya sea galvanizados, soldados o entrelazados y que sean suficientemente fuertes para conservar el alineamiento durante la colocación del concreto, con una pared de espesor mínimo, en milímetros (mm), como sigue:

- (1) Conducto de metal (diámetro < de 65 mm): 0,55 mm
- (2) Conducto de metal (diámetro > de 65 mm): 0,70 mm
- (3) Polietileno de alta densidad (HPDE): 2,0 mm
- (4) Polipropileno de alta densidad (HDPP): 2,0 mm
- (5) Conducto de metal con tendones de barra pre armados con el conducto: 0,35 mm

Para tendones constituidos por una sola barra de preesfuerzo se proveen conductos con un diámetro interno mínimo de al menos 6 milímetros (mm) mayor que el diámetro exterior de la barra de preesfuerzo. Para tendones de alambres, barras o filamentos múltiples se proporciona un área interna nominal de sección transversal del conducto de al menos 2,25 veces el área neta del acero de preesfuerzo. Cuando los tendones deban ser colocados por el método de halado se debe proporcionar un área interna nominal de sección transversal interna del conducto de al menos 2,5 veces el área neta del acero de preesfuerzo.

Construir juntas metálicas apropiadas para unir los conductos sin que se produzcan ángulos en ellas. Se usará cinta impermeable en las juntas y los conductos se doblarán sin arrugarlos o aplastarlos. Usar metal ferroso o un acoplamiento de polietileno para conectar los conductos a los artefactos de anclaje.

Se proveerán todos los conductos o montajes de anclaje con tubos de metal u otro tipo de conexión apropiado para la inyección de la lechada, después del pretensado. Proveer conductos con un diámetro interior 10 milímetros (mm) más grande que el diámetro nominal de un solo alambre, barra o tendones de cables.

Para alambre múltiple, barras o tendones se debe proveer un conducto del área de sección transversal, de por lo menos 2 veces el área del acero de preesfuerzo. Cuando hay que colocar tendones por el método de jalar a través, proveerá un conducto con un área de sección transversal de por lo menos 2,5 veces el área neta del acero de preesfuerzo.

Asegurar bien los conductos en su lugar para prevenir movimientos.

Mantener las distancias entre los encofrados con tirantes, separadores, bloques, amarras, ganchos o cualquier otro soporte aprobado.

Usar bloques de mortero prefabricado, con dimensiones y forma aprobadas. Separar las capas de los conductos con bloques de mortero. Cubrir los extremos de los conductos para prevenir la entrada de agua o desechos.

Ventilar todos los conductos en estructuras continuas, en su punto más alto del perfil. Dejar respiraderos en los conductos herméticos con un tubo estándar de un mínimo de 13 milímetros (mm) de diámetro, o un tubo plástico adecuado. Conectar los respiraderos a los conductos con sujetadores metálicos o plásticos. No se deben usar componentes que reaccionen con el concreto y causen corrosión del acero preesforzado o que contengan cloruros solubles.

(b) Colocación de concreto

Donde el extremo del montaje postensado no será cubierto con concreto, se retirarán los accesorios de anclaje, de manera que los extremos del acero

pretensado y todas las partes del anclaje queden por lo menos 50 milímetros (mm) dentro del extremo de la superficie de los miembros.

Antes de la colocación del concreto, se probará que los conductos no están obstruidos. Inmediatamente después, se soplará el conducto de metal con un compresor de aire, libre de grasa, para quebrar y remover todo el mortero en el conducto antes de que se endurezca. Aproximadamente 24 horas (h) después de la colocación del concreto, se inundarán los conductos de metal con agua que contengan cal (óxido de calcio) o cal apagada (hidróxido de calcio) en una proporción de 12 gramos por litro (g/L). Soplar el agua con un compresor de aire libre de grasa.

Para los miembros postensados que deben ser curados a vapor, no se debe instalar acero de preesfuerzo hasta que el curado esté listo.

(c) Anclajes y distribución

Se debe notificar a la Administración, por lo menos 10 días antes de la instalación de los extremos de ajuste o alambre de encabezamiento.

Cuando se usan alambres, se proveerá una distancia al borde por cada agujero de preesfuerzo de alambre, por medio de una arandela de tensión, un anillo de soporte desenhebrado, o una placa, de por lo menos 6 mm de la raíz de cualquier fibra, o al borde de cualquier anillo, placa o arandela.

Se debe anclar en sus extremos el acero preesforzado postensado, por medio de un anclaje permanente capaz de desarrollar no menos de un 95 % del esfuerzo último de tensión del acero pretensado. Si el dispositivo de anclaje es suficientemente largo y es usado en conjunto con un enrejado de acero empotrado en el concreto, que distribuya efectivamente la carga de anclaje al concreto, pueden omitirse las placas de distribución de acero o montaje.

Usar los conductos anclajes de tendones apropiados para no sobrepasar la pérdida máxima de fijación admisible.

(d) Acero de preesfuerzo

Usar un inhibidor de corrosión para proteger el acero de preesfuerzo instalado en los conductos antes de la colocación y el curado del concreto. Usar un inhibidor que no produzca un efecto contrario en el acero o en la adherencia del acero al concreto. Si se usa acero de preesfuerzo en los conductos después de que el curado, el postensado y la inyección de lechada han concluido dentro de los 10 días después de instalado, no se requiere un inhibidor de corrosión.

(e) Postensión

Se esperarán al menos 10 días después de que el último concreto haya sido colocado en el miembro o hasta que las pruebas de cilindros de concreto indiquen que el concreto ha alcanzado el esfuerzo de compresión mínimo. Demostrar que el acero pretensado está libre y sin pegarse al conducto. Se enderezarán los alambres, si es necesario, para producir una tensión igual en todos los alambres, en los grupos de alambres o capas de tendones paralelos que son tensados simultáneamente. Se removerán todos los encofrados de las vigas antes del postensado.

Registrar la presión del manómetro y la elongación del acero pretensado permanentemente mientras se esté tensando éste. Estos registros deberán ser entregados a la Administración.

Determinar las pérdidas por fricción en el proceso de pretensado (i.e. la diferencia entre tensión en el gato y la mínima tensión en el acero pretensado) de acuerdo con las normas AASHTO, especificaciones estándar para puentes de autopista. Usar tablillas adecuadas o aparatos ya aprobados, para alcanzar el nivel de anclaje especificado.

(f) Lechada

Unir todo el acero pretensado y postensado al concreto llenando el espacio vacío entre el conducto y el tendón con lechada. Proveer acero pretensado para unirlo al concreto, el cual debe estar libre de suciedad, herrumbre, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

Usar equipo de lechada capaz de sedimentar a una presión de por lo menos 0,7 megapascales (MPa) con un calibrador de presión que tenga una escala completa

de lectura de no más de 2,1 megapascales (MPa). Se ajustarán los tubos de inyección por medio de válvulas de salida mecánicas positivas. Ajustar las ventilaciones y tubo de eyección con válvulas, tapas o cualquier otro aparato capaz de sostener las presiones del bombeo.

Determinar la facilidad de bombeo de la lechada de acuerdo con FLH T502. El tiempo de emanación de una prueba de lechada, inmediatamente después de mezclada, no debe ser menor de 11 segundos (s). Cuando imperen temperaturas ambientales elevadas se producirá una fragua rápida; se enfriará la lechada con algún método aprobado, si es necesario, para prevenir bloqueos durante la operación de bombeo. Cuando existen posibilidades de clima con bajas temperaturas durante la colocación de la lechada, se la debe proteger para que no se dañe, de acuerdo con el manual de postensado PT1 "Práctica Recomendada para Lechada de Concreto Postensado y Pretensado", Sección 3.3.7, 5ª edición.

Proveer un equipo de limpieza por inyección capaz de desarrollar una presión de bombeo de 1,7 megapascales (MPa) y de una capacidad suficiente para lavar cualquier conducto con sedimento.

Limpiar todos los conductos de materiales que impidan la adherencia de la lechada o interfieran con los procedimientos de lechada. Se soplarán todos los conductos con un compresor de aire libre de grasa.

Pasar la lechada a través de un cedazo con agujeros de 2 milímetros (mm) antes de que entre a la bomba. Se llenará completamente el conducto del extremo inferior con lechada bajo presión. Bombear la lechada continuamente a través del conducto y se desechará en el desagüe hasta que no se vea agua o expulsión de aire. El tiempo de emanación de lechada no debe ser menor a los 11 segundos (s).

Se cerrarán todos los conductos y aberturas, y se aumentará la presión de lechada en el extremo de la inyección a por lo menos 0,7 megapascales (MPa) manteniéndola por lo menos por 10 segundos (s). No se deben remover o abrir las válvulas y tapas hasta que la lechada haya fraguado.

Limpiar la superficie de concreto de las piezas de anclaje con un soplete abrasivo. Rellenar el anclaje con concreto de acuerdo con los requisitos para la estructura y se limpiará con agua.

Remover los extremos de las salidas y ventilaciones hasta 25 milímetros (mm) bajo la superficie de la carretera después de que la lechada ha concluido.

No retirar los andamios debajo de la losa soportante de la superficie hasta por lo menos 48 horas (h) después de la lechada del acero postensado o hasta que el esfuerzo de la lechada se haya obtenido.

553.10 Pintura de acero

Usar un cepillo de alambre o un chorro abrasivo para remover toda la suciedad y residuos que no estén adheridos al metal o a la superficie de concreto. Limpiar y pintar los extremos de acero pretensado expuestos, los montajes postensados de las cabezas del anclaje y una tira de 25 milímetros (mm) de concreto de unión.

Se mezclará la pintura de zinc conforme a FSS TT-P-641 y pintarán todos los espacios vacíos en los tendones pretensados. Aplicar una capa gruesa a la superficie que se cubrirá con concreto. Aplicar 2 capas a la superficie que no se cubrirá con concreto.

Tabla 553-01
Tolerancias de miembros de concreto pretensado

Descripción	Tolerancia
Vigas prefabricadas con losa fundida en sitio ⁽¹⁾	
Longitud	± 10 mm / 10 m ± 25 mm máx.
Ancho (total)	± 10 mm, -5 mm
Profundidad (total)	± 15 mm, -5 mm
Profundidad (Ala)	-5 mm
Ancho (Alma)	± 10 mm, -5 mm
Barrido ⁽²⁾	3 mm / 3 m
Variación de la calidad del extremo o sesgado	± 15 mm/ m, ± 25 mm máx.
Variación de la contraflecha, de la contraflecha de diseño	± 3 mm / 3 m ± 15 mm máx. 25 m longitud ± 25 mm máx. > 25 m longitud
Posición de los cables:	
Individual	± 5 mm - atados
Atados	± 15 mm
Posición desde el sitio de diseño de los puntos de deflexión para los cables	± 500 mm
Posición de las placas otras que las de apoyo	± 25 mm
Posición de las placas de apoyo	± 15 mm
Boquilla y lavado de placas	± 5 mm
Boquilla y lavado de placas de apoyo	± 5 mm
Posición de inserto de las conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de artefactos:	
Paralelo a la longitud	± 150 mm
Transversal a la longitud	± 25 mm
Posición de estribos o aros:	
Espaciamiento longitudinal	± 50 mm
Proyección sobre la parte superior	± 20 mm
Regularidad local ⁽³⁾	± 6 mm en 3 cm en cualquier superficie

Notas:

(1) Normas AASHTO Vigas tipo I y vigas tipo T.

(2) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

(3) No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

Tabla 553-01
Tolerancias de miembros de concreto pretensado (continuación)

Descripción	Tolerancia
Vigas prefabricadas con losa fundida en sitio ⁽⁴⁾	
Longitud	± 20 mm
Ancho (total)	± 5 mm
Profundidad (total)	± 5 mm
Profundidad (Ala superior)	± 15 mm
Profundidad (Ala inferior)	± 15 mm, -5 mm
Ancho (alma)	± 10 mm
Barrido ⁽⁵⁾	
Hasta miembros de 12 m de longitud	± 5 mm
Miembros de 12 a 18 m de longitud	± 10 mm
Miembros de más de 18 m de longitud	± 15 mm
Variación desde la deflexión	± 10 mm / m
Horizontal	± 15 mm, máx.
Vertical	± 15 mm
Variación de contraflecha de la contraflecha de diseño	± 3 mm / 3 m, ± 15 mm máx.
Contraflecha diferencial entre miembro adyacentes del mismo diseño	± 6 mm / 3 m, ± 20 mm máx.
Posición de los cables:	
Individual	± 5 mm
Atados	± 5 mm
Posición desde el sitio de diseño de los puntos de deflexión para los cables deflectados	± 500 mm
Posición de láminas diferentes de las de soporte	± 25 mm
Boquilla y lavado de placas	± 5 mm
Posición para insertar las conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de los artefactos:	
Paralelo a la longitud	± 150 mm
Transversal a la longitud	± 25 mm

Notas:

(4) Vigas de cajón, losas, entresijos nervados y vigas múltiples T.

(5) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

Tabla 553-01

Tolerancias de miembros de concreto pretensado (continuación)

Descripción	Tolerancia
Vigas prefabricadas usadas en cubiertas con vigas múltiples	
Posición de estribos:	
Espacio longitudinal	± 25 mm
Proyección sobre la parte superior	± 5 mm, - 20 mm
Boquilla de asiento de vigas de área de apoyo	± 5 mm
Posición de tubería apernada	± 15 mm
Posición de tubos separadores (alineador) de varilla:	
Paralelos a la longitud	± 15 mm
Verticales	± 10 mm
Posición de los vacíos en la losa:	
Extremo del espacio vacío al centro del agujero	± 15 mm
Del tirante adyacente al bloque extremo	± 25 mm
Regularidad local ⁽⁶⁾	± 6 mm en 3 cm en cualquier superficie
Miembros postensados	
Posición de los conductos postensados	± 5 mm
Posición de las láminas de soporte del tendón de anclaje	± 5 mm

Notas:

(6) No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

553.11 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 553-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto preesforzado.

De manera que:

- Acero pretensado, acero de refuerzo, dispositivos de anclaje, soportes elastoméricos y materiales para concreto y para lechada deben ser evaluados según Subsección 107.03 Certificación. Proveer certificados de producción para los siguientes materiales:

- (a) Cemento hidráulico
 - (b) Acero de preesfuerzo
 - (c) Acero de refuerzo
- La lechada será evaluada en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. (Ver Tabla 553-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto preesforzado).
 - El concreto prefabricado y los miembros de concreto preesforzado serán evaluados en las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. (Ver Tabla 552-13 Requisitos de muestreo y ensayo para el concreto hidráulico).
 - El concreto para postensado, preparado en el sitio será evaluado en la Sección 552 Concreto estructural.
 - La construcción de miembros de concreto prefabricado y preesforzado se evalúa en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
 - El acero de refuerzo se evalúa bajo la Sección 554 Acero de refuerzo. Los andamiajes y encofrados, en la Sección 569 Encofrados y andamiaje.

553.12 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 553 Concreto pretensado, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir los miembros estructurales de concreto prefabricado y preesforzado por unidades (u) o por metros lineales (m). No se debe medir el acero de refuerzo o el concreto para prefabricar miembros estructurales de concreto.
- El sistema de pretensado se medirá en forma de suma global (glb).
- Se medirá el concreto para postensado, y las estructuras de concreto coladas en su lugar, de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural. El acero reforzado para postensado y las estructuras de concreto fundadas se miden en Sección 554 Acero de refuerzo y los pilotes pretensados en la Sección 551 Hincas de pilotes.

553.13 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.553.01	Miembros de concreto estructural pretensados y prefabricados	Unidad	(u)
CR.553.02	Miembros de concreto estructural pretensados y prefabricados	Metro lineal	(m)
CR.553.03	Sistema de pretensado	Suma Global	(glb)

553.14 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 553-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto preesforzado, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06

Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 553-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto preesforzado, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 553-02*Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto preesforzado*

Material o Producto	Tipo de aceptación	Características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra separada	Tiempo de reporte
Concreto Preesforzado	Medido y ensayado conforme (107.04)	Resistencia a la compresión	AASHTO T23 AASHTO T22	1 cada 25 m ³ (2)	Flujo de descarga en el punto de colocación (1)	Si	Al completar las pruebas
Lechada	Medido y ensayado conforme (107.04)	---	Especificación para Lechadas en Estructuras Preesforzadas (3)	Cada mezcla	Cada fuente	No	Al completar las pruebas

Notas:

- (1) Muestrear de acuerdo AASHTO T141, excepto para las muestras compuestas no son requeridas.
- (2) Además de los cilindros de prueba necesarios para determinar la resistencia a los 28 días, se deben hacer dos pruebas de esfuerzos en los cilindros.
- (3) PTI, Guide Specification for grouting of Post-Tensioned Structures

SECCIÓN 554 ACERO DE REFUERZO

554.01 Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero dentro de las diferentes estructuras de concreto hidráulico, en conformidad con los detalles indicados en los planos, estas especificaciones y las instrucciones de la Administración.

554.02 Materiales

El acero de refuerzo deberá cumplir con lo especificado en los incisos (a) y (b) de la Subsección 709.01 Acero de refuerzo. El alambre de amarre a utilizar deberá ser alambre negro recocido.

554.03 Equipo

El Contratista deberá suministrar el equipo necesario para el corte y doblado de las varillas de acero de refuerzo. Cuando sea autorizado por la Administración el empleo de soldadura, el Contratista deberá también disponer del equipo apropiado para esa labor y aprobar soldadores calificados para realizar los trabajos.

Para fijar correctamente el acero de refuerzo en su posición, se requerirá herramientas menores y otros elementos deberán ser también suministrados por el Contratista.

Requerimientos para la construcción

554.04 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indique: el fabricante, el grado del acero y el lote correspondiente.

Previo al almacenamiento del acero y posterior incorporación a la obra, el Contratista deberá presentar a la Administración los respectivos certificados de calidad del fabricante, los cuales deberán contar con el aval, tanto del Consultor de Calidad del Contratista como de la Administración.

El acero deberá almacenarse en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido contra

daños y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

554.05 Planos y listas de corte y doblado

Antes de cortar el acero en los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas del tamaño de las varillas y sus diagramas de doblado. Si los planos no muestran estas listas y diagramas de doblado, el Contratista deberá prepararlos y someterlos a la aprobación de la Administración. La aprobación por parte de la Administración no exime de responsabilidad al Contratista por la exactitud de estas listas y diagramas. En este caso, el Contratista deberá contemplar, en los precios de su oferta, el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados.

Si el Contratista desea relocalizar una junta de construcción mostrada en planos, en alguna otra parte de la estructura, deberá revisar por su cuenta los planos y listas de corte que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para que sea aprobado por la Administración, por lo menos 15 días antes de la fecha prevista para el corte y doblaje del refuerzo de esa parte de la obra. Si por cualquier razón el Contratista omite este requisito, la junta y el refuerzo correspondiente deberán dejarse sin modificación, tal y como se muestra en los planos.

554.06 Doblado

Las varillas de refuerzo se deberán fabricar de acuerdo con ACI SP 66 y se doblarán en frío todas las varillas que así lo requieran. Se limitará la tolerancia de dobladura de las varillas de cubiertas o losas armadas a no más de 6 milímetros (mm). Las varillas de acero no se deben doblar una vez que están parcialmente empotradas en el concreto hidráulico, excepto cuando se muestre así en los planos o sea permitido por la Administración.

Cuando las dimensiones de los ganchos o los diámetros de doblado no se muestren en los planos, se proporcionarán ganchos estándar de conformidad con ACI SP 66.

554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico

Las varillas se levantarán con soportes múltiples o con una plataforma. Se evitará la abrasión producida entre varillas y se deberá evitar que los paquetes de varillas sean arrastrados o dejados caer.

Antes de la colocación se inspeccionarán las varillas recubiertas para localizar cualquier daño al recubrimiento. Se repararán todos los defectos en el recubrimiento, perceptibles al ojo, con un material de reparación precalificado de acuerdo con la norma AASHTO M28M. Se limpiarán las áreas que van a ser reparadas, removiendo toda la contaminación de la superficie y el recubrimiento dañado. Se raspará el área por reparar antes de aplicar el material de reparación. Cuando haya herrumbre se debe remover por medio de limpieza a chorro o con una herramienta de poder. Se limpiarán las varillas inmediatamente antes de aplicar el material de reparación.

Se deberán reparar rápidamente las varillas con resina antes de que ocurra una oxidación perjudicial, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la resina. Se traslapará en 50 milímetros (mm) el material de remiendo sobre el revestimiento original, o como lo recomiende el fabricante. Se proveerá un espesor mínimo de 200 micrómetros (μm) de recubrimiento en las áreas reparadas.

Deben tomarse las medidas necesarias para minimizar el daño en el recubrimiento de las varillas instaladas. Se debe limpiar y reparar cualquier daño en el recubrimiento advertido después de la instalación, en la forma descrita anteriormente.

No se permitirán reparaciones en el campo a varillas con daños severos en el recubrimiento, las cuales deberán ser cambiadas con piezas nuevas. Un recubrimiento con daño severo se define como un recubrimiento con un área total dañada de 0,5 metros (m) de longitud de varilla que excede al 5 % del área superficial de la porción de la varilla. Se recubrirán los empalmes mecánicos después de su instalación de acuerdo con la norma AASHTO M284 M, si presenta daños en el recubrimiento epóxico.

554.08 Colocación y fijación del acero de refuerzo

Al ser colocado en su posición final y antes de colar el concreto hidráulico, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco adherido deberá ser removido del acero de refuerzo.

Las varillas deberán colocarse con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán asegurarse firmemente, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto hidráulico. Se soportarán las varillas en bloques de concreto hidráulico prefabricado, o en soportes metálicos, de acuerdo con el “Manual de práctica estándar del Instituto de Concreto hidráulico Reforzado”. Se fijarán los bloques de

concreto hidráulico de soporte con alambres ubicados en el centro de cada bloque. Se usarán soportes de metal en contacto con las superficies de concreto hidráulico expuesto, Clase 1 (protector de plástico) o Clase 2, tipo B (protector de acero inoxidable). Se usará acero inoxidable de acuerdo con la norma ASTM A-493, Tipo 430.

Se revestirán con un material dieléctrico los asientos, alambres de amarre y otros elementos usados para soporte para dar posición o sujetar el acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. No se usarán soportes plásticos.

Los soportes para las varillas de refuerzo en las losas no deben espaciarse a más de 1,2 metros (m) entre ellos, ya sea transversal o longitudinalmente. Los soportes para varillas de refuerzo no se usarán directa o indirectamente para sostener pasarelas para carretillas, o cargas de construcción similares. Las plataformas para soportar trabajadores y equipos durante la colocación del concreto serán soportadas directamente en el encofrado y no en el acero de refuerzo.

Las varillas de refuerzo paralelas se espaciarán con una tolerancia de 38 milímetros (mm) con respecto al lugar requerido en planos. No se permite acumular las variaciones en el espaciamiento de varillas paralelas. El promedio de dos espaciamientos adyacentes no deberá exceder el espaciamiento requerido en planos.

Se dejarán 50 milímetros (mm) libre de recubrimiento para todo el refuerzo, excepto si se especifica de otra manera en planos. Se colocará el acero de refuerzo de losas manteniendo la distancia vertical establecida en planos entre el acero de refuerzo y la superficie encofrada o la superficie superior de la losa con una tolerancia de 6 milímetros (mm). Se revisará el recubrimiento sobre el acero de refuerzo de losas usando una plantilla, antes de colar el concreto y se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún elemento estructural hasta que la colocación del acero de refuerzo haya sido aprobada.

Las canastas o silleas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto hidráulico deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de piedras, fragmentos de ladrillos, tubería de metal o tacos de madera.

Las varillas de las losas se deberán amarrar con alambre negro recocido en todas las intersecciones, excepto cuando el espaciamiento entre varillas sea menor a 300 milímetros (mm) en ambas direcciones, en cuyo caso se deberán amarrar alternando las

intersecciones. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro de 1,5 a 2 milímetros (mm) o su calibre equivalente. No se permitirá soldar las intersecciones de las varillas de refuerzo.

Las varillas deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre varillas paralelas colocadas en una fila, no sea menor de tres veces el diámetro nominal de la varilla, ni menor de cuatro tercios ($4/3$) del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos o más filas de varillas, la fila superior deberá colocarse directamente encima de la fila inferior, y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

Además, se deberán mantener los recubrimientos mínimos especificados en los planos; antes de colar el concreto hidráulico de las losas, debe revisarse el recubrimiento de las varillas superiores con los codales que se usarán en el colado de las losas.

La Administración deberá revisar y aprobar la armadura de refuerzo de todas las estructuras, antes que el Contratista inicie el colado del concreto hidráulico.

554.09 Empalmes y uniones

Los empalmes de las varillas de refuerzo se ajustarán a lo indicado en los planos, y se realizarán en los sitios mostrados en éstos o donde lo indique la Administración; no deberán ser localizados en las juntas de construcción del concreto hidráulico. El Contratista podrá introducir empalmes y uniones adicionales en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando esas modificaciones sean autorizadas por la Administración y el costo del refuerzo adicional requerido será asumido por el Contratista. Los empalmes y uniones en varillas adyacentes deberán hacerse alternados.

En los empalmes, las varillas deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarradas firmemente con alambre negro recocido, de tal manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias mínimas de recubrimiento especificadas, en relación con las demás varillas y superficies de concreto hidráulico.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla con las normas de la American Welding Society, AWS D 1.4. En este caso, las soldaduras y los procedimientos deberán ser aprobados previamente la Administración, y deben realizarse pruebas de elementos soldados por el laboratorio de control de calidad del Contratista.

No se permitirá soldadura en varillas cuya composición química exceda los siguientes porcentajes:

- (a) Carbón 0,30
- (b) Manganeso 1,5
- (c) Equivalente de carbón 0,55

Se pueden usar acoples mecánicos en lugar de soldaduras, si así es aprobado por la Administración, con resistencia de por lo menos 125 % del esfuerzo de fluencia requerido para el acero de refuerzo.

Si la malla electrosoldada es transportada en rollos, se enderezarán los rollos dejando la malla plana antes de su colocación. Se empalmarán las láminas de malla o varillas de refuerzo de rejilla, traslapando no menos del ancho de la abertura de la malla más cincuenta milímetros (50 mm). Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas amarrándolas con alambre negro recocado a los elementos existentes previamente construidos que puedan servir de apoyo y referencia.

El costo de este reemplazo de empalme y las pruebas de revisión del trabajo correrá por cuenta del Contratista.

554.10 Sustitución del acero de refuerzo

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización escrita de la Administración, previa justificación técnica de la variación. En tal caso, el acero sustitutivo deberá tener un área y un perímetro equivalentes o mayores que el área y el perímetro de las varillas mostradas en los planos.

554.11 Lista de pedido

En las listas de pedido del acero de refuerzo se deben usar las mismas marcas para etiquetar que las mostradas en los planos. La Administración debe aprobar todas las listas de pedido y diagramas de dobladuras. La aprobación de las listas y diagrama no exoneran al Contratista de su responsabilidad de la comprobación de su exactitud de las listas.

No se deben ordenar materiales hasta que las listas y diagramas sean aceptados y aprobados por la Administración.

No se debe colocar el acero de refuerzo vertical para columnas, paredes, estribos y pilas hasta que las elevaciones de las fundaciones sean establecidas en campo.

554.12 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 554-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de las varillas de refuerzo.

De manera que:

- El suministro de acero de refuerzo será aceptado según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Adicionalmente la Administración podrá solicitar la aceptación del acero de refuerzo por medio de la sección 107.04 Conformidad determinada o ensayada si así lo considera pertinente y de conformidad con la Tabla 554-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de las varillas de refuerzo. Se exigirá certificado de producción para cada embarque de acero de refuerzo.
- Para aceptar la colocación de acero de refuerzo se deberá cumplir con las Subsección 107.02 Inspección visual.

554.13 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 554 Acero de refuerzo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La unidad de medida será el kilogramo (kg) de acero de refuerzo para estructuras de concreto hidráulico, suministrado y colocado en la obra, y aceptado por la Administración.
- La medida no incluye el peso de soportes, canastas o silletas de varillas o elementos similares utilizados para mantener o fijar el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos.

- Tampoco se medirá el acero cuyo pago esté previsto en otros renglones de pago del Contrato.
- Si se sustituyen varillas a solicitud del Contratista y, como resultado de ello, se usará más acero del que se ha especificado, no se medirá para pago de la cantidad adicional de acero.
- La medida para las varillas de acero se basará en el peso y longitudes de varillas realmente utilizados, y se usarán para ello los pesos unitarios indicados en la siguiente tabla.

Tabla 554-01

Pesos unitarios de varillas para acero de refuerzo

Varilla N°.	Diámetro nominal		Peso (kg/m)
	milímetros	(pulgadas)	
2	06,4	(¼)	0,249
3	09,5	(3/8)	0,560
4	12,7	(½)	0,994
5	15,7	(5/8)	1,552
6	19,1	(¾)	2,235
7	22,2	(7/8)	3,042
8	25,4	(1)	3,973
9	28,7	(1 1/8)	4,960
10	32,3	(1 ¼)	6,403
11	35,8	(1 3/8)	7,906
14	43,0	(1 ¾)	11,384
18	57,3	(2 ¼)	20,238

554.14 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.554.01	Acero de refuerzo al carbono, INTE 06-09-01 (ASTM A-615 grado 40)	Kilogramo	(kg)
CR.554.02	Acero de refuerzo de baja aleación, INTE 06-09-02 (ASTM A706M grado 60)	Kilogramo	(kg)
CR.554.03	Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico	Kilogramo	(kg)

554.15 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 554-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de las varillas de refuerzo, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 554-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de las varillas de refuerzo, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 554-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de las varillas de refuerzo

Tipo de material	Tipo de aceptación	Característica a ensayar	Norma para el ensayo	Categoría	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Acero de refuerzo INTE 06-09-01 ASTM A615M	Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) (Subsección 107.05)	Densidad por m	INTE 06-09-01	I	2 varillas por lote (5 ensayos por mes)	Acero en el proyecto	Antes de procesar el acero en obra
		Esfuerzo de tensión		I			
		Elongación	INTE 06-09-05	I	1 varilla por lote		
		Doblamiento		II			
Acero de refuerzo INTE 06-09-02 ASTM A706M	Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) (Subsección 107.05)	Densidad por m	INTE 06-09-01	I	2 varillas por lote (5 ensayos por mes)	Acero en el proyecto	Antes de procesar el acero en obra
		Esfuerzo de tensión		I			
		Elongación	INTE 06-09-05	I	2 varillas por lote		
		Doblamiento		II			

SECCIÓN 555 ESTRUCTURAS DE ACERO

555.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de acero, y partes de estructura de acero, en las estructuras mixtas. Este trabajo incluye suministro, fabricación, entrega y erección del acero estructural y la construcción de imprevistos de metal.

555.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Pintura	563
Accesorios de apoyo	564
Encofrados y andamiaje	569
Acero estructural	717.01
Pernos y tuercas	717.01 (d)
Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia	717.01 (e)
Forjados de acero	717.02
Pines y rodillos	717.03
Colados	717.04
Conectores de cortante	717.05
Tubos de acero	717.06
Recubrimiento galvanizado	717.07
Plomo en láminas	717.08
Mallas de acero para piso	717.09
Sellos elastoméricos de juntas de compresión	717.15

Requerimientos para la construcción

555.03 General

El acero estructural debe ser fabricado en una planta que esté certificada bajo el programa de calidad certificada AISC. Los elementos con peligro de fractura deben fabricarse de acuerdo con AASHTO “Guía de especificaciones para miembros de acero para puentes, con fractura crítica no-redundante”.

Deben realizarse soldaduras y pruebas de calificación para soldares de acuerdo con lo provisto en ANSI/ AASHTO/AWS “Soldadura de Puentes Código D1.5”.

555.04 Orden de inicio de trabajo

Debe darse una nota escrita 21 días antes de iniciar el trabajo en el taller. No fabricar ningún material o realizar ningún trabajo en el taller, previo a la notificación.

555.05 Inspección

El acero estructural podrá ser inspeccionado en cualquier momento en el lugar de fabricación, de acuerdo con la Subsección 107.06 Inspección en la planta.

Deben inspeccionarse con ultrasonido todas las alas de las vigas, antes de la fabricación, de acuerdo con ASTM A578M, excepto como sigue:

- (a) Inspección después de que las alas han sido cortadas de la lámina maestra.
- (b) Las normas de aceptación estándar de las Secciones 6 y 7 no se aplican. Se utiliza como normas de aceptación los requisitos suplementarios S 2.1.
- (c) Las alas deben ser inspeccionadas en la planta o en el taller donde son cortados.

Se debe suministrar una copia de todos los pedidos de molino y de los reportes de ensayos en fábrica certificados. Los reportes de las pruebas de fábrica deben contener los análisis químicos y ensayos físicos para cada acero y calentamiento del material usado en el trabajo.

Si es aprobado por la Administración, se deben proveer los certificados de producción en lugar de los reportes de los ensayos realizados en la fábrica para los materiales que normalmente no son suministrados con tales reportes y para ítems como placas de relleno, escuadras de ensamble y materiales similares, cuando las cantidades son pequeñas y el material es tomado de la existencia en inventario.

Para los aceros con valores especificados de impacto se debe incluir en los reportes de las pruebas certificadas de planta, adicionalmente a otros resultados de ensayos, los resultados de las pruebas de impacto “Charpy V”. Cuando se especifican aceros de grano fino, se debe confirmar en el reporte de la prueba que el material ha sido producido de esa forma. Se deben presentar las copias de las órdenes de planta consignando el momento en que fueron entregadas al fabricante. Se deberán suministrar los reportes de las pruebas de fábrica certificadas y los certificados de producción antes de iniciar la construcción

utilizando el material incluido en esos reportes. Se debe presentar un certificado de producción del fabricante de acuerdo con la Subsección 107.03 Certificación.

555.06 Planos de taller, planos de erección y transporte

Se deben preparar y presentar los planos de acuerdo con la Subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito. La aceptación de los planos por la Administración incluye únicamente los requisitos de resistencia y detallado. La Administración no se asume ninguna responsabilidad por errores en las dimensiones.

- (a) Planos de taller. En los planos de taller para estructuras de acero se debe mostrar completamente las dimensiones detalladas y tamaños de todos los componentes de la estructura y los detalles de los componentes misceláneos (como pasadores, tuercas, pernos, drenes, símbolos de soldadura, entre otros).

Cuando se requiere una orientación específica de las planchas de acero, se debe mostrar la dirección de laminado o moldeado de las planchas. Se deben cortar las alas y almas de las vigas armadas de forma que la dimensión longitudinal de ésta sea paralela a la dirección de laminado o moldeado.

En los planos de taller se debe identificar el tipo y el grado de cada pieza que será hecha de un acero diferente de AASHTO M270M, grado 250.

En los planos de taller se deben mostrar las marcas de ensamblaje que sean una referencia cruzada con las piezas originales del acero de las fabricadas y los reportes de las pruebas de fábrica certificadas.

La localización de los empalmes soldados en el taller mostrados en los planos de taller, está sujeta a aprobación. Se deben localizar todos los empalmes soldados en el taller evitando los puntos de esfuerzo máximo a tensión o fatiga. Se deben ubicar los empalmes en las almas distanciadas por lo menos 300 milímetros (mm) de los empalmes de taller, uniones a tope en las alas o rigidizadores. En los empalmes soldados en taller se pueden requerir pruebas no destructivas adicionales.

- (b) Planos de erección. Se deben presentar planos que ilustren completamente el método propuesto de construcción. Deben mostrarse los detalles de todas las armaduras, obra falsa, arriostres, tirantes, muertos de anclaje, dispositivos de izaje y uniones a los elementos del puente. Se debe mostrar la secuencia de

construcción, la localización de grúas y barcazas, las capacidades de las grúas, la localización de los puntos de izaje y las masas de los elementos del puente. Se deben mostrar los detalles completos para todas las fases y condiciones de construcción previstas. Se pueden requerir los cálculos para demostrar que los esfuerzos permisibles no son excedidos y que las capacidades de los elementos y la geometría final son las correctas. (Ver la Sección 562 Obras Temporales, para requisitos adicionales).

- (c) Diagrama de contraflecha. Se debe entregar un diagrama de la contraflecha que muestre la contraflecha en cada nudo de la armadura o nervios de arcos y en el lugar de los empalmes en campo y, como mínimo, en cada cuarto punto del claro de las vigas continuas y vigas maestras o marcos rígidos. En los diagramas de contraflecha se muestran las contraflechas calculadas para ser usadas en el preensamblado de la estructura como se requiere en la Subsección 555.15 Preensamblado de conexiones de campo.
- (d) Planos de transporte. Deben mostrar todos los puntos de soporte, amarras, cerchas o vigas temporales de rigidización y cualquier otro detalle requerido para soportar y apuntalar el elemento. Se deben proveer las memorias de cálculo mostrando los esfuerzos inducidos por las cargas permanentes más el impacto por el procedimiento de carga y transporte. Se utilizarán esfuerzos de impacto de por lo menos 200 % del esfuerzo de carga permanente. Se debe usar una carga total, incluyendo el impacto, de no menos del 300 % de la carga permanente.

Si se requiere, se deben presentar los planos de transporte para aprobación de la Administración.

Se deben embarcar y almacenar todos los elementos, tanto rectos como curvos, con sus almas en posición vertical.

555.07 Almacenamiento del material

Se debe almacenar el material estructural sobre el terreno en plataformas, rodines u otros soportes. Se debe mantener el material libre de suciedad, grasa y otras materias extrañas y proporcionan una protección adecuada de la corrosión.

555.08 Fabricación

- (a) Identificación del acero. Se requiere utilizar un sistema de marcado de ensamblaje de las piezas individuales y las instrucciones de corte del taller (generalmente por medio de referencias cruzadas de las marcas de ensamblaje mostradas en los planos de taller con la partida correspondiente que se cubre en la orden de compra de fábrica) que mantiene la identidad de la pieza original.

El material puede ser suministrado de lo propio existente del fabricante, el cual puede ser identificado por el número de hornada y el reporte de prueba en fábrica. Durante la fabricación hasta el punto de ensamblaje de los elementos, se debe mostrar de forma clara y legible la especificación de cada pieza de acero (cuando sea diferente de acero grado 250) escribiendo la especificación del material en la pieza o utilizando el código de colores de identificación mostrado en la Tabla 555-01 Código de colores de identificación del acero.

Tabla 555-01

Código de colores de identificación del acero

Grado	Color
345	Verde y amarillo
345 W	Azul y amarillo
485 W	Azul y anaranjado
690	Rojo
690 W	Rojo y anaranjado

Para otros aceros (excepto acero grado 250) no mostrados en la Tabla 555-01 Código de colores de identificación del acero o incluidos en la norma AASHTO M160M, se debe proporcionar la información del código de colores utilizado.

Se debe marcar el grado por medio de estampado o por medio de una etiqueta adherida firmemente a las piezas de acero diferentes al grado 250 que, antes de ser ensambladas en los elementos, van a ser sometidas a operaciones de fabricación, como limpieza con chorro de arena, galvanizado, calentamiento para moldeo o pintura, que pueden destruir la pintura utilizada para el código de color. Cuando se utiliza el método de estampado del acero se debe colocar las impresiones en el elemento más grueso de la junta de tensión en las juntas de transición.

La profundidad máxima permitida de la huella es de 0,25 milímetros (mm). Se utiliza una herramienta que produce tamaños de caracteres según los radios de superficie como se muestra en la tabla 555-02 Tamaño de las marcas de estampado del acero. Se deben evitar las impresiones cerca de los bordes de las láminas a tensión.

Tabla 555-02

Tamaño de las marcas de estampado del acero

Tamaño del carácter	Radio de superficie mínimo
3 mm	0,2 mm
5 mm	0,1 mm
6 mm	0,3 mm

Se deben usar troqueles para estampar acero del tipo de baja-tensión. No se deben utilizar troqueles en elementos críticos de fractura.

Si se solicita, se debe presentar una declaración jurada certificando que a lo largo de la fabricación se ha mantenido la identificación del acero.

No se permite calentar el acero para dar la curvatura a las vigas. No se permite perforar, cortar o soldar secciones de los elementos estructurales a menos que se muestre en los planos o sean aprobados por escrito.

(b) Láminas.

(1) Dirección de laminado: A menos que se muestre de otra forma en los planos, se debe cortar y fabricar las placas para los elementos principales, placas de empalme para las alas y elementos principales a tensión (no los miembros secundarios), de forma que la dirección principal de laminado sea paralela a la dirección de los esfuerzos principales de tensión y de compresión.

(2) Bordes de corte de las placas.

a) Cepillado de los bordes. Se eliminan los bordes cortados en las placas con un espesor mayor de quince milímetros (15 mm) hasta una profundidad de cinco milímetros (5 mm) con respecto al borde originalmente cortado o más allá de cualquier corte entrante producido por el corte. Se filetean los cortes entrantes antes de ser cortados.

- 1) Cortado con oxígeno. Se debe cortar con oxígeno el acero estructural de acuerdo con el Código de soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS “Bridge Welding Code D1.5”.
 - 2) Inspección visual y reparación de los bordes de corte de las placas. Se inspecciona visualmente y se reparan los bordes de corte de las placas. Los bordes cortados de las placas deben cumplir con el Código de soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5.
- b) Láminas para alas de vigas. Se proveen láminas para alas ya sea con bordes cortados con oxígeno, con esquinas biseladas por lo menos dos milímetros (2 mm) por esmerilado o, alternativamente, placas de laminado universal, a menos que se requieran los bordes cortados con oxígeno.
 - c) Láminas de alma de vigas. Se corta con oxígeno las láminas de las almas de las vigas construidas, las vigas cajón y arcos de las vigas tipo cajón a la contraflecha especificada. Se corta las almas con suficiente contraflecha extra para prever todas las pérdidas debidas a la soldadura, cortes, entre otros.
 - d) Elementos de armaduras. Se deben preparar, por medio de corte con oxígeno, todos los bordes longitudinales de todas las láminas en las secciones soldadas del alma y de los elementos de la cuerda de una armadura. Se deben biselar, esmerilando los bordes de las esquinas de las láminas que no van a ser unidas por medio de soldadura, por lo menos dos milímetros (2 mm).
 - e) Atiesadores y platinas de conexión. Se pueden suministrar atiesadores y platinas de conexión soldadas transversalmente al alma y a las alas de las vigas con bordes cortados con guillotina siempre que el espesor de la placa no exceda los veinte milímetros (20 mm). Se puede utilizar láminas de fabricación con Molino Universal si el espesor no excede los veinticinco milímetros (25 mm). Se deben suministrar otros atiesadores y platinas de conexión con los bordes cortados con oxígeno.

- f) Placas de unión lateral. Las placas de unión y otras conexiones soldadas paralelas a las líneas de esfuerzos en los elementos sometidos a tensión se cortan con oxígeno, paralelamente a las líneas de esfuerzo, cuando el espesor de la placa es mayor de diez milímetros (10 mm). Se pueden proveer las placas de unión lateral empernadas con bordes cortados con guillotina, siempre que el espesor sea menor o igual a veinte milímetros (20 mm).
- g) Placas de empalme y placas de refuerzo. Se proveen vigas, placas de empalme para vigas y placas de unión de armaduras con bordes cortados con oxígeno.
- h) Placas dobladas. Se proveen placas laminadas de carga sin soldadura para ser dobladas como sigue: Se toma el material de las láminas en existencia tal que la línea de doblado forma un ángulo recto con la dirección de laminado, excepto las nervaduras dobladas en frío para puentes con cubiertas ortotrópicas, que pueden ser dobladas con líneas de doblado en la dirección del laminado.

Antes del doblado se redondean las esquinas de las platinas con un radio de dos milímetros (2 mm) a lo largo de la sección de la platina donde se produce el doblado.

- (1) Dobrado en frío. Se dobla en frío de forma que no se produzca el agrietamiento de la placa. Se debe usar el radio mínimo de doblado mostrado en la Tabla 555-03 Radios mínimos de doblado, medido con respecto a la cara cóncava del metal.

Se permite la recuperación elástica de los aceros grado 690 y 690 W hasta aproximadamente tres veces el valor para el acero de grado 250. Se debe utilizar una dobladora menor con un claro de por lo menos 16 veces el espesor de la placa a doblar.

- (2) Dobrado en caliente. Si se requiere un radio menor que el radio mínimo especificado para el doblado en frío, se doblan las láminas en caliente a una temperatura no mayor de 650 °C, excepto para los grados 690 y 690 W. Cuando las láminas de acero de los grados 690

y 690 W se calientan a temperaturas mayores que 605 °C, se debe retemplar de acuerdo con la práctica estándar del fabricante.

Tabla 555-03

Radios mínimos de doblado

Espesor de la lámina – (t) (mm)	Radio de doblado ⁽¹⁾ (mm)
≤ 13	2 (t)
Sobre 13 a 25	2,5 (t)
Sobre 25 a 38	3 (t)
Sobre 38 a 64	3,5 (t)
Sobre 64 a 102	4 (t)

Notas:

(1) Radio de doblado para todos los grados de acero estructural

- (c) Ajuste de atiesadores. Se deben fabricar (en molino, esmerilado o soldado como se muestra en los planos o según se especifica), los atiesadores de apoyo para las vigas y los atiesadores previstos como soportes para cargas concentradas para proveer apoyo total en las alas a las cuales se transmiten carga o de las cuales reciben carga. Se deben fabricar los atiesadores intermedios que no sean para soportar cargas concentradas, sino para proporcionar un ajuste firme para las alas en compresión.
- (d) Juntas a tope. Se cortan con sierra las juntas a tope de los elementos en compresión de las armaduras y columnas para proporcionar una junta ajustada y un apoyo uniforme. La abertura máxima permitida en otras juntas, que no requieren ser revestidas, es de diez milímetros (10 mm).
- (e) Revestimiento de las superficies de apoyo. Dar el acabado a los apoyos, las placas de asiento y otras superficies de apoyo que estarán en contacto con otra superficie, o con concreto, conforme con la rugosidad definida en ANSI B46.1, "Surface Roughness, Waviness and Lay, Part I", como se muestra en la Tabla 555-04 Valores de regularidad superficial definidas por ANSI.

Tabla 555-04

Valores de regularidad superficial definidas por ANSI

Superficie de apoyo	Valor de regularidad superficial (µm)
Placas de acero	50
Placas pesadas en contacto en los pedestales que van a ser soldados	25
Extremos laminados de elementos a compresión, extremos laminados o afilados de atiesadores y rellenos	13
Apoyos de rodillos y de oscilación	6
Pasadores y agujeros para pasadores	3
Apoyos deslizantes	3

Se fresan los apoyos deslizantes que tienen una regularidad superficial mayor de dos micrómetros (2 µm) según ANSI 60 de forma que la trama del corte sea paralela a la dirección de movimiento.

Se fabrican las partes en el apoyo para proveer un contacto nivelado uniforme con la superficie de apoyo adyacente cuando se ensamblan. Se limita la separación máxima entre superficies de apoyo a un milímetro (1 mm). Las placas de asiento que son planas y rectas y que tienen una regularidad superficial que no excede los valores tabulados anteriormente no requieren ser labradas, a excepción de las superficies de deslizamiento de las placas de asiento. No se labran las superficies de los elementos fabricados hasta que toda la elaboración de ese ensamblaje particular o subensamblaje se haya completado. Se labran los componentes metálicos que van a ser tratados térmicamente después de ese tratamiento.

- (f) Enderezado del material. Si se aprueba por parte de la Administración, se enderezan las placas, los angulares y otros perfiles y elementos compuestos por métodos que no produzcan la fractura u otro daño en el metal. Se enderezan los elementos deformados por medios mecánicos o, si se aprueba, por medio de procedimientos cuidadosamente planificados y se supervisa la aplicación de una cantidad limitada de calor localmente. Se usan procedimientos controlados rígidamente y no se exceden las temperaturas especificadas en la Tabla 555-05 Temperaturas de enderezado térmico, cuando se está enderezando con calor elementos de acero de los grados 485W, 690 y 690W.

Tabla 555-05*Temperaturas de enderezado térmico*

Material a ser enderezado	Temperatura máxima °C
Grado 485W > 150 mm desde la soldadura	580 °C
Grado 485W < 150 mm desde la soldadura	480 °C
Grado 690 o 690W > 150 mm desde la soldadura	605 °C
Grado 690 o 690W < 150 mm desde la soldadura	510 °C

En los demás aceros, en el área calentada no debe exceder los 650 °C. Se controla la aplicación por medio de lápices indicadores de temperatura, líquidos o termómetros bimetálicos.

Deben mantenerse las partes que van a ser tratadas térmicamente, enderezadas y libres de fuerzas externas y esfuerzos, excepto los propios resultantes de los medios mecánicos utilizados conjuntamente con la aplicación de calor.

La evidencia de fractura después del enderezado de un doblado o pliegue será causa de rechazo de la pieza dañada.

555.09 Destemplado y alivio de esfuerzos

Se debe realizar un acabado maquinado, se taladra y endereza los elementos estructurales destemplados o normalizados después del tratamiento térmico. Normar y destemplar (completamente destemplado) de acuerdo con la norma ASTM A919. Se mantiene una temperatura uniforme en el horno durante todo el proceso de calentamiento y enfriamiento de forma que la temperatura en dos puntos del elemento en cualquier instante no difiera en más de 60 °C.

No se deben destemplar o normalizar elementos de acero con grados 690/690 W o 485 W. De estos grados se alivian los esfuerzos sólo con aprobación.

Se registra cada carga del horno, se identifican las piezas de la carga y se muestran las temperaturas y el programa utilizado realmente. Se proveen los instrumentos apropiados, incluyendo pirómetros registradores, para determinar en cualquier momento la temperatura de los elementos en el horno. Se tienen disponibles los registros de la operación del tratamiento para su aprobación. La temperatura máxima permitida para el alivio de los esfuerzos para aceros de los grados 690/690 W y grado 485 W es 605 °C y 580 °C,

respectivamente. Los elementos que se alivian de tensión (como zapatas para puentes, pedestales u otras partes que se construyen soldando secciones de placas) deben ser de acuerdo con la Subdivisión 4.4 del “Código de Soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5”.

555.10 Agujeros para los pernos (tornillos)

Los agujeros para los pernos pueden ser taladrados o perforados con sacabocados. Los materiales que forman las partes de un elemento que está compuesto por no más de 5 espesores de metal pueden ser perforados con troquel (sacabocados) dos milímetros (2 mm) más anchos que el diámetro nominal de los pernos, cuando el espesor del material no es mayor de veinte milímetros (20 mm) para el acero estructural, quince milímetros (15 mm) para el acero de alta resistencia o quince milímetros (15 mm) para los aceros de aleación, a menos que se requiera un ensanchamiento según el inciso (h) Preparación de las conexiones de campo.

Cuando hay más de 5 espesores o cuando alguno de los materiales principales tiene un espesor mayor de veinte milímetros (20 mm) para el acero estructural, quince milímetros (15 mm) para el acero de alta resistencia o quince milímetros (15 mm) para aceros templados de aleación; se pueden taladrar o ensanchar todos los huecos al tamaño total.

Si se requiere, se puede subperforar o subtaladrar (perforar a menor diámetro si la limitación del espesor lo indica) cinco milímetros (5 mm) más pequeño y después de ensamblado se ensancha dos milímetros (2 mm) o se taladra del tamaño total hasta dos milímetros (2 mm) más ancho que el diámetro nominal de los pernos.

- (a) Agujeros horadados con punzón. Se debe usar un diámetro de dado que no sea más de dos milímetros (2 mm) más ancho que el diámetro de punzonado. Se ensanchan los agujeros que lo requieran para ingresar los pernos. Se hace un corte limpio sin desgarrar o quebrar los bordes.
- (b) Agujeros ensanchados o taladrados. Se deben ensanchar o se taladran los agujeros de forma que sean cilíndricos y perpendiculares al elemento. Cuando sea práctico, se ensancha directamente por medios mecánicos. Se deben remover las rebabas en las superficies exteriores. Se ensanchan y se perforan con taladros de giro espiral o cortador rotativo. Se ensamblan y se mantienen juntas firmemente las partes que se conectan que han sido ensanchadas o taladradas y se marcan antes de desensamblarse.

- (c) Precisión de los agujeros. Se aceptan los agujeros con un diámetro no más de un milímetro (1 mm) más ancho que el diámetro nominal del taladro o del ensanchador. Es aceptable el agujero ligeramente cónico resultante de las operaciones con sacabocados. El ancho de los agujeros con ranuras producidos por corte con llama o mediante una combinación de taladrado o horadado y corte con llama, no deben ser mayor en más de un milímetro (1 mm) que el ancho nominal. Se deben esmerilar las superficies cortadas con llama para dejarlas lisas.
- (d) Precisión de un grupo de agujeros antes de ensanchar. Se deben perforar de manera precisa los agujeros al tamaño natural, se subpunzonan o se subtaladran los agujeros de forma que después de ensamblarse (antes de realizar cualquier ensanchamiento) un pasador cilíndrico con un diámetro de tres milímetros (3 mm) menor que el diámetro nominal del agujero pueda introducirse perpendicular a la cara del elemento en por lo menos el 75 % de los huecos contiguos en un mismo plano. Se rechazan las piezas que no cumplen con este requisito. Se rechazan los agujeros a través de los cuales no se puede insertar un pasador cinco milímetros (5 mm) menor, en diámetro, que el diámetro nominal.

Después de ensanchados, se permite un máximo de 85 % de agujeros descentrados un milímetro (1 mm), de cualquier grupo de agujeros contiguos, a través de espesores adyacentes de metal.

- (e) Precisión del grupo de agujeros después de ensanchar. Después de ensanchados, el desplazamiento horizontal máximo del 85 % de los agujeros de cualquier grupo contiguo de agujeros a través de los espesores adyacentes del metal, es como máximo de un milímetro (1 mm).

Se deben utilizar plantillas de acero en agujeros dimensionados precisamente desde las líneas centro de la conexión como inscritos en la plantilla. Se utilizan las líneas centro de la conexión cuando se están colocando las plantillas desde los extremos.

- (f) Conexiones controladas numéricamente en campo. En lugar de taladrar agujeros de tamaños menores y ensancharlos cuando se ensamblan o de taladrar agujeros de tamaño natural cuando se ensamblan, taladrando o punzonando los agujeros de los pernos de tamaño natural en las piezas sin ensamblar y en las conexiones, se permite el uso de plantillas que hacen juego con los agujeros de tamaño inferior y

ensanchar los agujeros por medio de los equipos apropiados controlados numéricamente (N/C) para taladrar o punzonar.

- (g) Agujeros para pernos nervados, pernos torneados u otros tipos de pernos de apoyo aprobados. Se da un ajuste clavado o a martillo a los agujeros terminados.
- (h) Preparación de las conexiones de campo. Se subperfora o subtaladra y ensancha mientras se ensamblan o se taladran en tamaño final con una plantilla de acero, los agujeros en las conexiones en campo y los empalmes en campo de los elementos principales de cerchas, arcos, claros de vigas continuas, pilas, torres (cada cara), placas de vigas y marcos rígidos.

Los agujeros para empalmes de campo de vigas laminadas a ser utilizadas como vigas de piso o marcos transversales, pueden ser taladrados a su tamaño final con una plantilla de acero antes de ensamblarse. Los agujeros para las vigas de piso o marcos transversales pueden taladrarse sin ensamblar a su tamaño final con una plantilla de acero. Durante el ensamblado se debe subpunzonar y ensanchar o taladrar al tamaño final con una plantilla de acero, todos los agujeros para las vigas de piso y conexiones de los largueros en los extremos.

Cuando se ensanchan o se taladran los agujeros de las conexiones en campo al tamaño final a través de una plantilla de acero, se coloca cuidadosamente en posición la plantilla y se atornilla con firmeza en su lugar antes de taladrar.

Se utilizan duplicados exactos de las plantillas utilizadas para ensanchar los elementos coincidentes o las caras opuestas de un elemento. Se deben colocar con precisión las plantillas utilizadas para las conexiones en partes semejantes o miembros, de manera que las partes o elementos sean duplicados y no requieran marcas para hacerlas coincidir.

Para cualquier conexión, en lugar de subpunzonar y ensanchar o subtaladrar y ensanchar, se puede utilizar agujeros taladrados al tamaño final a través de todos los espesores o materiales ensamblados en la posición adecuada.

555.11 Pasadores y rodillos

Se deben fabricar con precisión pasadores y rodillos que sean rectos, lisos y libres de defectos. Se deben forjar y recocer los pasadores y rodillos con un diámetro mayor de doscientos veinticinco milímetros (225 mm). Los pasadores y rodillos con un diámetro igual o menor de doscientos veinticinco milímetros (225 mm) pueden forjarse y recocerse o darles un acabado en frío a los ejes de acero al carbono.

En los pasadores con un diámetro mayor de doscientos veinticinco milímetros (225 mm), se debe perforar un agujero con un diámetro no menor de cincuenta milímetros (50 mm) a todo lo largo del eje del pasador, después que se ha permitido a la fragua enfriarse a una temperatura por debajo del rango crítico (bajo las condiciones apropiadas para evitar el daño por un enfriado muy rápido y antes de realizar el recocimiento).

- (a) Perforado de los agujeros para los pasadores. Se deben perforar los agujeros para los pasadores con el diámetro especificado, liso y recto en ángulo recto con el eje del elemento y paralelo a los otros. Se debe producir la superficie final usando acabado con pulidora.

Se debe perforar un agujero para el pasador con un diámetro que no exceda el diámetro del pasador en más de cinco décimas de milímetro (0,50 mm) para los pasadores de diámetros de ciento veinticinco milímetros (125 mm) o menores, o en un milímetro (1 mm) para pasadores mayores.

La variación máxima permitida de la distancia afuera-afuera de los agujeros en los extremos en los elementos a tensión y la distancia adentro-a-adentro de los agujeros extremos en los elementos a compresión es de un milímetro (1 mm) con respecto a la especificada. En los elementos ensamblados se perforan los agujeros después de que se ha ensamblado el elemento.

- (b) Roscas para pernos y pasadores. Se deben proporcionar pernos y pasadores para la construcción con acero estructural que cumplan con la norma Unified Standard Series UNC ANSI B1.1, Clase 2A para las roscas externas y Clase 2B para las roscas internas, excepto cuando el extremo del pasador tiene un diámetro mayor o igual a treinta y cinco milímetros (35 mm), se deben proveer seis roscas cada veinticinco milímetros (25 mm).

555.12 Barra de ojo

Los agujeros de los pasadores se pueden cortar con llama con un diámetro por lo menos cincuenta milímetros (50 mm) más pequeño que el diámetro final del pasador. Se sujetan juntos firmemente (de la forma en que se ubicarán en el pasador) todas las barras de ojo que van a colocarse una junto a la otra en la estructura y se perfora en ambos extremos. Se debe empaquetar y marcar las barras de ojo para el envío y erección.

Se estampa, de forma que sean visibles cuando las barras se coloquen en la estructura, todas las marcas de identificación en el borde de la cabeza de cada miembro después que se ha concluido la fabricación. Se deben utilizar sellos de acero de baja resistencia.

Se proveen barras de ojo, rectas y sin torceduras, con agujeros localizados precisamente en la línea centro de la barra. No se permite que la inclinación de ninguna barra con respecto al plano de la armadura exceda cinco con veinticinco centésimas de milímetro por metro (5,25 mm/m).

Se corta simultáneamente los bordes de las barras de ojo que se encuentran entre la línea centro transversal de los correspondientes agujeros para los pasadores con dos sopletes operados mecánicamente uno al lado del otro, guiados por una plantilla para evitar la distorsión de las placas.

555.13 Ensamblaje- Atornillado

Se deben limpiar las superficies de metal en contacto antes de ensamblarse. Se ensamblan las partes de un elemento. Se sujetan y ponen juntas firmemente antes de iniciar el taladrado, ensanchado o empernado. Si es necesario, se desmontan las piezas para eliminar las rebabas y virutas producidas por la operación. Se deben ensamblar los elementos libres de torceduras, curvas y otras deformaciones.

Halar durante el ensamblado sólo lo necesario para colocar en posición las partes, pero sin agrandar los agujeros o distorsionar el metal.

555.14 Conexiones soldadas

Las superficies y bordes que van a ser soldados deben ser lisas, uniformes, limpias y libres de defectos que puedan afectar adversamente la calidad de la soldadura. Se deben preparar los bordes según el Código de soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5.

555.15 Preensamblado de conexiones de campo

Se deben preensamblar las conexiones en campo de los elementos principales de armaduras, arcos, vigas continuas, vigas de alma llena, pilas, torres y marcos rígidos antes de la erección para verificar la geometría de la estructura completa o unidad y para verificar o preparar los empalmes en campo. Se debe presentar el método y los detalles del preensamblado para la aprobación

Se utiliza métodos y detalles de preensamblado que sean consistentes con el procedimiento mostrado en los diagramas de contraflecha de erección aprobados. Se ensamblan todas las vigas y traveses con su contraflecha (condición sin carga).

Cuando los elementos se ensamblan con las almas verticales, se deben apoyar a intervalos de 6 metros o dos décimos de la longitud del claro, el que sea menor. Cuando las almas son horizontales, los intervalos de apoyo señalados anteriormente pueden incrementarse, siempre que no haya una deflexión notable entre los puntos de apoyo.

Se ensamblan las armaduras en la posición de la carga muerta total, a menos que el diseño de la estructura esté previsto para soportar los esfuerzos secundarios provocados al ensamblar la armadura en la posición con la contraflecha (sin carga). Se deben apoyar las armaduras en cada punto del tramo durante el ensamblaje. Se preensamblan por lo menos tres paneles contiguos que estén ajustados con precisión para línea y contraflecha. Para ensambles sucesivos, se debe incluir por lo menos una sección o panel del ensamblado anterior (reposicionado si es necesario y adecuadamente empernado para asegurar el alineamiento preciso), más dos o más secciones o paneles adicionales en el extremo de avance. Para estructuras con un largo mayor de cincuenta metros (50 m), se hace cada ensamble con una longitud no menor de cincuenta metros (50 m), sin importar la longitud de los paneles individuales continuos o secciones. El ensamblaje puede iniciarse en cualquier punto de la estructura y proceder en una o en ambas direcciones mientras se satisfagan los requisitos precedentes.

- (a) Conexiones empernadas. Cuando es aplicable, se ensamblan los elementos mayores con los extremos laminados de los elementos en compresión apoyados completamente y después se ensanchan los agujeros con sub tamaños al tamaño especificado cuando se ensamblan las conexiones.
- (b) Control de ensamblado/perforado controlado numéricamente. Cuando se utilice taladrado o perforado controlado numéricamente, se debe hacer una revisión para

cada tipo estructural mayor de cada proyecto. Se construye el ensamble de prueba de por lo menos 3 secciones de taller contiguas o para las armaduras, todos los elementos en por lo menos tres paneles contiguos, pero no menos del número de paneles asociados con 3 longitudes de cuerda contiguos (como la longitud entre los empalmes de campo). Se basan los ensambles de comprobación en el orden propuesto de erección, juntas de apoyo, puntos especialmente complejos y consideraciones similares. No se requieren ensambladuras en el taller diferentes de los ensamblajes revisados.

Si la revisión del ensamblaje falla en una manera específica en demostrar que la precisión requerida se ha obtenido, se puede solicitar una revisión adicional de los mismos.

Se debe recibir la aprobación de cada ensambladura (incluyendo la contraflecha, alineamiento, precisión de los agujeros y ajuste de las uniones) antes de iniciar el ensanchado o antes que sea desmontado cualquier ensamble de revisión taladrado N/C.

- (c) Conexiones soldadas en campo. Se prohíben las conexiones soldadas en campo a menos que estén específicamente indicadas en los planos. Se verifica el ajuste de los elementos (incluyendo el espacio adecuado entre las alas adyacentes) con el segmento preensamblado.
- (d) Marcas de armado. Se marcan las partes a conectarse preensambladas en el taller para asegurar el ajuste apropiado en campo. Se debe proveer un diagrama que muestre las marcas de armado.

555.16 Conexiones utilizando pernos sin tornear, torneados o nervados

Se utilizan pernos sin tornear, torneados o nervados, cuando se especifica, conforme la norma ASTM A307 para pernos de grado A. Se usan pernos con tuercas de cierre automático o tuercas dobles. Se deben emplear arandelas biseladas cuando las caras de apoyo tienen una pendiente de más de 1:20 con respecto al plano normal al eje del perno.

- (a) Pernos torneados, tornillos roscados. Se deben proveer pernos torneados con una aspereza de la superficie del cuerpo que no excede los tres micrómetros (3 μm) de acuerdo con la aspereza ANSI. Se deben proveer pernos de cabeza hexagonal y

tuercas del tamaño nominal especificado. Se ensanchan cuidadosamente los agujeros para los pernos torneados y se proveen pernos que calcen ligeramente ajustados. Se mantiene la rosca del tornillo completamente fuera de los agujeros. Se proporciona una arandela debajo de la tuerca.

- (b) Pernos nervados. Se debe usar un molde aprobado para el cuerpo del perno con estrías longitudinales continuas. Se provee un diámetro del cuerpo, medido en un círculo a lo largo de los puntos de las estrías, dos milímetros (2 mm) más grande que el diámetro especificado para los pernos.

Se proveen pernos nervados con cabezas redondeadas según ANSI B18.5. Se proporcionan tuercas hexagonales ahuecadas o que tienen una arandela del espesor adecuado. Los pernos nervados se deben ajustar con martillo cuando se instalan en los agujeros. Las estrías deben ser suficientemente rígidas para que no se compriman o deformen y permitan que los pernos puedan girar en los agujeros mientras se ajustan. Si el perno se tuerce antes de ajustarse, se ensancha el agujero y se proporciona un perno de reemplazo de mayor tamaño.

555.17 Conexiones utilizando pernos de alta resistencia

Esta subdivisión incluye el ensamblado de las juntas estructurales utilizando pernos de alta resistencia de tipo AASHTO M164M o M253M, o fijadores equivalentes, ajustados a gran tensión.

- (a) Partes empernadas. Se debe utilizar acero dentro de la zona de agarre del perno con materiales no compresibles como empaques o aislamiento. Se deben fabricar las partes empernadas de acero para que se ajusten firmemente después que los pernos son apretados. Se debe limitar la inclinación máxima de las superficies de las partes en contacto con la cabeza del perno o tuerca a razón de 1:20 con respecto a un plano normal al eje del perno.
- (b) Condiciones de la superficie. En el momento del montaje, se deben limpiar todas las superficies de las juntas (incluyendo las superficies adyacentes a la cabeza y a la tuerca del perno) de suciedad, materiales extraños y escamas, excepto incrustaciones firmes de molino. Se remueven las rebabas que pueden impedir el asentamiento firme de las partes conectadas en la condición de ajuste sin holgura.

No se permiten pinturas u otros revestimientos en las superficies de contacto de las conexiones críticas de deslizamiento. Todas las conexiones son consideradas críticas al deslizamiento. No se admite la pintura (incluso cualquier rociado accidental) de las áreas a una distancia menor de un diámetro del perno, pero no menos de veinticinco milímetros (25 mm) del borde de cualquier agujero y todas las áreas dentro del molde del tornillo.

- (c) Instalación. Se instalan juntos los tornillos o pernos que sean del mismo lote. Se deben proteger de la suciedad y de la humedad. Se deben sacar de la bodega sólo los tornillos o pernos que se van a instalar en un período de trabajo. Se deben devolver a la bodega los pernos y tornillos no utilizados al final del período de trabajo. No se debe limpiar el lubricante que traen los tornillos durante la entrega. Se deben limpiar y lubricar nuevamente, antes de instalar, los pernos y tornillos de las conexiones con deslizamiento crítico que puedan acumular herrumbre o suciedad.

Se debe tener un dispositivo de medición de la tensión (un calibrador Skidmore—Wilhelm u otro dispositivo indicador de la tensión aprobado) en todos los proyectos donde se instalen y ajusten pernos y tornillos de alta resistencia. Se utiliza el dispositivo medidor de tensión para realizar la prueba de capacidad rotacional y para confirmar lo siguiente:

- Requisito de la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos, para el ensamblaje completo de pernos y tornillos
- Calibración de las llaves de las tuercas, si es aplicable
- Comprensión y uso apropiado del método de ajuste.

Tabla 555-06

Tensión mínima de pernos y tornillos ⁽¹⁾

Diámetro nominal del perno y paso	AASHTO M164M (kN)	AASHTO M253M (kN)
M16 x 2	91	114
M20 x 2,5	142	179
M22 x 2,5	176	221
M24 x 3	205	257
M27 x 3	267	334
M30 x 3,5	326	408
M36 x 4	475	595

Notas:

- (1) Igual al 70 % de la resistencia a la tensión mínima especificada de los pernos (como se especifica para las pruebas de tamaño natural de los pernos en la norma AASHTO M por los tipos 164M y M 253M) redondeado a la unidad de kilonewton (kN) más cercano.

Para tornillos de rosca corta, se puede utilizar los indicadores directos de tensión (DTI) por medio de arandelas sólidas para realizar esta prueba. Primero revisar el indicador de tensión con una rosca más larga en el calibrador Skidmore Wilhelm. La frecuencia de las pruebas de confirmación, el número de pruebas realizadas y el procedimiento de prueba deben estar conforme a los puntos de (3) a (5) según sea aplicable. Se debe calibrar el dispositivo una vez al año.

Se instalan los pernos y tornillos con arandelas del tamaño y calidad especificados, localizadas según se requiere a continuación, en agujeros correctamente alineados y ajustados por alguno de los métodos descritos en (3) a (6) inclusive, a la tensión mínima especificada en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos, después que los pernos y tornillos sean apretados.

Si se aprueba, el ajuste puede efectuarse rotando el perno mientras se evita la rotación de la tuerca cuando no es práctico rotar la tuerca. Si se utiliza un sistema de llave de impacto, se proporciona una capacidad apropiada y aire suficiente para apretar cada tornillo en aproximadamente diez segundos (10 s).

No se deben reutilizar pernos o tornillos AASHTO M253M y pernos y tornillos galvanizados AASHTO M164M. Si se aprueba, se puede reutilizar una vez otros pernos AASHTO M164M. No se considera como reuso el ajuste o el socado de los pernos apretados previamente cuando pueden haberse aflojado al apretar los

pernos adyacentes, siempre y cuando el ajuste se mantenga desde la posición inicial y no se requiera una rotación mayor, incluyendo la tolerancia, de la requerida en la Tabla 555-07 Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste.

Tabla 555-07

Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste

Geometría de las caras exteriores de las partes de los pernos			
Longitud del perno medida desde la parte inferior de la cabeza al extremo del tornillo	Ambas caras normales al eje del perno	Una cara normal al eje del perno y otra cara en declive no más de 1:20. (No se usa arandela biselada)	Ambas caras en declive menor de 1:20 desde el eje del perno (No se utilizan arandelas biseladas)
Hasta 4 diámetros inclusive	1 / 3 vuelta	1 / 2 vuelta	2 / 3 vuelta
Sobre 4 diámetros, pero sin exceder 8 diámetros	1 / 2 vuelta	2 / 3 vuelta	5 / 6 vuelta
Sobre 8 diámetros, pero sin exceder los 12 diámetros ⁽³⁾	2 / 3 vuelta	5 / 6 vuelta	1 vuelta

Notas:

- (1) Es aplicable sólo a las conexiones donde todo el material dentro de la rosca del tornillo es acero.
- (2) La rotación de la tuerca es relativa al perno, sin importar cuál elemento se está girando (tuerca o perno). La tolerancia es de $\pm 30^\circ$ para los pernos instalados por $\frac{1}{2}$ vuelta o menos. La tolerancia es de $\pm 45^\circ$ para los pernos instalados por $\frac{2}{3}$ de vuelta o más.
- (3) Determinar la rotación requerida por medio de pruebas reales en un dispositivo de tensión adecuado simulando las condiciones reales.

(1) Pruebas de capacidad de rotación. Se somete los tornillos y pernos de alta resistencia, negros y galvanizados, a pruebas de capacidad de rotación en el sitio efectuadas según AASHTO M164M y lo siguiente:

- a) Después de ajustar a la condición de apretado, como se definió en (c)(3), se debe ajustar el perno 2 veces el número requerido de giros indicados en la Tabla 555-07 Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste, con un Calibrador Skidmore Wilhelm o un dispositivo equivalente de medición de la tensión, sin desgarrarlo o fallarlo.
- b) Durante esta prueba, la tensión máxima registrada debe ser igual a o mayor que la tensión de la prueba de giro que es igual a 1,15 veces la tensión de ajuste indicada en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos.

- c) La fuerza de torsión medida a una tensión “P”, después de exceder la tensión de la prueba de giro requerida anteriormente en (b), no puede exceder el valor obtenido en la ecuación siguiente:

$$\text{Fuerza de torsión} = 0,34 P D \quad \text{Ec. 555-01}$$

Donde:

- *Fuerza de torsión* = Fuerza de torsión medida en Newtons metros (N-m)
- *P* = Fuerza de tensión del perno medida en Newtons (N)
- *D* = Diámetro nominal del perno en milímetros (mm)

Para las pruebas de capacidad de rotación se usan arandelas, aunque su uso puede no ser requerido en la instalación real.

- (2) Arandelas. Cuando la cara externa de las partes empernadas tiene una inclinación mayor a 1:20 con respecto al plano normal al eje del perno, se debe utilizar una arandela biselada endurecida para compensar la falta de paralelismo.

Se deben utilizar arandelas biseladas cuadradas o rectangulares para las vigas y canales de estándar americano de acuerdo con AASHTO M293M.

Cuando sea necesario, se pueden sujetar las arandelas en un lado a una distancia no menor de 7/8 del diámetro del perno, medida desde el centro de la arandela.

No se requieren arandelas endurecidas para las conexiones utilizando pernos AASHTO M164M y M253M, excepto en las siguientes condiciones:

- a) Se deben usar arandelas endurecidas debajo del elemento girado cuando se realiza el ajuste por el método de herramienta calibrada.
- b) Se deben usar arandelas endurecidas debajo de la cabeza y de la tuerca cuando se instalan pernos AASHTO M253M en un material que tiene un punto de cedencia menor de doscientos setenta y cinco

megapascales (275 MPa), sin importar el método que se utilice para ajustar.

- c) Se debe utilizar una arandela endurecida según la norma ASTM F436M cuando se instalan pernos AASHTO M164 M de cualquier diámetro o pernos AASHTO M253M iguales a o menores que M 24 en agujeros de sobre tamaño o agujeros ovalados en una capa exterior.
- d) Se deben usar arandelas endurecidas según ASTM F436 M, excepto con un espesor mínimo de ocho milímetros (8 mm), debajo de la cabeza y la tuerca en lugar de las arandelas endurecidas de espesor estándar, cuando se instalan pernos AASHTO M253M sobre M 24 en agujeros con sobretamaño o agujeros ovalados en una capa exterior. Las arandelas endurecidas múltiples con un espesor combinado igual o mayor que 8 mm no satisfacen este requisito.
- e) Cuando se instalan pernos AASHTO M164M de cualquier diámetro o pernos AASHTO M253M iguales o menores que M 24 en agujeros con una ranura larga en una capa exterior, se provee una arandela de placa o una barra continua con espesor de por lo menos ocho milímetros (8 mm), con agujeros estándar con un tamaño suficiente para cubrir la ranura después de la instalación y cuyo material sea de un grado estructural que no requiere ser endurecido.

Cuando se utilizan pernos AASHTO M253M sobre M 24 en agujeros con ranura larga en capas exteriores, se debe utilizar una arandela endurecida individual según ASTM F436M con un grosor mínimo de 8mm en lugar de arandelas o barras de un material de grado estructural. Las arandelas endurecidas múltiples con un espesor combinado igual o mayor de 8 mm no satisfacen este requisito.

Los pernos de diseño alternativo conformes con la Subsección 717.01 Acero estructural, con una geometría que provee un círculo de apoyo en la cabeza o tuerca con un diámetro igual a o mayor que el diámetro de las arandelas endurecidas según ASTM F436M, satisfacen los requisitos para arandelas establecidos aquí y pueden utilizarse sin arandelas.

- (3) Ajustado mediante giro de tuerca. Antes de iniciar el trabajo se prueba el ajuste del perno utilizando un dispositivo capaz de indicar la tensión en el perno. Se deben probar no menos de 3 ensambladuras perno-tuerca de cada diámetro, longitud y grado a ser utilizado en el trabajo. La prueba debe demostrar que el método para estimar la condición ajustado sin holgura, apretada y para controlar los giros desde la condición ajustado sin holgura apretada, desarrolla una tensión no menor que 5 % mayor que la tensión requerida en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos. Se deben realizar pruebas periódicas cuando se requieran.

Se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión y se ajustan a la condición sin holgura. El ajuste sin holgura se define como la condición de ajuste para la cual las placas de la unión están en contacto firme. Esto se puede lograr por medio de pocos impactos de una llave o el esfuerzo completo de un trabajador utilizando una herramienta ordinaria.

Se ajustan los grupos de pernos de manera sistemática desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres. Se ajustan nuevamente los pernos de la conexión en una manera sistemática similar, según se requiera, hasta que todos los pernos estén ajustados y la conexión quede completamente apretada. Después de la operación de ajuste sin holgura, se deben ajustar todos los pernos de la conexión mediante la rotación aplicable especificada en la Tabla 555-07 Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste.

Durante las operaciones de socado no se permite la rotación de la parte del tornillo no girada por la llave. Se debe ajustar sistemáticamente desde la parte más rígida de la unión hacia los bordes libres.

- (4) Ajuste con llave calibrada. Se puede realizar el ajuste con llave calibrada solamente cuando los procedimientos de instalación se calibran en una base diaria y cuando se usa una arandela endurecida debajo del elemento girado. Las fuerzas de torsión estándar tomadas de tablas o de fórmulas que suponen relacionar la fuerza de torsión con la tensión no son aceptables.

Si se utilizan llaves calibradas para la instalación, se deben ajustar para que provean una tensión no menor de un 5 % más de la tensión mínima especificada

en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos. Se calibra el procedimiento de instalación por lo menos una vez cada día de trabajo para cada diámetro de perno, longitud y grado utilizando ensamblajes de pernos que están siendo instalados en el trabajo.

Se debe realizar la calibración con un dispositivo capaz de indicar la tensión real del perno, ajustando 3 pernos típicos de cada diámetro, longitud y grado de los pernos y arandelas que están siendo instalados, utilizando una arandela debajo del elemento que está siendo ajustado. Se deben recalibrar las llaves de torsión cuando se advierta una diferencia significativa en la condición de la superficie de pernos, roscas, tuercas o arandelas. Durante el uso se debe verificar que el ajuste con la llave seleccionado por la calibración no produce una rotación de la tuerca o de la cabeza del perno desde la condición de ajuste sin holgura mayor de la permitida en la Tabla 555-07 Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste. Se giran las tuercas en la dirección de apriete cuando se mide la fuerza de torsión de las llaves de torsión manuales.

Si se usan llaves calibradas para instalar pernos en una conexión, se instalan los pernos con una arandela endurecida debajo del elemento girado. Cuando se ajustan los pernos en todos los agujeros de la conexión, se aprietan a la condición de ajuste sin holgura. Después de esta operación inicial de ajuste, se aprietan todos los pernos en la conexión utilizando una llave calibrada. Se deben ajustar sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres. Se aprietan los pernos ajustados previamente que se hayan podido aflojar durante el ajuste de los pernos adyacentes hasta que todos los pernos estén ajustados apropiadamente.

- (5) Ajuste con indicador de tensión directa. Cuando se usan dispositivos indicadores de la tensión directa para ajustar los pernos, se debe ensamblar una muestra representativa de no menos de 3 dispositivos para cada diámetro y grado de perno a ser utilizado en el trabajo, en un dispositivo de calibración capaz de indicar la tensión en el perno. En el ensamblaje de prueba se debe incluir arandelas planas endurecidas, si se requieren en la conexión real, colocadas como las dispuestas en las conexiones reales a tensar. La prueba de calibración

debe demostrar que el dispositivo indica una tensión no menor que un valor 5 % mayor que la requerida en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos.

Se deben seguir los procedimientos de instalación del fabricante para instalar los pernos en el dispositivo de calibración y en todas las conexiones. Se debe prestar especial atención a la instalación apropiada de las arandelas planas endurecidas cuando se utilizan dispositivos con indicador directo de tensión con pernos instalados en agujeros con sobre tamaño o en agujeros ovalados y cuando los dispositivos indicadores de carga se utilizan debajo del elemento girado.

Cuando los pernos son instalados utilizando indicadores de tensión directa conformes con la norma ASTM F959M, se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión y se deben llevar a la condición de ajuste sin holgura. El ajuste con holgura está señalado por la compresión parcial de los salientes del indicador de tensión directa. Después de que todos los pernos tienen la condición de ajuste sin holgura, se aprietan todos los pernos sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres en una forma que se minimice el relajamiento de los pernos ajustados previamente. El tensado apropiado de los pernos puede requerir más de un ciclo de ajuste parcial sistemático para deformar el saliente la magnitud especificada antes del ajuste final.

- (6) Instalación de los pernos de diseño alterno. Cuando se van a instalar pernos que incluyen una característica de diseño que tiene la intención de indicar indirectamente la tensión en el perno o para automáticamente suministrar la tensión requerida en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos, y son conformes con la Subsección 717.01 Acero estructural, se debe ensayar una muestra representativa de no menos de 3 pernos de cada diámetro, longitud y grado en el proyecto, con un dispositivo capaz de indicar la tensión en el perno.

Se deben incluir arandelas planas endurecidas en la ensambladura de prueba, si en la conexión real se requiere, instaladas de la forma en que se colocan en las conexiones reales a ser tensadas. La prueba de calibración debe demostrar que cada perno desarrolla una tensión no menor de un valor 5 % mayor que la

tensión requerida en la Tabla 555-06 Tensión mínima de pernos y tornillos. Se debe seguir el procedimiento de instalación dado por el fabricante. Se realizarán ensayos periódicos cuando se requieran.

Cuando se utilizan tornillos y pernos de diseño alterno que están previstos para controlar o indicar la tensión en el perno, se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión e inicialmente se ajustan de forma que todas las capas estén en contacto firme, pero sin llevar a la cedencia o fractura del control o del elemento indicador del perno. Se debe continuar apretando sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres de forma que se minimice el relajamiento de los pernos previamente ajustados.

El tensado apropiado de los pernos puede requerir más de un ciclo sistemático de ajuste parcial antes de que se desprenda el control o elemento indicador individual de los pernos individuales.

- (7) Inspección. Se deben inspeccionar los pernos ajustados en presencia de la Administración. Se utiliza una llave de torsión de inspección para verificar el ajuste de los pernos roscados. Para los pernos no roscados se golpea cada perno con un martillo para comprobar la resistencia y la solidez. Se debe reemplazar o reajustar cualquier perno que esté suelto o flojo. No se permite utilizar la llama para quitar los pernos.

Se deben colocar individualmente 3 pernos del mismo grado, tamaño y condición de los pernos en inspección en un dispositivo calibrado para medir la tensión en el perno. Se debe realizar esta operación de calibración por lo menos una vez cada día de inspección.

Se debe usar una arandela debajo de la parte girada cuando se ajusta cada perno si se utilizan arandelas en la estructura. Si no se utilizan arandelas en la estructura, se usa un material con las mismas especificaciones que el material que colinda con la parte girada en el dispositivo de medición de la tensión, de la forma en que se usa en la estructura. En el dispositivo de calibración, se ajusta cada perno con un método conveniente a la tensión especificada. Se debe aplicar la llave de inspección al perno ajustado para determinar la fuerza de

torsión requerida para girar la tuerca o la cabeza cinco grados (5 °), aproximadamente treinta milímetros (30 mm) en un radio de trescientos milímetros (300 mm), en la dirección de ajuste. Se debe usar el promedio de la fuerza de torsión requerida para los 3 pernos como la fuerza de torsión de inspección o como base para la inspección.

Se selecciona aleatoriamente en cada conexión 10 % (por lo menos 2) de los pernos ajustados en la estructura representados por los pernos de prueba y se aplica a cada perno seleccionado la fuerza de torsión de inspección con la llave de inspección en la dirección de ajuste. Si esta fuerza de torsión no gira la cabeza de ningún perno o tuerca, se considera que los pernos en la conexión están adecuadamente ajustados. Si la fuerza de torsión gira uno o más cabezas de pernos o tuercas, se debe aplicar la fuerza de torsión de inspección a todos los pernos de la conexión. Se debe ajustar y reinspeccionar todo perno cuya cabeza o tuerca gire en esta etapa. Como una opción, se reajustan todos los pernos en la conexión y se someten nuevamente a inspección.

555.18 Soldadura

La soldadura, la calificación de los soldadores, la precalificación de los detalles de soldadura y la inspección de las soldaduras debe cumplir con el Código de Soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5. Se debe eliminar la disposición de 9.25.1.7. No se debe subestimar el tamaño nominal de la soldadura de filete.

No se permite soldar ni poner dispositivos de embarque u otro material no requerido en ningún elemento a menos que se indique en los planos aprobados.

555.19 Erección de estructura

Los andamios y encofrados deben cumplir con la Sección 569 Encofrados y andamiaje. Se emplean armadores de acero certificados en el programa AISC Quality Certification Program.

- (a) Manejo y almacenamiento del material. Se debe colocar el material almacenado en el proyecto en patines sobre el terreno. Se debe mantener el material limpio y adecuadamente drenado. Se colocan y se apuntalan las vigas hacia arriba. Se deben soportar los elementos largos, como columnas y cuerdas, en patines colocados suficientemente cercanos para evitar el daño debido a la deflexión.

(b) Apoyos y anclajes. Se deben proveer e instalar los apoyos para puentes según la Sección 564 Accesorios de apoyo. Si la superestructura de acero va a ser colocada sobre una subestructura que fue construida bajo un Contrato aparte, se debe comprobar que la obra fue construida correctamente antes de ordenar el material.

(c) Procedimientos de erección.

(1) Conformidad con los planos. La erección debe ser de acuerdo con los planos de erección aprobados. Las modificaciones o desviaciones del procedimiento aprobado de erección requieren la revisión de los planos y la verificación de los esfuerzos y de la geometría.

(2) Esfuerzos de erección. Se permiten los esfuerzos de erección inducidos en la estructura como resultado del uso de un método de erección o equipo diferente del previamente aprobado y que van a permanecer en la estructura terminada como esfuerzos de cierre. Se debe proveer material adicional, según se requiera, para mantener ambos esfuerzos, los esfuerzos temporales y los esfuerzos finales, dentro de los límites permisibles utilizados en el diseño.

Se proporcionan dispositivos de arriostamiento o de rigidización para soportar los esfuerzos de colocación, manejo, manipulación en los elementos individuales o segmentos de la estructura durante la erección.

(3) Mantenimiento de la alineación y de la contraflecha. Durante la erección, se debe soportar los segmentos de la estructura de forma que se produzca el alineamiento y la contraflecha adecuada en la estructura terminada. Se colocan marcos transversales y arriostamiento diagonal, según se requiera, durante la erección para proveer estabilidad y asegurar la geometría correcta. Según sea necesario, se debe proveer arriostamiento temporal en cualquier etapa de la erección.

(d) Armado en campo. Se debe ensamblar con precisión como se muestra en los planos y según se requiere de acuerdo con las marcas. Se debe manipular cuidadosamente el material. No se permite martillar, dañar o distorsionar los elementos. Se deben limpiar las superficies de apoyo y de contacto permanente antes del armado.

Se deben ensamblar los empalmes y conexiones de campo con al menos 2 pasadores cilíndricos de erección por cada parte (mínimo 4 por empalme o conexión). El empalme de una viga conformada por platinas soldadas, por ejemplo, requiere por lo menos 4 pasadores de erección cilíndricos para el empalme del ala superior, 4 pasadores para el empalme del alma y 4 pasadores para el empalme del ala inferior. De esta forma se provee 2 pasadores por cada parte. Se colocan los pasadores en los agujeros esquineros de las placas de unión.

Se colocan más pernos de erección cilíndricos, si se requiere, para alinear con precisión las partes. Se deben colocar los pernos en los agujeros restantes de la conexión y se ajustan sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres. Se quitan los pasadores cilíndricos de erección y se reemplazan por pernos ajustados.

Se retiran los apoyos temporales de erección en un empalme o conexión solamente después de que se han instalado todos los pernos y se han ajustado. Se deben mostrar las situaciones especiales de ensamblado y apoyo en los planos de erección.

Los pernos de ajuste pueden ser los mismos pernos de alta resistencia empleados en la instalación. Si se requieren otros pernos de ajuste, se debe usar el mismo diámetro nominal que los pernos de alta resistencia. Se deben usar pasadores de erección cilíndricos con un diámetro 1 mm más grande que los pernos.

- (e) Conexiones de pasadores. En la colocación de los pasadores se deben utilizar tuercas guía y tuercas de golpeo. Se instalan los pasadores de forma que los elementos queden completamente soportados en los pasadores. Se deben atornillar las tuercas firmemente y se deben quitar las rebabas en la cara de la tuerca con una herramienta afilada.
- (f) Ajustes. Se pueden realizar ajustes menores de corrección que impliquen pequeñas cantidades a escariar, cortar y cincelar si es aprobado. Cualquier error de fabricación en el taller o deformación ocasionada por el manejo y transporte será causa de rechazo.

555.20 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material (excepto dispositivos de apoyo y pintura) para las estructuras de acero se evaluará según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Se deben suministrar los certificados de producción para cada embarque de acero estructural, piezas forjadas de acero y pernos de alta resistencia, tuercas y arandelas.
- La construcción de las estructuras de acero será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. Los dispositivos de apoyo serán evaluados de acuerdo con la Sección 564 Accesorios de apoyo.
- La pintura será evaluada según la Sección 563 Pintura.

555.21 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 555 Estructuras de acero para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se mide el acero estructural calculado según las especificaciones para puentes AASHTO. Se incluyen todos los ítems de accesorios metálicos secundarios requeridos en el Contrato como piezas fundidas, placas de acero, pernos y tuercas de anclaje, apoyos, cojinetes, rodillos, pasadores y tuercas, cortina de expansión, drenajes de carreteras, metal de aporte, pernos embebidos en concreto, cunetas y abrazaderas, postes, conductos y ductos y perfiles estructurales.

- Cuando la medición se realiza por la cantidad del Contrato, los cambios en las cantidades que resulten de los detalles alternativos propuestos por el contratista y aceptados como parte de los planos, no están sujetos a ajustes según la Subsección 110.05 Alcance del pago.

555.22 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.555.01	Acero estructural descripción suplido, fabricado y erigido	Kilogramo	(kg)

SECCIÓN 556 SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR PARA PUENTES

Los sistemas de contención vehicular para puentes, incluyendo las barreras de concreto, los pretilas de puentes y otros sistemas funcionalmente similares deben cumplir con las secciones 617 Sistemas de contención vehicular y 618 Sistemas de contención vehicular de concreto, según aplique.

SECCIÓN 557 ESTRUCTURAS DE MADERA

557.01 Descripción

Este trabajo consiste en suministrar, preparar, erigir y pintar madera estructural. También incluye toda la madera de depósito y sus respectivos accesorios.

557.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Pintura	563
Maderamen y madera aserrada estructural	716.01
Herraje	716.02
Madera estructural tratada	716.03
Madera laminada estructural pegada (Adherida)	716.04

Requerimientos para la construcción

557.03 General

Excavar y rellenar de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Suministrar la madera estructural del grado de resistencia requerido.

Limpiar el terreno por debajo y en los alrededores de todos los materiales almacenados de apilamientos de maleza, escombros u otro material objetable. Colocar la capa inferior de material por lo menos doscientos milímetros (200 mm) por encima del nivel del terreno. Proveer suficiente soporte para prevenir pandeo.

El material no tratado se debe apilar al aire libre para escurrir el agua. El apilamiento se debe realizar en capas sobre espaciadores (travesaños) que se extiendan a lo largo del ancho total del apilamiento para permitir la circulación libre del aire. Alinear todos los travesaños verticalmente y colocarlos a intervalos regulares.

El material tratado se debe apilar en un lugar cerrado para escurrir el agua.

Proteger el material del medio ambiente. Si el material se cubre, utilizar material para forro, tal como papel resistente al agua o cinta opaca de polietileno. No se debe cubrir con membranas impermeables, tales como cintas de polietileno durante clima seco. Hacer

aberturas a todo lo largo de las envolturas o perforar en el lado inferior para permitir el drenaje del agua.

La madera laminada y encolada se debe almacenar y proteger de acuerdo con las recomendaciones para descargar y manipular, almacenar en el sitio de la obra y erigir en “Recommended Practice for Protection of Structural Glued Laminated Timber During Transit, Storage and Erection” (Práctica Recomendada para Proteger la Madera Laminada y Encolada Estructural Durante el Transporte, Almacenamiento y Erección), AITC 111.

Se deben utilizar eslingas u otros dispositivos para proteger las esquinas de la madera para construcción pesada y embalajes de madera para construcción liviana.

La madera se debe cortar y formar de manera que todas las juntas tengan el mismo soporte sobre toda la superficie de contacto. No utilizar cuñas en las juntas. Construir todas las juntas para que sean cerradas. Al insertar los clavos, se debe asegurar que la cabeza del clavo quede al mismo nivel que la superficie de madera.

Utilice el mismo extremo, cara y borde del elemento de madera para el trazado de las dimensiones. Taladre todos los agujeros desde las caras a juntar.

557.04 Madera tratada

Fabricar todos los elementos de madera antes de realizar el tratado. Manipular la madera tratada de acuerdo con la Hoja de Información para el Consumidor (Consumer Information Sheet) publicada por la AWWA. Manipular la madera tratada de manera cuidadosa y no dejar que se caiga, que se dañen las fibras exteriores o que la superficie sea penetrada por herramientas. No utilizar palancas de gancho, ganchos o picas. En aguas costeras, no cortar o taladrar la madera por debajo de la marca de la marea alta.

Los cortes y abrasiones provocados en la fabricación de la madera se deben emparejar cuidadosamente después del tratamiento. La madera se debe sumergir, empapar, rociar o se le deben aplicar tres revestimientos con brocha de una solución de nafteno de cobre preparada de acuerdo con la norma AWWA M4. El preservante se debe aplicar de manera que no gotee o se derrame en el ambiente acuático o en el suelo.

Todos los agujeros taladrados se deben impregnar, después del tratamiento, con el mismo preservante utilizando el equipo adecuado para asegurar una aplicación apropiada. Los agujeros sin utilizar se deben tapar con tapones preservados.

557.05 Agujeros para pernos, dovelas, barras y tornillos tirafondo

Todos los agujeros se deben taladrar antes de preservar la madera. Los agujeros para pines y dovelas redondas deben tener el mismo diámetro que el pin o la dovela. Los agujeros para pines y dovelas cuadrados deben tener la misma dimensión del lado que la del pin o la dovela.

Los agujeros para pernos galvanizados deben ser 3 mm mayores que el diámetro del perno

Los agujeros para tornillos tirafondo se deben realizar de acuerdo con la Subsección 7.3.1 del AITC “Timber Construction Manual” (Manual de Construcción con Madera del AITC).

557.06 Pernos y arandelas

Los accesorios y los sujetadores, incluyendo clavos, pernos, arandelas y conectores para madera deben ser galvanizados. Los accesorios y los sujetadores de hierro forjado o hierro colado no deben ser galvanizados.

Se deben utilizar arandelas debajo de las cabezas de los pernos y tuercas en contacto con la madera.

Las arandelas de hierro forjado deben tener un diámetro de aproximadamente tres veces el diámetro del perno. Cuando la madera está en contacto con el terreno, se deben utilizar arandelas de hierro colado. Utilizar arandelas cuadradas sólo cuando se indica en los planos contractuales.

Los pernos con una longitud en exceso de veinticinco milímetros (25 mm) o más deben cortarse. Después del ajuste final se deben revisar o quitar las rebabas con una herramienta puntiaguda para prevenir que las tuercas se aflojen.

557.07 Avellanado

Las tuercas y los pernos se deben avellanar cuando se especifica en el Contrato. Los excesos que se forman debido al avellanado deben pintarse con un preservante aprobado, excepto en el caso de barandas. Luego de que los pernos o tornillos están colocados en su lugar, se deben rellenar los agujeros con resina caliente u otro sellador aprobado.

557.08 Arrostramiento

No remueva o corte los pilotes tratados para que se ajusten a las riostras contra el ladeo o las riostras de los bastiones. Rellene todos los espacios vacíos que quedan entre las

riostras y los pilotes con bloques tratados, de manera que la riostra quede sujeta a los pilotes de manera segura.

557.09 Arrostramiento de caballetes

Asentar los durmientes firmemente y alineados al soporte sólido y apisonar en su lugar.

Cuando se cuele el concreto, coloque las dovelas para anclar las soleras inferiores y los postes de manera que sobresalgan al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) por encima de la parte superior de los pedestales. Acabar de manera cuidadosa los pedestales de concreto que soportan el arrostramiento de caballetes de manera que las soleras inferiores o los postes descansen alineadamente sobre los pedestales.

Se debe proveer un asentamiento firme y alineado para los durmientes. Las soleras inferiores deben descansar alineadamente sobre los durmientes, pilotes o pedestales. Los pernos de las soleras inferiores se deben introducir de manera que se extiendan en los durmientes o pilotes al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm). Cuando sea posible, remover toda la tierra en contacto con las soleras inferiores para permitir la circulación del aire alrededor de ellas.

557.10 Cabeceros de todos los caballetes

Los cabeceros de madera deben apoyarse de manera alineada y uniformemente sobre las partes superiores de los postes o pilotes de soporte con sus extremos alineados. Asegurar todos los caballetes con pernos colocados aproximadamente en el centro y extendiéndose en los postes o pilotes al menos doscientos treinta milímetros (230 mm).

557.11 Riostras

Los extremos de las riostras se deben empernar a través del pilote, poste, caballete o solera inferior. Arristrar las intersecciones intermedias con postes o pilotes mediante pernos o clavos con alambre o clavos para embarcaciones de acuerdo con lo requerido. En todos los casos, utilizar clavos galvanizados además de los pernos.

Todas las riostras deben quedar asentadas firmemente con el pilote o caballete al que se emperna. Se deben proveer y colocar cuñas cuando se requiera para prevenir que la riostra se flexione más de veinticinco milímetros (25 mm) fuera de su línea cuando se aprietan los pernos de las riostras.

Cuando el espacio entre la riostra y el caballete o pilote es menor que veinticinco milímetros (25 mm), no se necesita utilizar cuñas. Cuando el espacio entre la riostra y el caballete o pilote es 40 ± 15 mm, coloque dos arandelas de gola con sus caras angostas juntas u otras arandelas aprobadas en cada perno que pasa a través de ese espacio.

Cuando el espacio entre la riostra y el caballete o pilote es mayor que cincuenta y cinco milímetros (55 mm), utilizar cuñas de madera del espesor requerido. Las cuñas de madera se deben fabricar de roble blanco o de la misma madera tratada utilizada en la estructura. No se deben utilizar cuñas compuestas. Las cuñas de madera se deben hacer de una sola pieza de madera con un ancho no menor que cien milímetros (100 mm) y una longitud no menor que el ancho de la riostra medido a lo largo del caballete o pilote. No se debe asolar, recortar o cortar ningún miembro tratado para evitar el uso de las cuñas.

557.12 Largueros

Los largueros se deben colocar con el tamaño adecuado en los apoyos y colocar en posición, de manera que los nudos cercanos a los bordes queden en las porciones superiores de los largueros.

Los largueros perimetrales pueden tener uniones extremo con extremo con cortes inclinados en ambos extremos. Los largueros interiores se deben traslapar de manera que tomen el soporte sobre el ancho total de la viga de entepiso o caballete en cada extremo. Los traslapes en los extremos de largueros no tratados se deben separar al menos quince milímetros (15 mm) para permitir la circulación del aire. Unir los traslapes de los extremos de manera segura con pernos de acuerdo con lo requerido. Alternar las juntas en las cuales los largueros tienen una longitud equivalente a dos paneles.

Las riostras cruzadas entre los largueros se deben clavar inclinadamente de manera segura con al menos 2 clavos en cada extremo. Corte todas las riostras cruzadas para obtener un soporte completo en cada extremo que llega a los lados de los largueros. Coloque riostras cruzadas en el centro de cada luz. Si se utiliza entramado, se debe asegurar que calce de manera precisa y se debe mantener en posición de acuerdo con lo requerido.

557.13 Pisos de tablonés

Utilizar tablonés cepillados por las cuatro caras (S4S).

Los pisos de madera de una sola capa consisten en tablonés de un solo espesor apoyados sobre largueros. Coloque los tablonés con el lado del duramen hacia abajo y espaciados a

cada 5 milímetros para material acondicionado y con juntas ajustadas para material sin acondicionar. Clavar cada tablón de manera segura a los largueros. Clasifique cuidadosamente los tablonces por espesor de manera que 2 tablonces adyacentes no tengan una diferencia de espesor mayor que dos milímetros (2 mm).

Los pisos de madera de dos capas consisten en dos capas de piso apoyadas sobre los largueros. Tratar la capa inferior de acuerdo con la Subsección 557.04 Madera tratada. Coloque la capa superior diagonalmente o paralelamente a la línea central de la calle de acuerdo con lo requerido. Unir de manera segura cada pieza de piso a la capa inferior. Alterne las juntas por lo menos un metro (1 m). Cuando la capa superior se coloca paralelamente a la línea central de la calle, se debe tener especial cuidado para unir de manera segura los extremos del piso. Biselar los extremos de los miembros la capa superior en cada extremo de la estructura.

557.14 Cubiertas de láminas clavadas transversalmente

Utilizar láminas de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor nominal, con un canto cepillado tres milímetros (3 mm) (“SIE-H or M 3 millimeter scant”) y una cara cepillada tres milímetros (3 mm) (“SIS-H or M 3 millimeter scant”).

Colocar las láminas de canto y a ángulos rectos con respecto a la línea central de la calle. Clavar cada pieza a la pieza anterior en cada extremo y a intervalos aproximados de cuatrocientos cincuenta milímetros (450 mm) con clavos galvanizados introducidos alternadamente cerca de los bordes superiores e inferiores. Utilice clavos de longitud suficiente para atravesar como mínimo dos piezas más la mitad de la tercera pieza.

Cuando se utilicen largueros de madera, se deben usar clavos para unir cada pieza de por medio a cada larguero de por medio con una unión inclinada. Cuando se utilicen largueros de acero, unir las piezas de manera segura con grapas de metal galvanizadas aprobadas.

Utilizar piezas de longitud suficiente de manera que se apoyen sobre al menos 4 largueros. No traslapar piezas entre largueros. Las juntas de los extremos se deben espaciar para cualquier larguero por lo menos cada tres piezas. Las juntas de los extremos en piezas adyacentes se deben espaciar por lo menos cada dos largueros.

557.15 Guardarruedas y barandas y postes

Los guardarruedas, las barandas y los postes deben estar cepillados por las cuatro caras (S4S). Coloque los guardarruedas en secciones no menores que cuatro metros (4 m) de

longitud. Las juntas en los extremos de las barandas se deben realizar en los postes y en ángulo recto.

557.16 Armaduras

Las armaduras se deben fabricar de modo que no muestren irregularidades de alineamiento cuando están terminadas. Las cuerdas se deben fabricar rectas y alineadas de extremo a extremo en proyección horizontal. En proyección vertical, fabricar las cuerdas de manera que se forme una curva lisa a través de los puntos del panel en conformidad con la comba correcta. No se deben realizar cortes dispares o ásperos en los puntos de apoyo.

557.17 Drenajes

Los drenajes se deben galvanizar en caliente después de fabricados, incluyendo los anclajes.

557.18 Pintura

Cuando la pintura se especifica en el Contrato, se debe pintar de acuerdo con la Sección 563 Pintura.

557.19 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad

De manera que:

- El material para las estructuras de madera (excepto la pintura) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Se debe entregar un certificado de producción con cada envío de madera estructural.
- La construcción de las estructuras de madera se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

- La pintura se debe evaluar de acuerdo con la Sección 563 Pintura.

557.20 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 557 Estructura de madera, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir la madera estructural tratada y no tratada en la estructura por metros cúbicos (m³).
- Calcule las cantidades de acuerdo con las dimensiones nominales y longitudes reales con excepción de las cubiertas de láminas clavadas transversalmente. Estas cubiertas se deben medir en sitio y una vez que estén acabadas.
- Mida los pilotes de madera de acuerdo con la Sección 551 Hinca de pilotes.
- Mida las barandas de madera para puentes de acuerdo con la Sección 556 Sistemas de contención vehicular para puentes.

557.21 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.557.01	Madera estructural y madera rolliza, sin tratamiento	Metro cúbico	(m ³)
CR.557.02	Madera estructural y madera rolliza, tratada	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 558 IMPERMEABILIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA Y CONCRETO

558.01 Descripción

Este trabajo consiste en la impermeabilización de superficies de concreto y mampostería.

558.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Imprimador	702.06 (a)
Asfalto	702.06 (b)

Requerimientos para la construcción

558.03 Impermeabilización

Curar las superficies de concreto o mampostería de acuerdo con la Subsección 552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico, excepto que no se debe usar membrana líquida como componente de curado. Dejar que la superficie de concreto se seque por lo menos 10 días después de que el curado se haya completado.

Aplicar la impermeabilización a una superficie seca, limpia y razonablemente lisa que esté libre de polvo y material suelto. Aplicar la impermeabilización en clima seco cuando la temperatura del aire y de la superficie sean 7 °C o mayores.

Aplicar el sellador a la superficie y dejar que se seque. Aplicar dos capas de asfalto a una razón de aproximadamente un kilogramo con veinticinco centésimas por metro cuadrado de superficie por capa (1,25 kg/m²). Aplicar la capa de sellador y las capas de asfalto uniformemente, cubriendo totalmente la superficie y añadir las minuciosamente a la superficie. Hacer que el total de las dos capas finales de asfalto tengan un espesor aproximado de dos milímetros (2 mm). Permitir que las capas de asfalto se endurezcan antes de que haya contacto con agua o material de relleno.

558.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material para la impermeabilización debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La aplicación de la impermeabilización debe ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

558.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 558 Impermeabilización de mampostería y concreto, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

558.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.558.01	Impermeabilización	Metro cuadrado	(m ²)
CR.558.02	Impermeabilización	Suma global	(glb)

SECCIÓN 559 IMPERMEABILIZACIÓN (AGUA)

559.01 Descripción

Este trabajo consiste en la impermeabilización de superficies de concreto con una membrana firmemente adherida y cuando se especifica, con un revestimiento de mortero o asfalto laminado.

Los tipos de protección se designan a continuación:

- Tipo 1 - Revestimiento de mortero
- Tipo 2 - Revestimiento asfalto laminado

559.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Imprimador	702.06 (a)
Asfalto	702.06 (b)
Telas impermeabilizantes	702.06 (c)
Mortero	702.06 (d)
Rollos de materiales bituminosos para techos	702.06 (e)
Sellantes, sellos y rellenos	712.01

Requerimientos para la construcción

559.03 Membrana impermeable

Hacer que la superficie de concreto esté lisa y libre de proyecciones o depresiones que puedan causar perforaciones en la membrana. Dejar que las superficies de concreto se sequen al menos 10 días luego de completar el curado. Revisar que la superficie esté seca y libre de polvo o material suelto. Aplicar la impermeabilización en clima seco cuando la temperatura sea mayor que la de congelamiento. Aplicar el sellador y dejar que se seque.

Iniciar en el punto más bajo de la superficie de concreto y aplicar una capa de asfalto con un trapo, ligeramente más ancha que la mitad del ancho de la tela. Aplicar el asfalto a una temperatura entre 150 y 175 °C. Aplicar de manera que no queden áreas de concreto sin revestir.

Coloque la tela de manera que el drenaje esté por encima y no en contra o a lo largo de los traslapes. Colocar una franja de tela de mitad de ancho sobre el asfalto y presionar en su lugar de manera que se expela el aire atrapado y se obtenga un contacto firme con la superficie.

Aplicar el asfalto en la parte superior de la primera franja de manera que el tejido quede completamente oculto y en una sección adyacente de superficie de concreto ligeramente más ancha que la mitad del ancho de la tela. En este revestimiento, colocar una franja de tela de ancho completo y presionar en su lugar de manera que cubra completamente la primera franja. Revestir esta segunda franja y una sección adyacente de superficie de concreto ligeramente más ancha que la mitad del ancho de tela. Colocar una tercera franja de tela de manera que cubra la primera franja por al menos cien milímetros (100 mm). Continuar este proceso de sobreponer cada franja de tela al menos cien milímetros (100 mm) sobre la franja colocada anteriormente a la última hasta que toda la superficie esté cubierta con dos capas de tela. Sobreponer los extremos por lo menos trescientos milímetros (300 mm). No permitir que la tela toque una superficie que no haya sido impregnada con asfalto.

Impregnar la superficie completa con asfalto caliente después de colocar la tela. Aplicar el asfalto a una razón no menor que cinco litros por metro cuadrado de superficie horizontal acabada (5 L/m²) y no menor que seis litros por metro cuadrado de superficie vertical (6 L/m²). Regular el trabajo de manera que, al finalizar el día de trabajo, toda la tela colocada haya sido impregnada con asfalto. Se debe asegurar y tener cuidado especial de que todas las juntas queden selladas.

En los bordes de la membrana y en lugares donde esté perforada por aberturas tales como para drenajes o tubería, se debe prevenir que el agua penetre entre el material de impermeabilización y la superficie existente.

Se deben proveer planchas de escurrimiento en los bordillos y contra las vigas, paredes de relleno, y otros, con láminas separadas que traslapan la membrana principal por lo menos trescientos milímetros (300 mm). Sellar la plancha de escurrimiento ya sea con una contraplancha de escurrimiento de metal o embebiendo los extremos superiores de la plancha de escurrimiento en un relleno para juntas de ranura.

Reparar o reemplazar cualquier membrana impermeable en la cual se encuentre una fuga. La frecuencia del muestreo y la localización de las muestras que se deben tomar se deben especificar en el Contrato. Aplicar una cubierta de protección o relleno para prevenir daño.

559.04 Membrana impermeable protegida con mortero

Construir la membrana impermeable que va a ser protegida con mortero de acuerdo con la Subsección 559.03 Membrana impermeable.

Cubrir completamente la membrana, excepto en superficies sin acabar, con una capa de mortero reforzado.

Utilizar una capa de mortero reforzado de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor con una malla electrosoldada de ciento cincuenta y dos milímetros por ciento cincuenta y dos milímetros (152 mm x 152 mm) (MW 34,9 x MW 34,9) o su equivalente colocada a la mitad entre la parte superior e inferior de las superficies de mortero. Acabar la superficie superior de la capa de mortero de manera que quede lisa y endurecida. Curar el mortero de protección con arpillera húmeda mantenida en contacto firme con la superficie por setenta y dos horas (72 h).

Proteger las superficies sin acabar de la membrana con una capa de asfalto laminado en rollos para techo colocada sobre asfalto caliente en lugar del recubrimiento de mortero. Utilizar el mismo material bituminoso que se empleó para revestir la membrana.

559.05 Membrana impermeable protegida con asfalto laminado

Construya la membrana impermeable con protección de asfalto laminado de acuerdo con la Subsección 559.03 Membrana impermeable.

Cubrir la membrana con asfalto laminado. Coloque las láminas en capas regulares y rectas como se requiera. Utilizar láminas completas en todos los casos excepto cuando se requiera en cerramientos y para emparejar alrededor de aberturas y obstrucciones. Cortar las láminas de manera cuidadosa al tamaño requerido. Antes de que colocar las láminas, remueva todo el talco sobrante u otro polvo de las láminas con una brocha o escoba. Colocar cada pieza sobre asfalto caliente y revestir los bordes y extremos de las piezas colocadas con asfalto caliente antes de colocar una pieza adyacente en contacto. Presionar cada pieza individual firmemente contra la pieza adyacente. Acabar la superficie de manera que quede uniforme y lisa sin juntas abiertas.

559.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material para la impermeabilización debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La aplicación de la impermeabilización debe ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

559.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 559 Impermeabilización (agua), para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

559.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.559.01	Membrana a prueba de agua	Metro cuadrado	(m ²)
CR.559.02	Membrana a prueba de agua	Suma global	(glb)
CR.559.03	Membrana a prueba de agua con protección tipo____	Metro cuadrado	(m ²)
CR.559.04	Membrana a prueba de agua con protección tipo____	Suma global	(glb)

SECCIÓN 560 REMOCIÓN DE CONCRETO POR DEMOLICIÓN HIDRÁULICA

560.01 Descripción

Este trabajo consiste en la remoción de concreto con chorros de agua de alta presión.

560.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Subsección:

Agua

725.01 (c)

Requerimientos para la construcción**560.03 General**

Entregar una secuencia propuesta y un cronograma al inspector para su debida aceptación. Incluir el método de remoción propuesto, la lista del equipo de remoción y las certificaciones del operador de los equipos.

Entregar el método propuesto para filtrar el agua de desecho. Utilizar métodos como filtros y trampas de sedimentos para asegurar que el agua de desecho liberada al ambiente está libre de partículas de concreto y sedimentos. Los escombros se deben disponer de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho.

Construir escudos contra escombros estructuralmente adecuados para prevenir que los escombros y el agua de desecho entren en vías de agua, caminos abiertos al tráfico o áreas designadas a no ser interrumpidas.

Llevar el agua requerida para operar el equipo de demolición hidráulica.

560.04 Equipo

Llevar un sistema de demolición hidráulico autopropulsor y completamente programable diseñado para remover concreto a profundidades precisas. Proveer operadores de equipo calificados y certificados por el fabricante del equipo.

Demostrar y calibrar el equipo de demolición hidráulica en un área de ensayo de 4 m² identificada por el inspector. Establecer los parámetros de operación para lograr la profundidad de remoción requerida. Entregar la lista de los parámetros de operación que se utilizarán para la producción del trabajo al inspector para su debida aprobación.

560.05 Remoción de concreto

En presencia del inspector, use un martillo, cadena u otro medio aceptable para probar el concreto de la superficie y determinar la solidez del concreto. Identificar y marcar todo el concreto que será removido por lo menos con un día de anticipación de la operación de demolición hidráulica.

Remover el concreto designado mediante el equipo de demolición hidráulica a una profundidad mínima de veinticinco milímetros (25 mm) por debajo de la parte inferior de la

mallas superior de acero de refuerzo. Si fuera necesario, se debe recalibrar el equipo durante la producción para obtener una remoción de concreto satisfactoria. También se debe remover todo el concreto suelto y blando que está debajo de la profundidad mínima especificada.

No se debe dañar el concreto o acero de refuerzo remanente que esté sano. Cuando se destruye la adherencia entre el concreto existente y el acero de refuerzo, se debe remover el concreto adyacente al acero de refuerzo a una profundidad que permita que el concreto nuevo se adhiera al perímetro completo del acero de refuerzo.

Si fuera necesario, utilizar herramientas de mano tales como martillos y cinceles para remover las últimas partículas de concreto y lograr la profundidad requerida. Dejar una superficie rugosa después de la remoción del concreto. Remover el escombros inmediatamente después de la operación de demolición para prevenir que se vuelva a adherir a la superficie o al acero de refuerzo.

560.06 Acero de refuerzo

No se debe cortar o dañar el acero de refuerzo designado a mantenerse en el concreto. Utilizar métodos aceptados por la Administración para reparar o reemplazar todo el acero de refuerzo dañado por la operación de remoción de concreto.

560.07 Preparación de la superficie

Antes de colocar concreto nuevo, limpiar la superficie del concreto y todo el acero de refuerzo expuesto de toda la corrosión, material suelto y vuelto a adherir y otros contaminantes que puedan inhibir la adherencia con el concreto nuevo. Si se utiliza aire comprimido, se debe proveer un filtro en el flujo de aire para asegurar que el aire que sale está libre de aceite. Proteger el acero y la superficie de contaminación hasta que se vaya a colocar el concreto nuevo.

560.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para

el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La remoción del concreto por medio de demolición hidráulica debe ser evaluada de acuerdo con las Subsección 107.02 Inspección visual.

560.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 560 Remoción de concreto por demolición hidráulica, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir la demolición hidráulica por metros cúbicos (m³) en su posición original.

560.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.560.01	Remoción de concreto por demolición hidráulica	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 561 DRENAJES EN PUENTES

561.01 Descripción

Las obras comprendidas en esta Sección consisten en el suministro, confección y colocación de sistemas de drenajes y saneamiento de aguas pluviales en puentes, de acuerdo con lo establecido en los planos constructivos del proyecto. El sistema debe considerar la evacuación y descarga final del agua de manera que no provoque socavación ni afectación en ninguno de los elementos de la estructura.

561.02 Material

Los materiales deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Mortero	712.02
Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas	725.15
Rejillas para sumideros	725.30

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

561.03 Procedimiento de trabajo

Los drenajes de la superestructura serán del tipo, calidad y dimensiones indicadas en los documentos del proyecto.

Los drenajes se colocarán en la posición y con los distanciamientos, tanto en planta como elevación, que establezca el diseño, de manera que el acero de refuerzo no se dañe, ni se comprometa la capacidad de resistencia de los elementos estructurales del puente como son estribos, cepas y vigas, antes de colar la losa. Estos deben estar atadas de modo tal que no permita desplazamientos y deformaciones durante el vaciado del concreto.

El agujero donde se instalarán los drenajes (sumideros), no deberá tener un diámetro 20 mm mayor que el diámetro externo del tubo por instalar. Antes de colocar el mortero de

adherencia, las paredes del agujero se deberán limpiar mediante aire comprimido (asegurando que el aire no contenga aceites). El dispositivo de drenaje y el mortero requerido, se debe colocar de manera tal que la superficie circundante quede adecuadamente nivelada y terminada. Además, en la entrada al drenaje se debe colocar una rejilla para retener la basura y permitir flujo libre del agua.

(a) Drenajes verticales (en tablero)

Para esta función se recomienda emplear tubos con un diámetro interno mínimo de cien milímetros (100 mm), distanciados entre sí a una longitud máxima de cinco metros (5 m) o la que establezca el diseño. El punto de descarga de estos dispositivos se deberá producir por lo menos a un metro (1,0 m) de la superficie de las vigas y de los paramentos de bastiones y pilas, para evitar socavación de estos. También se pueden ejecutar drenajes rectangulares (gavetas) cuya rejilla deberá encajar adecuadamente, sin permitir su desplazamiento con el tránsito y debe quedar al mismo nivel del tablero.

La tubería para llevar las aguas desde el tablero a su punto final de salida, deben instalarse en sitios accesibles, con tubos de un diámetro no menor a cien milímetros (100 mm) con codos de desvío de un ángulo máximo de cuarenta y cinco grados (45 °)

(b) Drenajes horizontales (muros de bastiones y muros de relleno de acceso)

Los dispositivos de drenaje horizontal para los muros de bastiones, muros de relleno de acceso u otras estructuras de protección se regirán por la Sección 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes, cuya aceptación, medición y pago se hará de acuerdo con dicha sección.

(c) Drenaje superficial (muros de bastiones y muros de relleno de acceso)

se hará por medio de cunetas y estructuras de salidas, que se regirán por las secciones 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, 609 Bordillos o cordón y 612 Descargas de agua, cuya aceptación, medición y pago se hará de acuerdo con dicha sección.

561.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción, el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de

protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas en buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las subsecciones 106 Control del material y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La tubería se aceptará de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 561.02 Materiales.
- El mortero se aceptará de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 561.02 Materiales.
- Las rejillas se aceptarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 561.02 Materiales.
- Inspeccionar visualmente que el sistema drenajes funcione de forma eficiente, evitando daños a cualquier elemento de la estructura del puente.

561.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 561 Drenaje en puentes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

De manera que:

- El mortero de adherencia se medirá en metros cúbicos (m³).
- Las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) se cuantificarán en metros lineales (m).
- Rejillas para drenaje de puentes se medirán en unidad (u).

561.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta

realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.561.01	Tubería de drenaje para puentes	Metro lineal	(m)
CR.561.02	Mortero	Metro cúbico	(m ³)
CR.561.03	Rejillas para drenajes de puentes	Unidad	(u)

SECCIÓN 562 OBRAS TEMPORALES

562.01 Descripción

Este trabajo consiste en el diseño, construcción, inspección y remoción de obras temporales para la construcción y reparación de estructuras permanentes. Las obras temporales incluyen, pero no se limitan a, obra falsa, encofrados, diques provisorios y soportes para excavaciones.

562.02 Material

Seleccionar el material consistente con la seguridad y calidad requerida por los supuestos del diseño. Provea aparatos fabricados que cumplan con el "Certification Program for Bridge Temporary Works (FHWA- RD-93-033)" (Programa de Certificación para obras temporales en puentes).

Requerimientos de diseño

562.03 Diseño

Diseñar y construir obras temporales seguras y adecuadas que soporten todas las cargas impuestas y provean la rigidez necesaria para producir en la estructura final, las líneas y los

grados especificados en los planos. Diseñar las obras temporales de acuerdo con “AASHTO Guide Design Specification for Bridge Temporary Works” (Especificación de la Guía de Diseño para Obras Temporales en Puentes). Cuando se va a utilizar un artefacto fabricado, se debe asegurar que la carga de diseño se encuentre dentro del rango de cargas recomendadas por el fabricante. Diseñar la obra falsa y los encofrados que soportan cubiertas de losas y voladizos en puentes de vigas, de manera que no exista asentamiento diferencial entre las vigas y el encofrado de la cubierta durante la colocación de la cubierta de concreto.

Para estructuras de concreto coladas en sitio, limitar las deflexiones calculadas de la obra falsa y los encofrados de la siguiente manera:

- (a) Deflexión vertical de miembros de obra falsa: $1/360$ de la luz bajo la carga muerta del concreto únicamente, independientemente del hecho de que esa deflexión pueda ser compensada por franjas con combas.
- (b) Encofrados (que no sean forros): $1/360$ de la luz bajo la carga muerta del concreto únicamente o la presión lateral del concreto fluido únicamente.
- (c) Encofrados (forros): tres milímetros (3 mm) ó $1/270$ de la distancia de centro a centro entre pies derechos, vigas, rigidizadores y conectores del encofrado o largueros.

Diseñar la obra falsa y los encofrados para concreto soportado por estructuras de acero de manera que las cargas se apliquen a las almas de las vigas dentro de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de un ala o atiesador. Distribuir las cargas de manera que no produzcan distorsión local del alma. Arriostre o amarre vigas exteriores, sobre las cuales se cuelgan angulares de obra falsa para cubiertas de puentes en voladizo, a las vigas adyacentes interiores de tal forma que se prevenga la rotación de las vigas exteriores o el alma de las vigas exteriores se sobreesfuerce. No utilizar encofrados para cubiertas en voladizo que requieran agujeros taladrados en las almas de las vigas.

No utilizar encofrados con angulares para cubiertas en voladizo en puentes de vigas de acero que requieran agujeros taladrados en las almas de las vigas.

No aplicar cargas a estructuras existentes, nuevas o parcialmente completadas que excedan la capacidad de carga de alguna parte de la estructura de acuerdo con los métodos de diseño con factores de carga del “AASHTO Bridge Design Specifications using load group IB” (Especificaciones de Diseño para Puentes utilizando el grupo de carga IB).

No utilizar encofrados permanentes para cubiertas a menos que se especifique en el Contrato.

562.04 Planos

Preparar y entregar planos constructivos de acuerdo con la subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito. Entregar cálculos de diseño y datos de soporte con suficiente detalle para permitir una revisión estructural y segura del diseño propuesto. Mostrar toda la información necesaria para permitir que el diseño de todos los componentes se pueda revisar independientemente. Cuando se utilizan artefactos fabricados como parte de las obras temporales, proveer un catálogo o datos equivalentes indicando la capacidad de carga segura recomendada para ese artefacto.

Cuando se involucra la colocación de concreto, indicar en los planos la secuencia propuesta, la velocidad y dirección de la colocación y la localización de todas las juntas de construcción. Indicar en los planos los asentamientos y deflexiones totales anticipadas de la obra falsa y los encofrados. Incluir los asentamientos de las zapatas de la obra falsa, la compensación o ajuste de la junta y las deflexiones de las vigas.

Para la erección de las vigas de acero, entregue el procedimiento de erección, y el sistema temporal de soporte. Incluir los cálculos con suficiente detalle para verificar que la geometría de la viga es correcta. Diseñar la obra falsa para acomodar el procedimiento de erección sin tener que sobreesforzar el acero estructural y para producir la geometría estructural final requerida, la continuidad indicada y la acción estructural.

No empezar ninguna obra temporal para la cual se requiera planos hasta que el inspector haya aceptado los planos.

Requerimientos para la construcción

562.05 Fundaciones

Determinar la capacidad admisible de soporte del material de fundación sobre el cual se descansarán los soportes de las obras temporales. Ejecutar pruebas de carga para verificar valores de capacidad, propuestos cuestionables, marginales, o en otras situaciones de alto riesgo.

Los valores de soporte de la fundación indicados en el Contrato para la estructura permanente pueden ser utilizados en el diseño de las fundaciones de la obra falsa, si se

asegura que las fundaciones están a la misma elevación y sobre el mismo suelo que aquel de la estructura permanente. Si los trabajos temporales se van a apoyar sobre rellenos temporales, construya el relleno de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, y verifique la capacidad soportante del material colocado.

No colocar el borde de las zapatas a menos de trescientos milímetros (300 mm) de la intersección entre la terraza y la parte superior de la pendiente. A menos que un apuntalamiento adecuado soporte la excavación para las fundaciones, no colocar el borde de las zapatas a menos de un metro y dos décimas (1,2 m) o la profundidad de excavación, la mayor de estas, del borde de la excavación.

Proveer drenajes adecuados en el sitio y protección del suelo para asegurar la integridad del material de fundación para los soportes de las obras temporales.

Si se utilizan pilotes, se deben estimar las capacidades y confirmar luego durante la construcción utilizando procedimientos estándares basados en las características de hincado del pilote. En ausencia de métodos más sofisticados para determinar la capacidad del pilote, utilice la fórmula dinámica de acuerdo con la Sección 551 Hincado de pilotes, para determinar la capacidad última del pilote. El contratista puede elegir el uso de pruebas de carga para confirmar las capacidades estimadas. Realizar pruebas de carga para verificar valores de capacidad soportante que estén en duda, marginales o en otras situaciones de alto riesgo.

Entregar todos los cálculos de diseño de fundaciones y otros datos relevantes al inspector para su respectiva aprobación.

562.06 Construcción

Construir las obras temporales de acuerdo con los planos aceptados. Utilizar material y mano de obra consistente con la asumida en el diseño de las obras temporales.

No suelde obras temporales ni utilice aparatos para perforación para unir obras temporales a alguna parte de la estructura permanente a menos que se especifique en los planos aceptados.

Proveer y colocar paneles para encofrados para superficies expuestas con anchos uniformes y no menores a un metro (1 m) y con longitudes uniformes y no menores a dos metros (2 m) excepto cuando el ancho del miembro encofrado es menor a un metro (1 m). Coloque los paneles en patrones simétricos en conformidad con las líneas generales de la

estructura. Coloque los paneles para superficies verticales con la dimensión más larga en forma horizontal y con las juntas horizontales continuas y niveladas. Para paredes con zapatas inclinadas, a las cuales no llegan otras paredes, los paneles se pueden colocar con la dimensión más larga paralela a la zapata. Alinear de manera precisa los paneles para encofrados a cada lado de la junta del panel por medio de soportes o conectores comunes para ambos paneles.

Se pueden introducir aparatos en el concreto para uso posterior en el soporte de encofrados o para levantar miembros prefabricados. No utilizar aparatos para perforación para unir encofrados o soportes de encofrados al concreto. Utilice amarres como pernos para encofrados, prensas u otros aparatos necesarios para prevenir que los encofrados se abran durante la colocación del concreto. No utilizar amarres que consistan en lazos de alambre torcidos.

Cuando se requiera un tratamiento arquitectónico, se debe hacer que los extremos de las cuerdas en la base de la pared desciendan en juntas rusticadas verticales. Encofrar las superficies curvas expuestas para seguir la forma de la curva excepto en muros de retención que siguen una curva horizontal. Las bases de las paredes pueden ser una serie de cuerdas cortas si todo lo siguiente aplica:

- (a) Las cuerdas en el panel tienen todas las mismas longitudes;
- (b) Las cuerdas no se desvían de una curva por más de quince milímetros (15 mm) en cualquier punto;
- (c) Todos los nudos están sobre la curva.

Proporcionar indicadores para control, u otros medios aceptables, para la medición precisa del asentamiento de la obra falsa. No utilizar la superficie del terreno cercana a los apoyos de la obra falsa como elevación de referencia. Durante la colocación del concreto, registrar el asentamiento a los dos milímetros (2 mm) más cercanos.

Descontinuar la colocación del concreto y tomar las acciones correctivas si ocurren asentamientos o deflexiones que se desvían más de diez milímetros (10 mm) con respecto a los mostrados en los planos de la obra falsa.

Si no se toma una acción correctiva satisfactoria antes del fraguado inicial, retirar todo el concreto inaceptable.

562.07 Mantenimiento e inspección

Inspeccionar y mantener las obras temporales en una condición aceptable a lo largo del período de uso. Marcar claramente la capacidad de cada aparato fabricado de acuerdo con el “Certification Program for Bridge Temporary Works (FHWA-RD-93-033)” (Programa de Certificación para obras temporales en puentes).

En presencia del inspector, ejecutar una inspección detallada de las obras temporales, no más de veinticuatro horas (24 h) antes de iniciar cada colocación de concreto o antes de permitir que la gente ingrese a un dique provisorio o una estructura de soporte para excavaciones. Inspeccionar otros trabajos temporales por lo menos una vez al mes para asegurar que están funcionando apropiadamente. Utilizar un ingeniero profesional registrado para inspeccionar los diques provisorios, el apuntalamiento, las estructuras de soporte para excavación y los sistemas de soporte para las pruebas de carga antes de cargar.

Hacer inspecciones y certificaciones de acuerdo con el “Certification Program for Bridge Temporary Works (FHWA-RD-93-033)” (Programa de Certificación para Obras Temporales en Puentes). Suministrar resultados escritos de la inspección al inspector antes de colocar concreto, antes de permitir que la gente ingrese a un dique provisorio o una estructura de soporte para excavaciones o antes de cargar una obra temporal. Incluir una certificación de que el sistema cumple con los requerimientos del Contrato y los planos.

562.08 Remoción

Remover todas las obras temporales a excepción de lo siguiente:

- (a) Porciones de obra falsa para pilotes que están a más de trescientos milímetros (300 mm) por debajo de la subrasante dentro del lecho de la vía, seiscientos milímetros (600 mm) por debajo del terreno original o rasante terminada fuera del lecho de la vía o seiscientos milímetros (600 mm) por debajo de los límites establecidos de cualquier canal de navegación;
- (b) Formaletas para zapatas cuando su remoción podría poner en peligro la seguridad de los diques provisorios u otra obra; y
- (c) Formaletas de celdas cerradas sin acceso.

Remover las obras temporales de manera que se permita que la estructura tome los esfuerzos debidos a su propia masa de manera gradual y uniforme.

A menos que se permita de otra manera, remover todos los trabajos temporales una vez que se complete el trabajo. No alterar o dañar el trabajo completado. Restaurar el área a su condición original o planeada. Limpiar todos los escombros. Las obras temporales removidas siguen siendo propiedad del contratista.

Las formaletas que no soporten la carga muerta de los elementos de concreto y las formaletas para barandas y barreras pueden ser removidas veinticuatro horas (24 h) después de colocar el concreto, excluyendo las formaletas para concreto en clima frío, y siempre que se provea que el concreto tiene suficiente resistencia para prevenir daño a la superficie. Remover las formaletas para concreto en clima frío después de que el concreto haya alcanzado por lo menos una resistencia de tres megapascales y cinco décimas (3,5 MPa). Cuando las formaletas se remueven antes de 7 días de haber colocado el concreto, curar el concreto de acuerdo con la Subsección 552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico.

Las formaletas que soportan el peso muerto de elementos de concreto pueden ser removidas hasta que el concreto haya alcanzado una resistencia del 90 % de la resistencia de diseño a la compresión y haya estado colocado por lo menos 7 días. La obra falsa que soporta cualquier claro de un puente simple se puede remover sólo cuando el concreto, excluyendo el concreto que está encima de la cubierta del puente, haya alcanzado el 90 % de la resistencia de diseño a la compresión y haya estado colocado por lo menos 10 días.

La obra falsa que soporta cualquier claro de un puente continuo o de marcos rígidos sólo se puede remover cuando el concreto en ese claro y el concreto en las porciones adyacentes de cada claro adyacente con una longitud de por lo menos la mitad del claro donde se va a remover la obra falsa cumpla con los requerimientos para puentes de claros simples. No remover obra falsa para porciones de estructuras postensadas hasta que el acero de preesfuerzo haya sido tensionado. Remueva la obra falsa para puentes de arco de manera uniforme y gradual. Comenzar en la corona y trabajar hacia los puntos de arranque del arco. Remover la obra falsa para claros de arcos adyacentes simultáneamente.

Instalar un sistema de apuntalamiento si la obra falsa lateral de las almas de las vigas con una pendiente con una inclinación mayor de 1:1 es removida antes de

colocar el concreto de la losa de la cubierta. Diseñar el sistema de apuntalamiento con soportes laterales, los cuales resisten todas las fuerzas rotacionales actuando en el alma, incluyendo aquellas causadas por la colocación del concreto de la losa de cubierta. Instalar los soportes laterales inmediatamente después que cada panel de formaleta es retirado y antes de soltar los apoyos del panel de formaleta adyacente.

562.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Las obras temporales serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Medir la demolición hidráulica por metro cúbico (m³) en su posición original.

562.10 Medición

No medir las obras temporales para pago.

562.11 Pago

Ver la Subsección 110.05 Alcance del pago.

SECCIÓN 563 PINTURA

563.01 Descripción

Este trabajo consiste en la remoción de recubrimientos existentes cuando sea necesario, y en la aplicación de recubrimientos de protección a las superficies de metal, de madera o de concreto para evitar la corrosión y el deterioro.

563.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Pintura	708
Agua	725.01
Aceite de linaza	725.14
Solventes minerales	725.14

Requerimientos para la construcción**563.03 Protección al público, propiedades y trabajadores**

Para pintar estructuras de acero deben cumplirse las recomendaciones de la guía 3 (SSPC) SSPC-PA “Guía de Seguridad de la Aplicación de Pintura” y con los requisitos de la (OSHA). Si la pintura que está siendo removida es un material peligroso que contenga plomo o cromo, debe cumplirse con las siguientes normas:

- Guía SSPC 6 I (CON) – Guía para eliminar las materias generadas durante la remoción de pintura.
- Guía SSPC 7 I (DIS) - Guía para la disposición de materias que contengan plomo, producidas por la remoción de pintura.
- 29 CFR 1926.62 – OSHA. Estándares de plomo para la Industria de la Construcción.
- 40 CFR 50.6 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios, de calidad del aire, para material en partículas.
- 40 CFR 50.12 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios de calidad del aire cuando se usa plomo.
- 40 CFR Partes 260 – 268 – Acta de Conservación y Recuperación de Recursos

Por lo menos 28 días antes de iniciar la preparación de la superficie, se debe presentar un plan por escrito donde se detalle las medidas que se utilizarán para proteger el ambiente, el público, las propiedades adyacentes y los trabajadores. Se debe incluir en el plan lo siguiente:

- (a) Información del fabricante sobre seguridad e información del producto para todos los productos de limpieza y pintura que serán usados.
- (b) Un plan detallado para la remoción de materiales, productos de limpieza y desechos de pintura. Se deben incluir los detalles de los acoples que no requieran soldadura

o perforación de agujeros en la estructura existente. Se deben hacer las conexiones con abrazaderas u otros dispositivos aprobados.

- (c) Un plan detallado de la disposición de los materiales removidos, los productos de limpieza y los desechos de pintura.
- (d) Medidas de seguridad específicas para proteger a los trabajadores de los riesgos en el sitio, incluyendo caídas, gases, fuego o explosiones.
- (e) Si la pintura que se remueve es un material peligroso, se debe incluir medidas de seguridad específicas para cumplir con 29 CFR 1926.62, 40 CFR 50.6, 40 CFR 50.12 y 40 CFR Partes 260-268.
- (f) Procedimientos de emergencia en caso de derrames.
- (g) Para desempeñar las funciones de control de calidad, se debe contar con una persona calificada según se define en SSPC-QP 2 y lo siguiente:
 - (1) Experiencia mínima de 2 años en pintura en el área industrial.
 - (2) Experiencia mínima de 90 días en supervisión en campo o en gestión de proyectos de remoción de pintura.
 - (3) Documentación de las calificaciones del individuo de parte de sus empleadores anteriores, incluyendo los detalles de capacitación y experiencia.

Se debe efectuar el trabajo según el plan aprobado. Si las tareas no se llevan a cabo como se previó, se debe suspender inmediatamente la labor, hasta tanto no se tomen medidas correctivas. Se deben recoger y disponer adecuadamente todos los materiales, incluyendo el agua residual produce como resultado de la preparación, limpieza o pintura.

563.04 Protección del trabajo

Se debe proteger las superficies adyacentes que no serán pintadas utilizando lonas, pantallas, papel, telas u otro medio adecuado. Se debe evitar la contaminación de las superficies con pintura fresca con polvo, aceite, grasa u otro material perjudicial o deletéreo.

563.05 Generalidades de la preparación de la superficie

Se notificará por escrito al inspector oficial por lo menos 7 días antes de iniciar las operaciones. Inmediatamente antes de pintar, se preparará la superficie de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Se debe limpiar la superficie de acuerdo con el nivel apropiado de limpieza.
- (b) Se debe remover de la superficie la suciedad, el polvo y otros contaminantes utilizando los métodos recomendados por el fabricante.

- (c) Se debe secar adecuadamente la superficie.
- (d) Antes de trabajar, se debe comprobar que la temperatura de la superficie está entre 10 y 40 °C.
- (e) Se debe comprobar que la temperatura de la superficie está a más de 3 °C de la temperatura de rocío según ASTM E337.
- (f) Se debe comprobar que la humedad es del 85 % o menor, a menos que se indique de otra manera en las especificaciones del fabricante del producto.

Se pueden emplear procedimientos apropiados, como recubrimiento o deshumidificación de áreas, para proveer las condiciones requeridas anteriormente.

563.06 Generalidades sobre la aplicación de la pintura

Se deben utilizar prácticas de manipulación que estén de acuerdo con las instrucciones de seguridad del fabricante. Se debe mezclar y aplicar la pintura según las instrucciones del producto. Se debe revolver la pintura con mezcladores mecánicos durante el tiempo suficiente para que los pigmentos y solventes se mezclen completamente. Se debe continuar agitándola durante la aplicación. No se debe disolver la pintura que ha sido formulada como “lista para aplicarse”.

Se debe pintar de manera nítida y manual para que en la capa de pintura no se produzcan acumulaciones excesivas de pintura, derrames, desprendimientos, superficies sin pintar o áreas con espesores delgados. Se debe medir el espesor de la capa húmeda durante la aplicación y se debe ajustar la razón de aplicación, para que después de curar, se obtenga el espesor de pintura deseado. Se debe aplicar la pintura por medio de brocha, rociador, rodillo o cualquier combinación que sea permitida en las especificaciones del fabricante y por el Ingeniero.

Se deben usar brochas con cerdas en cantidad y longitud suficiente, para distribuir la pintura en una capa uniforme. Se deben utilizar brochas redondeadas o planas con un ancho menor que ciento veinte milímetros (120 mm). Se debe esparcir uniformemente la pintura conforme se aplica.

Se deben usar equipos rociadores sin aire o convencionales con trampas adecuadas, filtros o separadores para excluir el aceite o agua del aire comprimido. Se debe usar aire comprimido que no muestre manchas negras o húmedas cuando es ensayado de acuerdo con ASTM D4285. Se debe utilizar los tamaños de las boquillas de las pistolas rociadoras y las presiones recomendadas por el fabricante.

Los rodillos se deben utilizar únicamente en superficies planas uniformes. No se permite usar rodillos que dejen texturizada la película de pintura.

Se deben usar aplicadores de piel de oveja, pinceles u otros medios aceptados para cubrir las superficies que son difíciles de pintar en la forma habitual.

Se debe curar cada capa de pintura según las recomendaciones del fabricante. Se deben corregir todas las áreas con espesor insuficiente, las áreas sin cubrir y otras deficiencias antes de la siguiente aplicación de pintura. Se deben teñir con otro color las aplicaciones sucesivas de pintura para contrastar con la pintura que está siendo cubierta. El inspector oficial aprobará el color de acabado final antes de la aplicación.

Se debe recubrir las superficies que serán inaccesibles después de la estructura con el número de manos requeridas. Después de la erección, se debe limpiar muy bien todas las áreas donde la pintura de base se ha dañado o deteriorado y se debe recubrir estos puntos con las manos de pintura requeridas para alcanzar el espesor apropiado antes de aplicar la capa final.

563.07 Hierro y acero estructural

(a) Procedimientos de pintura.

- (1) Superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida. Se debe proporcionar un método de pintura mostrado en la Tabla 563-01 Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida.
- (2) Superficies con pintura en buen estado. Se debe suministrar un procedimiento de pintura compatible con la pintura existente. Se debe emplear un tipo de los mostrados en la Tabla 563-02 Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies con pintura existente en buen estado, o un procedimiento para estructuras de acero aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

Por lo menos 14 días antes de dar la orden de pintar, se debe verificar la compatibilidad de la pintura propuesto con la existente como sigue:

- a) Se debe seleccionar un área de prueba de por lo menos tres metros cuadrados (3 m^2) que presente una condición representativa de la condición de la estructura. Se debe producir el nivel de preparación de la superficie especificado y aplicar el método propuesto a la capa superior

y a la base existente. Se debe observar si hay levantamientos, sangrado, ampollas, arrugas, agrietamiento, formación de escamas u otra evidencia de incompatibilidad.

- b) Se debe verificar que no haya indicios de incompatibilidad por lo menos 14 días después de la aplicación de cada producto. Se debe ejecutar las pruebas de adherencia según ASTM D3359, método A. Se notificará al Ingeniero de Proyecto si las pruebas de adherencia fallan en la interfase entre el sistema existente y el sustrato o entre la capa de acabado y la base. Una falla de adhesión indica incompatibilidad y requiere seleccionar un tipo de pintura más compatible.

(b) Preparación de la superficie. No se removerá la pintura en buen estado a menos que específicamente se requiera en el Contrato.

- (1) Superficies nuevas o superficies con toda la pintura removida. Se debe eliminar de las superficies expuestas toda la suciedad, escamas, herrumbre, pintura y cualquier otro material extraño por medio de limpieza mediante chorro de arena hasta llegar al metal blanco de acuerdo con SSPC-SP 10.

Se debe usar aire comprimido que esté libre de aceite o humedad y que no muestre manchas negras o húmedas cuando se prueba de acuerdo con la norma ASTM D4285. No se debe usar arena sin lavar o abrasivos que contengan sales, suciedad, aceite u otras materias extrañas. Antes de realizar la limpieza con chorro de arena cerca de la maquinaria, se debe sellar los apoyos, chumaceras, motores y partes móviles para evitar la entrada del polvo abrasivo. La limpieza debe realizarse con escorias limpias y secas, con arena mineral, polvo o limaduras de acero. Se debe utilizar una gradación adecuada para producir un patrón de anclaje denso y uniforme. Se debe producir un patrón de anclaje con una altura de veinticinco a cincuenta micrómetros (25 a 50 μm), pero no menos de la recomendada en las especificaciones del fabricante del sistema de pintura. Se debe medir el patrón de anclaje utilizando el método de la cinta adhesiva según ASTM D4417.

El mismo día que se lleva a cabo la limpieza, se debe remover la suciedad, el polvo y otros desechos de la superficie mediante cepillado, soplado con aire

seco limpio o con aspiradora y se debe aplicar la primera capa de pintura a las superficies limpiadas con chorro de arena. Si las superficies limpiadas se herrumbren o se contaminan antes de pintar, se debe repetir la limpieza con chorro de arena.

Tabla 563-01

Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida

Capa	Sistema de pintura ⁽¹⁾				
	1	2	3	4	5
	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)	Ambientes menos agresivos (Sin Sal)
Base	Zinc inorgánico tipo I 75-100 µm seco	Zinc inorgánico 75-100 µm seco	Uretano curado húmedo 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco
Intermedia	Epóxico 75-100 µm seco	Epóxico 75-100 µm seco	Uretano curado húmedo 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco
Superior	Uretano asfáltico 50-75 µm seco	Uretano asfáltico 50-75 µm seco	Uretano curado húmedo 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco
Espesor total	200-275 µm seco	200-275 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

Notas:

(1) Los sistemas 1, 2 o 3 son para protección a la corrosión de hierro o acero en ambientes propensos a la corrosión como ambientes marinos, industriales o de alta humedad. Sistemas 4 o 5 son para los ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes causantes de ambientes de alta corrosión.

Tabla 563-02

Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies con pintura existente en buen estado

Capa	Sistema de pintura ⁽¹⁾		
	6	7	8
	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)
Base	Uretano curado-húmedo 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco	Sellador epóxico de baja viscosidad 25-50 µm seco
Intermedia	Uretano curado-húmedo 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco	Epóxico 75-100 µm seco
Superior	Uretano curado-húmedo o uretano asfáltico 50-75 µm seco	Silicón-alcálico VOC bajo 50-75 µm seco	Uretano asfáltico 50-75 µm seco
Espesor total	150-225 µm seco	150-225 µm seco	50-225 µm seco

Notas:

(1) El sistema 6 es para protección del hierro y acero en ambientes corrosivos agresivos como los siguientes: marino, industrial, de alta humedad y estructuras expuestas a sales. Los sistemas 7 y 8 son para el uso en aquellos entornos libres de altas concentraciones de sales o de contaminantes que originan los ambientes de corrosión agresivos.

- (2) Superficies con pintura existente en buen estado. Se deben lavar todas las superficies que van a ser pintadas con agua a presión para remover la suciedad, herrumbre suelta y contaminantes tales como cloruros. Se debe mantener la presión del agua de lavado en por lo menos tres megapascales y cinco décimas (3,5 MPa). Se debe recoger toda el agua de lavado y los desechos removidos de acuerdo con las regulaciones apropiadas.

Se debe limpiar de acuerdo con SSPC-SP 2 — Limpieza con herramientas manuales (Hand tool cleaning), SSPC-SP 3 — Limpieza con herramientas mecánicas (Power tool clearing) o SSPC-SP 6 — Limpieza con chorro de arena comercial para remover la suciedad, herrumbre suelta o pintura que no está firmemente adherida a la superficie subyacente (Commercial Blast Clearing to remove dirt, loose mill scale, loose rust, or paint that is not firmly bonded to the underlying surface). Se deben limpiar las áreas pequeñas que muestren corrosión en los agujeros de los pasadores, o daños debido a piedras lanzadas por el tránsito o rayones leves. Se debe limpiar por lo menos 50 mm más allá de las áreas dañadas. Se deben pulir los bordes de la pintura antigua remanente para obtener una superficie suficientemente lisa.

El mismo día en que se realiza la limpieza manual o con herramientas mecánicas se debe remover la suciedad, polvo y otros contaminantes de la superficie con

métodos de limpieza con solventes de acuerdo con SSPC-SP 1, y se deben pintar las áreas de acero sin revestimiento con la primera capa de pintura. Si las superficies limpiadas se herrumbra o se contaminan antes de pintarse, se debe repetir a limpieza con solventes. Se debe reparar todo daño a la pintura en buen estado aplicando el método de pintura completo.

- (c) Aplicación de pinturas. Se debe aplicar cada capa de pintura con el espesor de película húmeda especificada por el fabricante para obtener el espesor requerido de película seca. Se debe verificar la razón de aplicación de cada capa con un medidor de espesor de película húmeda inmediatamente después de aplicar la pintura a la superficie. Se debe confirmar la razón de aplicación midiendo el espesor de la película seca después de que el solvente se ha evaporado de la superficie.

563.08 Pintura de superficies galvanizadas

Se debe remover todo el aceite, grasa u otros contaminantes sobre la superficie lavando con un solvente mineral de acuerdo con SSPC-SP 1.

Se debe aplicar el sistema de pintura mostrado en la Tabla 563-03 Sistemas de recubrimiento para otras estructuras, para otros metales.

Tabla 563-03

Sistemas de recubrimiento para otras estructuras

Substrato	Capa de Pintura			Total
	Base	Intermedia	Acabado	
Madera lisa	Base para maderas exteriores ⁽¹⁾ 60-70 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	130 – 170 µm seca
Madera áspera	Látex o álcalis de exteriores ⁽¹⁾ 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	105 – 150 µm seca
Concreto	Una sola capa de epóxico 80-100 µm seca. Para acabado brillante, Acabar con poliuretano asfáltico (50 µm seca)			80 – 150 µm seca
Bloques de mampostería	Relleno de mampostería 50-60 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	120 – 160 µm seca
Aluminio	Base de metal 30-40 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	100 – 140 µm seca
Otros metales	Base de metal ⁽²⁾ 30-40 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm seca	105 – 145 µm seca

Notas:

(1) Para la madera sin tratar, se debe diluir la base con 0,1 litros (L) de aguarrás y 0,1 litros (L) de aceite de linaza por cada litro (L) de pintura.

(2) Para las superficies galvanizadas, se debe usar una base epóxica (35-45 micrómetros (µm) de espesor seco) o una base de vinilo (7-13 micrómetros (µm) de espesor seco)

563.09 Pintura de estructuras de madera

Se debe secar la madera hasta que tenga un contenido de humedad igual o menor a 20 %. En las maderas previamente pintadas, se debe remover toda la pintura agrietada o descascarillada, suciedad y otros materiales extraños mediante cepillado, raspado u otro método aprobado. Las maderas tratadas con creosota o con el preservante pentaclorofenol, se deben lavar y retirar mediante cepillado los cristales de sal visibles en la superficie de la madera y se debe dejar secar. Se debe remover todo el polvo u otros materiales extraños de la superficie que va a ser pintada.

Se debe aplicar el método de pintura mostrado en la Tabla 563-03 Sistemas de recubrimiento para otras estructuras. La base debe aplicarse antes de la estructura. Después de que la base se ha secado y que la madera está en su sitio, se debe rellenar, a ras con la superficie, todas las grietas, hendiduras, agujeros de los clavos u otras depresiones utilizando una masilla aprobada. Se debe extender uniformemente y aplicar minuciosamente la pintura en todas las esquinas y agujeros. Se debe dejar que seque la pintura antes de aplicar la siguiente capa.

563.10 Pintura de estructuras de concreto

Se debe remover toda la lechada, polvo, materiales extraños, compuestos de curado, aceite del encofrado, grasa u otros materiales deletéreos de la superficie del concreto. Se debe remover el aceite de la formaleta, la grasa o los materiales de curado lavando con una solución al 5 % de fosfato de trisodio y enjuagando con agua limpia. Se debe dejar que la superficie se seque completamente.

Se le debe hacer un barrido abrasivo suave a la superficie limpiada para remover el mortero u otros contaminantes. Se deben eliminar todos los residuos y polvo manualmente, con escoba, aire comprimido u otros métodos aprobados.

Se debe aplicar el método de pintura mostrado en la Tabla 563-03 Sistemas de recubrimiento para otras estructuras. Se debe extender uniformemente y aplicar minuciosamente la pintura en todas las esquinas y agujeros. Se debe dejar que se seque la pintura antes de aplicar la siguiente capa.

563.11 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada

de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material de pintura será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Si se requiere muestreo y ensayo de los componentes de la pintura, el muestreo se hará de acuerdo con las Federal Specifications and Standards (FSS) 141 método 1021 y el ensayo de las propiedades de la pintura se aplicará según los procedimientos y métodos listados en FSS 141.
- La aplicación de la pintura será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. El espesor de la pintura seca en las estructuras de acero se determinará utilizando un medidor magnético del espesor de la película tipo I de acuerdo con SSPC-PA 2 o utilizando métodos destructivos de acuerdo con ASTM D4138. Si se utilizan métodos destructivos, se deben reparar los puntos de prueba de una manera aprobada.

563.12 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 563 Pintura, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración

563.13 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de

aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.563.01	Pintura descripción estructura	Suma global	(glb)
CR.563.02	Pintura descripción estructura	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 564 ACCESORIOS DE APOYO

564.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de apoyos para puentes. Los accesorios de apoyo se designan como: elastoméricos, balancines, rodillos, placas deslizantes, apoyos tipo "pot"1, esféricos y de disco.

564.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Estructura de acero	555
Pernos y tuercas	717.01 (d)
Recubrimiento galvanizado	717.07
Apoyos elastoméricos simple o laminado	717.10 (a)
Politetrafluoroetileno (PTFE) superficies para apoyos	717.11
Lechada con contracción compensada	725.22 (b)

Requerimientos para la construcción

564.03 General

- (a) Planos. Se deben preparar y presentar los planos de los apoyos de acuerdo con la Subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito y con la Sección 18 de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. Se deben mostrar todos los detalles de los apoyos, incluyendo los materiales propuestos para ser utilizados. Debe obtenerse la aprobación antes de iniciar la fabricación.
- (b) Fabricación. Los apoyos se deben fabricar de acuerdo con la Sección 18 de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. El acabado de la superficie de los componentes de los apoyos que están en contacto con otro componente o con el concreto, pero que no están embebidos en el concreto, debe estar conforme con la Subsección 555.08 Fabricación, inciso (e).

Se ensamblarán previamente los apoyos en el taller y se revisará que estos posean todas sus partes y que estas posean la geometría adecuada. Se deben galvanizar los componentes de apoyo y los pernos de anclaje de acero. No se deben galvanizar los componentes de los apoyos o los pernos de anclaje de acero inoxidable.

Empaque, manipulación y almacenamiento. Antes de ser despachados por el fabricante, se debe identificar claramente cada componente de los apoyos y se debe marcar en la parte superior la localización y la orientación en la estructura. Se colocarán pernos, se atarán o fijarán los apoyos de otra manera para evitar movimientos relativos.

Se empacarán los apoyos de forma que estén protegidos de los daños causados por el transporte, manipulación, el clima y otras amenazas. No se deben desarmar los apoyos en el sitio excepto para la inspección o instalación.

Se almacenarán todos los accesorios y componentes de los apoyos en el sitio de trabajo en un lugar que provea protección de los daños ambientales y físicos.

- (c) Construcción e instalación. Se deben limpiar los apoyos de toda sustancia extraña. Los apoyos se deben instalar en las posiciones mostradas en los planos. Se colocarán los apoyos y sus componentes de acuerdo con las dimensiones

mostradas en los planos o según lo establezca el fabricante. Se deben ajustar de acuerdo con las instrucciones del fabricante para compensar los movimientos según la temperatura de instalación y los movimientos futuros del puente.

Se fijará el nivel de los apoyos de los puentes en la elevación y posición exactas. Se debe proveer un apoyo completo y uniforme en todas las superficies externas de los apoyos. Si las superficies de apoyo tienen elevaciones inadecuadas, no están niveladas o si los apoyos no pueden ser colocados apropiadamente se debe notificar a la Administración y se debe entregar por escrito para la aprobación una propuesta para modificar la instalación.

Se debe asentar los apoyos metálicos, no embebidos en concreto, sobre el concreto con un relleno o material similar aprobado.

Las almohadillas elastoméricas se deben colocar directamente sobre superficies de concreto que hayan sido preparadas de forma adecuada, sin utilizar algún tipo de material de asiento.

Se deben pulir las superficies de los apoyos colocados directamente sobre el acero para proveer una superficie nivelada y plana sobre la cual colocar el apoyo.

564.04 Apoyos elastoméricos

Estos apoyos incluyen las almohadillas no reforzadas (formadas únicamente por elastómero) y los apoyos reforzados con láminas de acero o con tejidos.

Se deben reforzar en todo el espesor los apoyos elastoméricos que tengan un espesor mayor de quince milímetros (15 mm) con láminas colocadas cada quince milímetros (15 mm).

Se deben fabricar los apoyos elastoméricos de acuerdo con AASHTO M251. Se deben utilizar materiales que cumplen con los requerimientos de tolerancia de impurezas, acabado y apariencia del Manual "Rubber Handbook" publicado por la Asociación Incorporada de fabricantes de hule³ (Rubber Manufacturer's Association Incorporated) RMA F3 y T.063 para los apoyos moldeados y RMA F2 para los apoyos extrudidos. Se debe determinar el cumplimiento con el criterio de aceptación de nivel I de AASHTO M251.

Se debe marcar cada apoyo reforzado con tinta indeleble o con pintura flexible.

La información marcada debe incluir: el número de pedido, el número de partida, el número de identificación del apoyo, el tipo de elastómero y número de grado. A menos que se especifique de otra manera, se debe marcar en una cara que es visible después de la erección del puente. Se debe proporcionar una lista de todos los números de los apoyos.

Se deben colocar los apoyos en una superficie nivelada. Se debe corregir cualquier desalineamiento en el apoyo para obtener una superficie nivelada. No se deben soldar las vigas de acero o las placas de apoyo a las placas exteriores del apoyo a menos que existan más de 40 mm de acero entre la soldadura y el elastómero. No se debe exponer el elastómero o el pegamento del elastómero a temperaturas instantáneas mayores de 200 °C.

564.05 Apoyos oscilantes, de rodillos y deslizantes

Cuando se requieran revestimientos de PTFE se deben utilizar revestimientos conformes con la Sección 564.07 Superficies de Politetrafluoroetileno (PTFE) para los apoyos.

Se deben fabricar los apoyos oscilantes, de rodillo y deslizantes de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y a la Sección 555 Estructura de acero. La fabricación se debe llevar a cabo de acuerdo con la práctica estándar en los talleres comerciales modernos. Se removerán las rebabas, los bordes ásperos y afilados y otros defectos. Se deben aliviar los esfuerzos de los apoyos de oscilación, los rodillos y otros apoyos que son construidos soldando secciones de placa antes de perforar, enderezar o dar un acabado maquinado (fresado).

Se deben revestir minuciosamente todas las superficies de contacto con aceite y grafito justo antes de colocar los apoyos de rodillo. Se deben instalar los apoyos de oscilación, los rodillos y los apoyos deslizantes de forma que estén verticales y a la temperatura media especificada después de la remoción de la formaleta y después de cualquier acortamiento debido a las fuerzas de preesfuerzo. Se debe tener en cuenta cualquier variación con respecto a la temperatura media del tramo soportado en el momento de la instalación y cualquier otro cambio previsto en la longitud del tramo soportado.

Se debe comprobar que la superestructura tiene un movimiento total y libre en los apoyos móviles. Se colocarán cuidadosamente los apoyos cilíndricos de manera que sus ejes de rotación estén alineados y coincidan con los ejes de rotación de la superestructura.

564.06 Placas en mampostería, de fundación y de relleno para los apoyos

Se deben suministrar las placas metálicas utilizadas en la mampostería, placas de asiento y de relleno de acuerdo con AASHTO M270M, grado 250.

Se fabricará y se dará el acabado al acero de acuerdo con la Sección 555 Estructura de acero. Los agujeros en las placas de los apoyos se deben formar taladrando, con sacabocados o por medio de corte con oxígeno, con control preciso del corte. Se deben remover las rebabas mediante esmerilado.

Se deben colocar en forma precisa las placas de los apoyos en una posición nivelada como se muestra en los planos y se debe proveer un apoyo uniforme sobre la superficie de contacto del apoyo.

564.07 Superficies de Politetrafluoroetileno (PTFE) para los apoyos

Se debe proveer material de PTFE que haya sido adherido en la fábrica, conectado mecánicamente o incrustado en el material base según se muestra en los planos.

Se debe adherir o sujetar mecánicamente la tela que contiene las fibras PTFE a una platina rígida. Se debe utilizar una tela capaz de resistir cargas de setenta megapascales (70 MPa) sin fluir en frío. Se usará un adherente tela-platina capaz de resistir, sin laminarse, una fuerza cortante igual al 10 % de la carga de aplicación perpendicular o normal más cualquier otro esfuerzo cortante en el apoyo.

La aceptación debe hacerse usando los métodos y procedimientos de prueba aprobados de acuerdo con la Sección 18, Subsección 18.8.3, de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. Si el banco de prueba no permite ensayar el apoyo completo se deben fabricar apoyos adicionales y se deben preparar muestras con una capacidad para los esfuerzos normales de trabajo de por lo menos cuatrocientos cincuenta kilonewtons (450 kN).

Se deben determinar los coeficientes de fricción estático y dinámico cuando se inicia el movimiento del apoyo de prueba a una velocidad de deslizamiento menor de veinticinco milímetros por minutos (25 mm/min). El coeficiente de fricción no debe exceder el coeficiente especificado en la Tabla 564-01 Coeficiente de fricción o el especificado por el fabricante.

Se debe proporcionar una lista de los números de los apoyos individuales.

Tabla 564-01*Coefficiente de fricción*

Material	Presión del apoyo	Coefficiente de fricción
PTFE sin relleno, tela que contenga fibras PTFE, o algún compuesto de PTFE y metal	3,5	0,08
	14	0,06
	24	0,04
PTFE con relleno	3,5	0,12
	14	0,10
	24	0,08
Estructuras de bronce entrelazados y rellenas de PTFE	3,5	0,10
	14	0,07
	24	0,05

564.08 Pernos de anclaje

Se proveerán pernos de anclaje estampados o torneados conformes con ASTM A307 o según se muestra en los planos o se especifica en el Contrato.

Se pondrán los pernos de anclaje antes de la colocación del concreto o se instalarán en agujeros perforados después de la colocación del concreto. Si se instalan después de la colocación del concreto, se deben fijar los pernos en los agujeros mediante el uso de una lechada con contracción compensada o con un adhesivo químico aprobado. Si se utiliza una lechada con contracción compensada, se deben perforar los agujeros con un diámetro veinticinco milímetros (25 mm) mayor que el diámetro del perno. Si se utilizan adhesivos químicos, se deben seguir las recomendaciones acerca del diámetro del agujero dadas por el fabricante del adhesivo.

Se debe ajustar la ubicación de los pernos de acuerdo con la temperatura de la superestructura según se requiera. No se debe restringir el movimiento libre de la superestructura en los apoyos móviles mediante pernos de anclaje o tuercas.

564.09 Asiento de las placas de mampostería

Se colocará el relleno o tela como material de asiento debajo de las placas de mampostería si es requerido por el Contrato. Se debe usar el relleno o tela especificada y se debe instalar para proveer un apoyo completo en las áreas de contacto. Se debe limpiar muy bien las superficies de contacto del concreto y del acero inmediatamente antes de colocar el material de asiento y de instalar los apoyos o placas de mampostería. Si los materiales de asiento no están especificados, se debe cumplir con la subsección 18.4.10 AASHTO LRFD del

Manual de Especificaciones para el Diseño y Construcción de Puentes, o según lo indicado por la Administración.

564.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los accesorios de apoyo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Se debe proveer un certificado de fabricación para cada envío de accesorios de apoyo.
- La instalación de los accesorios de apoyo será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

564.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 564 Accesorios de apoyo, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Los accesorios se medirán por unidades (u) aceptadas y colocadas.

564.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta

realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.564.01	Accesorios de Apoyo____	Unidad	(u)

SECCIÓN 565 PILOTES DE CONCRETO PREEXCAVADOS Y COLADOS EN SITIO

565.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio.

565.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Acero de refuerzo	709.01
Agua	725.01 (a)
Lechada de cemento hidráulico puro	725.22 (a.2)
Lodos de perforación	725.26

Requerimientos para la construcción

565.03 Plan de instalación

Se debe proporcionar la siguiente información, al menos 30 días antes de iniciar el trabajo de los pilotes preexcavados, de acuerdo con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos:

- (a) Cronograma propuesto de construcción y la secuencia de esta. Se deberá incluir un cronograma de instalación de los pilotes preexcavados que permita evitar la interconexión entre ellos o posibles daños cuando el concreto del pilote no ha alcanzado la fragua final esperada.

- (b) Propuesta del equipo para la perforación, preparación y limpieza del agujero (excepto el sistema de barrena continua), así como los equipos que se utilizarán para colocar el refuerzo y realizar el colocado del concreto, según las condiciones encontradas en el sitio. Se deberá proveer de procedimientos específicos tanto para la etapa de perforación como para la de colocación de concreto, para mitigar problemas asociados con la presencia de nivel freático, cuerpos de agua superficial o ambos. Se deberá considerar la información geotécnica disponible para el proyecto. Se deberán definir los procedimientos para minimizar la afectación de estructuras o servicios en el área de influencia del proyecto. Se deberán analizar las posibles dificultades durante la perforación e indicar los métodos y herramientas que serán utilizados para atender las mismas.
- (c) Propuesta para la excavación de la perforación para los pilotes preexcavados y detalles de los métodos que se emplearán para asegurar la estabilidad del agujero durante su construcción y la colocación del acero de refuerzo y el concreto. Se deberá incluir una propuesta para los procedimientos de excavación que permitan mantener la alineación tanto horizontal como vertical, para la excavación. Si se proponen o se requieren además, se deberán proveer detalles de las dimensiones y procedimientos para la instalación permanente, o temporal y su remoción.
- (d) Cuando se requieran lodos de perforación, se deberán incluir los métodos de mezcla, ensayo, circulación, uso, mantenimiento y disposición del lodo. Se deberá suministrar un diseño de mezcla detallado del lodo y se deberá justificar la conveniencia de su uso para las condiciones del subsuelo.
- (e) Detalles de la colocación del refuerzo, incluyendo el arriostramiento, alineamiento, centralizadores y los métodos de izaje y de soporte.
- (f) Propuesta del diseño de mezcla de concreto de acuerdo con la subsección 565.07 Ensayos de integridad.
- (g) Detalles de los métodos de colocación del concreto, incluyendo los procedimientos de operación propuestos para caída libre, con tubería Tremie o bombeo.
- (h) El método utilizado para formar una junta de construcción horizontal de emergencia durante la colocación del concreto.

El documento FHWA-NHI-10-016 "Pilotes preexcavados: Procedimientos constructivos y Métodos de diseño LRFD" puede utilizarse como una guía específica sobre la instalación y requisitos para el plan constructivo de los pilotes preexcavados.

565.04 Pilotes preexcavados y colados en sitio

(a) Excavación. Excavar los agujeros de acuerdo con el plan de instalación aprobado. Se deberán excavar las cimentaciones para las estructuras y realizar los rellenos de sustitución antes de iniciar la perforación de los pilotes preexcavados.

Se deberá proveer equipo y herramientas con capacidad de excavar perforaciones 20 % más profundas de lo indicado en planos y del mismo diámetro especificado.

Las tolerancias de desplazamiento máximo en planta y de la alineación vertical de los pilotes preexcavados respecto a su posición en planos deberá ser la siguiente:

Tabla 565-01

Tolerancias del pilote

Diámetro del pilote	Tolerancia
Desplazamiento en planta (horizontal)	
≤ 600 mm	75 mm
600 mm < φ < 1500 mm	100 mm
≥ 1500 mm	150 mm
Alineación vertical	
Suelo	15 mm por metro de profundidad
Roca	20 mm por metro de profundidad

(1) Registros de perforación. Se deberán mantener registros de perforación del material excavado, realizados por un profesional (geólogo o Ingeniero) responsable debidamente inscrito en el Colegio Profesional respectivo. Los registros de perforación deberán contener al menos la siguiente información:

- Descripción y elevación aproximada del límite superior e inferior de cada estrato de suelo o material rocoso encontrado y la fecha y hora en que fue encontrado el suelo o el material rocoso.
- Profundidad del nivel freático encontrado.
- Equipo utilizado, tiempo requerido para perforar un pilote, los cambios de las barrenas, averías y otras dificultades encontradas.
- Observaciones.

- (2) Perforación. El método de perforación variará en función de las condiciones de trabajo esperadas o bien, de las condiciones reales presentadas en el sitio, en caso de que estas discrepen de las condiciones esperadas con base en la información preliminar disponible.

En caso de que la perforación no presente desprendimiento de las paredes, sea que esta se encuentre seca o con humedad, se podrá realizar la excavación sin necesidad de colocar ningún sistema de encamisado temporal o definitivo. Se realizará utilizando herramientas convencionales expresamente fabricadas para estos fines, tales como barrenas, baldes de corte, baldes de limpieza, entre otros.

En caso de que existan desprendimientos de las paredes en la perforación, independientemente de la existencia de agua en la misma, se tendrá que utilizar el sistema de estabilización más adecuado respecto a las necesidades del proyecto. Dentro de estos sistemas, se puede utilizar:

- a) Encamisado metálico temporal o definitivo: Este sistema consiste en utilizar elementos cilíndricos de acero (camisas), construidos expresamente para cumplir con su función de ademe y cuyos extremos deben tener un sistema de conexión tal que permita una unión lisa con otra camisa (por ejemplo, uniones por medio de tornillos de seguridad tipo “Verroux”), para garantizar que no existan protuberancias externas que puedan provocar problemas en las paredes de la perforación al intentar extraer las camisas, o bien, protuberancias internas que puedan generar problemas de enganche con la armadura del pilote. El encamisado deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 565.04 Pilotes preexcavados y colocados en sitio (c)
- b) Lodos bentoníticos o polímeros: Pueden ser utilizados como ademe o como elementos de estabilización de las paredes de la perforación, siempre que se cumpla con lo establecido en la Subsección 565.04 Pilotes preexcavados y colocados en sitio (b). No se deberán utilizar lodos de perforación en materiales que estén compuestos de bloques de roca y que presenten inestabilidad. En su lugar, se deberá utilizar el sistema encamisado metálico temporal o definitivo, según los

requerimientos del proyecto. En el caso de los polímeros, se deberá utilizar un aditivo que permita la decantación de la arena, la cual deberá ser removida del fondo del pilote con ayuda del balde de limpieza.

- c) Colado de concreto pobre y reperforación: Una forma alternativa al uso de camisas y de lodos de perforación, consiste en el colado previo del pilote con concreto pobre en la zona donde se esté presentando la inestabilidad de las paredes de la perforación (incluso si esta inestabilidad surge por el desprendimiento de bloques). Se deberá colocar concreto pobre que cumpla con lo establecido en la Sección 614 Relleno de concreto pobre, y después de transcurrido el tiempo de fragua inicial, se procederá a reperforar para generar un anillo de concreto que se encargará de mantener estable la zona problemática. Este procedimiento puede repetirse en caso de que no sea satisfactorio el resultado de la primera reperforación. Una vez estabilizada y superada la zona problemática, se puede continuar con la perforación del pilote con ayuda de las herramientas convencionales.

Una vez terminada la perforación, con o sin sostenimiento de las paredes, en función de las necesidades de la obra, se procederá con la limpieza del fondo de la perforación, con ayuda de baldes limpiadores (herramienta específicamente construida para esta función), para colocar posteriormente la armadura de acero dentro del agujero, debidamente centralizada. Finalmente, se debe colocar la tubería Tremie o los tubos de descarga de la bomba, dentro de la perforación para colar el concreto a través de ella, según lo indicado en la Subsección 565.06 Concreto para los pilotes preexcavados.

Se deberá mantener el diámetro nominal especificado de la excavación antes de colocar los elementos de refuerzo y el concreto. Si el terreno presenta ablandamiento, hinchamiento o cake por uso de bentonita, y es aprobado por la Administración, se podrá incrementar el diámetro de la perforación al menos trece milímetros (13 mm) y como máximo setenta y cinco milímetros (75 mm). Se deberá encamisar la perforación, utilizar lodos de perforación o ambos, si la excavación continúa degradándose e invadiendo el espacio planeado para colocar el acero de refuerzo con el recubrimiento mínimo especificado de concreto.

Cuando se encuentren en aguas abiertas y se requiera utilizar camisas permanentes, se deberá extender la camisa exterior, por encima de la elevación del nivel freático, para proteger contra la acción del agua durante la colocación y el curado del concreto. La camisa exterior se instalará de tal manera que proporcione un sello en la parte inferior de la camisa para evitar la entrada de agua o de otro material de la excavación detrás de la camisa.

Se removerá el material de excavación, otro material suelto o ambos del fondo de la perforación al finalizar la excavación. La perforación se limpiará sin dejar más de trece milímetros (13 mm) de sedimento en el fondo. Si por algún motivo se requiere secar la perforación, se deberá reducir la profundidad del agua acumulada a menos de setenta y cinco milímetros (75 mm) antes de colocar el concreto.

No se deberán realizar excavaciones adicionales, permitir la aplicación de cargas de equipo pesado o el uso de equipo que induzca vibración u otro tipo de actividades constructivas, dentro de cuatro metros y cinco décimas (4,5 m) o 3 veces el diámetro de la perforación, la que sea mayor, de cualquier construcción de un nuevo pilote por al menos veinte horas (20 h).

Se deberán rellenar las perforaciones rechazadas con concreto pobre.

- (b) Lodos de perforación. Se deberá mezclar el lodo de perforación con agua potable o en su defecto agua tratada, de acuerdo con las instrucciones del fabricante para permitir la hidratación o el mezclado, antes de la introducción en la excavación de la perforación. Se deberán utilizar tanques de capacidad adecuada para la circulación, almacenamiento y tratamiento del lodo.

Si se utiliza bentonita, no se deberán utilizar agujeros excavados o la excavación del pilote para mezclar el lodo. No se permitirá agregar los componentes minerales directamente dentro de la excavación del pilote.

Se deberá realizar un riguroso control de calidad del lodo de perforación, para verificar su cumplimiento con el diseño establecido. Se deberán monitorear la densidad y el contenido de arena y verificar que cumplen con lo indicado en las Tablas 565-02 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación

minerales y 565-03 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación a base de polímeros.

Se deberá suministrar equipo para limitar el contenido de arena en el lodo según lo indicado en las Tablas 565-02 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación minerales y 565-03 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación a base de polímeros en cualquier punto de la perforación. Se deberá verificar el contenido de arena inmediatamente antes de la colocación del concreto. No se requerirá desarenar para colocar las camisas temporales, los postes de las señales o para las fundaciones de los postes de iluminación.

Tabla 565-02

Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación minerales

Propiedad	En el agujero, al momento del ensayo de colocación	Método
Densidad ⁽¹⁾ (kg/m ³)	1025 – 1153	API 13B-1 ⁽²⁾ , sección 1 “Balance de densidad”
Viscosidad (s/l)	30 - 53	API 13B-1 ⁽²⁾ , sección 2.2 “Cono Marshall”
pH	8 – 11	Papel de pH o medidor de pH
Contenido de arena (%)	4,0 máximo	API 13B-1 ⁽²⁾ , sección 5

Notas:

(1) Los valores de densidad mostrados son para agua dulce. Se deberá incrementar 23 kg/m³ para agua salada. Realizar el ensayo cuando la temperatura del lodo de perforación se encuentre por encima de los 4,5 °C.

(2) Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute), API 13B-1 “Práctica recomendada para ensayos en campo para fluidos de perforación a base de agua”.

Tabla 565-03

Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación a base de polímeros

Propiedad	En el agujero, al momento del ensayo de colocación	Método
Densidad ⁽¹⁾ (kg/m ³)	1025 máximo	API 13B-1 ⁽²⁾ , sección 1 “Balance de densidad”
Viscosidad (s/l)	34 - 143	API 13B-1 ⁽²⁾ , sección 2.2 “Cono Marshall”
pH	8 – 11 ⁽³⁾	Papel de pH o medidor de pH
Contenido de arena (%)	1,0 máximo	API 13B-1 ⁽²⁾ , sección 5

Notas:

(1) Los valores de densidad mostrados son para agua dulce. Se deberá incrementar 23 kg/m³ para agua salada. Realizar el ensayo cuando la temperatura del lodo de perforación se encuentre por encima de los 4,5 °C.

(2) Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute), API 13B-1 “Práctica recomendada para ensayos en campo para fluidos de perforación a base de agua”.

(3) El valor del pH puede encontrarse fuera de este rango dependiendo de la recomendación del fabricante.

Se deberá mantener el nivel del lodo dentro de la excavación al menos un metro con cinco décimas (1,5 m) sobre el nivel piezométrico del agua y a un nivel lo suficientemente alto para evitar el derrumbe de la excavación.

Cuando exista una pérdida significativa del lodo en la perforación, se deberá detener la perforación y se tomarán las medidas correctivas para evitar la pérdida del lodo. Se deberá evitar el asentamiento del lodo en la excavación. Si en algún momento, el método de construcción con lodos no produce los resultados finales deseados, se deberá suspender el uso y utilizar un método alternativo aprobado por la Administración.

Durante la excavación de la perforación y hasta la colocación del concreto, se deberá mantener la densidad, viscosidad y pH del lodo de perforación dentro de los rangos aceptables mostrados en las Tablas 565-02 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación minerales y 565-03 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación a base de polímeros, para bentonitas y a base de polímeros respectivamente. Se deberán tomar muestras del lodo utilizando una herramienta de muestreo aprobada por la Administración. Se deberán extraer muestras de la base y a tres metros (3 m) de la base de la perforación. Se deberán realizar 4 grupos de ensayos durante las primeras ocho horas (8 h) de uso del lodo. Cuando los resultados sean aceptables y consistentes se puede reducir la frecuencia de ensayos a uno por cada cuatro horas (4 h) de uso del lodo.

Cuando una muestra del lodo es inaceptable, se deben hacer las correcciones necesarias para hacer que se encuentre dentro de las especificaciones. No se debe colocar el concreto hasta que los resultados del nuevo muestreo y ensayo indiquen valores aceptables según Tabla 565-03 Rangos de valores aceptables para los lodos de perforación a base de polímeros.

Se deberá desechar el lodo en una manera ambientalmente aceptable en un lugar aprobado por la Administración.

- (c) Camisas. Se deberán instalar camisas temporales para prevenir el desprendimiento de la parte superior de la excavación, a menos que se demuestre satisfactoriamente y se apruebe por parte de la Administración que no es necesario colocar camisas superficiales. Se deberán instalar camisas temporales independientemente del

método de excavación, cuando las condiciones de la pared de la perforación justifiquen la estabilización o mitigación adicional de la infiltración excesiva de agua subterránea.

Se deberán utilizar camisas de acero que sean lisas, limpias y estancas, con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos de manipulación e instalación y las presiones del concreto y del suelo circundante. En los planos se deberán indicar todos los diámetros externos de las camisas. El diámetro de una camisa deberá cumplir con las tolerancias aplicables para la tubería de acero regular del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute). El diámetro exterior de la camisa no deberá ser menor que el tamaño especificado del pilote.

Se deberán instalar las camisas para producir un cierre hermético en el fondo que evite la socavación de agua u otros materiales dentro o fuera de la perforación. Si se necesita extraer una camisa, se deberá estabilizar la excavación con lodo, relleno u otro método aprobado por la Administración, antes de instalar la nueva camisa. Cuando se excave bajo el nivel freático, se deberá mantener un nivel adecuado de agua o lodo dentro de la perforación, de manera que se evite socavación o desprendimientos de material, en el fondo de la perforación.

Todas las camisas subterráneas se considerarán temporales, a menos que la Administración señale lo contrario. Se deberá retirar la camisa antes de concluir la colocación del concreto en cualquier pilote que requiera ademado. Durante la extracción de la camisa, se debe tener cuidado de mantener un nivel adecuado de concreto dentro de la camisa, de forma que el líquido atrapado detrás de la camisa sea desplazado hacia arriba y sea descargado en la superficie del terreno sin contaminar o desplazar el concreto del pilote.

Aquellas camisas temporales, que se han atascado o dañado durante la construcción del pilote y no puedan ser removidas de manera práctica, se considerarán como un defecto en el pilote preexcavado. Se deberán corregir los pilotes preexcavados defectuosos, usando métodos aprobados por la Administración. Las acciones correctivas pueden consistir, pero no están limitadas a lo siguiente:

- a) Remover el concreto del pilote y extender el pilote a una mayor profundidad para compensar la pérdida de la capacidad de fricción en la zona ademada.

- b) Ampliar el pozo a ambos lados para compensar la pérdida de capacidad.
- c) Proporcionar un pilote de reemplazo.

Cuando una camisa se designa como permanente, se debe cortar en la elevación requerida y dejarlo en el sitio.

565.05 Acero de refuerzo para pilotes preexcavados y colocación de los tubos de acceso para el ensayo de Registros Sónicos Cruzados (Crosshole – CSL)

Se deberá realizar el trabajo del acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554 Acero de refuerzo. Se deberá amarrar firmemente los empalmes del acero de refuerzo con alambre y con puntos de soldadura cuando el peso de la armadura no sea soportado solo por el alambre. Se deberá amarrar y sostener el acero de refuerzo de manera que se mantenga dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 565-04 Tolerancias en la colocación de la armadura del pilote preexcavado.

Se deberán atar firmemente los espaciadores u otros dispositivos de espaciamiento aprobados por la Administración en las quintas partes (cada setenta y dos grados (72°)) alrededor del perímetro de la armadura. Estos se deberán espaciar en intervalos que no excedan los tres metros (3m), a lo largo de la longitud de la armadura. Se deben utilizar espaciadores de un material aprobado por la Administración, con una calidad y durabilidad por lo menos igual a la del pilote preexcavado de concreto.

Tabla 565-04

Tolerancias en la colocación de la armadura del pilote preexcavado

Posición de la armadura	Tolerancia
Desplazamiento por encima del nivel especificado	150 mm
Desplazamiento por debajo del nivel especificado	75 mm
Desplazamiento del centro de la excavación	± 38 mm

Se instalarán tubos de acero para el acceso del ensayo de Registros Sónicos Cruzados (CSL por sus siglas en inglés), en la localización especificada de acuerdo con la norma ASTM D6760. El tubo de acceso se deberá extender al menos seiscientos milímetros (600 mm) sobre la parte superior del pilote y como máximo setenta y cinco milímetros (75 mm) sobre el fondo de este.

Se deberá proveer una tubería de al menos treinta y ocho milímetros (38 mm) y hasta cincuenta milímetros (50 mm) de diámetro nominal cédula 40 de acero negro según la norma ASTM A53, de cualquier grado, tipo E, F o S. Se deberá proveer un tapón impermeable en la parte final del fondo del tubo y hacer juntas impermeables. Se deberán llenar los tubos de CSL con agua antes de colocar el concreto en la perforación del pilote. La parte superior de los tubos de CSL se sellarán temporalmente para prevenir el ingreso de escombros o concreto.

Se deberá colocar la armadura de acero de refuerzo, inmediatamente después de que la excavación del agujero se ha inspeccionado y aprobado por la Administración, y antes de la colocación del concreto. Si no se coloca el concreto inmediatamente después de que se instala la armadura, se puede requerir retirar la armadura antes de colocar el concreto para comprobar la integridad del área excavada para garantizar que el material suelto se ha retirado del fondo de la perforación. Se deberán manipular las armaduras de refuerzo de manera que se evite la distorsión o deformación transversal del acero.

Durante la colocación del concreto, se deberán proveer soportes adecuados para la armadura de acero desde la parte superior. Se deberá mantener la parte superior de la armadura de acero de refuerzo a no más de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por encima y a no más de setenta y cinco milímetros (75 mm) por debajo de la posición requerida. Si la armadura de acero de refuerzo no se mantiene dentro de las tolerancias indicadas, se deberán realizar las correcciones oportunas. No se deberán construir pilotes adicionales hasta que el método de soporte de las armaduras de acero de refuerzo haya sido aprobado por la Administración.

No se procederá con la instalación subsecuente para otros pilotes hasta que el ensayo de CSL se haya completado en el primer pilote y los resultados hayan sido aprobados por escrito por la Administración. La aprobación para proceder con la construcción de los subsecuentes pilotes antes de recibir la aprobación de la Administración del primer pilote se basará en lo siguiente:

- (a) Conformidad del contratista con el plan de instalación del pilote aprobado
- (b) Informes diarios del contratista y registros diarios del inspector de la excavación, la colocación del acero de refuerzo y del concreto, y
- (c) Registros de colocación del concreto, incluyendo el control de volumen

La Administración proveerá la notificación por escrito de la aprobación de la construcción de los siguientes pilotes después de completar el primer pilote. Si la Administración determina que la calidad del primer pilote no es adecuada y no se acepta dicho pilote, no se podrá realizar ningún trabajo de los siguientes pilotes hasta que los resultados del ensayo de CSL del primer pilote estén disponibles y hayan sido revisados y sean aceptados por escrito por la Administración.

Después de que el primer pilote haya sido aceptado, no se deberá cambiar el método constructivo, el equipo o el material utilizado para la construcción de los siguientes pilotes, a menos que exista la aceptación por parte de la Administración de algún cambio.

565.06 Concreto para los pilotes preexcavados

Se deberá moldear el pilote al menos seiscientos milímetros (600 mm) por encima del nivel del terreno terminado.

Se deberá retirar la porción superior del concreto del pilote colado en sitio antes de continuar con la construcción de los elementos. Esta porción depende de la diferencia de altura "Z", entre el nivel teórico de la cabeza del pilote y la plataforma de trabajo, de modo que la porción a retirar deberá ser al menos:

- $0,3 \cdot (1+Z)$, si Z es menor que cinco metros (5 m)
- 1,80 m, si Z es mayor que cinco metros (5 m)

Cuando la parte superior del pilote está sobre la plataforma de trabajo, se deberá utilizar un encofrado removible u otros medios aprobados por la Administración, para lograr este objetivo. Se pueden retirar los encofrados cuando se haya cumplido los requisitos de la Subsección 562.08 Remoción y el pilote de concreto no haya estado expuesto a agua salada o agua en movimiento durante 7 días. Se deberán retirar los encofrados sin dañar el concreto.

Se deberá colocar el concreto inmediatamente después de completar toda la excavación y cuando la armadura del acero de refuerzo junto con los tubos de acceso para el ensayo de CSL se encuentren en su sitio.

Se deberá suministrar concreto que pueda ser colocado bajo el agua. La resistencia que deberá cumplir el concreto será la indicada en el diseño y planos constructivos. Deberá contar con un tamaño máximo del agregado grueso entre diecinueve a doce y medio milímetros (19 a 12,5 mm), con una cantidad de agregado fino entre 45 a 55% del volumen

total de agregados, un contenido mínimo de cemento de trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m^3) y una relación máxima de agua – cemento de 0,45. Deberá contar con un asentamiento de $200 \pm 20 \text{ mm}$, durante el proceso de colado del pilote. Se deberá demostrar mediante resultados de ensayos de laboratorio que la mezcla del concreto que se utilizará para los pilotes preexcavados cuenta con las siguientes propiedades, que se asocian a la capacidad de la mezcla de consolidarse bajo su propio peso:

- Capacidad de llenado, evaluado con la norma AASHTO T349
- Capacidad de paso, evaluado con la norma INTE C24 (ASTM C1621)
- No segregable, evaluado con la norma INTE C25 (ASTM C1610) y el índice de estabilidad visual de la norma INTE C23 (ASTM C1611)

Caso contrario, se deberá utilizar concreto autocompactable que cumpla con lo establecido en la Subsección 552.11 Concreto hidráulico autocompactable, tomando en consideración las propiedades del concreto para pilotes y lo indicado por el Ingeniero responsable del diseño.

No se debe utilizar concreto de sello por encima de la zona de humedecimiento/secado de la perforación. Se debe colocar el concreto bajo el agua de acuerdo con la Subsección 552.12 (e) Colocación bajo el agua, excepto por las modificaciones presentadas aquí. El método de colocación del concreto bajo el agua debe ser aprobado por la Administración.

Se deberán proporcionar los aditivos de acuerdo con las condiciones del proyecto para garantizar que el concreto posea el asentamiento o flujo de asentamiento requerido durante el colado completo del pilote. Se deberán proveer los resultados de los ensayos de la campaña de diseños de mezcla y de la pérdida de asentamiento o flujo de asentamiento para el concreto, realizadas a temperaturas ambiente, de acuerdo con lo dispuesto por la normativa asociada.

Se deberá colocar cada batida de concreto dentro de un período de cuatro horas (4 h) desde la preparación del concreto. Se pueden permitir tiempos de colocación mayores si se demuestra que la mezcla de concreto mantiene el asentamiento o flujo de asentamiento, mínimo requerido para completar el colado del pilote. No se deberá remezclar el concreto que ha desarrollado su fraguado inicial.

Se deberá colocar el concreto en una operación continua desde la parte inferior hasta la parte superior del pilote, permitiendo realizar operaciones de muestreo del concreto para su control de calidad.

Se deberá continuar colocando concreto hasta que alcance la cota final de vaciado y se garantice que el concreto cuente con las características del diseño.

Se deberá colocar el concreto utilizando algunos de los siguientes métodos:

- (a) Tubería Tremie. Las tuberías Tremie pueden usarse para colocar concreto en excavaciones secas o húmedas. Una tubería Tremie consiste en una tolva y un tubo de suficiente longitud, masa y diámetro para descargar concreto en la base de la perforación. No se permite utilizar tubería Tremie que tenga partes de aluminio que vayan a estar en contacto con el concreto. Las superficies internas y externas de las tuberías Tremie deberán estar limpias y lisas. La pared deberá ser suficientemente gruesa para evitar dobleces o abolladuras. El diámetro interno del tubo deberá tener un tamaño igual a por lo menos 6 veces el tamaño máximo del agregado utilizado en la mezcla de concreto y no deberá ser menor que doscientos cincuenta milímetros (250 mm).

Para las perforaciones húmedas, se deberán utilizar tuberías Tremie herméticas de acuerdo con la Subsección 552.12(e) Colocación bajo el agua. El extremo de descarga de la tubería Tremie se construirá de tal forma que permita un flujo radial libre del concreto durante la colocación.

Se deberá colocar la descarga de la tubería Tremie en la elevación de la base del pilote. La tubería Tremie deberá levantarse del fondo de la excavación un mínimo de cien milímetros (100 mm) y un máximo de doscientos milímetros (200 mm) para permitir el inicio de la colocación del concreto.

El concreto deberá colocarse con un flujo constante. Se deberá mantener la descarga de la tubería Tremie sumergida al menos tres metros (3 m) por debajo de la superficie del concreto fluido. Se deberá mantener una carga positiva de concreto en la tubería Tremie todo el tiempo.

Si en algún momento durante la colocación del concreto la descarga de la tubería Tremie llega a estar por encima de la superficie de la columna de concreto fluido, se deberá descartar el pilote y proceder a su reconstrucción. Adicionalmente si se presenta una situación que comprometa el correcto colado del pilote, se deberá

proceder con su reconstrucción, en caso de que se requiera y pueda mantener el punto. Caso contrario se deberá proceder con su sustitución, con el esquema definido por el diseñador y aprobada por la Administración.

- (b) Bombeo. Se puede utilizar la colocación de concreto con bomba en las perforaciones secas y húmedas. Se deberá colocar el tubo de descarga en la elevación de la base del pilote. El diámetro interno de la manguera deberá ser mayor que ciento veinticinco milímetros (125 mm).

La manguera que se utilizará para el bombeo de concreto se deberá colocar a mínimo cien milímetros (100 mm) y máximo doscientos milímetros (200 mm) del fondo de la excavación para permitir el inicio de la colocación del concreto.

Para las perforaciones húmedas, se deberá emplear un tubo de descarga sellado de acuerdo con la Subsección 552.12 (e) Colocación bajo el agua. Si se utiliza un tapón, se deberá extraer de la perforación o se deberá utilizar un tapón hecho de un material que evite que se produzca un defecto en el pilote en caso de que no sea removido. Se deberá colocar el concreto con flujo constante. Se deberá mantener el tubo de descarga de la bomba sumergido por lo menos cuatro metros y medio (4,5 m) bajo la superficie de concreto fluido.

Si en algún momento durante la colocación del concreto la descarga de la manguera de la bomba por encima de la superficie de la columna de concreto fluido, se deberá descartar el pilote y proceder a su reconstrucción. Adicionalmente si se presenta una situación que comprometa el correcto colado del pilote, se deberá proceder con su reconstrucción, en caso de que se requiera y pueda mantener el punto. Caso contrario se deberá proceder con su sustitución, con el esquema definido por el diseñador y aprobado por la Administración.

565.07 Ensayos de integridad

- (a) Ensayos. Se deberán realizar los ensayos de integridad en los pilotes que indique la Administración de acuerdo con la norma ASTM D6760, en la cantidad de pilotes de producción indicada en la Tabla 565-05 Ensayos de integridad a pilotes preexcavados, dependiendo de la funcionalidad del pilote y la presencia de nivel freático (NF) en la excavación. El ensayo CSL deberá encontrarse acreditado.

Tabla 565-05

Ensayos de integridad a pilotes preexcavados

Funcionalidad del pilote	Cantidad de pilotes de producción	
Cimentación (carga axial)	Con NF	100 %
	Sin NF	50 %
Pantalla (carga lateral)	Con NF	50 %
	Sin NF	25 %

Se podrá disminuir la cantidad de los ensayos indicados anteriormente a criterio del profesional responsable del diseño con aprobación de la Administración, siempre y cuando no sea menor que el 20% o 5 pilotes, lo que sea mayor.

Se deberán realizar los ensayos a los pilotes entre 3 y 21 días después de la colocación del concreto. Antes de realizar los ensayos de CSL, se deberá proporcionar a la Administración información precisa tal como: elevaciones de la base y de la punta del pilote, longitudes de los tubos de acceso, posiciones de los tubos inspeccionados y la fecha de la colocación del concreto. Se deberán realizar los ensayos entre todos los tubos del pilote, incluyendo los tubos de acceso adyacentes perimetrales y diagonalmente entre los tubos.

Si los tubos de acceso no son aceptables para ser ensayados (por ejemplo: los tubos no están verticales, el tubo no retiene el agua, si no existe adherencia entre el tubo y el concreto, si existen obstrucciones en el tubo, entre otros) se deberá proporcionar tubos de acceso de reemplazo mediante la perforación de un agujero a la profundidad apropiada o se debe proponer un método de ensayo alternativo que sea aceptable para la Administración.

Después de que se han completado los ensayos de integridad, la inspección y el análisis de la información han sido aprobados por la Administración, se deberán llenar desde el fondo los tubos de acceso con una lechada de cemento.

- (a) Resultados de ensayos e informe. Se deberán presentar a la Administración los resultados preliminares para cada pilote ensayado antes que el personal que realizó el ensayo CSL abandone el sitio. Dentro de los 5 días hábiles después de realizar el ensayo, se deberá entregar a la Administración en digital, un informe detallado de los registros sísmicos cruzados y todos los datos del ensayo. Antes de realizar cualquier construcción adicional sobre el pilote ensayado y antes de entregar el

informe final escrito, se debe otorgar 5 días hábiles a la Administración para que realice la revisión de la información.

En el informe del ensayo de CSL se debe incluir la siguiente información:

- (1) Identificación del proyecto y fechas de ensayo.
- (2) Tabla y esquema donde se muestre los pilotes ensayados con sus respectivas coordenadas y, la identificación y distancia por encima de la cota del concreto correspondiente a cada tubo.
- (3) Nombre del personal que realizó e interpretó el ensayo.
- (4) Equipo utilizado.
- (5) Registros de los datos y un gráfico de cascada de éstos.
- (6) Gráficos en un sistema de coordenadas XY de los tiempos de llegada, la amplitud y la velocidad con respecto a la profundidad.
- (7) Interpretación, análisis y resultados.

Se deberán realizar un análisis de resultados del ensayo CSL, siguiendo el criterio que se indica a continuación:

Tabla 565-06

Clasificación de condición del pilote de acuerdo con el ensayo CSL

Condición	Decremento de velocidad o Incremento del PTA (%)	Reducción de energía "E" (dB)
Bueno (G) ⁽¹⁾	≤10	E < 6
Cuestionable (Q) ⁽¹⁾	11-20	6 ≤ E < 9
Pobre / falla (P/F) ⁽²⁾	21-30	9 ≤ E ≤ 12
Pobre / Defecto (P/D) ⁽²⁾	>30	E > 12

PTA: Primer tiempo de arribo

Notas:

(1) Debe cumplir ambos criterios

(2) Debe cumplir alguno de los dos criterios

Esta clasificación se deberá realizar para cada uno de los perfiles del pilote ensayado. En caso de requerir construir imágenes tridimensionales en zonas anómalas, se deberá recolectar y procesar información adicional suficiente que permita la construcción de este modelo.

565.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada

de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- (a) El material de los pilotes preexcavados, se evaluará como sigue:
 - (1) El material del lodo de perforación se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 725.26 Lodos de perforación.
 - (2) La lechada de cemento hidráulico se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 725.22 (a.2.) Lechada para aplicaciones misceláneas.
 - (3) El concreto se evaluará según la Sección 552 Concreto estructural. El concreto colocado con tubería Tremie o bombeado se debe muestrear en el punto de descarga de la Tubería Tremie o en la tolva de la bomba de concreto.
 - (4) El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554 Acero de refuerzo.
- (b) La construcción de los pilotes preexcavados se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada de la siguiente manera:
 - (1) Son aceptables los pilotes preexcavados que muestren reducciones de la velocidad, menores o iguales al 20% de la velocidad promedio, o mayor que la de un pilote colocado y curado apropiadamente al momento del ensayo
 - (2) En caso de que se presenten fallas P/F en el 50% de los perfiles o defectos P/D en más de un perfil, se deberá realizar una evaluación adicional, se deberán entregar imágenes adicionales y demás información requerida en la Subsección 565.07(a) Resultados de ensayos e informe, con el fin de permitir una evaluación más detallada del pilote. Cuando sea requerido por la Administración, se deberán perforar núcleos para captar el defecto representado en las imágenes de estas áreas dudosas. La Administración

evaluará los datos del ensayo de CSL, los datos de las imágenes y la información de los núcleos para comprobar la presencia de defectos importantes. Con base en esta información se deberán realizar los análisis o ensayos adicionales que correspondan para demostrar la validez del pilote. Esta información se deberá presentar a la Administración para su aprobación.

Si se determina la no aceptabilidad de un pilote, se deberá presentar un plan de acuerdo con la Subsección 107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato, para extraer y reemplazar, corregir o modificar el trabajo. Las modificaciones propuestas para los pilotes preexcavados, deberán estar diseñadas y firmadas por el Ingeniero de diseño responsable o bien, quien asigne la Administración, de acuerdo con la subsección 105.03(b)(2) Especificaciones, planos y dibujos. No se deberá iniciar el trabajo de reparación hasta que la Administración haya aprobado el plan.

565.09 Ensayos de carga a pilotes preexcavados

Para aquellos casos específicos, a solicitud del Ingeniero responsable del diseño y con aprobación por parte de la Administración, en caso de que se requiera verificar el desempeño de un pilote, el cumplimiento de premisas de diseño o en caso de que el pilote presente la condición indicada en la Subsección 565.08(b)(2) Aceptación, se podrán realizar ensayos de carga a pilotes. Los métodos de ensayo que se pueden utilizar para estos efectos se describen a continuación.

- (a) Ensayo de carga estática convencional. Para este tipo de ensayo, se utiliza una carga descendente utilizando un gato hidráulico y un sistema de reacción adecuado para soportar las cargas aplicadas durante el ensayo. Este sistema de carga deberá ser producto del diseño del ensayo, que lo realizará un Ingeniero responsable y con experiencia en la ejecución de este tipo de ensayo. El ensayo deberá conducirse según lo indicado en la norma ASTM D1143.
- (b) Ensayo de carga bidireccional. En este ensayo se aplica la carga con uno o varios gatos intercalados entre una placa de carga superior e inferior que se encuentra incorporada dentro del pilote. El ensayo se realiza utilizando la porción superior del pilote como reacción contra la punta y la porción inferior del pilote. Dado que el éxito del ensayo dependerá de las magnitudes de carga por fricción y punta del pilote, este ensayo deberá ser diseñado por un Ingeniero

responsable y con experiencia en la ejecución de este tipo de ensayo. El ensayo se ejecutará según lo indicado en la norma ASTM D8169.

- (c) Ensayo de carga rápida. Con este ensayo es posible determinar el desempeño del pilote mediante la verificación de la propagación de una onda originada utilizando una masa de reacción acelerada, como un martillo de hinca. El peso y la aceleración de la masa de impacto deberán ser diseñadas por un Ingeniero responsable y con experiencia en la ejecución de este tipo de ensayo. El ensayo se realizará según lo establecido en la norma ASTM D7383.
- (d) Ensayo de carga dinámica de alta deformación. En este ensayo, la carga dinámica de alta deformación es impuesta por el impacto de una masa en caída que normalmente tiene un peso de alrededor del 1 % al 2 % de la carga deseada, por lo que también requiere del diseño por parte de un Ingeniero responsable y con experiencia en la ejecución de este tipo de ensayo. El ensayo deberá conducirse según lo indicado en la norma ASTM D4945.
- (e) Ensayo de carga lateral. Este ensayo es aplicable a pilotes cuyo desempeño está definido por cargas laterales, como por ejemplo muros de pantalla de pilotes. Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento establecido en la norma ASTM D3966.

La cantidad y ubicación de estos ensayos de carga, serán determinadas por el Ingeniero diseñador responsable que desee obtener resultados del desempeño en pilotes de prueba o pilotes de producción. El Ingeniero diseñador deberá tomar en cuenta que no todos los ensayos descritos en esta sección pueden realizarse a pilotes de producción.

565.10 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 565 Pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la Construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Los pilotes preexcavados se deberán medir en metros lineales (m), medidos desde el nivel de la plataforma de trabajo hasta la elevación aprobada de la punta. No se medirán las porciones del pilote que se extienden a una mayor profundidad que la aprobada por la Administración.

- Los pilotes preexcavados que se han determinado como satisfactorios, se deberán medir en metros lineales (m), medidos desde la elevación aprobada de la punta hasta la plataforma de trabajo. La medida se realiza en el centro del pilote.

565.11 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como, la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

En caso de que la Administración apruebe que se realicen los ensayos de carga para verificar condiciones de desempeño del pilote o para optimizar el diseño de la obra propuesta, el costo de los ensayos será asumidos por la Administración según el precio señalado en el Contrato. Si el Contratista propone optimizar el diseño o prefiere realizar un ensayo de placa en un pilote que se encuentre en la situación indicada en la subsección 565.08(b)(2) Aceptación, será él quien asuma los costos.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del Contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados, a excepción del precio unitario del Contrato para los pilotes preexcavados, el cual se ajustará de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor pago.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.565.01	Pilotes preexcavados y colados en sitio, diámetro _____	Metro lineal	(m)
CR.565.02	Ensayo de carga tipo _____	Unidad	(u)

SECCIÓN 566 CONCRETO LANZADO

566.01 Descripción

Este trabajo se ocupa de la construcción de una o más capas de concreto lanzado sobre una superficie preparada.

La granulometría del agregado para el concreto lanzado está establecida en la Tabla 703-18 Límites de granulometría para combinaciones de agregado en concreto lanzado.

566.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Cemento hidráulico	701.01
Agregados para el concreto lanzado	703.18
Pintura penetrante	708.06
Acero de refuerzo	709.01
Materiales de curado	711.01
Aditivos inclusores de aire (solamente en mezcla húmeda)	711.02
Aditivos químicos (solamente en mezcla húmeda)	711.03
Colorantes del concreto	711.05
Agua	725.01 (a)
Puzolanas	725.04

Requerimientos para la construcción

566.03 Composición (Diseño de mezcla para el concreto lanzado)

Diseñar y producir mezclas para el concreto lanzado de conformidad con la Tabla 566-01 Composición del concreto lanzado. Las mezclas de concreto lanzado deberán estar conformes con las especificaciones ACI siguientes:

- ACI 506R Guía para el concreto lanzado;
- ACI 506.1 Reporte del estado del arte en concreto lanzado reforzado con fibra;
- ACI 506.2 Especificaciones para la proporción y aplicación de concreto lanzado.

Verificar el diseño de la mezcla con mezclas de ensayo preparadas con agregados de la misma fuente propuesta. Someter lo siguiente para aceptación al menos 36 días antes de colocar el concreto lanzado.

- (a) Diseño propuesto para el concreto lanzado con las proporciones de la mezcla. Incluir la dosificación y el tipo de cualquier aditivo con el diseño de mezcla propuesto.

Tabla 566-01

Composición del Concreto Lanzado

Tipo de procedimiento del concreto lanzado	Contenido Mínimo de Cemento (kg/m3)	Máxima relación A/C	Rango del Aire Entrapado %	Resistencia Mínima a 28 días (MPa)
Húmedo	325	0,55	NA	28
Seco	325	0,50	NA	28
Húmedo (AE)	325	0,45	5 mín.	28
Seco (AE)	325	0,45	5 mín.	28

- (b) Muestras representativas del material para el concreto lanzado, si son pedidas por la Administración. Resultados de los ensayos al concreto lanzado previos a la construcción.
- (c) Método propuesto para la aplicación del concreto lanzado.
- (d) Cualquier otra información necesaria para verificar el cumplimiento con ACI 506.2.
- (e) Certificaciones de los materiales para el concreto lanzado.
- (f) Muestras de la fibra, si va a ser usada.
- (g) Descripción del equipo propuesto para el mezclado y la aplicación del concreto lanzado. Incluir las instrucciones del fabricante, recomendaciones, literatura, desempeño y datos de ensayos. En adición, para comprobar que el equipo cumple con los requisitos de ACI 506, suministrar lo siguiente:
 - (1) Sistema de suministro de agua. Para mezcla seca, suministrar un sitio de trabajo con un tanque de almacenamiento de agua. Proveer una bomba de desplazamiento con una válvula reguladora que sea controlada con precisión para suministrar agua a la presión y cantidad requeridas.
 - (2) Mezclado. Usar equipo capaz de manejar y aplicar el concreto lanzado conteniendo el máximo tamaño de agregado y los aditivos especificados.

Suministrar una manguera de aire y una boquilla para soplado a efecto de quitar el polvo y limpiar durante la aplicación del concreto lanzado.

- (h) Calificación. Demostrar satisfactoriamente haber realizado completos por lo menos tres (3) proyectos comparables. Proveer un capataz con experiencia en construcción con concreto lanzado por lo menos en cinco (5) proyectos comparables. Con al menos 30 días de anticipación al inicio del trabajo con concreto lanzado, comunicar los nombres del capataz y del operador de la boquilla asignados al proyecto y remitir para aprobación un resumen de la experiencia individual de cada uno de ellos.

566.04 Aditivos estabilizantes de la hidratación

Cuando se usen aditivos estabilizantes de la hidratación para extender el tiempo de entrega permisible para el concreto lanzado, incluir los aditivos al momento de diseñar la mezcla. La dosis base es el tiempo requerido para retrasar el fraguado inicial del concreto lanzado, incluyendo el tiempo de entrega y el de descarga en la obra. Incluir el tiempo límite de descarga de diseño en la dosificación sometida a aprobación. El tiempo máximo permisible de descarga es de tres horas y media (3,5 h).

Usar en el sitio de descarga un activador de hidratación, compatible y aprobado, para asegurar la colocación y ensayo propios de la mezcla.

Determinar la dosis requerida para estabilizar el concreto lanzado, usando el material empleado en la obra y mezclas de prueba en el campo. El aditivo para extender la fragua inicial deberá controlar la hidratación de todos los minerales del cemento y de la cal.

Cuando sea requerido, el fabricante de la mezcla deberá proveer los servicios de una persona calificada para asistir en el establecimiento de la dosis apropiada de aditivo para extender el tiempo de fragua y dosificar los ajustes requeridos para satisfacer los cambios en la obra debidos a las condiciones del sitio.

566.05 Ensayos previos a la construcción

Llevar a cabo pruebas de campo del concreto lanzado previo a la construcción, antes de comenzar la producción de este material.

- (a) Pruebas de campo. Construir con tableros de madera formaletas para prueba de seiscientos milímetros por seiscientos milímetros por ciento cincuenta milímetros (600 mm x 600 mm x 150 mm). Poner a cada uno de los operadores de las boquillas propuestos a producir un panel de concreto lanzado en dos formaletas de madera

verticales. Curar estos paneles de prueba de acuerdo con AASHTO T23, excepto que no se sumergirán en agua.

- (b) Núcleos. Tomar seis núcleos de setenta y cinco milímetros (75 mm) de diámetro de cada uno de los paneles de prueba de acuerdo con AASHTO T24. Acondicione (recorte) los extremos de los núcleos de acuerdo con AASHTO T24 para hacerlos al menos de setenta y cinco milímetros (75 mm) de largo.
- (c) Ensayos de resistencia a la compresión. Poner en remojo en agua los núcleos por cuarenta horas (40 h) inmediatamente antes del ensayo. Pruebe tres núcleos de cada panel de ensayo cuatro días después de la prueba de campo y ensaye los tres núcleos remanentes 28 días después de la misma. Realizar los ensayos de acuerdo con AASHTO T23.
- (d) Aceptación de la mezcla de diseño. Someter los datos de los ensayos y la descripción visual de cada uno de los núcleos a la Administración para su aprobación. Incluir detalles concernientes a la presencia de vacíos, bolsas de arena, laminación, y otras deficiencias. La aceptación, del operador de la boquilla lanzadora y del diseño de mezcla, estará basada en las pruebas de campo realizadas antes de iniciar la construcción y en el resultado de los ensayos. La calidad visual de los núcleos no deberá ser menor que el grado 2, de acuerdo con los requerimientos de calificación de concreto lanzado establecida en ACI 506.2.

Presentar los reportes de campo de control de calidad dentro de los dos días laborables luego de realizados los ensayos. Incluir en los reportes la siguiente información:

- Identificación de la muestra incluyendo el diseño de mezcla, el número de ensayo y su ubicación en el panel de prueba.
- Fecha y hora de preparación de la muestra, incluyendo condiciones de curado y dimensiones de la muestra.
- Fecha, hora y tipo de ensayo.
- Resultados completos del ensayo, incluyendo datos de carga y deformación durante el mismo, croquis de la muestra antes y después del ensayo y cualquier incidencia inusual observada.
- Nombre y firma de la persona que realice el ensayo.
- Ubicación del acero de refuerzo, si se usó, cubierto por el concreto lanzado.
- Nombre del operador de la boquilla de aplicación.

566.06 Construcción con concreto lanzado

Aplicar el concreto lanzado de acuerdo con ACI 506R y lo siguiente:

- (a) Preparación de la superficie. Remover el compuesto de curado en el concreto lanzado previamente, colocado en las superficies a tratar, mediante chorros de arena a presión (sandblastado). Instalar medidores de profundidad aprobados para indicar el espesor de las capas de concreto lanzado. Instalar estos medidores de profundidad en cuadros de dos metros (2 m), longitudinal y transversalmente, con no menos de dos medidores por incremento del área superficial que va a recibir el concreto lanzado. Humedecer todas las superficies.
- (b) Temperatura y condiciones del clima. Mantener la temperatura de la mezcla de concreto entre 10 °C y 30 °C. Colocar el concreto lanzado cuando la temperatura de la superficie y del ambiente es al menos de 5 °C y está en alza. No llevar a cabo operaciones de concreto lanzado durante viento fuerte y lluvia severa.
- (c) Aplicación del concreto lanzado. Usar el mismo operario de la boquilla de aplicación que haya producido paneles de prueba aceptables.
 - (1) Aplicar el concreto lanzado dentro de los 45 minutos de añadir el cemento a la mezcla.
 - (2) Limitar el espesor de la capa de cada aplicación de concreto lanzado a cincuenta milímetros (50 mm). Aplicaciones más gruesas pueden ser aprobadas si el Contratista puede demostrar que no ocurren desprendimientos o escurrimientos. Si es requerido espesor adicional, escobillar o escarificar la superficie aplicada y permitir que la capa endurezca. Mojar la superficie antes de aplicar una capa adicional.
 - (3) Remover lechadas, material suelto y excesos. Remueva prontamente cualquier exceso del área de trabajo.
 - (4) Reduzca el espesor de la mezcla en las juntas de construcción hasta lograr un borde fino en una longitud de al menos trescientos milímetros (300 mm). Moje la superficie de la junta antes de colocar concreto lanzado adicional en la junta. No use juntas de construcción cuadradas.
 - (5) Acabar el concreto lanzado según sea especificado.

566.07 Curado del concreto lanzado

Curar la superficie de acuerdo con la Subsección 552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico. Para superficies de concreto lanzado intermedias o si se requiere una superficie final con acabada o coloreado, curar el concreto lanzado de acuerdo con el inciso (b) de la Subsección 552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico. Si no se requiere una superficie acabada o coloreada, aplicar un compuesto de curado en la superficie final expuesta del concreto lanzado, de acuerdo con el inciso (c) de la Subsección 552.15 Acabado de concreto hidráulico plástico. Mantener el concreto lanzado a una temperatura sobre 5 °C hasta que el concreto lanzado haya alcanzado una resistencia a la compresión no menor a cinco megapascales con dos décimas (5,2 MPa).

566.08 Reporte de Producción

Preparar y remitir en cada turno de trabajo, dentro de las veinticuatro horas (24 h) de la producción y aplicación de concreto lanzado, un informe escrito. Incluir la siguiente información en el informe.

- (a) Cantidad y ubicación del concreto lanzado aplicado, incluyendo croquis de las áreas donde fue colocado el material.
- (b) Observaciones de sucesos o problemas de operación en el equipo, aplicación, condición final del producto y cualquier otro hecho relevante ocurrido durante la producción y aplicación.
- (c) Número de tandas, si es aplicable.
- (d) Nombre del operador de la boquilla de aplicación.
- (e) Nombre y firma de la persona que hace el informe.

566.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 566-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para concreto lanzado.

De manera que:

- Se verificarán los espesores mediante la colocación de pines, cuya longitud sobre la superficie corresponda con el espesor de la capa de concreto lanzado indicado en los planos y las especificaciones técnicas, de manera que la capa de concreto se encuentre a nivel con los pines.
- Ver Tabla 566-02 Requisitos de muestreo, ensayo y aceptación para concreto lanzado, para los requerimientos de muestreo y ensayo y las cualidades características para la aceptación.
- Los materiales para el concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Suministrar un certificado de producción para el cemento hidráulico. El sistema de colocación del concreto lanzado será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los aditivos para el contenido de aire y masa unitaria del concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. La resistencia a la compresión será evaluada bajo la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). Ver Tabla 566-01 Composición del concreto lanzado, para los límites especificados.

566.10 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 566 Concreto lanzado, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir el concreto lanzado en metros cúbicos (m³) producido en planta o en camión automezclador, para esto se debe tomar en cuenta el porcentaje de desperdicio de concreto producido por el efecto rebote.

566.11 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la

obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.566.01	Concreto lanzado para un espesor de ____ mm	Metro cuadrado	(m ²)

566.12 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 566-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para concreto lanzado, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 566-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para concreto lanzado, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 566-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para concreto lanzado

Material o producto	Tipo de aceptación (subsección)	Característica	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Calidad de la fuente de agregados (703.18)	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Calidad	---	AASHTO M80	1 por tipo de material	Fuente del material	Sí	Antes de la producción
Composición del concreto lanzado (diseño de mezcla)	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Todos	---	Subsección 566.03	1 por diseño de mezcla	Fuente del material	Sí	Antes de la producción
Producción de agregados (fino y grueso)	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Graduación	---	AASHTO T27 y T11	1 por tipo de material	Flujo de agregados (tolva, banda transportadora de descarga o apilamiento)	Sí, cuando se solicite	Antes de la dosificación
		Módulo de finura	---					
Concreto lanzado	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Masa unitaria Contenido de aire	---	AASHTO T121 AASHTO T152 o T96	1 por carga ⁽¹⁾	Camión mezclador o agitador ⁽²⁾	---	Al completar las pruebas
	Estadística (107.05)	Resistencia a la compresión	II	AASHTO T24	1 conjunto por 25 m ³ pero no menos de 1 por día	Producción de paneles de ensayo	Nota 4	Nota 3

Notas:

(1) Ver el punto (1) del inciso (b) de la Subsección 552.09 Control de calidad de la mezcla en planta.

(2) Muestreo de acuerdo con AASHTO T141.

(3) Se deben preparar los paneles de prueba de producción según el inciso (a) de la Subsección 566.05 Ensayos previos a la construcción. Se debe obtener dos núcleos de 75 mm de diámetro de cada panel de acuerdo con AASHTO T24. El resultado de una prueba de resistencia a la compresión es el resultado promedio de los dos núcleos de prueba de 75 mm extraídos del mismo panel de prueba ensayados de acuerdo con la norma AASHTO T23 a los 28 días.

(4) Se deben enviar los núcleos al laboratorio designado para los ensayos.

SECCIÓN 567 JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DEL AGUA

567.01 Descripción

Este trabajo consiste en proveer e instalar elementos impermeabilizantes del agua, en juntas de expansión y juntas de construcción.

Estas juntas pueden ser de cobre, plástico o hule.

567.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Retenedores de cobre y botaguas para agua	712.06
Retenedores de caucho para agua	712.07
Retenedores de plástico para agua	712.08

Requerimientos para la construcción

567.03 Juntas impermeabilizantes de cobre

Se usan láminas de cobre del espesor, ancho y forma requeridos. Se soldarán las uniones para obtener una junta continua resistente al paso de agua.

567.04 Juntas impermeabilizantes de hule

Antes de instalarlas se presentará para aprobación lo siguiente:

- (a) Información sobre la prueba de desempeño.
- (b) Muestra de un metro de largo, de cada tipo de junta impermeabilizante requerida.
- (c) Por lo menos una unión o empalme hecho en campo, si se van a usar empalmes.

Las juntas impermeabilizantes se moldearán con una sección transversal y un espesor uniformes.

Las conexiones especiales deben tener la moldura completa de la junta impermeabilizante. Se suministrarán secciones de unión, bien curadas, densas, sin porosidad, homogéneas, y libres de defectos.

Se construirán uniones de juntas impermeabilizantes, que sean densas y homogéneas a lo largo de toda la sección transversal. Las uniones resistentes al agua, vulcanizándolas o por medios mecánicos. Se construirán uniones de juntas impermeabilizantes, de tal manera

que soporten un esfuerzo a la tensión de por lo menos el 50 por ciento del esfuerzo a la tensión reportado, del hule que se use en la junta impermeabilizante.

567.05 Juntas impermeabilizantes plásticas

Antes de la instalación, se someterá a aprobación por lo menos una muestra de la unión de una junta impermeabilizante. Se calentarán las secciones de acuerdo con las instrucciones del fabricante, para sellarlas. Se construirán uniones de tal manera que tengan una resistencia a la tensión de por lo menos el 80 por ciento de la resistencia a la tensión reportada del plástico usado en la junta impermeabilizante.

567.06 Colocación de juntas impermeabilizantes

Se colocarán y fijarán cuidadosamente las juntas impermeabilizantes. Se tomarán precauciones para evitar que las juntas impermeabilizantes sean desplazadas o dañadas durante las operaciones de construcción, u otras actividades. Se mantendrán todas las superficies de las juntas, libres de aceites, grasas, mortero seco o cualquier otro material extraño, hasta que queden embebidas en concreto. Se asegurará, que las secciones embebidas de la junta impermeabilizante, sean cubiertas completamente con un concreto denso.

567.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales de junta impermeabilizante deben ser evaluados según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La instalación de las juntas impermeabilizantes es evaluada en base a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

567.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 567 Juntas impermeabilizantes del agua, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se miden las juntas impermeabilizantes por metro (m) o por suma global.

567.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.567.01	Junta impermeabilizante _ancho	Metro lineal	(m)
CR.567.02	Junta impermeabilizante	Suma global	(glb)

SECCIÓN 568 PEGAMENTO EN CONCRETO ESTRUCTURAL

568.01 Descripción

Este trabajo consiste en reparar grietas en estructuras de concreto, inyectando pegamentos epóxicos a presión.

568.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Adhesivos epóxicos de resina	725.21
Concreto y morteros con polímeros	725.32

568.03 Preparación de la grieta

Se informará con anticipación de por lo menos 14 días el inicio del sello de grietas. Las áreas de trabajo serán identificadas y marcadas, en la ubicación de las grietas que serán reparadas.

Se removerá toda la suciedad, lechada, y otras impurezas, del interior y exterior de las grietas. Se aplicará a ellas un material de sello temporal de superficie. Se usará un material de sello superficial suficientemente duro y adherente para confinar el material epóxico inyectado, hasta que se cure.

Se deben hacer aberturas en la superficie del sello, a lo largo de las grietas. La distancia entre las aberturas debe ser, por lo menos, del espesor del miembro estructural que se está reparando.

Después de que el adhesivo inyectado se ha curado, se removerá el sello superficial y acabará la cara de la grieta y las aberturas, nivelándola con la cara adyacente.

568.04 Procedimientos de inyección

Se iniciará la inyección con adherentes epóxicos, en la abertura inferior. Se continuará la inyección en la primera entrada hasta que el epóxico empiece a fluir en la siguiente abertura. Se tapaná la abertura primera, e inyectará epóxico en la segunda, hasta que éste salga por la siguiente abertura superior. Se continuará esta secuencia, hasta que la grieta entera haya sido llenada. Se usará un material epóxico de dos componentes y se mantendrá la relación de mezcla, de acuerdo con la recomendación del fabricante, con una tolerancia del 5 por ciento por volumen, en cualquier presión de descarga que no exceda un megapascal con cuatro décimas (1,4 MPa). No se usarán solventes para diluir el epóxico.

Se usará equipo de desplazamiento lineal, para medir, mezclar e inyectar el epóxico a presiones que no excedan de un megapascal con cuatro décimas (1,4 MPa).

- (a) Prueba de la relación adecuada. Se realizará esta prueba para cada unidad de inyección, al inicio y al final de cada día en que la unidad es usada. Se desconectará de la cabeza de mezcla del equipo de inyección y se bombearán los 2 componentes del adhesivo, por medio de un accesorio de verificación de la relación, con 2 boquillas y válvulas independientes, capaces de controlar la razón de flujo y presión de cierre, abriendo y cerrando las válvulas en el accesorio de cierre. Se usará un medidor de presión capaz de medir la presión de cierre, detrás de cada válvula, para ajustar la presión de descarga a un megapascal con cuatro décimas (1,4 MPa), para los dos componentes epóxicos. Simultáneamente, se descargarán ambos componentes epóxicos en recipientes calibrados separados. Se compararán las cantidades descargadas para determinar la relación de la mezcla.
- (b) Prueba para la presión de cierre. Se realizará esta prueba para cada unidad de inyección, al inicio y al final de cada día en que la unidad es usada.

Se desconectará la cabeza de mezcla del equipo de inyección, y se unirán las líneas de salida de los dos componentes del adhesivo a un dispositivo de presión de cierre con 2 válvulas, con boquillas capaces de controlar la relación del flujo y la presión, abriendo y cerrando las válvulas. Se usará un medidor de presión capaz de medir la presión cuando sube detrás de la válvula, debido al cierre de ésta. Se cerrarán las válvulas en el accesorio de presión de cierre y se operará el equipo hasta que en el medidor de presión, en cada línea, se lea un megapascal con cuatro décimas (1,4 MPa). Cuando las bombas se detengan, la presión no debe caer bajo un megapascal con tres décimas (1,3 MPa), en los 3 minutos siguientes.

- (c) Registros. Se mantendrán disponibles registros precisos y completos de las pruebas de relación de los componentes y de la presión. Pueden ser requeridas pruebas adicionales de relaciones de los componentes y de presión.

568.05 Núcleos

Se sacará un núcleo de 50 milímetros de diámetro, de acuerdo con AASTHO T24, cada quince metros (15 m) de grieta reparada, en las ubicaciones designadas. La reparación de grietas es aceptable si la muestra del núcleo indica que un 90 % o más de grieta ha sido reparada satisfactoriamente.

Cuando un núcleo de prueba muestre que el pegamento epóxico ha penetrado en menos del 90 % del volumen de la grieta, se rehará ese segmento de quince metros (15 m) de grieta, o el segmento representado por el núcleo, y se perforará nuevamente un núcleo de prueba. Se repetirá este procedimiento hasta que la reparación de la grieta sea aceptable.

Se rellenarán todos los agujeros de los núcleos de prueba con un mortero de polímero y se acabará la superficie a nivel con el concreto adyacente.

568.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 568-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pegamento en concreto estructural.

De manera que:

- Los materiales para adherir concreto estructural, son evaluados en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- El trabajo de adherir concreto estructural se evalúa en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. (Ver Tabla 568-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pegamento en concreto estructural, para los requisitos de muestreo y pruebas). La reparación de grietas se evalúa de acuerdo con la Subsección 568.05 Núcleos.

568.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 568 Pegamento en concreto estructural, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá la reparación de las grietas por metros lineales (m) o por suma global (glb).
- Se medirá el concreto estructural adherido, por metros lineales (m), por litros (L), o por suma global.
- Cuando la medida es por metros lineales (m), se medirá la longitud de grieta superficial aceptablemente reparada.
- Cuando la medida es por litros (L), se medirá el número de litros de material adherente inyectado en las grietas marcadas, que hayan sido aceptablemente reparadas.

568.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.568.01	Adherente para concreto estructural	Metro lineal	(m)
CR.568.02	Adherente para concreto estructural	Litro	(L)
CR.568.03	Adherente para concreto estructural	Suma global	(glb)
CR.568.04	Preparación de grieta	Metro lineal	(m)
CR.568.05	Preparación de grieta	Suma global	(glb)

568.09 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 568-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pegamento en concreto estructural, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 568-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pegamento en concreto estructural, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 568-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para pegamento en concreto estructural

Materiales o productos	Propiedades o características	Métodos de prueba o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Concreto reparado	Núcleo de prueba de 50 mm de diámetro	AASHTO T24	1 por cada 15 metros (m) de grieta reparada	Grieta reparada

SECCIÓN 569 ENCOFRADOS Y ANDAMIAJE**569.01 Descripción**

Este trabajo consiste en el diseño, construcción y remoción de encofrados y andamiaje para soporte temporal del concreto, vigas y otros elementos estructurales, hasta que la estructura se pueda autosoportar.

Requerimientos para la construcción**569.02 Planos**

Cuando no se muestran los detalles completos de los encofrados y andamios, se prepararán y presentarán planos a la Administración, de acuerdo con la Subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito. Los planos y otros documentos mostrarán lo siguiente, según sea aplicable.

- (a) Detalles para construir, en forma segura y adecuada, encofrados y andamios que provean la rigidez necesaria, soporten las cargas impuestas, y logren el alineamiento y pendientes requeridos por la estructura. (Ver Subsección 569.03 Cargas de diseño, Subsección 569.04 Esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones y Subsección 569.05 Accesorios de ensamblaje).
- (b) Deben mostrar las cargas máximas aplicadas a las fundaciones que soportarán los encofrados. Se incluirá el drenaje, o se describirá cómo se protegerán las fundaciones contra la saturación, corrosión, y/o socavación. (Ver Subsección 569.06 Fundaciones para el andamiaje).
- (c) Descripciones con detalle, de todos los materiales propuestos. Se describirán todos los materiales que no tengan una nomenclatura común (como especificaciones AASHTO o ASTM) basándose en las pruebas del fabricante y en cargas recomendadas. Se evaluarán los materiales de andamios, y se asegurará que las condiciones físicas de los materiales pueden soportar las cargas supuestas en el diseño.
- (d) Cálculos del diseño y especificaciones de materiales, que muestren que el sistema propuesto, soportará las presiones y cargas impuestas por el concreto, y otros elementos. Se proveerá la descripción de la operación propuesta de colocación del concreto, una lista del equipo, mano de obra y procedimientos que serán usados

durante cada operación. Se incluirá un diagrama que muestre la secuencia de colocación del concreto y la ubicación de las juntas de construcción.

- (e) La memoria de cálculo del diseño del andamiaje propuesto en el caso de puentes. Un profesional, debidamente registrado en diseño estructural, debe diseñar y firmar los planos. En los cálculos del diseño del encofrado, deben mostrarse los esfuerzos y las deflexiones en los elementos de soporte.
- (f) Asentamientos o deflexiones totales previstas, de los encofrados y andamios. Se incluirá el asentamiento en las bases de los andamios. El asentamiento previsto no debe exceder de veinticinco milímetros (25 mm). Se diseñará y detallará el encofrado de soporte de las losas, voladizos y vigas de los puentes, en tal forma que asegure que no habrá asentamientos diferenciales, en las vigas y encofrados de las losas, durante la colocación del concreto. Se diseñarán y construirán los encofrados con niveles que tomen en cuenta los asentamientos durante la colocación del concreto y la contraflecha o deflexión requerida para compensar la deflexión que producirá en los diferentes elementos, durante la construcción.
- (g) Los sistemas de soporte de los encofrados prefabricados (paneles), que soportarán las cubiertas de la losa, y los voladizos de las vigas de los puentes.
- (h) Los detalles del refuerzo y la protección de los encofrados adyacentes a carreteras y ferrocarriles, durante cada fase de la erección y remoción. (Ver Subsección 569.07 Andamiaje sobre o adyacente a carreteras y ferrocarriles).
- (i) Procedimientos propuestos de erección del acero, con cálculo detallado, mostrando que la geometría de las vigas es adecuada. (Ver Subsección 569.08 Andamiaje para estructuras de acero).
- (j) Detalles del anclaje propuesto, apuntalamiento, atiesadores y separadores para los encofrados. (Ver subsección 569.10 Encofrados).
- (k) Dibujos separados del andamiaje para cada estructura, excepto para estructuras idénticas, en que se mostrará el andamiaje típico y sus detalles. No se iniciará la construcción de ninguna unidad de encofrado hasta que los planos para esa unidad hayan sido revisados y aprobados.

569.03 Cargas de diseño

- (a) Cargas verticales de diseño. Las cargas muertas, incluyen peso del concreto, acero de refuerzo, encofrados y andamiaje. Se considerará la superestructura entera como una masa de concreto fluido, sin ninguna posibilidad de soportarse por sí mismo. Si el concreto va a ser postensado se diseñará el andamiaje para soportar cualquier incremento de cargas causado por los esfuerzos de postensión.

Se supondrá la densidad del concreto, acero de refuerzo y encofrados en no menos de dos mil seiscientos kilogramos por metro cúbico (2600 kg/m^3) para concreto normal, y en no menos de dos mil cien kilogramos por metro cúbico (2100 kg/m^3) para concreto liviano.

Se considerarán las cargas vivas del equipo que será soportado por el andamiaje, como cargas concentradas en el punto de contacto, más una carga uniforme de no menos de mil pascales (1000 Pa), aplicados sobre el área soportada, más mil cien newtons por metro (1100 N/m), aplicados en el borde exterior del voladizo del andamiaje.

La carga total vertical de diseño para el andamiaje es la suma de las cargas verticales muerta y viva. Se usará una carga total vertical de diseño no menor de cuatro mil ochocientos pascales (4800 Pa)

- (b) Cargas horizontales de diseño. Se usará una carga horizontal supuesta, en las torres de andamios, marcos y otras estructuras de andamios para verificar la estabilidad lateral. Esa carga horizontal es la suma de la carga horizontal real del equipo, secuencia de construcción y otras causas y una provisión para el viento. Sin embargo, en ningún caso, la carga horizontal supuesta debe ser menor, del 2 % de la carga muerta total soportada en el sitio considerado.

La provisión mínima para el viento, para cada puntal de trabajo pesado, que tenga una capacidad de carga vertical que exceda los ciento treinta kilonewtons (130 kN) por pata, es la suma de los productos del área de impacto del viento, factor de forma y valor de presión de viento aplicable para cada altura, en una zona determinada. El área de impacto del viento, es el área total proyectada de todos los elementos sobre

la cara de la torre normal al viento aplicado. Se supondrá un factor de forma para puntales de trabajo pesado como 2,2. Se determinará la presión de viento de acuerdo con la Tabla 569-01 Presión de viento de diseño – Puntales de acero para trabajo pesado.

La carga mínima de viento permitida para todos los otros tipos de andamios, incluyendo andamios soportados sobre puntales para trabajo pesado, es la suma de los productos del área de impacto y el valor de la presión de viento aplicable, para cada altura, en una zona determinada. Se usarán las presiones de viento de diseño de la Tabla 569-02 Presión de viento de diseño – Otros tipos de andamios. Se diseñarán los andamios en tal forma que tengan suficiente rigidez para resistir las cargas horizontales supuestas, sin la carga muerta vertical. Se despreciarán los efectos de resistencia por fricción.

Tabla 569-01

Presión de viento de diseño – Puntales de acero para trabajo pesado

Altura de la zona sobre el suelo (metros)	Valor de presión de viento – Pa	
	Adyacente al tráfico	En otros sitios
0	960	720
9 - 15	1200	960
15 - 30	1450	1200
sobre 30	1675	1450

Tabla 569-02

Presión de viento de diseño – Otros tipos de andamios

Altura de la zona sobre el suelo (metros)	Valor de presión de viento – Pa	
	Para miembros sobre y adyacentes al tráfico	En otros sitios
0	320 Q	240 Q
9 - 15	400 Q	320 Q
15 - 30	480 Q	400 Q
sobre 30	560 Q	480 Q

Notas:

Q = 0,3 + 0,2 W, pero no más de 3. W es el ancho del sistema de andamiaje en metros (m), medido en la dirección de la fuerza del viento que se considera.

- (c) Presión lateral del fluido. Para concreto con aditivos retardadores, cenizas, u otros sustitutos puzolánicos para el cemento hidráulico, se diseñarán los encofrados, los separadores, rigidizadores, y amarras para soportar la presión lateral, basándose en un concreto con densidad de dos mil cuatrocientos kilogramos por metro cúbico

(2400 kg/m³). Para concreto que no contiene puzolanas o aditivos que afecten el tiempo de fragua inicial, se determinará la presión lateral del fluido basada en la temperatura y la razón de colocación de acuerdo con el ACI estándar 347R, Guide for Formwork for Concrete.

569.04 Esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones

El máximo esfuerzo de diseño y las cargas descritas en esta sección, están basados en el uso de materiales de alta calidad, sin daño alguno. Si se usara materiales de inferior calidad, se reducirán los esfuerzos permitidos y las cargas. No se excederán los esfuerzos y las cargas máximas, ni las deflexiones en el diseño de andamios.

(a) Madera.

- Esfuerzo de compresión perpendicular al grano = 3100 kPa
- Esfuerzo de compresión paralelo al grano ⁽¹⁾ = $3309 / (L/d)^2$ MPa

Nota: (1) no exceda 11 MPa

Donde:

L = Longitud sin soporte

d= La menor dimensión de una columna rectangular o cuadrada equivalente a una sección de una columna circular.

- Esfuerzo de flexión = 12,4 MPa
Nota: reducir a 10 MPa, para miembros con un peralte nominal de 200 mm o menos.
- Cortante horizontal = 1300 kPa
- Tensión axial = 8,3 MPa
- Deflexión debido al peso del concreto no debe exceder 1/ 500 del claro de la pieza, si la deflexión es compensada por tirantes.
- Módulo de elasticidad (E) para la madera = 11,7 GPa
- Máxima carga axial para pilotes de madera = 400 kN

Diseñe las conexiones de madera de acuerdo con los esfuerzos y cargas permitidas por el National Design Specification for Wood Construction, publicado por el National Forest Products Assotiation excepto:

- (1) No aplican las reducciones permisibles requeridas, por condiciones de alta humedad y condiciones de servicio en la madera.
- (2) Use el 75 por ciento de los valores de diseño tabulados, para pernos usados en conexión de dos miembros.

- (b) Acero. Para grados de acero identificados, no se excederán los esfuerzos máximos de diseño especificados en el Manual of Steel Construction Publicado por AISC.

Cuando el grado de acero no se pueda identificar positivamente no se excederán los esfuerzos de diseño especificados en el Manual de la AISC para acero ASTM A36M o los siguientes valores:

- Tensión axial y flexión = 150 MPa
- Compresión axial = $110000 - 2,6 (L/r)^2$ kPa.
Nota: L/r no debe exceder 120.
- Cortante en la sección transversal del alma, de figuras de molino = 100 MPa
- Desgarramiento del alma para figuras de molino = 185 MPa.

Para ningún grado de acero, se excederán los siguientes esfuerzos y deflexiones de diseño:

- Compresión, flexión ⁽¹⁾ = 82750 MPa

$$Ld / b$$

Nota: (1) No se excederán 150 MPa para acero sin identificación, o acero que cumpla con ASTM A36. No se excederán $0,6 F_y$ para aceros identificados.

En la expresión anterior:

L = Longitud sin soporte o arriostre.

d = Dimensión menor de una columna cuadrada o rectangular o el ancho del cuadrado de un área de sección transversal equivalente para columnas redondas o peralte de vigas.

b = ancho del ala en compresión.

t = Espesor del ala en compresión.

r = Radio de giro de la pieza.

F_y = Mínimo esfuerzo de fluencia especificado para el grado de acero usado.

- La deflexión debida al peso del concreto no debe exceder $1/500$ de la luz, aunque la deflexión sea compensada por la contraflecha propuesta.
- El módulo de elasticidad (E) para acero es de 210 GPa.

- (c) Otros requisitos. Se limitarán los claros de andamios que soportan vigas -T de puentes, a 4,3 metros (m) más 8,5 veces el peralte total de la viga-T.

569.05 Accesorios de ensamblaje

Para los gatos mecánicos, puntales, columnas viguetas y otros accesorios prefabricados, no se excederán las recomendaciones del fabricante, o el 40 por ciento de la capacidad última de carga del ensamblaje, basado en las pruebas del fabricante, o pruebas adicionales que hayan sido ordenadas. El límite de la deflexión, de carga muerta máxima de las viguetas es de 1/500 de su luz.

Se proveerán catálogos o información equivalente que muestre las recomendaciones del fabricante, o se realizarán pruebas, según sea necesario, para demostrar lo adecuado que es cualquier accesorio propuesto para ser usado.

569.06 Fundaciones para el andamiaje

Se verificarán en campo todos los niveles de la fundación propuesta en su sitio, antes de diseñar.

Cuando se usen fundaciones distribuidas, se determinará la capacidad de soporte del suelo. La capacidad máxima de soporte para un material de fundación, que no sea roca, es ciento noventa kilopascales (190 kPa).

No se colocará la esquina de una fundación a menos de trescientos milímetros (300 mm) del hombro del talud, ni a menos de un metro con dos décimas (1,2 m) de excavaciones, a menos que sea soportada adecuadamente.

Cuando se use una fundación de pilotes, debe estar de acuerdo con la Sección 551 Hincas de pilotes.

Se protegerá la fundación contra efectos adversos, durante su uso. Se informarán a la Administración las acciones que tomarán, para proteger la fundación.

569.07 Andamiaje sobre o adyacente a carreteras y ferrocarriles

Se diseñarán y construirán los andamios protegidos contra impactos de vehículos.

Se proveerán accesorios adicionales para asegurar que los andamios permanecerán estables, si están sujetos al impacto de vehículos. Se usarán cargas de diseño vertical para los andamios, postes, columnas y torres (no para las fundaciones) que sean mayores o iguales que las siguientes:

- (a) 150 % de la carga de diseño calculada de acuerdo con la Subsección 562.03 Diseño, pero que no incluya ningún incremento o reajuste de cargas, causado por los esfuerzos de postensión.
- (b) El incremento o reajuste de las cargas producidas por los esfuerzos de postensión.

Se instalarán barreras temporales de tráfico antes de erigir las torres de andamios o columnas adyacentes a una carretera en operación. Se localizarán las barreras en tal forma que las fundaciones de los andamios o pilotes, estén a por lo menos setenta y cinco milímetros (75 mm), de las barreras de concreto para el tráfico, y todos los otros miembros del andamiaje, a no menos de trescientos milímetros (300 mm) libres. No se removerán las barreras hasta que su retiro sea aprobado.

569.08 Andamiaje para estructuras de acero

- (a) Se usarán cargas de diseño que consistan en los pesos del acero estructural, la carga del equipo de erección y todas las otras cargas soportadas por los andamios.
- (b) Se diseñarán los andamios y encofrados para el concreto soportado en estructuras de acero, en tal forma que las cargas que se aplican al alma de la viga, caigan dentro de los ciento cincuenta milímetros (150 mm) del ala de la viga o el atiesador. Se distribuirán las cargas de tal manera, que no produzcan distorsión local en el alma. No se usarán encofrados en voladizo para la losa, que requiera de agujeros taladrados en las almas de las vigas.
- (c) Se colocarán puntales y separadores rigidizadores que soporten las vigas exteriores del andamiaje de las losas en voladizo, a las vigas interiores para prevenir, distorsión y sobreesfuerzos del alma de la viga exterior.
- (d) No se aplicarán cargas a las estructuras existentes, nuevas, o parcialmente construidas, que excedan la capacidad soportante, de cualquier parte de la estructura, de acuerdo con el factor de carga del método de diseño del AASTHO Bridge Design Specifications usando las cargas del grupo IB.
- (e) Se construirán andamios de soporte de acuerdo con el método propuesto de erección, sin sobrecargar el acero estructural, y produciendo una estructura con la geometría final pedida y la continuidad solicitada.

569.09 Construcción de andamiajes

Se construirán andamios de acuerdo con los planos presentados y aprobados.

Cuando se requiera soldadura, se presentará la certificación como soldador, para cada operario de acuerdo con la Subsección 555.18 Soldadura.

Se dejarán contraflechas en los andamios para compensar su deflexión y la deflexión prevista de la estructura. Las contraflechas mostradas en los planos o especificadas por la Administración se aplican solamente a la deflexión prevista de la estructura.

Se colocarán indicadores del movimiento en el encofrado de concreto, y en lugares estratégicos, en tal forma que permitan, desde tierra, determinar el asentamiento total de la estructura, durante la colocación del concreto.

No se aplicarán cargas muertas sin autorización, a otros tipos de andamios que no sean encofrados de acero.

Se detendrá la colocación del concreto y se tomarán las acciones correctivas, si se presentan imprevistos, incluyendo asentamientos, que causen desviación en los andamios de más de diez milímetros (10 mm) que lo mostrado en los planos. Si no se toman acciones correctivas satisfactorias antes del fraguado inicial, se removerá todo el concreto inaceptable.

569.10 Encofrados

Para superficies expuestas de concreto se usará madera terciada clase I para exteriores, o cualquier otro material que deje una superficie lisa y uniforme. Se usarán tableros de encofrado o paneles que estén en buena condición, sin defectos en la superficie expuesta. Si se usan tableros de encofrado que no sean de madera terciada, deben tener condiciones de trabajo igual o mejor al material especificado.

Se proveerán y colocarán los tableros de encofrado de las superficies expuestas, en anchos y altos uniformes, previa aceptación de la Administración.

Se colocarán los tableros de encofrado en forma simétrica respecto a las líneas o esquinas de la estructura. Se colocarán tableros para superficies verticales con la dimensión mayor en posición vertical y con sus juntas niveladas y continuas.

- (a) Encofrados de losas permanentes. Se pueden usar encofrados permanentes solamente cuando el Contrato lo permite.

Los encofrados permanentes de losas de puente y soportes, se fabricarán de acuerdo con ASTM A653M, designación de acabado 2600, en cualquier graduación, excepto la 340, clase 3.

Se instalarán los encofrados de acuerdo con los planos aceptados de fabricación y erección. No se soldará ningún soporte a las alas del acero que se considere que no deben soldarse, o a las partes del ala que están sujetas a esfuerzos de tensión.

- (b) Encofrados sin uso. Se almacenarán los encofrados en un sitio seco, para evitar deformaciones. Se asegurarán los encofrados, usando anclajes y atiesadores que dejen un mínimo de metal o cualquier otro material de soporte expuesto en el fondo de la losa acabada.

Se impermeabilizará la superficie exterior del encofrado. Se sellarán los extremos del encofrado en forma que el mortero no escape. Se usará relleno de hule premoldeado, de seis milímetros (6 mm) de espesor, como junta alrededor del perímetro de la pieza, para permitir expansión.

- (c) Encofrados metálicos. Las especificaciones del encofrado relativas al diseño, sello para mortero, ajuste de esquinas, arriostre, alineamiento, remoción, reutilización y desmoldantes, también se aplican a encofrados metálicos.

569.11 Remoción de encofrados y andamios

Se removerán todos los encofrados, excepto lo que sigue:

- (a) Pisos interiores de encofrado de vigas de losas o vigas cajón coladas en sitio.
- (b) Encofrados de la parte interna de áreas vacías en el interior de miembros prefabricados.
- (c) Encofrados en bastiones o pilas, cuando no hay acceso permanente dentro de las celdas o áreas vacías.

Los encofrados que no soportan la carga muerta de piezas de concreto y encofrados para barandas y barreras, pueden ser quitadas veinticuatro horas (24 h) después de que el concreto ha sido colado. Se protegerán las superficies de concreto expuesto a daños. Se curarán todas las superficies expuestas de concreto de acuerdo con la Sección 569 Encofrados y andamiaje, si los encofrados son removidos antes de 7 días después de la colocación del concreto.

No se removerán los encofrados y andamios hasta que los requisitos de resistencia y tiempo de la Tabla 569-03 Criterio de soporte mínimo para remoción de encofrados, se hayan alcanzado.

Se removerán los andamios de puentes de arco en forma uniforme y gradual. Se iniciará la remoción en la corona y se trabajará hacia la línea de arranque. Se quitarán los andamios de los arcos adyacentes en forma simultánea.

No se removerán los andamios de porciones postensadas de estructuras hasta que el acero de postensión, haya sido tensado.

No se removerán los andamios que soportan la losa de una estructura rígida, excluyendo alcantarillas de cuadro, hasta que el material de relleno haya sido colocado y compactado contra las patas verticales del marco.

Tabla 569-03

Criterio de soporte mínimo para remoción de encofrados

Elemento estructural	Porcentaje de la resistencia especificada a los 28 días (f'_c)	Mínimo número de días desde la última colada
a. Columnas y paredes (Sin soporte de cargas)	50	3
b. Pilas, bastiones y estribos masivos (sin soporte de carga)	50	3
c. Vigas cajón	80	14
d. Vigas simplemente apoyadas, vigas T, losas de puentes, viga cabezal de pilas, losas de concreto, alcantarillas de cuadro	80	14
e. Losas y voladizos soportados sobre viguetas de acero o vigas de concreto postensado	70	10
f. Cabezales de pilas soportados en forma continua	60	7
g. Arcos, luces continuas de puentes, marcos rígidos	90	21

Se removerán todos los materiales de andamiaje y los pilotes de andamios por lo menos hasta medio metro (0,5 m) bajo la superficie del suelo original. Cuando los pilotes de andamios fueran hincados dentro de los límites de la excavación de la zanja o canal, se removerán los pilotes por lo menos hasta medio metro (0,5 m) bajo el fondo y también los de las áreas excavadas de taludes laterales.

Se dejarán los encofrados de las fundaciones construidas dentro de presas, cuando su remoción pondría en peligro la seguridad de la presa, y cuando los encofrados no sean visibles en la estructura terminada.

Se removerán todos los otros encofrados que estén sobre o bajo el nivel de agua.

569.12 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los encofrados y andamiaje, incluyendo diseño, construcción, y remoción, son evaluados en las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Cuando la instalación del andamiaje se termine, y antes que el concreto sea colocado o la remoción se inicien, se inspeccionará el andamiaje por la Administración por medio de un Ingeniero con experiencia en diseño estructural. Se certificará, en forma escrita, que la instalación está de acuerdo con el Contrato, con los planos de andamiaje aprobados (incluyendo los cambios aprobados) y con las prácticas de Ingeniería aceptadas. Se proveerá una copia de la certificación antes de colocar el concreto.

569.13 Medición

Ver Subsección 110.05 Alcance del pago.

569.14 Pago

No se medirán los encofrados y los andamios para pago.

SECCIÓN 570 MICROPILOTES

570.01 Descripción

Este trabajo consiste en la preparación, construcción y control de calidad de micropilotes.

570.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Cemento hidráulico	701.01
Barras de refuerzo	709.01 (b)
Aditivos químicos	711.03
Tubos y placas de acero	715.05 (a)
Centralizadores y espaciadores	722.02 (f)
Agua	725.01 (a)
Lechada de cemento hidráulico	725.22 (a) (1)

Requerimientos para la construcción

570.03 Presentación de la información

Antes de comenzar el trabajo de micropilotes y conforme lo indique la Administración, se deberá enviar a ésta, para su revisión y aprobación, lo siguiente de acuerdo con la Subsección 105.03 Especificaciones, planos y dibujos:

- (a) Fecha de inicio.
- (b) Secuencia de construcción de micropilotes.
- (c) Tipos de micropilotes, tamaños, espaciamiento, profundidades, ángulos de instalación y rango de resistencias últimas para los materiales utilizados.
- (d) Tendones, conectores y accesorios adicionales con la ficha técnica del producto del fabricante, especificaciones, cortes de catálogo y certificados de fábrica. Igualmente, la documentación correspondiente a las barras de refuerzo y a los tubos de acero. En caso de que algún elemento sea fabricado en obra, se deberán aportar los certificados de calidad de los materiales utilizados y deberán estar acorde con lo indicado en planos.
- (e) En caso de que se utilicen micropilotes autoperforantes, deberá contar con aprobación de la Administración y adjuntar la información que respalde su diseño.

- (f) Tipo de lechada, diseño de mezcla (incluyendo los resultados de ensayos), equipo de mezcla e inyección, procedimientos de inyección (IGU: Inyección Global Unitaria; IRS: Inyección Repetitiva Selectiva).
- (g) Si se utiliza inyección posterior, se deberá indicar la presión, volumen y ubicación de la lechada.
- (h) En caso de requerirse, procedimientos y material para reparar el recubrimiento contra la corrosión en sitio.
- (i) Métodos y equipos de perforación.
- (j) Métodos alternativos de perforación e inyección que incluyen aditivos.
- (k) Material adicional necesario para lograr las capacidades de unión requeridas, como medias de inyección (grout socks).
- (l) Métodos para asegurar la estabilidad de la perforación durante la excavación y la colocación de la lechada.
- (m) Métodos y equipos de ensayo para micropilotes, incluidos el tipo y la capacidad del sistema de reacción, planos y cálculos de apoyo para los componentes estructurales del equipo de ensayo de carga de micropilotes.
- (n) Número de identificación del o los gatos hidráulicos, del o los medidores de presión y de la o las celdas de carga con el certificado de calibración del sistema que se utilizará para el ensayo de carga, con su respectiva gráfica de calibración. Las calibraciones deberán cumplir con el control metrológico establecido por el Contratista para su equipo, y deberá demostrar con las cartas de control metrológico que su equipo cumple con los valores de calibración en los tiempos establecidos en su control.

570.04 Construcción

Se deberá organizar la secuencia constructiva de micropilotes para evitar la interconexión o el daño a los micropilotes con lechada sin curar.

Antes de realizar las perforaciones para construir los micropilotes de producción, se construirán los micropilotes de preproducción (pilote de verificación) para ejecutar los ensayos de carga de verificación. Los micropilotes de preproducción (pilote de verificación) y producción se construirán de la siguiente manera:

- (a) Perforación. Se proporcionarán equipos capaces de perforar el suelo, coluvios y aluviones, y lechos rocosos hasta las profundidades previstas. Perforar las excavaciones para micropilotes al diámetro y longitud requeridos de acuerdo con la

Tabla 570-01 Tolerancia en la construcción de micropilotes, y al cronograma y la secuencia constructiva.

Tabla 570-01

Tolerancia en la construcción de micropilotes

Característica del micropilote	Variación permitida
Centro del micropilote	< 75 mm desde la ubicación indicada o la distancia entre micropilotes
Alineamiento	± 2 % del alineamiento de diseño
Elevación superior	0 a 25 mm por encima de la elevación vertical de diseño
Centro del acero de refuerzo	< 20 mm del centro del micropilote

Si una obstrucción impide continuar con el avance del micropilote, se deberá abandonar la perforación y rellenarla con lechada. Se perforará un nuevo micropilote en la ubicación aprobada por la Administración. El material perforado y otros desechos sueltos se deberán retirar de la perforación y colocarlos en los sitios de disposición correspondientes aprobados por la Administración.

- (b) Encamisado, barras de refuerzo y empalmes. Se colocarán las barras de refuerzo con centralizadores de acuerdo con la Tabla 570-01 Tolerancia en la construcción de micropilotes. Se deberán utilizar centralizadores con un tamaño no menor a 13 mm con respecto al diámetro de la perforación.

Se deberán realizar los empalmes de micropilotes según los requisitos de resistencia establecidos en el diseño. Se deberán alinear los conectores o los empalmes de las barras de refuerzo para evitar la excentricidad o los ángulos en los empalmes. En caso de utilizar conectores, cada extremo de la barra deberá ingresar al menos a dos diámetros exteriores del conector. Cuando se utilizan varias barras, los empalmes se deberán separar al menos 300 mm entre sí. Cuando se especifique y se apruebe por la Administración, se soldará de acuerdo con la Subsección 551.09

- (a) Pilotes de acero, y deberá realizarse por un soldador certificado.

- (c) Lechada. Se deberá utilizar una bomba de lechada de desplazamiento positivo de acuerdo con la Subsección 256.07(b)(1) Equipo. La lechada de cemento hidráulico se elaborará en una operación continua. Los aditivos se mezclarán de acuerdo con

las recomendaciones del fabricante. No se deberá utilizar aire comprimido para presurizar directamente la lechada.

La inyección del micropilote se deberá ejecutar el mismo día que se perfora el agujero del micropilote. La lechada se inyectará desde el punto más bajo de la perforación hasta que fluya limpia en la parte superior del micropilote. La lechada se puede bombear a través de tubos, barrenos huecos o barras de perforación. Se deberá asegurar la continuidad de la lechada en la columna completa, durante todas las fases de inyección y extracción del encamisado. Se deberán controlar las presiones de inyección y el consumo de lechada para evitar el hinchamiento excesivo en suelos cohesivos o formaciones fracturadas. Se deberá colocar lechada en toda la profundidad del micropilote hasta el nivel definido por el diseño.

Una vez completada la inyección, se deberá llenar el tubo de inyección con lechada si éste permanecerá en la perforación. Antes de cargar el micropilote, se deberá permitir que la lechada dentro del micropilote alcance la resistencia mínima de diseño.

Se deberán observar diariamente las condiciones del sitio en los alrededores de la construcción del micropilote, y se deberán suspender las actividades constructivas y notificar a la Administración si:

- (1) Se observan hinchamientos, subsidencia o fugas de lechada.
- (2) La estructura del micropilote se ve afectada negativamente, difiriendo visualmente de aquella definida en planos.
- (3) Las estructuras adyacentes se encuentran dañadas por la perforación o por la inyección de la lechada.

570.05 Ensayos y carga

(a) Equipo de ensayo

Ver Subsección 256.08 (a) Equipo de ensayo.

(b) Carga

Se deberá colocar el equipo de carga sobre el micropilote para que el gato, las placas de apoyo, las celdas de carga y el sistema de carga estén alineados con el

micropilote y el micropilote se encuentre centrado dentro del equipo. No se deberán aplicar cargas mayores al 80 % de la capacidad máxima estructural del micropilote. Se deberá colocar el manómetro de referencia en serie con el manómetro y el gato para que no tengan que descargarse y reposicionarse durante el ensayo. Se deberá elevar la carga entre un incremento a otro y se deberá mantener el tiempo necesario para registrar el movimiento superior del micropilote después de que se aplica la carga. Registrar el movimiento a las veinticinco milésimas de milímetro (0,025 mm) más cercano, con respecto a un punto de referencia fijo independiente.

Para mantener una carga constante se bombeará el gato según sea necesario. La carga se deberá monitorear con un manómetro. Si las lecturas de carga medida por el manómetro y medida por el manómetro de referencia difieren en más del 10 %, se deberá recalibrar el gato, el manómetro y el manómetro de referencia.

(1) Ensayo de verificación. La ubicación del micropilote de preproducción (pilote de verificación) para los ensayos de verificación, será designada por el diseñador, con la aprobación de la Administración. El ensayo deberá realizarse acorde con las condiciones de carga establecidas en el diseño. De acuerdo con las características particulares del proyecto, la Administración podrá aumentar la cantidad de micropilotes de prueba a realizarse.

El ensayo de verificación se deberá realizar de acuerdo con lo indicado en las Tablas 570-02 Esquema del ensayo de carga de verificación y 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes.

Tabla 570-02

Esquema del ensayo de carga de verificación

Ciclo	Carga	Tiempo de espera (minutos)
1	AL	2,5
	0,15 DL	2,5
	0,30 DL	2,5
	0,45 DL	2,5
2	AL	1
	0,15 DL	1
	0,45 DL	1
	0,60 DL	2,5
	0,75DL	2,5
	0,90 DL	2,5
	1,00 DL	2,5
3	AL	1
	0,15 DL	1
	1,00 DL	1
	1,15 DL	2,5
	1,30 DL (carga sostenida)	60 ⁽¹⁾
	1,45 DL	2,5
4	AL	1
	0,15 DL	1
	1,45 DL	1
	1,60 DL	1
	1,75 DL	2,5
	1,90 DL	2,5
	2,00 DL (carga máxima)	10
	1,50 DL	5
	1,00 DL	5
	0,50 DL	5
	AL	5

Notas:

AL: Alineamiento de carga (no mayor a 10 % del DL (0,1DL) aplicado al micropilote, antes de configurar los dispositivos de registro de movimiento. Ajustar el cero después de la primera configuración de AL)

DL: Carga de diseño no factorizada

(1) Sostener la carga dentro del 2 % y medir y registrar el movimiento de la parte superior del micropilote a los 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 50 y 60 minutos.

Un ensayo de comprobación es aceptable si cumple a y b o con a y c, con base en los siguientes resultados:

- a) El movimiento vertical total no excede nueve milímetros y medio (9,5 mm) bajo la carga DL. Si se usa una carga de alineamiento AL, entonces el movimiento permitido se reducirá multiplicando por el factor (DL-AL) / DL

- b) La velocidad de deflexión es lineal o decreciente y no excede un milímetro (1 mm) por un ciclo de tiempo de 1 a 10 minutos, o dos milímetros (2 mm) por un ciclo de tiempo de 6 a 60 minutos bajo la carga 1,30 DL, o
- c) La pendiente de la curva de carga versus deflexión (al final del incremento) no excede sesenta y cinco milésimas de milímetros por newton (0,065 mm/N) en cada incremento de carga.

Si la verificación del micropilote es inaceptable, se deberá ensayar otro micropilote para establecer la causa y realizar modificaciones en el diseño o el proceso constructivo. Estas modificaciones pueden incluir: instalar el reemplazo del micropilote de ensayo, modificar los métodos de construcción, aumentar la longitud de bulbo, reinyectar lechada con tubos precolocados o cambiar el tipo de micropilote. Se deberán enviar las modificaciones que requieran cambios en la estructura y un nuevo sistema de reensayo, según lo indique la Administración.

Se deberá enviar el detalle de la geometría de los micropilotes, proceso constructivo, los detalles de ensayos y los resultados de los ensayos de verificación para su aprobación por la Administración antes de construir los micropilotes de producción.

Los micropilotes usados para el ensayo de verificación deberán encontrarse a una elevación por debajo del nivel existente, de manera que se cuenten con las mismas condiciones que los micropilotes de producción.

Si cambian los métodos constructivos o el material para la fundación, se deberán realizar ensayos de verificación adicionales.

- (2) Ensayos de comprobación. La Administración designará los micropilotes de producción para los ensayos de comprobación, que corresponderá con el 2 % de los micropilotes realmente ejecutados en el proyecto, con un mínimo de 3 micropilotes. La distribución de los ensayos de comprobación, será designada por el diseñador, con la aprobación de la Administración. El ensayo deberá realizarse acorde con las condiciones de carga establecidas en el diseño.

El ensayo se deberá realizar de acuerdo con establecido en las Tablas 570-03 Esquema del ensayo de carga de comprobación y 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes.

Tabla 570-03

Esquema del ensayo de carga de comprobación

Carga	Tiempo de espera mínimo (minutos)
AL	2,5
0,15 DL	2,5
0,30 DL	2,5
0,45 DL	2,5
0,60 DL	2,5
0,75 DL	2,5
0,90 DL	2,5
1,00 DL	2,5
1,15 DL	2,5
1,30 DL (carga sostenida)	10 ⁽¹⁾
1,45 DL	2,5
1,60 DL (carga máxima)	2,5
1,30 DL	4
1,00 DL	4
0,75 DL	4
0,50 DL	4
0,25 DL	4
AL	4

Notas:

AL: Alineamiento de carga (no mayor a 10 % del DL (0,1DL) aplicado al micropilote, antes de configurar los dispositivos de registro de movimiento. Ajustar el cero después de la primera configuración de AL)

DL: Carga de diseño no factorizada

(1) Sostener la carga dentro del 2 % y medir y registrar el movimiento de la parte superior del micropilote a los 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 50 y 60 minutos, continuar sosteniendo la carga y medir y registrar el movimiento del micropilote a los 20, 30, 50 y 60 minutos.

Un ensayo de comprobación es aceptable si cumple a y b o con a y c, con base en los siguientes resultados:

- a) El movimiento vertical total no excede trece milímetros (13 mm) bajo la carga DL. Si se usa una carga de alineamiento AL, entonces el movimiento permitido se reducirá multiplicando por el factor $(DL-AL) / DL$
- b) La velocidad de deflexión es lineal o decreciente y no excede un milímetro (1 mm) por un ciclo de tiempo de 1 a 10 min, o dos milímetros (2 mm) por un ciclo de tiempo de 6 a 60 min bajo la carga 1,30 DL,

- c) La pendiente de la curva de carga versus deflexión (al final del incremento) no excede sesenta y cinco milésimas de milímetro por newton (0,065 mm/N) bajo la carga máxima (1,60 DL)

Si la comprobación del micropilote no es aceptable, se deberá ensayar otro micropilote en las inmediaciones. Se deberá establecer la causa y realizar las modificaciones de diseño o construcción para futuros micropilotes. Se deberán presentar las modificaciones que requieran cambios en la estructura para su aprobación por la Administración.

570.06 Resultados del ensayo e informes

Se deberán proporcionar a la Administración los resultados preliminares para cada micropilote ensayado antes de que el personal encargado de los ensayos abandone el sitio. Se enviarán los resultados detallados de los ensayos de verificación tabulados. Se deberá entregar un gráfico con el movimiento total de la parte superior del micropilote versus la carga, la línea A y la línea B. La línea A se define como 0,8 multiplicada por la elongación elástica teórica máxima de la longitud libre (ver Ecuación 501-09). La línea B se define como la elongación elástica teórica de la longitud libre más 0,5 multiplicado por la elongación elástica teórica de la longitud de bulbo (ver Ecuación 501-10).

$$\begin{aligned} \text{Línea A} &= 0,8 * e_{ETL} && \text{Ec. 570-01} \\ \text{Línea B} &= e_{ETL} + 0,5 * e_{ETB} && \text{Ec. 570-02} \end{aligned}$$

Donde:

e_{ETL} = Elongación elástica teórica de longitud libre

e_{ETB} = Elongación elástica teórica de longitud de bulbo

Se deberá esperar para que la Administración realice la revisión de los datos y apruebe la construcción de micropilotes.

Los resultados de los ensayos de comprobación se enviarán a la Administración para ser incorporados al expediente del proyecto y para constatar el comportamiento adecuado del micropilote.

570.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes y de acuerdo con lo siguiente:

- Se deberá consultar la Tabla 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes para las especificaciones de muestreo, ensayo y aceptación.
- El material para micropilotes se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Se deberá presentar una certificación de producción con cada envío de acero estructural y encamisado.
- La construcción de micropilotes se evaluará con las subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Las barras de refuerzo se evaluarán con la Sección 554 Acero de refuerzo.

570.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 570 Micropilotes, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la Construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Cuando los micropilotes de producción se miden por metro lineal (m), se deberá medir desde la elevación superior del plano hasta la elevación de punta aprobada.

No se deberán medir ensayos fallidos, ensayos de verificación o ensayos adicionales para verificar métodos alternativos de instalación de micropilotes propuestos por el Contratista.

570.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la

obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.570.01 Micropilotes diámetro _____	Metro lineal (m)

570.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de la frecuencia y los ensayos señalados en dicha tabla, para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basados en la Tabla 570-04 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en

función de la calidad. Adicionalmente, cuando corresponda aplicará la Subsección 107.02 Inspección Visual.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 570-04

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación de micropilotes

Material o Producto (Subsección)	Tipo de aceptación	Características	Métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Muestreo puntual	Muestreo o dividido	Momento de reporte
Diseño de mezcla							
Lechada de cemento hidráulico (725.22(a))	Medido y probado para conformidad (107.04)	Resistencia a la compresión	ASTM C942	1 por diseño de mezcla	Fuente de material	Sí	Antes de la producción
Producción							
Lechada de cemento hidráulico (725.22(a))	Medido y probado para conformidad (107.04)	Densidad	AASHTO T133	1 por cada 5 micropilotes	Mezcladora	No	24 horas después de realizar el ensayo
		Flujo	ASTM C939	1 por cada 5 micropilotes	Punto descarga		
		Resistencia a la compresión	ASTM C942	1 juego de 3 muestras ⁽¹⁾	Punto de producción		
Ensayo de verificación de los micropilotes	Medido y probado para conformidad (107.04)	Rendimiento	Subsección 570.05(b)(1)	Micropilotes de verificación	Instalación	No	5 días
Ensayo de comprobación de micropilotes	Medido y probado para conformidad (107.04)	Rendimiento	Subsección 570.05(b)(2)	2 % de los micropilotes de producción y mínimo 3 micropilotes	Instalación	No	5 días

Notas:

(1) De cada planta de producción, por día de operación o por cada 5 micropilotes, el que ocurra más frecuentemente.

Construcciones
conexas

División
600

DIVISIÓN 600: CONSTRUCCIONES CONEXAS

SECCIÓN 601 CONCRETO HIDRÁULICO PARA ESTRUCTURAS MENORES

601.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras menores de concreto, que incluyen obras de arte pequeñas para: contención y refuerzo de taludes; evacuación de aguas tales como: tuberías de servicios, drenajes, subdrenajes, sistemas de alcantarillas, cunetas, contracunetas, canales, disipadores de energía; y otras obras similares.

En todos los casos, debe garantizarse que el concreto utilizado está de conformidad con el trazado, alineamiento, dimensiones y características que se especifican en los documentos del Contrato.

601.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Cemento hidráulico	701
Agregados finos	703.01
Agregados gruesos	703.02
Agregado ciclópeo	705.08
Acero de refuerzo	709.01
Materiales de curado	711.01
Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Sellantes, sellos y rellenos	712.01
Acero estructural	717.01
Agua	725.01 (a)
Puzolanas	725.04 (a)
Concreto prefabricado	725.06
Anclajes prefabricados	725.11
Fibras de refuerzo para concreto hidráulico	725.29

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material

Requerimientos para la construcción

601.03 Composición del concreto hidráulico

Antes de producir el concreto hidráulico, al menos 30 días antes de la producción, se debe someter el diseño de concreto propuesto, para aprobación, que como mínimo debe incluir lo especificado en la sección 552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico), según corresponda o lo determine la Administración.

En lo referente a la resistencia, contenido mínimo de cemento, tamaño de agregados y otras características, se refiere a la Tabla 601-01 Composición del concreto para estructuras menores. Esta clase de concreto será de uso general para estructuras menores, es decir, a excepción de que el Contrato especifique otra resistencia, se usará la siguiente clase de concreto:

Tabla 601-01

Composición del concreto para estructuras menores

Clase X-2	
Contenido de cemento	362 kg/m ³ mínimo (aproximadamente 7 sacos de 50 kg)
Relación agua/cemento	0,49 máximo
Asentamiento	125 mm máximo
Contenido de aire	4 % mínimo
Tamaño de agregado grueso	ASTM C33: con 100 % pasando la malla 37,5 mm para un tamaño máximo nominal de 25 mm.
Esfuerzo a la compresión a los 28 días	25 MPa mínimo
Esfuerzo a la compresión promedio de diseño a los 28 días	Utilizar criterio de la Tabla 552-03 Resistencia a compresión promedio de diseño requerida

Notas

El asentamiento para cada tipo de concreto se debe medir dentro de los 5 minutos después de haber obtenido la última porción de la muestra compuesta de concreto.

Los valores suministrados son de referencia y estos deberán ser obtenidos en el respectivo diseño de mezcla.

Para aquellos casos en los que, según el tipo de elemento o estructura menor, características del proyecto o bien, según se justifique por criterio técnico, se incluyen, además, las siguientes clasificaciones de concreto para estructuras menores:

Tabla 601-02

Composición de otros tipos de concreto para estructuras menores

Clase X	
Contenido de cemento ⁽³⁾	325 kg/m ³ mínimo (aproximadamente 6,5 sacos de 50 kg)
Relación agua/cemento	0,58 máximo
Asentamiento	50 – 100 mm máximo
Contenido de aire	4 % mínimo
Tamaño de agregado grueso	ASTM C33: con 100 % pasando la malla 50 mm o 37,5 mm para un tamaño máximo nominal de 37,5 mm o 25 mm respectivamente
Esfuerzo a la compresión a los 28 días (en obra)	18 MPa mínimo
Esfuerzo a la compresión promedio de diseño a los 28 días	Utilizar criterio de la Tabla 552-03 Resistencia a compresión promedio de diseño requerida
Clase X-1 Concreto matriz para concreto ciclópeo ⁽²⁾	
Contenido de cemento	250 kg/m ³ mínimo (aproximadamente 5 sacos de 50 kg)
Relación agua/cemento	0,65 máximo
Asentamiento ⁽¹⁾	50 - 100 mm máximo
Contenido de aire	4 % mínimo
Tamaño de agregado grueso	ASTM C33: con 100 % pasando la malla 50 mm ó 37,5 mm para un tamaño máximo nominal de 37,5 o 25 mm respectivamente.
Esfuerzo a la compresión a los 28 días	14 MPa mínimo
Esfuerzo a la compresión promedio de diseño a los 28 días	Utilizar criterio de la Tabla 552-03 Resistencia a compresión promedio de diseño requerida

Notas:

- (1) El asentamiento para cada tipo de concreto se debe medir dentro de los 5 minutos después de haber obtenido la última porción de la muestra compuesta de concreto.
- (2) En este caso este concreto se debe combinar agregado ciclópeo según la Subsección 705.08 Agregado ciclópeo. Excepto que los diseños y la Administración indiquen otra cosa, se adicionará un volumen de rocas, de un 40-50 % del volumen total de concreto para ciclópeo.
- (3) Los valores suministrados son de referencia y estos deberán ser obtenidos en el respectivo diseño de mezcla.

En caso de que la estructura menor requiera el diseño de un concreto estructural, este deberá considerar lo indicado en la Sección 552 Concreto estructural.

No se debe iniciar la producción del concreto hidráulico hasta que el diseño de mezcla sea aprobado por la Administración.

En lo concerniente a almacenaje y medidas de los materiales, se refiere a la 552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales y a la 552.05 Medida de materiales, según corresponda o lo determine la Administración.

601.04 General

Realizar los trabajos de excavación y el relleno, de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Cuando corresponda y conforme a los lineamientos de diseño, los encofrados se deben diseñar para una presión lateral, igual al ejercido por un líquido que pesa 2400 kg/m^3 . Se deberán construir los encofrados y andamiajes libres de pandeos, alabeos o abombados, que, además, permitan ser removidos sin dañar el concreto, y de acuerdo con la Sección 562 Obras temporales. Se debe manipular, colocar y compactar el concreto hidráulico siguiendo métodos que no causen segregación y que produzcan concretos hidráulicos densos y homogéneos, libres de vacíos y hormigueros. Los métodos de colocación no deben causar desplazamiento del acero de refuerzo o cualquier otro elemento que quedará empotrado en el concreto hidráulico. Se colocará y compactará el concreto hidráulico antes de la fragua inicial. No se debe remezclar el concreto hidráulico agregando agua a la mezcla.

No se colocará el concreto hidráulico hasta que los encofrados y todos los accesorios que quedan recubiertos, hayan sido inspeccionados.

La densidad del concreto sin aditivos se estima en 2400 kg/m^3 : Para efectos de la presión lateral en los andamios, en caso de cambiar las propiedades de la mezcla, se debe determinar el valor correcto de dicha densidad, ya que se puede presentar que esta sea mayor a los 2400 kg/m^3 propuestos.

Usar madera, metal, o cualquier otro material adecuado para encofrados. Mantener los encofrados limpios y cubiertos con un desmoldante o aceite, antes de colocar el concreto. Colocar y fijar el acero de refuerzo, de acuerdo con la Subsección 554.08 Colocación y fijación del acero de refuerzo.

Además de los programas de trabajo exigidos en el pliego de condiciones, el Contratista presentará una secuencia detallada de la colocación de los concretos por semana y notificará a la Administración 24 horas antes de cada vaciado, para que esta pueda verificar las condiciones necesarias para un vaciado satisfactorio.

601.05 Colocación del concreto

Se removerá todo el mortero, escombros y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto hidráulico. Se humedecerán los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto hidráulico sea colocado, (sin producir excesos de agua en la superficie). Las formaletas temporales se pueden dejar en el lugar hasta que no sean necesarias para el colado, después de lo cual serán removidas.

Se aplicará lo definido en la subsección 552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico, 552.13 Juntas de construcción y 552.14 Juntas de expansión y contracción, según corresponda o lo determine la Administración.

601.06 Curado del concreto

Se aplicará lo definido en la subsección 552.16 Curado del concreto hidráulico, según corresponda o lo determine la Administración.

Además, se deberá remover, recolocar y reparar, con la aprobación de la Administración todos los hormigueros (nidos de piedra) que se presenten en el concreto hidráulico, así como cumplir con lo establecido en la subsección 552.17 Acabado de superficies encofradas, según corresponda o lo determina la Administración. En el caso de presentar elementos que posean el concreto fisurado, astillado o con escamas, se deberá remover el concreto hasta la junta más cercana, según lo que defina la Administración.

Los costos que demande toda corrección solicitada por parte de la Administración para cumplir con las especificaciones aquí planteadas, deben ser asumidas por el Contratista.

601.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los

procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 601-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico para estructuras menores.

De manera que:

- La excavación y relleno, se evaluarán de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- Los agregados se aceptarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 601.02 Materiales.
- El cemento se aceptará de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 601.02 Materiales.
- El acero de refuerzo y el acero estructural, deberán ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 601.02 Materiales.
- Los aditivos y materiales para el curado se evaluarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 601.02 Materiales.
- El relleno se evaluará de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 601.02 Materiales.
- El concreto hidráulico será evaluado conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y lo indicado en las Tablas 601-01 Composición del concreto para estructuras menores, Tablas 601-02 Composición de otros tipos de concreto para estructuras menores y la Tabla 601-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico para estructuras menores. Debe proveerse un certificado de producción.
- El asentamiento de la mezcla de concreto hidráulico, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El esfuerzo de compresión del concreto hidráulico será evaluado a lo establecido en la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión,

es el promedio de 3 cilindros moldeados con una muestra de una misma batida y fallados a los 28 días o según disponga la Administración. Se removerá y reemplazará el concreto hidráulico cuyos cilindros de falla registren menos del 90 % del esfuerzo a la compresión mínima requerida a los 28 días (f'_c) y provengan de una ubicación tal que cause un efecto perjudicial e intolerable en la estructura y que será determinada por el profesional competente, mediante un análisis de esfuerzos y deformaciones que permita identificar los puntos críticos.

- La construcción (incluyendo colocación, acabado y curado) de las estructuras de concreto hidráulico será evaluada conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Los andamios y formaletas serán evaluados conforme a lo establecido en la Sección 562 Obras temporales.

601.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir el concreto hidráulico para estructuras menores por metro cúbico (m^3) en la estructura o por metro cuadrado (m^2).

601.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales, maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance de pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.601.01	Concreto hidráulico para estructuras menores Clase X	Metro cúbico	(m ³)
CR.601.02	Concreto hidráulico para estructuras menores Clase X	Metro cuadrado	(m ²)
CR.601.03	Concreto hidráulico para estructuras menores Clase X-1	Metro cúbico	(m ³)
CR.601.04	Concreto hidráulico para estructuras menores Clase X-1	Metro cuadrado	(m ²)
CR.601.05	Concreto hidráulico para estructuras menores Clase X-2	Metro cúbico	(m ³)
CR.601.06	Concreto hidráulico para estructuras menores Clase X-2	Metro cuadrado	(m ²)

601.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 601-03 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico para estructuras menores se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. El plan de control de calidad del Contratista debe atender las subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad y debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tablas 601-03 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo para el concreto hidráulico para estructuras menores, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación

estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 601-03

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para el concreto hidráulico para estructuras menores

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de muestreo	Toma de muestras	Tiempo de reporte
Concreto hidráulico	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Asentamiento	INTE C41	1 Ensayo por cada 25 m ³ pero no menos de 1 por día.	Descarga en sitio de colocación	10 minutos
		Contenido de aire	INTE C42 INTE C73			2 horas
		Peso Unitario	INTE C72			2 horas
		Temperatura	INTE C43			5 minutos
	Estadística (107.05)	Fabricación y falla de espécimen para ensayo a la compresión	INTE C18 INTE C39			28 días

SECCIÓN 602 SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

602.01 Descripción

Esta Sección se refiere al suministro y colocación de sistemas de alcantarillado pluvial para carreteras confeccionados con tubos de cloruro de polivinil (PVC), polietileno de alta densidad (PEAD), poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), concreto o acero

corrugado, según las características y dimensiones indicadas en los planos constructivos del proyecto, para los cuales el diámetro del tubo debe ser igual o superior a los 800 mm.

Para el caso de tubos de PVC se encuentran dos tipos de tuberías: perfilada o flexible y de doble pared o rígida, ambas se instalan de la misma manera, variando únicamente el cálculo estructural del relleno de la misma.

En relación con la tubería de PEAD existen dos tipos de tuberías: corrugada y reforzada con acero ambas se instalan de la misma manera. Mientras que, para tubos de PRFV se presentan dos tipos de instalación, los cuales dependen del tipo de suelo, tipo de material de relleno y tipo de carga que vayan a soportar.

En lo que respecta a las alcantarillas de concreto se distingue entre el uso de tubos con y sin refuerzo de acero, además de las alcantarillas tipo vigas cajón, mismas que por su geometría requieren de condiciones distintas de instalación en comparación con a las tuberías de concreto convencionales (circulares, elípticas, de arco).

Por último, se consideran las tuberías de acero corrugado conformadas en fábrica o en sitio; que pueden ser de sección circular, elíptica o abovedada, según dimensiones y espesores señalados en los diseños constructivos, con sus correspondientes accesorios.

602.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Cemento hidráulico	701
Cementos bituminosos	702
Tubería de concreto sin refuerzo	706.01
Tuberías de concreto reforzado	706.02
Tuberías de arco de concreto reforzado	706.04
Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado	706.05
Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D	706.06
Vigas cajón prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja	706.07

Pozos de inspección prefabricados de concreto reforzado	706.08
Tubería de pared corrugada de polietileno	706.09 (b)
Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) reforzado con acero	706.09 (d)
Tubería perfilada y de doble pared de cloruro de polivinil (PVC)	706.09 (g)
Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	706.09 (i)
Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico	707.02
Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa	707.04
Lámina de acero estructural	707.05
Lámina estructural recubierta con capa bituminosa	707.07
Tubería de acero recubierta con polímeros	707.08
Tubería de acero, recubierta con fibra bituminizada	707.09
Tubería de lámina en espiral con recubrimiento metálico	707.11
Tubería de lámina en espiral con recubrimiento de aleación de aluminio	707.12
Tubería de acero corrugado con recubrimiento de concreto	707.13
Tubería de acero corrugado con recubrimiento interno	707.14
Sellador premoldeado para juntas	712.01 (c)(2)
Mortero	712.02
Cubrejunta impermeable	712.03
Lechada (relleno fluido)	725.22

Requerimientos para la construcción

602.03 General

En general, para la colocación del alcantarillado, se deberá acatar lo indicado en esta Sección y las recomendaciones de los proveedores.

Cuando así se requiera, se deberá usar los mismos materiales y revestimientos en todas las secciones de tubería continua, extensiones y secciones especiales, tales como codos y brazos de conexiones. Los materiales de la tubería de alcantarillado, tamaños y ubicaciones aproximadas se harán según los detalles mostrados en los planos constructivos del proyecto. Al recibir los ductos, el Contratista solicitará la conformidad de la Administración en cuanto a la calidad y estado de los elementos, antes de su colocación.

Toda alcantarilla o tubería deberá poseer estructuras de entrada y salida (muros y aletones de cabezal y cualquier otra requerida), así como de disipación de energía en caso de requerirse de conformidad con la velocidad de salida del agua y las características geotécnicas y geométricas de la zona, según lo indicado en los planos constructivos. Estas estructuras deberán proteger a las alcantarillas, incluyendo las tuberías, el relleno estructural y el relleno vial (terraplén o pedraplén), de los efectos de socavación, degradación y colmatación. Deberán, además, facilitar en forma segura, el flujo adecuado del agua hacia el cuerpo receptor y se registrarán por la División 600 Construcciones conexas, según sea el caso.

Además, de forma paralela se debe evaluar la necesidad de construir subdrenajes para encauzar y evitar que la infiltración de agua en el terreno afecta el entorno de la tubería y provoque su colapso. Para eso se deberá considerar lo indicado en la Sección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera y la Sección 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes, según sea el caso. Adicionalmente, se deberá evaluar la necesidad de construir tragantes y pozos de conformidad con la Sección 604 Pozos de registro, tomas y tragantes

Los diseños requeridos deberán ser ejecutados por un profesional competente y considerar, además, los aspectos indicados en el Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial de Centroamérica, en su versión vigente.

(a) Medidas de seguridad vial durante la ejecución de las obras.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito de peatones y del personal de la jornada, de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento vigente de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para Ejecución de Trabajos en las Vías y su respectivo Decreto Ejecutivo, del MOPT; así como la Subsección 156.08 Supervisor del tránsito y de la seguridad.

Los trabajadores deberán utilizar el equipo de seguridad ocupacional pertinente para su labor. Además, se deberá instalar la señalización adecuada en toda la zona de trabajo. La Administración deberá verificar su debido cumplimiento; de no ser así se aplicarán las multas que para ello establezca el Contrato y se suspenderán las labores hasta que el Contratista normalice dicha situación, esto dentro del plazo que para ello establezca la Administración.

(b) Transporte, descarga y acopio de materiales.

(1) El Contratista deberá colocar toda la señalización y demarcación de seguridad y control de tránsito y peatonal, en toda la zona de transporte, descarga y acopio de materiales, de acuerdo con la normativa respectiva vigente o con las indicaciones de la Administración. El Contratista debe asegurar que todo el personal designado para el transporte, descarga y acopio, porte el equipamiento de seguridad laboral según la normativa respectiva vigente o de acuerdo con lo indicado por la Administración.

Se debe mantener a todas las personas no autorizadas fuera del área de descarga cuando se liberen los amarres del vehículo en el que se trasladen los tubos.

La Administración deberá verificar el debido cumplimiento en tiempo y forma por parte del Contratista, de las normas anteriormente indicadas, de no ser así se aplicarán las multas que para ello establezca el Contrato y se suspenderán las labores hasta que el Contratista normalice dicha situación dentro del plazo que para ello establezca la Administración.

(2) El Contratista deberá ejecutar el procedimiento de descarga y manipulación de tubos acorde con las especificaciones del Contrato y del proveedor. No se debe

manipular los tubos con cables desnudos o cadenas que pasen dentro del tubo para prevenir que se dañen. En general, deberán utilizarse horquillas rígidas que tomen el tubo por un extremo o vigas rígidas pasadas por todo el interior del tubo tomadas éstas por los extremos fuera de la longitud del tubo. Además, si el tubo debe ser desplazado por rodamiento, se recomienda que se coloquen tablonces de madera, para guiar el tubo y éste no sufra daño en espiga o caja.

- (3) Se tendrá especial cuidado en el transporte y almacenamiento de los tubos. No se aceptará el uso de tubos destruidos, despuntados o con otros desperfectos que puedan comprometer la estabilidad y el desempeño de la estructura. Los tubos deben ser almacenados en un terreno plano y localizado lo más cerca posible al punto de instalación.
- (4) Si se almacenan en hiladas apiladas; las campanas y las espigas deben intercalarse entre hileras consecutivas. Asimismo, se debe colocar calzas de madera en cuatro puntos a lo largo de los tubos que se encuentren en los costados de la pila, para evitar deslizamientos. Se recomienda para tubos de plástico y concreto que el número de hiladas no exceda lo indicado en la Tabla 602-01 Hiladas de apilado de tubos.

Tabla 602-01

Hiladas de apilado de tubos

Diámetro nominal (D _n) en mm	Número de hiladas de tubos		
	PVC y PRFV	PEAD	Concreto
800 – 1 000	2	3	2
Más de 1 000	1	2	1

- (5) Cuando se reciban tuberías de concreto con y sin refuerzo de acero, así como las vigas cajón, el Contratista verificará que presenten en la superficie el nombre o la marca registrada del fabricante en forma legible e indeleble, mediante un procedimiento que no altere la forma ni las resistencias mecánicas de los tubos. No se aceptarán tubos que no cumplan con esta indicación.
- (6) En lo que respecta a tubos corrugados de acero, sólo se aceptarán ductos que se ajusten a lo establecido en la norma ASTM A239 con respecto a la uniformidad y ASTM A143 sobre control de la fragilidad. Los pernos deberán

tener cabezas bien moldeadas y el galvanizado u otros recubrimientos que no presenten escamas.

- (7) Las juntas de goma o anillos de neopreno deben ser almacenados en sitios frescos y secos, a temperaturas entre los 10 a 25 °C y protegidas de la luz.

(c) Trazado de la tubería

- (1) El Contratista deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el adecuado trazo y replanteo de la obra, según los planos constructivos: ubicación final, longitud, fijación de ejes, líneas de referencia y secciones especiales en el campo. No se podrá continuar con los trabajos de excavación e instalación sin que, previamente, se apruebe el trazado.
- (2) Toda tubería que cruce ríos, líneas férreas o alguna instalación de carácter especial, deberá contar con su diseño específico de cruce, que debe contemplar los elementos de protección que la tubería requiera para no sufrir daños.
- (3) El eje de la tubería deberá ser una línea recta en perfil y en planta con la pendiente longitudinal respectiva para el adecuado funcionamiento. Queda a criterio de la Administración si se requiere de sifones debido a obstáculos, los cuales se construirán de acuerdo con la Subsección 602.04 (g) Construcción de alcantarilla tipo sifón.

(d) Excavaciones y ademado

- (1) Las excavaciones para las alcantarillas se ajustarán a lo especificado en esta Sección y en lo pertinente a lo establecido en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, según lo mostrado en la Figura 602-02 Esquema de capas del relleno para instalación en terraplén y pedraplén, o bien la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, tal y como se muestra en la Figura 602-01 Esquema de capas del relleno para instalación en zanja. La aceptación, medición y pago, se efectuará de acuerdo con dichas secciones.

Se deberá prestar atención en lo que respecta a mantener sin corte el flujo de agua y conducir o desviar las aguas fuera de la zona de las obras.

- (2) Las excavaciones, terraplenes, pedraplenes o prismas, la construcción de la cama de apoyo y eventuales rellenos con material granular para reemplazar

suelos no aptos para fundación, se regirán por lo estipulado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, así como la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. La aceptación, medición y pago, se efectuará de acuerdo con dichas secciones.

Asimismo, los procedimientos aquí descritos regirán en lo pertinente para la construcción de alcantarillas tipo cajones de concreto. Para el caso que la cama de apoyo sea de concreto, regirá lo establecido en esta Sección y en la Sección 614 Relleno de concreto pobre.

- (3) En general, para el proceso de excavación, el Contratista debe aplicar las medidas necesarias para evitar riesgos laborales que establece la norma OSHA 1926.651 Zanjeado y excavación, vigente, o la normativa que en materia de seguridad laboral rige a nivel nacional para estos efectos. La Administración deberá verificar el debido cumplimiento en tiempo y forma, de dichas normas por parte del Contratista, de no ser así se aplicarán las multas que para ello establezca el Contrato y se suspenderán las labores hasta que el Contratista normalice dicha situación de riesgo dentro del plazo que para ello establezca la Administración. No habrá compensación alguna al Contratista.
- (4) En caso de existir señales o indicios de que las condiciones del suelo y el nivel freático no resultan favorables para la excavación, se recomienda realizar pruebas en sitio para establecer con anticipación si es necesario hacer o no tablestacado, ademado o drenaje de zanjas.
- (5) Cuando las alcantarillas tengan que ser instaladas en una zanja excavada en relleno vial (terraplén o pedraplén), la excavación de la zanja deberá ejecutarse después de que el terraplén o pedraplén haya sido construido hasta la altura sobre el fondo de la tubería que señalen los planos constructivos u ordene la Administración.
- (6) Solo se debe excavar la longitud de la zanja que pueda ser mantenida sin riesgo alguno para los trabajadores y sin riesgo de colapso por el paso de la maquinaria.
- (7) Las excavaciones no deberán efectuarse con demasiada anticipación a la instalación de las tuberías, para evitar derrumbes y accidentes

- (8) La zanja debe tener las dimensiones necesarias para permitir a un hombre trabajar en condiciones de seguridad, brindar la adecuada alineación y permitir el ensamble de las uniones; además de permitir el uso del equipo de compactación y la colocación de materiales de relleno.
- (9) La zanja debe contar con una escalera sólida y estables para acceso y salida, anclada al borde superior de la zanja y apoyada sobre una superficie sólida. La escalera debe sobrepasar 1,00 m el borde de la zanja. No se debe escalar por los ademes de la excavación para salir.
- (10) Cuando la profundidad de la zanja sea superior a los 2,00 m se protegerán los bordes de coronación por medio de una barandilla situada a una distancia mínima de 2,00 m del borde de la zanja.
- (11) El material excavado deberá ser colocado a una distancia que no comprometa la estabilidad de la zanja y que no propicie su regreso a la misma, excepto que la Administración establezca otra regla, la distancia desde el borde podrá ser equivalente a la mitad de profundidad de la zanja, pero no menor a 0,30 m. En caso de suelos inestables se deberá dejar una distancia mínima de 2,00 m en zanjas no ademadas y 0,90 m en zanjas ademadas, medidos a partir del borde de la zanja.
- (12) Si existe sobreexcavación, el Contratista deberá rellenar los espacios de sobreexcavación con concreto hidráulico, con una resistencia a la compresión de 10 MPa u otro material apropiado, debidamente compactado y aprobado por la Administración.
- (13) Si el nivel freático se encuentra por encima del fondo de la zanja, éste debe ser abatido como mínimo hasta el fondo de la excavación.
- (14) A menos de que el ademado se deje en el sitio, este debe extraerse en incrementos verticales que permitan la colocación y compactación de material de relleno en el ancho completo de la zanja.
- (15) Se deben llenar las zanjas tan pronto como sea posible y se evitará dejarlas abiertas más allá de la jornada de trabajo. En caso de que la colocación de la tubería se vea interrumpida se debe asegurar que el tubo no pueda ser movido

y, además, se deben clausurar los extremos abiertos para mantenerla limpia evitando el ingreso de agua, o cualquier otro material.

(16) Materiales de relleno

- Ningún material deberá colocarse antes de que la Administración haya aprobado las dimensiones y profundidad de la excavación, la clase del material de cimentación y relleno. La Administración deberá elaborar un plan de calidad para la aceptación del material de relleno.
- En caso de que el material excavado se vaya a utilizar como relleno, el Contratista previo a su colocación, deberá inspeccionar visualmente el material apilado para identificar si existen rocas, arcilla altamente plastificada o algún otro material cuestionable. Antes de colocar el material deberá contar con la aprobación de la Administración.

(17) Recubrimiento mínimo en caso de cargas vivas temporales durante el proceso de colocación

Para no imponer tensiones indeseables en tuberías que hayan sido instaladas pero sin haber terminado la colocación del relleno inicial y que, por una razón técnicamente justificada e inevitable, estarán sujetas al paso vehicular antes de estar totalmente terminado su relleno, se deberán recubrir con suelos compactados en forma de rampa en el sentido transversal en ambos lados del tubo, cuyo espesor sobre la corona no sea inferior al establecido por el fabricante para cada ducto, pero no menor de 0,90 m (o la altura que garantice que la carga sobre la tubería, no exceda la resistencia de diseño del tubo), siempre que las cargas máximas no superen los pesos por eje autorizados en carreteras.

Si en las faenas se utilizan vehículos o equipos con mayores pesos en los ejes, sobrecargados, o cuando el tránsito por sobre la estructura se inicia antes de estar totalmente terminada la sección transversal proyectada, las tuberías deberán protegerse colocando un relleno adicional, cuyo espesor y características deberán establecerse mediante el correspondiente estudio. La preparación del estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, será responsabilidad y correrá a cargo del Contratista.

602.04 Instalación de tuberías

En esta Subsección se establece el procedimiento constructivo para la instalación de tuberías para alcantarillado en carreteras, tanto en zanja como en relleno vial (terraplén o pedraplén). El procedimiento general de instalación de las tuberías será, según sea el material, de acuerdo con las siguientes normas vigentes:

- Tubería de plástico: Atender la norma ASTM F1668, adicionalmente para las tuberías de PVC y PEAD seguir la norma ASTM D2321 y para las tuberías de PRFV lo indicado en la norma ASTM D3839.
- Tuberías de concreto: Aplicar la norma ASTM C1479 para tubos de concreto reforzado y sin reforzar, en lo que respecta a vigas cajón de concreto cumplir con la norma ASTM C1675.
- Tuberías de acero: Para la tubería corrugada conformada en fábrica atender la norma ASTM A798 y para tubería de lámina estructural de acero corrugado conformada en campo, la norma ASTM A807.

Cuando se realice la instalación en zanja, el relleno estará compuesto por las capas de: fundación, encamado, acostillado, relleno inicial y relleno final. En la Figura 602-01 Esquema de capas del relleno para instalación en zanja, se muestra la ubicación de cada capa según el tipo de instalación en zanja.

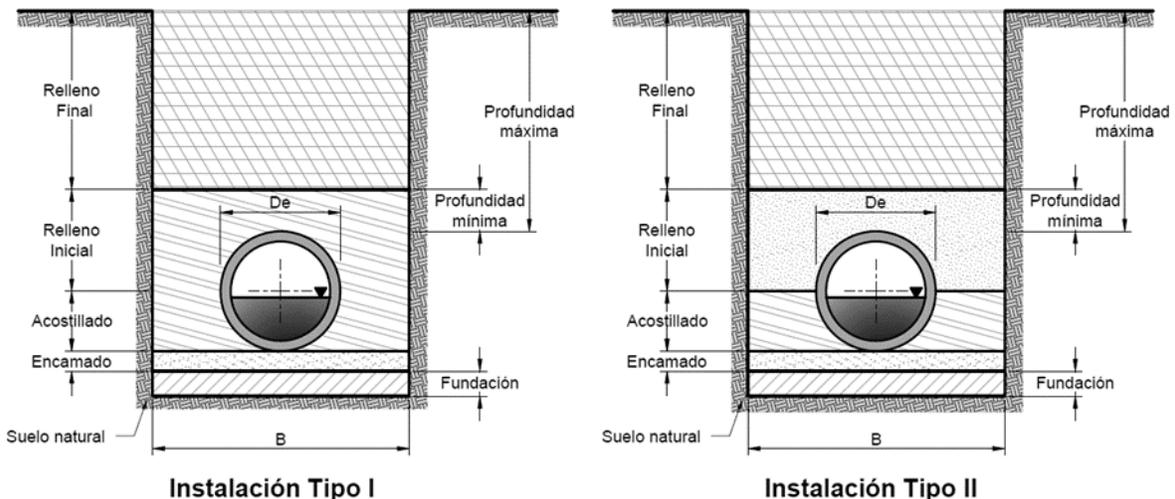


Figura 602-01

Esquema de capas del relleno para instalación en zanja

Cuando la colocación del sistema de alcantarillado se realice en relleno vial (terraplén o pedraplén), tal como se aprecia en la Figura 602-02 Esquema de capas del relleno para instalación en terraplén y pedraplén, no se permitirá el contacto directo entre el material de pedraplén o terraplén con la tubería por lo que se debe colocar otro material alrededor de la tubería para prevenir concentraciones de esfuerzos y lograr un soporte adecuado de la tubería. Más adelante se indicarán las características que deberá cumplir el material de cada capa.

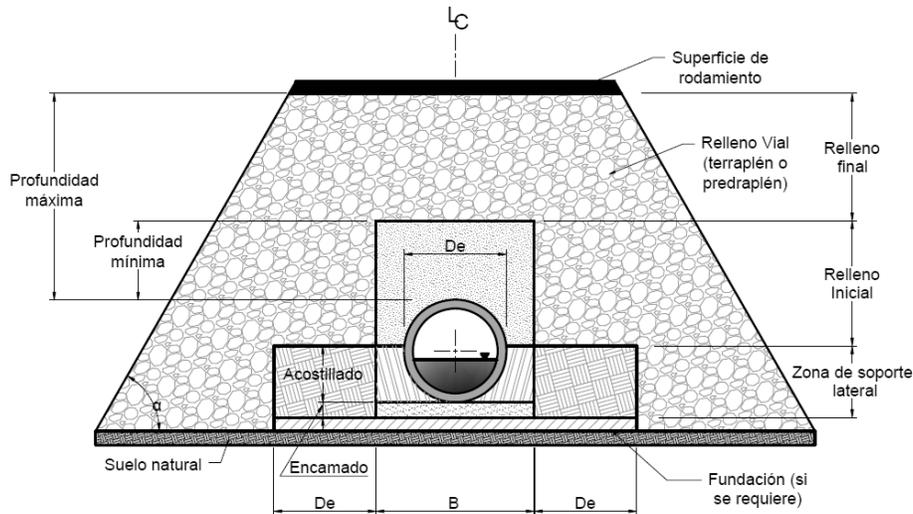


Figura 602-02

Esquema de capas del relleno para instalación en terraplén y pedraplén

Las cargas que actuarán sobre el sistema de alcantarillado son el peso propio de los tubos, el peso del agua que fluye en ellos, las cargas vivas durante el proceso constructivo y durante la fase de operación de la estructura, además de la carga muerta asociada al peso del suelo de relleno y de la estructura de pavimento, en caso de que exista. Para ello se deberá realizar un diseño estructural en función de las propiedades físicas del suelo a colocar y la carga viva consideradas para el proyecto.

El método de instalación de tuberías deberá ser propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración, antes de su instalación. Al respecto, se deberá cumplir con las siguientes condiciones:

(a) Ancho mínimo de la zanja

El ancho (B) de la zanja, en m, para tubos de plástico y concreto deberá ser el mayor valor que se obtenga con las siguientes tres ecuaciones:

- i. $B(m) = 1,25 D_e + 0,30 \text{ m}$
- ii. $B(m) = D_e + 0,40 \text{ m}$ a ambos lados del tubo
- iii. $B(m) = D_e + D_e/6$ a ambos lados del tubo

Dónde, D_e : diámetro exterior del tubo en m

Cuando se instalen tubos de acero corrugado el ancho mínimo de la zanja será igual al diámetro exterior (D_e) más 0,50 m a ambos lados del tubo.

En caso de que los planos constructivos lo estipulen de otra manera, el Contratista deberá presentar ante la Administración una memoria de cálculo que garantice la estabilidad del tubo bajo las nuevas condiciones de instalación.

Con relación a la instalación de varias tuberías circulares de igual diámetro de plástico y concreto en una zanja común, se debe proporcionar un espacio entre tubos que permita la compactación del material de relleno por debajo y alrededor de éstos, dicho espacio no deberá ser menor a un sexto del diámetro exterior ($D_e/6$) de las tuberías a colocar siempre que estas posean el mismo diámetro. Si se tratase de tubos de acero corrugado se seguirán las disposiciones de la Tabla 602-02 Separación entre tubos de acero corrugados instalados en zanja común.

Cuando las tuberías instaladas en zanja común posean diámetros diferentes la separación entre tubos será un sexto de la suma de los diámetros $[(D_1+D_2)/6]$ cuando la profundidad de instalación sea menor a 4 m y un cuarto de la suma de los diámetros $[(D_1+D_2)/4]$ cuando la profundidad de instalación sea mayor a 4 m. Cuando se coloquen tubos de distinto diámetro en una misma zanja, éstos deben situarse al mismo nivel de elevación.

Si se cruzan dos tuberías de forma que una de ellas pase por encima de la otra, la distancia vertical entre los tubos y la instalación de la tubería inferior será de un sexto de la suma de los diámetros $[(D_1+D_2)/6]$ cuando la profundidad de instalación sea menor a 4,00 m y un cuarto de la suma de los diámetros $[(D_1+D_2)/4]$ cuando la profundidad de instalación sea mayor a 4,00 m. La separación no debe ser menor a 0,30 m.

Cuando se realice una instalación en terraplén, el ancho a compactar a cada lado del tubo no se debe ser menor a D_e .

Tabla 602-02

Separación entre tubos de acero corrugados instalados en zanja común

Tubos	Diámetro o luz	Mínimo valor de separación horizontal
Circulares	$0,80 \leq D \leq 0,90$ m	0,30 m
	0,90 m a 2,00 m	$1/2 D_e$ ó 0,60 m (el mayor de ambos)
	2,00 m a 7,00 m	1,00 m
Abovedados	Hasta 3,00 m	$1/3 L^{(1)}$ ó 0,60 m (el que sea mayor)
	3,00 m a 7,50 m	1,00 m

Nota:

(1) L corresponde a la luz del tubo abovedado medida horizontalmente.

Por su parte, para vigas cajón, el ancho mínimo de la zanja será igual al ancho del cajón más 0,60 m a cada lado del elemento.

(b) Profundidad mínima y máxima de instalación respecto del nivel de rasante.

La profundidad mínima, respecto de la rasante, a la cual se encontrará la corona del tubo, está en función del peso volumétrico del suelo de relleno, el tipo de instalación (zanja o relleno vial en terraplén o pedraplén), la carga de diseño y el factor de apoyo, por lo cual se debe corroborar las recomendaciones del fabricante. En general y a manera de referencia, las profundidades deben rondar los valores indicados en la Tabla 602-03 Profundidad mínima de instalación a la altura de la corona del tubo.

Tabla 602-03

Profundidad mínima de instalación a la altura de la corona del tubo⁽¹⁾

Material de la tubería	Profundidad mínima de la corona del tubo (m)			
	Con carga viva		Sin carga viva	
	Tipo de carga	Profundidad		
Plástico	PVC y PRFV	H-20	0,80-1,60	0,60
	PEAD Corrugado	H-20	0,60	0,60
	PEAD Reforzado con Acero	H-20	0,30-0,60	0,30
Concreto	Concreto sin refuerzo	HS-20	0,90	0,30
	Concreto con refuerzo	HS-20	0,30	0,30
	Vigas cajón		1,00	
Metal	Acero corrugado		$0,30$ ó $1/8 D_e$	

Nota:

(1) El rango varía en función de la clase del tubo y el tipo de relleno

Del mismo modo, la profundidad máxima respecto de la rasante, a la que se pueden colocar las tuberías dependerá del diámetro nominal y la resistencia del material del tubo, del peso volumétrico del suelo de relleno y su grado de compactación, así como de las condiciones de carga para las cuales se realizó el diseño. Se recomienda seguir las instrucciones del fabricante o realizar el análisis de resistencia de la tubería, no obstante, en la Tabla 602-04 Profundidad máxima de instalación a la altura de la corona del tubo, se indican como referencia, rangos de profundidad de acuerdo con el tipo de tubería a instalar.

Tabla 602-04

Profundidad máxima de instalación a la altura de la corona del tubo⁽¹⁾

Material de la tubería	Profundidad máxima de la corona del tubo (m)			
	Con carga viva		Sin carga viva	
	Tipo de carga	Profundidad		
Plástico	PVC y PRFD	H-20	6,00 - 12,00	--
	PEAD Corrugado			
	PEAD Reforzado con Acero	H-20	9,00 - 15,00	
Abovedados	Concreto sin refuerzo	HS-20	1,50 - 5,00	2,40 - 7,60
	Concreto con refuerzo	HS-20	0,30 - 15,00	1,80 - 18,00
Metal	Acero corrugado (espesores 1,32 mm a 4,27 mm)	H-20 o H-25	8,00 - 59,00	--

Nota:

(1) La profundidad máxima de colocación depende tanto del espesor como del diámetro de la tubería considerada, a menor diámetro y mayor espesor se incrementa la profundidad de instalación.

En lo que respecta a sistemas de alcantarillado construidos con tubos de concreto o vigas cajón, el espesor de pared y la cuantía de acero de los tubos variará conforme incrementa el espesor del suelo de relleno colocado sobre la corona del tubo, ya sea que se realice una instalación en zanja o terraplén. Además, se verá afectado por las cargas dinámicas a las que serán sometidas las estructuras. Por lo anterior, se deberá verificar que la profundidad máxima de instalación cumpla con el diseño estructural previsto y realizado por un profesional competente.

(c) **Fundación**

La fundación podría no ser necesaria en caso de que el material en el fondo de la zanja brinde la capacidad soportante requerida y garantice la estabilidad de la tubería. No obstante, se debe remover rocas de más de 0,30 m de tamaño nominal, escombros, terrones de suelo y cualquier objeto que pueda provocar concentración de esfuerzos a lo largo del asiento de la tubería. Si así lo establece el diseño y los

planos constructivos, se podrá colocar geotextil sobre la cual se hará la fundación para mejorar el soporte de tensiones.

En caso de que se requiera colocar material de fundación, las condiciones a cumplir según el tipo de tubería serán las siguientes:

(1) Fundación para tuberías de plástico.

Si el material en el fondo de la zanja no posee la capacidad de soporte especificada en el diseño se debe remover al menos 0,15 m de profundidad o el espesor que la Administración considere necesario (técnicamente justificado), y reemplazarlo con material Clase IA, IB y III. Se podría utilizar material Clase IV-A sólo en caso de condiciones no disturbadas y cuando la zanja esté seca. Este material debe ser compactado al 90 % de la densidad máxima determinada en el ensayo ASTM D1557 Proctor modificado.

En caso de cimentar con piedra triturada, se recomienda el uso de una tela filtrante para envolver el material de cimentación y así impedir que dicho material se mezcle con el del lecho, lo que podría ocasionar una pérdida de soporte de la fundación.

(2) Fundación para tuberías de concreto.

En lo que respecta a las tuberías de concreto con y sin refuerzo de acero, cuando el material existente al nivel de la fundación sea roca u otro material de alta rigidez o no cumpla con la capacidad soportante de diseño, el Contratista deberá remover el material inadecuado y sustituirlo con material granular compactado o suelo estabilizado, previamente aprobado por la Administración, que cumpla con las mismas características físicas especificadas para el encamado.

El material de sustitución se compactará a una densidad Proctor estándar (ASTM D698) igual o superior a la especificada para el encamado y deberá ser colocado en capas de 0,15 m hasta alcanzar la elevación fijada para la cimentación.

Cuando se instalen vigas cajón de concreto, excepto que el diseño establezca otra cosa, el suelo sobre el que se colocará el cajón debe poseer una capacidad soportante mínima de 10 t/m² si se trata de vigas cajón de concreto de 3,50 m de ancho o menores, si el cajón de concreto tiene un ancho mayor a los 3,50 m

es indispensable que la fundación brinde una capacidad soportante de al menos 15 t/m². La fundación podrá estar constituida por material de relleno con características físicas semejantes a las del encamado compactado al 95 % de Proctor estándar (ASTM D698) o por concreto pobre, de modo que se cumpla con la capacidad soportante requerida.

(3) Fundación para tuberías de acero corrugado.

El terreno sobre el que se va a colocar la tubería debe cumplir con la capacidad soportante requerida de acuerdo con el diseño estructural. Los suelos demasiado blandos o lechos de material duro o rocoso no proporcionan un soporte adecuado y deben sustituirse con material granular (SW, SP, GW, GP según ASTM D2487) que garantice un soporte uniforme y continuo. Cuando se trate de un suelo natural blando es recomendable colocar un geotextil para mejorar la distribución de las cargas y reducir la migración de finos entre el terreno natural y el material mejorado.

Si los tubos de acero corrugado se van a instalar sobre un lecho de roca se deberá colocar una capa de material granular suelto, que se extienda por debajo del nivel de encamado 0,04 m por cada m de relleno sobre el tubo, con un espesor mínimo de 0,30 m y máximo de 0,60 m. La colocación del material se hará en capas de 0,15 m, compactadas al 95 % de Proctor estándar (ASTM D698).

(d) Encamado

El encamado es la capa que se extiende con un espesor desde el fondo de la zanja hasta la superficie de apoyo inferior del tubo; es la capa de material donde descansará la tubería y debe brindarle un fondo firme y estable para evitar un apoyo inadecuado.

(1) Encamado para tuberías de plástico

El material de encamado, acostillado y relleno estructural para tuberías de plástico estará asociado a las cinco categorías de suelo mostradas en la Tabla 602-05 Clases de material de relleno para tuberías de plástico, según lo establecido por la norma ASTM D2321 para las tuberías de PEAD y PVC y la norma ASTM D3839 para el PRFV. Cada categoría relaciona el tipo de suelo y

el nivel de compactación según la codificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos USCS (ASTM D2487) y se muestra su correspondencia con AASHTO (AASHTO M145).

El encamado para la tubería de PVC y PEAD puede ser de material Clase I, II y III y para el PRFV puede ser solo clase I y II, según la Tabla 602-05 Clases de material de relleno para tuberías de plástico. Además, esta capa debe tener un espesor de al menos 0,10 m y como máximo de 0,15 m a lo largo de la tubería; en las zonas donde se ubiquen acoples el espesor debe ser de al menos 0,075 m. Cada capa debe ser compacta de la siguiente forma: para Clase I al volteo, Clase II al 85 % del Proctor estándar (ASTM D698) y la Clase III al 90 % del Proctor estándar (ASTM D698).

Tabla 602-05

Clases de material de relleno para tuberías de plástico

Clases de suelo empleando nomenclatura ASTM D2321 y ASTM D3839 ⁽²⁾					
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
Grupo de suelo SUCS (ASTM D2487)	<p>Roca triturada angular:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100 % pasa la malla de 1-1/2" • ≤ 15 % pasa malla N°. 4 • ≤ 25 % pasa malla 3/8 • ≤ 12 % pasa malla N°. 200 	<p>Suelos granulares gruesos limpios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SW, SP, GW, GP con ≤ 12 % pasa malla N°. 200 	<p>Suelos granulares con finos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GM, GC, SM, SC con >12 % pasa malla N°. 200 <p>Suelos finos arenosos o gravosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CL, ML con ≥ 30 % retenido en malla N°. 200 	<p>Suelos finos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CL, ML con < 30 % retenido en malla N°. 200 	<p>Suelos finos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta plasticidad o con contenido orgánico, turbas, entre otros. • MH, CH, OL, OH, PT
Grupo de suelo AASHTO (AASHTO M145)	--	<ul style="list-style-type: none"> • A1, A3 	<ul style="list-style-type: none"> • A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-4, A6 con > 30 % retenido en la malla N°. 200 	<ul style="list-style-type: none"> • A-2-7, o A-4, o A-6 con > 30 % o menos retenido en la malla N°. 200 	A5, A7
Recomendaciones y restricciones	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptable cuando no se presenta la migración de finos o cuando es combinado con un geotextil filtrante. • Adecuado para usarse como capa filtrante y subdrenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Donde exista agua libre en movimiento se debe revisar la graduación para minimizar la migración de finos. Los grupos limpios son adecuados para usarse como capa filtrante y subdrenaje. • Arenas finas uniformes (SP) con más del 50 % que pasa la malla N°. 100 (0,15 mm) se comportan como limos y deben ser tratados como suelos Clase III. 	<ul style="list-style-type: none"> • No usar si las condiciones del agua en la zanja impiden una instalación y compactación adecuadas. • No se recomienda su uso con tubos que tengan una rigidez igual o menor a 0,63 MPa (9 Psi). 	<ul style="list-style-type: none"> • Difícil de lograr una rigidez alta del suelo. • No usar si las condiciones del agua en la zanja impiden una instalación y compactación adecuadas. • No se recomienda su uso con tubos que tengan una rigidez igual o menor a 0,63 MPa (9 Psi). • Se debe seguir las recomendaciones que dicta la norma ASTM D2321. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se aceptan como materiales de relleno en zanjas

Clases de suelo empleando nomenclatura ASTM D2321 y ASTM D3839 ⁽²⁾					
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
Encamado	<ul style="list-style-type: none"> Apropiado como encamado y para reemplazar sobre-excavaciones y fondos de zanja inestables. 	<ul style="list-style-type: none"> Apropiado como encamado y para reemplazar sobre excavaciones y fondos de zanja inestables. Colocar y compactar en capas no mayores a 0,30 m. 	<ul style="list-style-type: none"> Apropiado para reemplazar sobre-excavaciones en el fondo de la zanja. Colocar y compactar en capas no mayores a 0,15 m. 	<ul style="list-style-type: none"> Apropiado para reemplazar sobre excavaciones en el fondo de la zanja. Colocar y compactar en capas no mayores a 0,15 m. 	
Acostillado y Relleno estructural	<ul style="list-style-type: none"> Adecuado. Trabajar el material debajo de la tubería para proveer un apoyo uniforme en la zona del acostillado. 	<ul style="list-style-type: none"> Adecuado. Trabajar el material debajo de la tubería para proveer un apoyo uniforme en la zona del acostillado 	<ul style="list-style-type: none"> Adecuado. Difícil de colocar y compactar en la zona del acostillado. 	<ul style="list-style-type: none"> Adecuado. Difícil de colocar y compactar en la zona del acostillado. 	
Compactación del material de relleno	<ul style="list-style-type: none"> Al volteo 	<ul style="list-style-type: none"> Al 85 % del PE⁽¹⁾ (suelos SW y SP) Para suelos GW y GP se debe realizar con al menos dos pasadas de equipos de compactación. 	<ul style="list-style-type: none"> Al 90 % del PE⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Al 95 % del PE⁽¹⁾ 	
Método de compactación	<ul style="list-style-type: none"> Vibración impacto 	<ul style="list-style-type: none"> Vibración o impacto 	<ul style="list-style-type: none"> Impacto 	<ul style="list-style-type: none"> Impacto 	
Control de humedad requerido	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 	<ul style="list-style-type: none"> Ninguno 	<ul style="list-style-type: none"> A la humedad óptima para minimizar el esfuerzo de compactación 	<ul style="list-style-type: none"> A la humedad óptima para minimizar el esfuerzo de compactación 	

Nota:

(1) Las siglas PE indican Proctor estándar (ASTM D698).

(2) Adaptado de:

ASTM Compass. (2014). ASTM D2321 Práctica estándar para la instalación de tubería termoplástica para alcantarillado y otras aplicaciones de flujo por gravedad.

ASTM Compass. (2014). ASTM D3839 Práctica estándar para la instalación subterránea de tubería de fibra de vidrio (termofijo - resina reforzada con fibra de vidrio).

(2) Encamado para tuberías de concreto

El encamado deberá ser granular de mediano a fino, preferentemente con un diámetro de partícula de 25 mm, pero no mayor a 38 mm. El encamado deberá tener un espesor mínimo de 0,075 m, sin embargo, cuando la tubería se ubique sobre una fundación de roca el espesor no será menor a 0,15 m.

Se recomienda no compactar el tercio medio del encamado, con el fin de que la tubería se amolde a la cama de material fino y no se propicien concentraciones de esfuerzos. Asimismo, se deberá contar con rebajas en el encamado para recibir las campanas de los tubos.

El material de encamado, acostillado y relleno estructural para tuberías de concreto estará asociado a las cuatro categorías de suelo mostradas en la Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado. Cada categoría relaciona el tipo de suelo y el nivel de compactación según ASTM D2487 o AASHTO M145.

En las Tablas 602-07 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén y pedraplén según ASTM C1479 y 602-08 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en zanja según ASTM C1479, se indica el grado de compactación de las capas de encamado y acostillado, según el tipo de suelo de relleno a colocar. Entre menor sea la calidad del relleno mayor deberá ser la resistencia de la tubería a colocar.

Tabla 602-06

Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado

Categoría	Tipo representativo de suelo	
	SUCS (ASTM D2487)	AASHTO (AASHTO M145)
Categoría I Arena gravosa	<ul style="list-style-type: none"> Suelos granulares gruesos y limpios: SW, SP, GW, GP o cualquier tipo de suelo con alguna de las categorías anteriores con 12 % o menos pasando la malla N°. 200 (0,075 mm) 	A1-A3
Categoría II Arena limosa	<ul style="list-style-type: none"> Suelos granulares gruesos con finos: GM, GC, SM, SC o cualquier suelo que comience con alguna de estas categorías y que contengan más del 12 % pasando la malla N°. 200 (0,075 mm). Arena o grava, CL, ML (o CL-ML, CL/ML, ML/CL) con menos del 30 % retenido en la malla N°. 200 	A-2, A-2-5, A-2-6 o A-4 o A-6 y con menos del 20 % retenido en la malla N°. 200
Categoría III Arcilla limosa	<ul style="list-style-type: none"> Suelos granulares finos; GC, SC, CL, ML (o CL-ML, ML/CL, CL/ML) con menos de 30 % retenido en la malla N°. 200 (0,075 mm) 	A-2-7 o A-4 o A-6 con menos del 30 % retenido en la malla N°. 200
Categoría IV ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> MH, CH, OL, OH, PT 	A5- A7

Adaptado de: ASTM Compass. (2016). ASTM D1479 Práctica estándar para la instalación de alcantarillas prefabricadas de concreto, drenajes pluviales y tuberías para alcantarillas mediante instalaciones estándar

Notas:

(1) No se permite su uso en las zonas de encamado y acostillado.

Cuando el sistema alcantarillado se vaya a instalar en condición de terraplén, se considerará la compactación de la zona de soporte lateral según los porcentajes mostrados en las Tablas 602-07 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén y pedraplén según ASTM C1479 y 602-08 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en zanja según ASTM C1479. La zona de soporte lateral corresponde al suelo ubicado dentro de una distancia D_e a ambos lados del tubo, y con un espesor que abarca desde la base del encamado hasta el nivel medio del tubo horizontalmente.

Tabla 602-07

Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén y pedraplén¹ según ASTM C1479

Relleno	Espesor del encamado	Material de acostillado y encamado	Zona de soporte lateral
Tipo A	Mínimo $D_e/24$, pero no menos de 0,075 m. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, pero no menos de 0,15 m.	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I, al 90 % del PE ⁽²⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I, al 90 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría II, al 95 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría III, al 100 % del PE ⁽²⁾
Tipo B	Mínimo $D_e/24$, pero no menos de 0,075 m. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, pero no menos de 0,15 m.	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I, al 90 % del PE ⁽²⁾. Suelo categoría II, al 95 % del PE ⁽²⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I, al 85 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría II, al 90 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría III al 95 % del PE ⁽²⁾
Tipo C	Mínimo $D_e/24$, pero no menos de 0,075 m. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, pero no menos de 0,15 m.	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I al 85 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría II al 90 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría III, al 95 % del PE ⁽²⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I al 85 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría II al 90 % del PE ⁽²⁾ Suelo categoría III al 95 % del PE ⁽²⁾
Tipo D	No requiere encamado, excepto si la fundación es roca. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, no menor a 0,15 m	<ul style="list-style-type: none"> Suelos categoría I y I, no requiere compactación. Suelo categoría III, al 85 % del PE ⁽²⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> Suelos categoría I y II, no requiere compactación. Suelo categoría III, al 85 % del PE ⁽²⁾

Adaptado de: ASTM Compass. (2016). ASTM D1479 Práctica estándar para la instalación de alcantarillas prefabricadas de concreto, drenajes pluviales y tuberías para alcantarillas mediante instalaciones estándar

Notas:

- (1) Cuando se realice instalación en pedraplén o terraplén, el material de relleno a colocar en las zonas de fundación, encamado, acostillado y relleno inicial deberá cumplir las características del material granular indicado en esta tabla, mientras el relleno final y el ancho del terraplén o pedraplén comprendido a los lados del "ancho de zanja", podrá estar constituido por material que cumpla con la Subsección 704.13 Material de terraplén o 704.14 Material de pedraplén.
- (2) Las siglas PE indican Proctor estándar (ASTM D698).
- (3) Para las instalaciones tipo A, se requiere mayor rigidez del suelo circundante que para los tipos de instalación B, C y D. Se deberá verificar adecuadamente las propiedades del suelo y nivel de compactación para asegurar el cumplimiento con los requisitos de diseño.
- (4) Para la instalación tipo A, se debe usar un material no compactado y no triturado para la conformación del encamado interno; la piedra quebrada no es apropiada para el encamado interno. La piedra triturada que cumple los requisitos de esta norma podrá colocarse lateralmente, ya que al autocompactarse provee soporte lateral a la tubería. Para alcanzar entre un 90 % y 95 % de compactación con piedra triturada, se deberá compactar el encamado lateral hasta alcanzar la densidad especificada; para dicha compactación se requieren medios mecánicos.
- (5) El suelo en la zona desde el punto de máxima deformación, que incluye el encamado lateral, el relleno lateral y las zonas de soporte lateral, excepto la zona del encamado interno, deben ser compactadas al menos con el mismo nivel de compactación del suelo en la zona de relleno.
- (6) El espesor del encamado se refiere al espesor del encamado antes de la colocación del tubo.
- (7) Una subzanja (gaveta) está definida como una zanja, con su parte superior a una distancia no mayor de 0,1 H (ver figura 1 de la norma). El ancho mínimo de la subzanja deberá ser de 1,33 Do, o mayor, si así es requerido, para contar con el espacio necesario que permite lograr la compactación especificada en las zonas de relleno lateral y encamado. Para subzanjas, exceptuando la zona del encamado interno, cualquier sección de la zona de soporte lateral en la pared de la subzanja deberá ser como mínimo, tan firme como el suelo que cumple con los requerimientos especificados para la zona de soporte lateral y tan firme, como la mayoría del suelo en la zona de relleno, caso contrario deberá ser removido y sustituido por suelo compactado según lo especificado.
- (8) En caso de utilizar el material extraído de la zanja, como relleno, se debe compactar de forma adecuada para asegurar que cumpla con los requisitos de las instalaciones tipo A y B.

Tabla 602-08

Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en zanja según ASTM C1479

Relleno	Espesor del encamado	Material de acostillado y encamado	Zona de soporte lateral
Tipo A	Mínimo $D_e/24$, pero no menos de 0,075 m. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, pero no menos de 0,15 m.	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I, al 90 % del PE ⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo natural sin perturbar con rigidez equivalente a los siguientes suelos colocados: Suelo categoría I, al 90 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría II, al 95 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría III, al 100 % del PE ⁽¹⁾
Tipo B	Mínimo $D_e/24$, pero no menos de 0,075 m. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, pero no menos de 0,15 m.	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I, al 90 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría II, al 95 % del PE ⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo natural sin perturbar con rigidez equivalente a los siguientes suelos colocados: Suelo categoría I al 85 % PE Suelo categoría II, al 90 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría III, al 95 % del PE ⁽¹⁾
Tipo C	Mínimo $D_e/24$, pero no menos de 0,075 m. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, pero no menos de 0,15 m.	<ul style="list-style-type: none"> Suelo categoría I al 85 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría II al 90 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría III, al 95 % del PE ⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Suelo natural sin perturbar con rigidez equivalente a los siguientes suelos colocados: Suelo categoría I, al 85 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría II, al 90 % del PE ⁽¹⁾ Suelo categoría III, al 95 % del PE ⁽¹⁾
Tipo D	No requiere encamado, excepto si la fundación es roca. Si la fundación es roca, use $D_e/12$, no menor a 0,15 m	<ul style="list-style-type: none"> Suelos categoría I y I, no requiere compactación. Suelo categoría III, al 85 % del PE ⁽¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Suelos categoría I y II, no requiere compactación. Suelo categoría III, al 85 % del PE ⁽¹⁾

Adaptado de: ASTM Compass. (2016). ASTM D1479 Práctica estándar para la instalación de alcantarillas prefabricadas de concreto, drenajes pluviales y tuberías para alcantarillas mediante instalaciones estándar

Notas:

(1) Las siglas PE indican Proctor estándar (ASTM D698).

(2) Para las instalaciones tipo A, se requiere mayor rigidez del suelo circundante que para los tipos de instalación B, C y D. Se deberá verificar adecuadamente las propiedades del suelo y nivel de compactación para asegurar el cumplimiento con los requisitos de diseño.

(3) Para la instalación tipo A, se debe usar un material no compactado y no triturado para la conformación del encamado interno; la piedra quebrada no es apropiada para el encamado interno. La piedra triturada que cumple los requisitos de esta norma, podrá colocarse lateralmente, ya que al autocompactarse provee soporte lateral a la tubería. Para alcanzar entre un 90 % y 95 % de compactación con piedra triturada, se deberá compactar el encamado lateral hasta alcanzar la densidad especificada; para dicha compactación se requieren medios mecánicos.

(4) Cuando se requiera un ancho de zanja mayor al especificado, esto deberá ser notificado al responsable del proyecto.

(5) El ancho de zanja podrá ser mayor al de la figura 3 (de la norma ASTM C1479), si así es requerido, para contar con el espacio necesario que permite lograr la compactación especificada en las zonas de relleno lateral y encamado.

(6) La carga de diseño de la tubería debe ser la carga del terraplén aun cuando se use zanja, a menos que se realice un análisis geotécnico que demuestre que el suelo de la pared de la zanja tiene una compactación de un nivel superior que el suelo de la zona de relleno.

(7) El espesor del encamado se refiere al espesor del encamado antes de la colocación del tubo.

(8) En caso de utilizar el material extraído de la zanja, como relleno se debe compactar de forma adecuada para asegurar que cumpla con los requisitos de las instalaciones tipo A y B.

Adaptado de: ASTM Compass. (2016). ASTM D1479 Práctica estándar para la instalación de alcantarillas prefabricadas de concreto, drenajes pluviales y tuberías para alcantarillas mediante instalaciones estándar.

Cuando el suelo del sitio cumpla con las especificaciones indicadas en los planos constructivos y pueda ser utilizado para conformar el encamado de la tubería, para las instalaciones tipo C y D; el tamaño de agregado no debe ser mayor a 75 mm o a la mitad del espesor del encamado, lo que sea menor. El uso de agregados de tamaños mayores a 25 mm, debe ser limitado al 20 % por peso, del total del material del encamado.

Cuando la instalación de cajones de concreto se haga sobre terreno natural o de fundación, ambos de material granular y sin presencia de piedras o terrones, el encamado será de 150 mm de espesor. En caso de que el cajón se coloque sobre suelo rígido o roca, el espesor del encamado deberá ser de al menos 300 mm. El material de encamado será categoría I, compactado al 95 % Proctor estándar (ASTM D698) o, en su defecto, un firme de concreto simple con una resistencia a la compresión de 15 MPa.

(3) Encamado para tuberías de acero corrugado

El encamado deberá ser granular de mediano a fino, preferentemente con un tamaño máximo de partícula de 19 mm y que cumpla con las características físicas y mecánicas de los suelos de la Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado. El espesor del encamado deberá ser suficiente para que las corrugaciones del tubo se llenen con material granular, pero no será menor a 100 mm. El material será colocado al volteo, de modo que quede suelto y el tubo pueda ajustarse a la superficie del encamado.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentran rocas, estas deberán ser excavadas y reemplazadas con suelo Categoría I. Si la tubería corre a lo largo de un cimiento de roca continuo, será necesario proporcionar una cama de suelo apropiado bajo la tubería como se indicó en el apartado de fundación de tuberías de acero corrugado. La compactación no debe ser menor al 90 % de Proctor modificado (ASTM D1557).

(e) Colocación de los tubos

Para manejar, bajar e instalar los tubos dentro de la zanja, sólo deberán emplearse equipos y procedimientos adecuados, propuestos por el Contratista (según

indicaciones del proveedor) y aprobados por la Administración, previo a iniciar la colocación. Se debe tener especial cuidado al manipular tubos con recubrimientos para evitar daños a los mismos.

La tubería debe ser instalada de acuerdo con la pendiente definida en los planos constructivos y especificaciones del proyecto. La colocación de los tubos se deberá iniciar por el extremo de aguas abajo de la obra, de manera que cada sección quede con su unión de campana o garganta hacia aguas arriba enfrentando el flujo.

En el caso de que se presente instalación de tuberías en relleno (terraplén o pedraplén), la zanja deberá excavarse después de haberse construido el relleno de terraplén o pedraplén, hasta el nivel establecido en los planos constructivos. La mínima longitud del prisma en su parte superior, será igual al diámetro exterior de la alcantarilla más cinco veces esta dimensión a ambos lados de la misma ($D_e + 10 D_e$).

Terminado y compactado el terraplén o pedraplén, hasta la altura antes indicada, se procederá a excavar una zanja con paredes verticales y cuyo ancho deberá cumplir con lo indicado en la Subsección 602.04(a) Ancho mínimo de zanja. La tubería se deberá colocar, por debajo de la corona del terraplén, a una distancia mínima definida según la Tabla 602-03 Profundidad mínima de instalación a la altura de la corona del tubo. Colocada la tubería se procederá a rellenar la zanja.

Como el material de relleno (pedraplén o terraplén) no puede estar en contacto directo con el tubo, el material de relleno a colocar en las zonas de fundación, encamado, acostillado y el relleno inicial deberá cumplir con las características del material granular empleado para las instalaciones en zanja, cuando se instalen tuberías de plástico, o lo especificado en la Tabla 602-07 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén y pedraplén según ASTM C1479, cuando se trate de tuberías de concreto o acero corrugado. Por su parte, el relleno final y el ancho del terraplén o pedraplén comprendido a los lados del "ancho de zanja", podrá estar constituido por material que cumpla con las características indicadas en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén y 704.14 Material para pedraplén, según el caso. El material de terraplén o pedraplén se colocará en capas de aproximadamente 0,40 m a 0,60 m de espesor, horizontalmente, hasta alcanzar la altura proyectada.

Además de las condiciones anteriores, se debe cumplir con los siguientes aspectos:

(1) Colocación de tuberías de plástico

Los tubos de PRFV pueden arder, por lo que no es recomendable utilizarlos en situaciones en donde la tubería se vea expuesta a medios inflamables, razón por la cual durante la instalación se deben tomar las medidas necesarias para evitar que los tubos queden expuestos a chispas de soldadura, sopletes de corte u otras fuentes de calor/fuego/eléctricas que puedan provocar la ignición del material.

(2) Colocación de tuberías de concreto

En cada unión de alcantarillas de concreto nuevas con existentes, ya sean estas últimas de concreto, de metal corrugado o de otro material, incluso de distinto diámetro, se deberá construir un collar de concreto armado de las dimensiones y características señaladas en los diseños constructivos. El concreto a emplear deberá tener una resistencia mínima de 21 MPa y un agregado con tamaño máximo nominal de 8 mm, el que se cuantificará para efectos de pago, según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, y cuando corresponda el acero Grado 420 MPa, deberá cumplir lo establecido por la norma ASTM A615 y ASTM A706.

Cuando se instalen tuberías de concreto de sección elíptica o de sección circular reforzadas elípticamente, se deberán colocar con el eje mayor en posición horizontal, para lo cual ese eje deberá estar marcado en forma claramente visible. El Contratista deberá verificar que sean instaladas de modo que el eje mayor no se desvíe más de 5° de un plano vertical que cruce a través del eje longitudinal de la tubería. Asimismo, los pozos de concreto deberán ser instalados de modo que se minimice el asentamiento diferencial entre tubo y pozo. Cualquier orificio de fábrica que tuviera el tubo para facilitar el montaje, será rellenado con mortero de proporción 1:1, en peso, de cemento hidráulico y arena, una vez terminada su instalación.

(3) Colocación de tuberías de acero corrugado

En cada unión de alcantarillas de acero corrugado nuevas con existentes, ya sean estas últimas de concreto, de metal corrugado o de otro material, incluso de distinto diámetro, se deberá construir un collar de concreto armado de las dimensiones y características señaladas en los planos constructivos. El

concreto a emplear deberá tener una resistencia mínima de 21 MPa y un agregado con tamaño máximo nominal de 8 mm, el que se cuantificará para efectos de pago, en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores y cuando corresponda el acero Grado 420 MPa, deberá cumplir lo establecido por la norma ASTM A615 o ASTM A706.

Al instalar tuberías metálicas confeccionadas con láminas estructurales de acero, colocar la tubería con el traslape de las juntas aguas arriba y los traslapes longitudinales colocados de cualquier forma, pero que no queden en la parte inferior de la tubería. Colocar las tuberías elongadas con el eje de mayor diámetro, con una inclinación de alrededor de 5° con la vertical.

El armado de los ductos con láminas estructurales de acero se iniciará en el punto bajo del tendido, colocando inicialmente el menor número posible de pernos para unirlos. Sólo después de haber montado una sección completa de tubos con apernado parcial, se deberá iniciar la colocación de los pernos restantes, apretando primeramente las tuercas a mano. Siempre se deberá trabajar desde el centro de la costura hacia los bordes. Una vez colocados todos los pernos de una sección, y comprobado que las partes estén bien alineadas y encajadas, se procederá a apretarlos. El soque deberá alcanzar a 400 N*m, con ± 40 N*m de tolerancia.

Antes de iniciar el relleno, deberán peraltarse a modo de contraflecha todos los tubos circulares de 1,00 m o más de diámetro. Los tubos de diámetros menores al señalado, sólo se deberán peraltar cuando así se disponga en los planos constructivos.

El peraltamiento consistirá en incrementar el diámetro vertical en un 5 % de su valor a todo lo largo de la tubería, lo que podrá realizarse en terreno o venir preparado de fábrica. El peraltamiento en terreno podrá efectuarse mediante la colocación de cimbras adecuadas u otro procedimiento aprobado por la Administración.

Las amarras, puntales y otros elementos que se usen para peraltar las tuberías, no deberán removerse sino hasta después de construido el terraplén en toda su altura; en todo caso, deberán ser retirados antes de la construcción de muros de boca u otras estructuras de entrada y salida.

Unir las secciones por medio de una banda de acople. No usar bandas planas, o acoples del tipo de camisa lisa. Limitar el uso de bandas de acoples, con proyecciones de agujeros para fijar a las secciones finales acampanadas.

Si las tuberías de acero corrugado poseen un recubrimiento bituminoso interno, el recubrimiento deberá quedar en la parte inferior de la línea de tubería.

(f) Uniones de tubos

Todas las juntas de unión se colocarán de conformidad con lo que establecen los planos constructivos y las recomendaciones de los proveedores, deberán ser selladas para prevenir posteriores filtraciones de agua o introducción de materiales indeseables. Las juntas o uniones entre tubos se pueden efectuar mediante diversos mecanismos en función del material del tubo, la forma del tubo y las especificaciones del fabricante. Los mecanismos de unión son:

(1) Unión cementada

Utiliza un adherente que puede ser un material bituminoso, mortero o pegamentos especificados por el fabricante.

Cuando se empleen juntas de mortero se deberá limpiar la parte inferior del final que recibe la tubería. Repellar el interior con suficiente mortero, de tal forma que la tubería que entra tenga su apoyo a nivel, con la tubería previamente colocada. Asegurar el ajuste de las secciones de tubería de manera tal que permita el sellado adecuado, Rellenar y sellar las juntas con mortero, por adentro y por afuera en toda su circunferencia. Limpiar el exceso de mortero de la parte interior de la tubería. Curar el mortero de las juntas exteriores, cubriéndolo con polietileno o rociándolo con un compuesto de cura. Rellenar, mientras el mortero está en condición plástica o, si el mortero fragua antes de la colocación de relleno, esperar por lo menos 24 horas antes de rellenar.

(2) Unión espiga-campana

Se coloca las secciones de tubería con un anillo de caucho o empaque de neopreno para asegurar la impermeabilización de la tubería y así evitar infiltraciones o exfiltraciones (fugas). El Contratista debe verificar que los

extremos de los tubos no presenten suciedad o materia extraña que impida a la junta cumplir su labor. Previo al acoplamiento se deberá alinear los tubos para evitar que el empaque tienda a salirse de su lugar, se debe remover, limpiar, relubricar y relocalizar los empaques que se han movido o contaminado.

El acoplamiento de los tubos se realizará de acuerdo con el procedimiento recomendado por el fabricante. No se debe arrastrar el tubo por el relleno de fundación para evitar el despunte de éste y se debe prevenir el deslizamiento de la última sección colocada cada día, anclándola.

(3) Unión por fusión térmica

Se emplea en tuberías de plástico, se calientan los extremos del tubo y se unen.

(4) Unión con accesorios externos

Se unen los tubos por medio de accesorios o adaptadores colocados externamente alrededor de la conexión. Los accesorios pueden ser bridas, collarines de concreto o abrazaderas de acero atornilladas en el caso de tuberías de acero corrugado.

Los materiales de las juntas deberán cumplir, cuando así aplique, para tuberías de plástico, concreto y acero corrugado, con lo indicado en la Subsección 712.01(c)(2) Sellos premoldeados para juntas. En tuberías de concreto y acero corrugado los anillos de empaque y los empaques planos, deberán estar acorde con la Subsección 712.03 Cubrejunta impermeable. Por su parte, cuando se emplee uniones cementadas, el mortero utilizado deberá cumplir con lo indicado en la subsección 712.02 Mortero.

En tuberías de acero corrugado, los pernos, tuercas y arandelas deberán cumplir, en general, con lo indicado en ASTM A307 y ASTM A563; además en caso de utilizar pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia se deberá seguir lo indicado en ASTM F3125. Las bandas de acople como collarines, abrazaderas o bridas deben cumplir con ASTM A36.

En líneas de tuberías de plástico las uniones entre tubos deben cumplir los requisitos establecidos en ASTM D3212 y ASTM F913, en caso específico de

tuberías de PRFV las uniones deben estar acorde con lo establecido en la norma ASTM D4161. En líneas de tuberías de concreto las juntas flexibles deben cumplir con lo indicado por ASTM C443, ASTM C1677, ASTM C990 y ASTM C923, si se emplea sellos de banda externos deben ser acorde con ASTM C877. Los sistemas de unión de tubos de acero corrugado se adaptarán a lo establecido en ASTM A760 y ASTM A761.

(g) Construcción de alcantarilla tipo sifón

Este tipo de alcantarillas busca evadir obstáculos topográficos y otras estructuras que conducen un cauce o agua superficiales. Las excavaciones y la instalación de tuberías para sifones se regirán en lo pertinente, según lo establecido en las Subsecciones 602.03 General y 602.04 (e) Colocación de tubos, y lo que se especifica a continuación.

Los sifones se deberán construir, en lo posible, con tubos de sección circular de diámetro mínimo 800 mm, para facilitar las labores de limpieza. El diámetro será señalado en los diseños constructivos.

Las tuberías se revestirán en toda su longitud con un dado de concreto de 25 MPa de resistencia mínima. El ancho del dado será igual al diámetro exterior de los tubos más 0,15 m a cada lado o lo que establezcan los planos constructivos; su altura será igual al ancho.

A no ser que en los planos constructivos se indique de otra manera, en la parte superior e inferior del dado se colocará una malla de acero con barras de 8 mm de diámetro, separadas cada 20 cm. El Contratista deberá demostrar que este refuerzo satisface lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica, en su versión vigente. El colado del dado se efectuará contra el terreno natural de la excavación, incluso su base, previa colocación de un polietileno de 0,10 mm de espesor.

El ancho de la excavación sobre la superficie del dado de concreto se regirá por lo establecido en la Subsección 602.04(a) Ancho mínimo de zanja. El resto de la excavación se ajustará al ancho del dado de concreto; cualquier sobreexcavación debida a procesos constructivos deberá rellenarse con concreto conjuntamente con el dado proyectado, por cuenta del Contratista. En estas instalaciones no será necesario construir la cama de apoyo de material granular descrita en la Subsección 602.04 (d) Encamado.

El concreto y su curado se regirán por lo establecido en la Sección 701 Cemento hidráulico y 703 Agregados. La malla de acero deberá tener una resistencia mínima de 630 MPa y con una fluencia máxima y mínima de 580 MPa y 420 MPa, respectivamente, (Grado 420 MPa), se ajustará a lo estipulado en la Sección 709 Acero de refuerzo y cables.

(h) Acostillado

El acostillado es la capa que se entiende con un espesor que va desde la superficie del encamado (superficie de apoyo inferior de la tubería) hasta un nivel del 50 % o 60 % del diámetro externo de la tubería dependiendo del tipo de material de la misma.

Se debe empujar y compactar el material que se ubica entre el encamado y la parte inferior del tubo antes de colocar el resto del material de relleno.

(1) Acostillado para tuberías de plástico

Dependiendo del tipo de suelo, los materiales de relleno, la profundidad de la tubería, la rigidez del tubo y las cargas que deba soportar la tubería se presentan dos tipos de instalaciones, los cuales se detallan a continuación:

i) Tipo I

En este tipo de instalación no se hace diferencia entre el acostillado y relleno inicial, se utiliza un mismo material para confinar toda la tubería, ya que debe soportar cargas vivas pesadas.

ii) Tipo II

En este tipo de instalación el acostillado se extiende desde el encamado hasta 60 % del diámetro para la tubería de PRFV y hasta el 50 % del diámetro para las tuberías de PEAD y PVC. Esta configuración se utiliza para sitios donde: el tránsito va a ser liviano, la tubería no va a estar sometida a presiones nominales altas ($PN < 1$ MPa) y a presiones negativas limitadas (vacío).

Para el acostillado se recomienda el uso de material Clase I, II y III descrito en la Tabla 602-05 Clases de material de relleno para tuberías de plástico, el cual debe colocarse en capas de 0,10 m a 0,15 m. Además, cada capa se

compactará al volteo para la Clase I y se compactará un 85 % y 90 % Proctor estándar (ASTM D698) para la Clase II y III, respectivamente.

(2) Acostillado para tuberías de concreto

Tanto para tuberías de concreto con y sin refuerzo convencionales como para vigas cajón de concreto reforzado, el acostillado del tubo se compactará en capas de 0,20 m de espesor a ambos lados por medio de equipos baja intensidad como planchas vibratorias o bailarinas. Se podrá emplear material de relleno que cumpla con las características indicadas en la Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado y las Tablas 602-07 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén y pedraplén según ASTM C1479 o 602-08 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en zanja según ASTM C1479. El tipo de instalación a utilizar estará acorde con lo indicado en los planos constructivos o lo que establezca la Administración.

Cuando el suelo del sitio cumpla con las especificaciones del proyecto y pueda ser utilizado para conformar el encamado de la tubería, para las instalaciones tipo C y D; el tamaño de agregado no debe ser mayor a 75 mm o a la mitad del espesor del encamado, lo que sea menor. El uso de agregados de tamaños mayores a 25 mm, debe ser limitado al 20 % por peso, del total del material del encamado.

Cuando haya que instalar alcantarillas conformadas por vigas cajón y las condiciones de la obra no permitan excavar el ancho necesario a ambos lados del elemento, se recomienda sustituir el relleno lateral por concreto fluido con una resistencia a la compresión de 15 MPa y un espesor mínimo de 0,10 m, a ambos lados.

(3) Acostillado para tuberías de acero corrugado

El acostillado constará de material granular con un tamaño de partícula menor a 75 mm y que pertenezca a las Categorías I o II de la Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado. Se podrá utilizar suelos nativos excavados que no contengan

arcilla altamente plástica, material orgánico, material corrosivo, piedras grandes o escombros y se adapten a lo estipulado para suelos de Categorías I o II.

El suelo será compactado a un mínimo de 90 % de Proctor modificado (ASTM D1557) para suelos Categoría I y a 90% - 95 % de Proctor modificado (ASTM D1557) para suelos Categoría II, en capas horizontales de 0,15 m de espesor. Al compactar el material a los lados del tubo se deberá hacer de forma alterna a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos. Se deberá emplear equipos de compactación manual liviano o equipo de compactación de empuje.

(i) Relleno estructural

El relleno estructural se divide en dos partes: relleno inicial y relleno final. El relleno inicial es el comprendido desde el 50 % o el 60 % del diámetro del tubo dependiendo del material de la tubería hasta 0,15 m o 0,30 m por encima de la corona del tubo. El relleno final es aquel que se extiende desde el relleno inicial hasta el nivel de rasante, tendrá un espesor mínimo de 0,30 m. Su composición depende del uso que se le vaya a dar a la superficie, además, el tipo de material de relleno estará en función del material de la tubería.

(1) Relleno inicial

a) Relleno inicial para tuberías de plástico

Dependiendo del tipo de suelo, los materiales de relleno, la profundidad de la tubería, la rigidez del tubo y las cargas que deba soportar la tubería se presentan dos tipos de instalación, los cuales se detallan a continuación:

i. Tipo I

En este tipo de instalación no se hace diferencia entre el acostillado y relleno inicial, se utiliza un mismo material para confinar toda la tubería, ya que debe soportar cargas vivas pesadas. Se extiende desde el encamado hasta 0,15 m o 0,30 m por encima de la corona del tubo.

ii. Tipo II

En este tipo de instalación el acostillado se extiende desde el 60 % del diámetro del tubo para la tubería de PRFV y desde el 50 % del diámetro del tubo para las tuberías de PEAD y PVC hasta 0,15 m o 0,30 m sobre la corona del tubo. Esta configuración se utiliza para sitios donde el tránsito va a ser liviano, la tubería no va a estar sometida a presiones nominales altas ($PN < 1 \text{ MPa}$) y a presiones negativas limitadas (vacío).

El material utilizado en el relleno inicial puede ser material de excavación siempre y cuando reúna las características necesarias para ser aceptable, que, de no ser así, para el caso de las tuberías de PVC y el PEAD se debe utilizar el material Clase I, II o III, mientras que para las tuberías de PRFV se debe utilizar material Clase I y II, tal y como se describe en la Tabla 602-05 Clases de material de relleno para tuberías de plástico. Este relleno debe compactarse en capas de 0,10 m a 0,15 m utilizando equipo manual para evitar daños en la tubería hasta alcanzar un 90 % de la densidad máxima registrada en el ensayo Proctor modificado según la norma ASTM D1557.

b) Relleno inicial para tuberías de concreto

El relleno inicial podrá estar constituido por material de banco, siempre que reúna las características de los materiales Categoría I, II o III, según la Tabla 602-07 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en terraplén ó 602-08 Categorías de instalación estándar y requerimientos mínimos de compactación para tuberías de concreto colocadas en zanja, que será compactado con equipos de bajo impacto. No se requiere brindar al material un grado de compactación específico, a menos de que deba proveerse resistencia para soportar la estructura de pavimento, en cuyo caso la compactación se hará según lo especificado en los planos constructivos. La colocación del material se hará en capas de 0,20 m hasta alcanzar el nivel especificado en planos.

c) Relleno inicial para tuberías de acero corrugado

El relleno inicial se extiende verticalmente desde la mitad del tubo hasta 0,30 m o $1/8 D_e$, el que sea mayor, por encima de la corona. Constará de material granular con un tamaño de partícula menor a 75 mm y que cumpla pertenezca a las Categorías I o II de la Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado. También se podrán usar suelos Categoría III, pero con un control estricto del grado de compactación. Se podrán utilizar suelos nativos excavados que no contengan arcilla altamente plástica, material orgánico, material corrosivo, piedras grandes o escombros y se adapten a lo estipulado para suelos de Categorías I o II.

El suelo será compactado a un mínimo de 90 % de Proctor modificado (ASTM D1557) para suelos Categoría I, entre 90 % y 95 % de Proctor modificado (ASTM D1557) para suelos Categoría II y III, ambos casos en capas horizontales de 0,15 m a 0,20 m de espesor. Al compactar el material a los lados del tubo se deberá hacer de forma alterna a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos.

El equipo de construcción no debe usarse sobre o junto a la tubería sin que haya suficiente tierra compactada entre ésta y el tubo para evitar distorsiones, daños o sobrecargas.

De acuerdo con las recomendaciones del Contratista y con previa autorización de la Administración, puede optarse por utilizar como relleno inicial y final materiales que se colocan sin compactación, como el lodo cemento, material controlado de baja resistencia (CLSM, por sus siglas en inglés) y varias mezclas de espuma, las cuales proporcionan un excelente relleno estructural siempre que estén diseñadas para producir la resistencia a la compresión requerida.

(2) Relleno final

a) Relleno final para tuberías de plástico

Relleno final para tuberías de plástico. Se recomienda el uso de material Clase I, II y III descrito en la Tabla 602-05 Clases de material de relleno para tuberías de plástico, no obstante, puede ser utilizado el mismo material excavado, siempre que reúna las características de los materiales recomendados.

Además, cada capa se compactará al volteo para la Clase I y se compactará un 85 % y un 90 % Proctor estándar (ASTM D698) para la Clase II y III, respectivamente. Se emplearán capas de 0,15 m a 0,20 m de espesor.

b) Relleno final para tuberías de concreto

Se recomienda el uso materiales Categoría I, II o III, o material excavado siempre que reúna las características de los materiales recomendados en la Tabla 602-06 Categorías de material de relleno para tuberías de concreto y acero corrugado. El relleno final será compactado con equipos de bajo impacto. No se requiere brindar al material un grado de compactación específico, a menos de que deba proveerse resistencia para soportar la estructura de pavimento, en cuyo caso la compactación se hará según lo especificado en los planos constructivos. La colocación del material se hará en capas de 0,20 m hasta alcanzar el nivel especificado en planos.

c) Relleno final para tuberías de acero corrugado

Consistirá en materiales nativos Categoría I, II o III colocados y compactados según las especificaciones y los planos constructivos. Las rocas o cantos rodados grandes no deben colocarse en un espesor de 1,20 m que se extienda sobre la corona del tubo y no se permitirá la presencia de rocas grandes en el relleno final si por encima de la tubería habrá una estructura superficial, como la estructura de pavimento. Los materiales serán colocados a volteo en capas de 0,20 m a 0,30 m de espesor, hasta alcanzar el nivel especificado en planos, a menos de que se requiera brindar un grado específico de compactación para soportar la

estructura de pavimento. Cada capa se compactará a 90 % de Proctor modificado (ASTM D1557).

Cuando la instalación de la alcantarilla se realice en relleno vial, ya sea de pedraplén o terraplén, el relleno final y el ancho del pedraplén comprendido a los lados del "ancho de zanja", estará constituido por material que cumpla con las características indicadas en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén y 704.14 Material para pedraplén, según el caso.

602.05 Estructuras complementarias

Las estructuras complementarias: muros de cabezal y aletones, así como las estructuras de entrada y salida, se construirán de acuerdo los diseños constructivos y según lo que establecen, entre otros, las secciones 209 Excavación y relleno para otras estructuras, 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, 552 Concreto estructural, 569 Encofrados y andamiaje, según sea.

Si el sistema requiere de otras estructuras como pozos de registro, tomas y tragantes, éstas deberán atender lo indicado en las secciones 604 Pozos de registro, tomas y tragantes

602.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La Administración deberá verificar el buen desempeño del sistema de alcantarillado, así como la capacidad y eficiencia hidráulica requerida, según la metodología que establezca para ello.

- Para la aceptación de los materiales y los procesos constructivos, en lo que razone pertinente la Administración, de acuerdo con los mecanismos que establece el Contrato para el control de la calidad y ejecución de las obras, de conformidad con la intervención técnica seleccionada, se deberá considerar lo indicado al respecto en las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación, 107.04 Conformidad determinada y ensayada, 107.07 Inspección en sitio.
- El Contratista deberá informar previa y oportunamente a la Administración, sobre la procedencia de los tubos que pretende utilizar en la obra, debiendo proporcionarle, además, los antecedentes y certificados que acrediten que el fabricante se ajusta a los requisitos de fabricación, resistencias y tolerancias establecidos en Sección 706 Tubería de concreto o plástico o 707 Tubería metálica. No obstante, la Administración podrá ordenar la ejecución de ensayos para verificar la calidad de los tubos, los que se efectuarán a cargo y costo del Contratista.
- El muestreo y los ensayos que ordene la Administración se realizarán de acuerdo con las Subsección 153 Control de calidad del proyecto y al plan de muestreo aleatorio, aprobado por la Administración, que define el tamaño de la muestra para que ésta sea estadísticamente representativa.
- Los materiales de relleno utilizados para las capas de la zanja serán evaluados de conformidad con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. Donde la densidad in situ se determinará mediante métodos de prueba, ya sea ASTM D1556 Método de prueba estándar para la densidad y peso volumétrico del suelo en sitio mediante el cono de arena , ASTM D2167 Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en su lugar mediante el método del globo de goma o ASTM D6938 Métodos de prueba estándar para la densidad in situ y el contenido de agua del suelo y del suelo agregado por métodos nucleares (profundidad poco profundo), según establezca el Contrato o la Administración.
- La excavación y el relleno serán evaluados, aceptados y pagados, de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras y Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.
- El concreto hidráulico será evaluado, aceptado y o pagado de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores y Sección 552 Concreto estructural.

- La limpieza del terreno será evaluada de acuerdo con las Secciones 201 Limpieza y desmonte y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.
- Para tuberías confeccionadas con tubos de concreto con o sin refuerzo de acero, cuando la Administración lo considere pertinente, se efectuará el ensayo de los tres apoyos según la norma ASTM C497, para aceptar o rechazar la utilización de los tubos.
- En el caso de los sistemas de tuberías de PVC, PEAD, PRFV y acero corrugado se debe corroborar que la deflexión de las líneas de tubería no supere los porcentajes máximos del diámetro nominal del tubo (D_n) que se detallan en la Tabla 602-09 Deflexión máxima de la tubería. En condiciones normales, la deflexión diametral se evidenciará en los primeros 30 días después de instalada la tubería, entre el segundo y tercer día se observan aproximadamente el 90 % de las deflexiones diametrales.

Tabla 602-09

Deflexión máxima de la tubería

Tubería	Deflexión inicial	Deflexión final
PVC y PEAD	-	5 %
PRFV	3 %	5 %
Acero corrugado	-	2 % - 5 %

- Se debe corroborar que las juntas o uniones entre tubos se hayan efectuado de manera correcta, de modo que no se presenten fugas o ingreso de material no deseado a la tubería. Para verificar el cumplimiento de lo anterior, en sistemas de tuberías constituidos por PVC, PRFD y PEAD se recomienda llevar a cabo la prueba de aire a baja presión especificada según la norma ASTM F1417.
- En líneas de tubería de concreto donde se desee probar el empaque y la hermeticidad de la junta, se efectuará la prueba de cortante en la junta de acuerdo con la norma ASTM C443, la prueba neumática de uniones de acuerdo con ASTM C1103, la prueba hidrostática según la norma ASTM C497, la prueba de presión negativa de aire para líneas de alcantarillado de concreto según ASTM C1214 o para pozos de inspección según ASTM C1244; las pruebas se llevarán a cabo de acuerdo con lo que especifique la Administración.
- Cualquier daño causado a las tuberías por el incumplimiento de lo especificado, deberá ser reparado por cuenta y cargo del Contratista, incluso el reemplazo de tuberías si fuera necesario.

602.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 602 Sistemas de alcantarillado, para efectos de aceptación o pago de los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

La unidad de medida será, según las siguientes actividades involucradas, previa aceptación y aprobación por parte de la Administración, de la siguiente forma:

- Para el concreto hidráulico y concreto pobre la medición será en metros cúbicos (m^3).
- Para las lechadas y sellos la medición será en litros (L).
- Para las tuberías de alcantarillas de plástico, concreto y acero corrugado la medición será en metros (m). La medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por la Administración.
- Los accesorios de alcantarillas de concreto (codos, anillos, pozos de inspección, entre otros) se medirán por unidad (u).
- La medición de la colocación de alcantarillas de plástico, concreto y acero corrugado será en metros lineales (m). La medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por la Administración.
- Muros y aletones de cabezales y estructuras de entrada y salida de alcantarillas: Se medirán de acuerdo con la División 600 Construcciones conexas, según corresponda.
- El material de relleno y construcción de terraplenes y pedraplenes se medirá en metros cúbicos (m^3), medido en su posición final, colocado y compactado.
- La eliminación de caminos o calles existentes será en metros cuadrados (m^2) o en metros cúbicos (m^3).
- Excavación: se cuantificará la excavación de zanjas para efectos de medición de acuerdo con la Sección 204 Excavación y terraplenado y para excavación en relleno vial (terraplén o pedraplén) en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- Los pozos de registro, tomas y tragantes: se medirán, aceptarán y pagarán de acuerdo con las Sección 604 Pozos de registro, tomas y tragantes.

Medir las secciones finales, codos y las conexiones en cada ramificación. Si no hay pago para codos, o para las ramificaciones, medirlas como longitud de tubería, a lo largo de la parte inferior.

602.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

No se reconocerá pago adicional por concepto de corrección de defectos imputables al Contratista, obra rechazada y corregida. Además, no se pagarán los trabajos en tanto no se cumpla con las normas de seguridad ocupacional especificadas en esta Sección u otras solicitadas en los planos constructivos.

La excavación de zanjas se pagará de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, mientras la excavación de terraplén y pedraplén se pagará según la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Los renglones de pago indicados como "tubería de alcantarillado" contemplan el pago por el suministro y colocación de los tubos y sus accesorios correspondientes. Así como, el sellado interior y exterior de las juntas de unión, el cordón de mortero alrededor del perímetro exterior de las juntas o juntas de goma si es el caso, y demás actividades y trabajos que sean necesarias para cumplir con lo especificado.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.602.01	Relleno de concreto pobre	Metro cúbico	(m ³)
CR.602.02	Lechadas y sellos	Litro	(L)
CR.602.03	Tubería de alcantarillado de PEAD corrugado _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.04	Tubería de alcantarillado de PEAD reforzado con acero _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.05	Tubería de alcantarillado de PVC perfilado _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.06	Tubería de alcantarillado de PVC doble pared _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.07	Tubería de alcantarillado de PRFV _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.08	Tubería de alcantarillado de concreto sin refuerzo clase _____ de _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.09	Tubería de alcantarillado de concreto con refuerzo clase _____ de _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.10	Tubería de alcantarillado arco de concreto, con una luz de _____ mm y _____ mm de peralte	Metro lineal	(m)
CR.602.11	Tubería de alcantarillado arco o elíptica de concreto de _____ mm de diámetro equivalente	Metro lineal	(m)
CR.602.12	Tubería de alcantarillado de concreto reforzado para cargas tipo D, _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.602.13	Viga cajón de concreto prefabricado _____ mm de luz, _____ mm de peralte	Metro lineal	(m)
CR.602.14	Tubería de alcantarillado de tubo circular de acero corrugado _____ mm, recubierta con _____	Metro lineal	(m)
CR.602.15	Tubería de alcantarillado de tubos de sección elíptica de acero corrugado, recubierta con _____	Metro lineal	(m)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.602.16	Tubería de alcantarillado de tubo de sección abovedada de acero corrugado ___ de luz, ___ de peralte, espesor ___ mm, recubierta con _____	Metro lineal	(m)
CR.602.17	Tubería de alcantarillado de tubo de sección abovedada de concreto hidráulico reforzado ___ de luz, ___ de peralte, espesor ___ mm, recubierta con _____	Metro lineal	(m)
CR.602.18	Accesorios de alcantarilla	Unidad	(u)
CR.602.19	Ramales de conexión descripción _____	Unidad	(u)
CR.602.20	Colocación de alcantarillas de concreto	Metro lineal	(m)
CR.602.21	Colocación de alcantarillas de plástico	Metro lineal	(m)
CR.602.22	Colocación de alcantarillas de acero corrugado	Metro lineal	(m)
CR.602.23	Aletones de cabezales en concreto hidráulico	Metro cúbico	(m ³)
CR.602.24	Muros de cabezales en concreto hidráulico	Metro cúbico	(m ³)
CR.602.25	Estructuras de entrada y salida de alcantarillas en concreto hidráulico	Metro cúbico	(m ³)
CR.602.26	Agregado para material de relleno (se debe especificar granulometría)	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 603 CHAPAS O LÁMINAS ESTRUCTURALES

603.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de tuberías de láminas estructurales, arcos, tuberías arqueadas, cajas y viaductos inferiores.

603.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Lámina de acero estructural	707.05
Lámina estructural de aleación de aluminio	707.06
Lámina estructural recubierta con capa bituminosa	707.07

Requerimientos para la construcción

603.03 General

Realizar los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

603.04 Montaje

Suministrar las láminas estructurales de acero, aleaciones de aluminio, acero con recubrimiento asfáltico o aleaciones de aluminio con revestimiento asfáltico.

Suministrar una copia de las instrucciones de armado del fabricante, antes de iniciar el armado. Las instrucciones deben mostrar la posición de cada lámina y el orden de armado.

Montar las láminas estructurales de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Tener cuidado con el uso de punzones y barras de palanca, para evitar daños en las láminas estructurales y su recubrimiento. Las láminas deben ajustar apropiadamente.

Donde estén en contacto aleaciones de aluminio con otros tipos de metales, revestir las superficies de contacto, conforme con la Subsección 602.05 Estructuras complementarias.

Apretar los tornillos de acero, en las láminas de acero, con un momento torsional de 135 N•m como mínimo, y un máximo de 400 N•m.

Apretar los tornillos de acero y los tornillos de aluminio, en láminas de aluminio de 2,5 mm de espesor, con un momento torsional de 120 N•m como mínimo, y un máximo de 155 N•m.

Apretar los tornillos de acero y aluminio, en láminas de aluminio de 3 mm de espesor y más, con un momento torsional mínimo de 155 N•m, y un máximo de 180 N•m.

Para estructuras de luces grandes:

- (a) Apretar las costuras longitudinales cuando las láminas están colocadas, a menos que las láminas estén sostenidas en su lugar por medio de cables, puntales o el relleno.

Alinear adecuadamente las láminas en forma circular para prevenir distorsión permanente al diseño propuesto. Antes de rellenar, no exceder en más del 2 % de variación, de la forma del diseño.

- (b) No distorsionar la forma de la estructura por motivo de operación de equipo, sobre o cerca de la estructura.
- (c) Proveer un control topográfico adecuado de la estructura para verificar los movimientos de la estructura.
- (d) Revisar y controlar los movimientos por deflexión de la estructura durante toda la operación de relleno. No exceder los límites recomendados por el fabricante
- (e) Contar con un representante del fabricante para verificar el montaje y el relleno de la estructura.

603.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. La instalación de las láminas estructurales, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

603.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 603 Chapas o láminas estructurales, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe considerar lo siguiente:

- La medición de las láminas estructurales, tuberías, tuberías arqueadas, cajas y viaductos inferiores, será por metro lineal (m) a lo largo de la línea inferior.
- Medir las láminas estructurales de arcos por metro lineal (m), a lo largo del promedio de las líneas de arranque.

603.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.603.01	Láminas estructurales de tubería de ___ diámetro mm o pulgadas y ___ espesor ___ mm	Metro lineal	(m)
CR.603.02	Láminas estructurales de tubería de arco de ___ luz, ___ peralte, espesor mm	Metro lineal	(m)
CR.603.03	Láminas estructurales de paso inferior de ___ luz, ___peralte, espesor mm	Metro lineal	(m)
CR.603.04	Láminas estructurales de tubería de arco de ___ luz, ___ peralte, espesor mm	Metro lineal	(m)
CR.603.05	Láminas estructurales de cajas de ___ luz, ___ peralte, espesor mm	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 604 POZOS DE REGISTRO, TOMAS Y TRAGANTES

604.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción, o ajuste, de pozos de registro, tomas, tragantes, cajas de distribución, y cámaras disipadoras de energía (quiebra gradiente.)

604.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Acero de refuerzo	709.01
Sellantes, sellos y rellenos	712.01
Mortero	712.02
Cubrejunta impermeable	712.03
Ladrillos de concreto	725.08
Bloques de mampostería de concreto	725.09
Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras	725.12
Unidades de metal corrugado	725.13
Lechada para aplicaciones misceláneas	725.22 (a.2)
Secciones prefabricadas de concreto armado	725.31 (a)

604.03 General

Realizar los trabajos de excavación y relleno, de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Requerimientos para la construcción

604.04 Construcción de concreto

Construir los pozos de registro, tomas y tragantes de concreto, de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Las unidades de concreto se pueden colar en sitio, o pueden ser prefabricadas. Dar acabado a la superficie de acuerdo con las Subsecciones 552.17 Acabado de superficies encofradas, inciso (a) o (b), según sea aplicable.

Cuando una tubería entra a través de una pared existente de concreto, cortar el concreto y el acero de refuerzo, de tal manera que no se afloje el refuerzo de la pared; cortar el acero de refuerzo a tope, con la cara de la abertura de la pared.

La línea de flujo en las cajas de registro, cabezales y cámaras colectoras debe recibir un buen acabado y quedar de acuerdo con la línea de flujo de agua de la tubería.

Se deben armar las secciones de las cajas de registro de concreto prefabricado y colocar empaques impermeables flexibles o juntas rellenas de masilla, en el extremo movable y las ranuras de las juntas. Si se usan empaques, manipular las unidades prefabricadas con cuidado, después que los empaques se han colocado, para evitar dañar o contaminar las juntas. Obtener un alineamiento adecuado antes de forzar las juntas a quedar en su lugar. Mantener soportes parciales, durante la colocación del extremo movable o espiga, para minimizar las presiones laterales desiguales en los empaques y para mantener el alineamiento, hasta que se haya quedado el empaque en posición. Si se usa masilla, aplicar relleno de masilla en las juntas, de acuerdo con la recomendación del fabricante. Colocar los marcos metálicos soportados en su totalidad en una junta de mortero.

Impermeabilizar todas las juntas y aberturas por medio de lechada o uso de sellos premoldeados. Dar acabado a las juntas de mortero, redondeando las partes exteriores y alisando las partes internas en toda su circunferencia.

Las escaleras de peldaños deben ser de 300 mm entre centros y alineadas verticalmente. Fijar los peldaños en las paredes del concreto prefabricado mediante lechada.

604.05 Construcción con bloques de mampostería

Construir las fundaciones de concreto de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Construir las paredes de bloques de mampostería a plomo. Construir las juntas verticales alternadas (pata de gallo), y colocar los bloques con las celdas, en posición vertical.

Humedecer los bloques para reducir la razón de absorción. Rellenar de mortero todas las juntas, tanto las cabezas de la línea de apoyo como las verticales.

Pegar los bloques con mortero en todas las caras. Construir todas las juntas alineadas, a nivel, a plomo, a ras y con un espesor de entre los 6 - 13 mm. Rellenar la estructura, después

que la mampostería de bloque ha curado, de acuerdo con la Subsección 552.16 Curado del concreto hidráulico, durante 7 días.

En lo referente a mampostería, debe respetarse lo que establece el Código Sísmico de Costa Rica en su versión vigente.

604.06 Construcción en metal

Construir la toma del mismo material que las tuberías metálicas adyacentes.

604.07 Ajustes de pendiente de estructuras existentes

Ajustar los marcos metálicos y las parrillas a la gradiente, antes de colocar la capa de rodadura.

Remover y limpiar los marcos, tapas y parrillas. Desbastar las paredes hasta material sólido. Reconstruir las paredes con el mismo material existente y recolocar los marcos limpios a la elevación requerida.

Cuando el marco de apoyo de la tapa, así como las paredes existentes, están en buena condición, un dispositivo aprobado puede ser usado para ajustar la tapa de la caja de registro a la elevación requerida sin reconstruir las paredes o recolocar el marco.

Cuando las cámaras colectoras y los cabezales se ajustan a las pendientes y se requiere apoyo en el concreto existente, separar las fundiciones del concreto adyacente, con una junta de expansión premoldeada no menor de 12 mm de espesor.

Limpiar cada estructura de todo el limo, suciedad o materiales extraños acumulados.

Cuando una estructura existente es abandonada, sellar todas las tuberías que entran en la estructura con un tapón bien ajustado de concreto con un espesor no menor de 150 mm, o un tapón de mampostería sellado no menor de 200 mm de espesor. Triturar la base de la estructura de concreto para prevenir la entrada y retención de agua. Demoler la parte superior de la estructura a una elevación de por lo menos 1 m por debajo del nivel existente del terreno y rellenar de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

604.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El suministro de unidades de concreto prefabricado (incluyendo cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras, cajas de interconexión, cajas quiebra gradiente), será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- El concreto para unidades coladas en sitio será evaluado de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- La instalación y el ajuste de unidades de concreto (incluyendo cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras, cajas de interconexión y cajas quiebra gradiente), serán evaluadas de acuerdo con la Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

604.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 604 Pozos de registro, tomas y tragantes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir las cajas de registro por metro lineal (m), desde la elevación final hasta la superficie de línea de flujo de la caja de registro, o por unidad (u).

- Medir los cabezales, cámaras colectoras, cajas de registro y ajustes de cabezales, tapas de cajas de registro, cajas de interconexión y cajas quiebra gradiente, por unidad (u).
- Medir los marcos metálicos y parrillas y la remoción y reinstalación de marcos metálicos y parrillas por unidad (u), a menos que se haya incluido en la construcción, como parte del cabezal, caja de registro, o cámara colectoras. El marco y la parrilla o la tapa usada, constituyen una unidad.

604.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.604.01	Cajas de registro ___descripción	Unidad	(u)
CR.604.02	Cajas de registro ___descripción	Metro lineal	(m)
CR.604.03	Cabezales ___descripción	Unidad	(u)
CR.604.04	Cámaras colectoras ___descripción	Unidad	(u)
CR.604.05	Ajuste a cajas de registro	Unidad	(u)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.604.06	Ajuste a cabezales	Unidad	(u)
CR.604.07	Tapas de cabezales y cajas de registro	Unidad	(u)
CR.604.08	Cajas de interconexión	Unidad	(u)
CR.604.09	Marcos metálicos y parrillas	Unidad	(u)
CR.604.10	Cajas quiebra gradiente	Unidad	(u)
CR.604.11	Remover y reinstalar marcos metálicos y parrillas	Unidad	(u)

SECCIÓN 605 SUBDRENAJES PARA PAVIMENTOS DE CARRETERA

605.01 Descripción

Este trabajo consiste en excavar la zanja, proveer e instalar subdrenajes (longitudinales y transversales) y camas drenantes para pavimentos de carreteras, incluyendo el sistema colector de aguas pluviales.

Estos elementos están destinados para controlar dos cosas: la infiltración y el agua subterránea. En el primer caso, se diseñan y construyen para interceptar y trasladar a un punto de descarga determinado, el agua que ingresa en la superficie de rodamiento ya sea por la precipitación o por flujo superficial; en el segundo caso, el propósito es abatir el nivel freático y reducir el movimiento del agua en la subrasante y las capas del pavimento. Lo anterior, con el fin de asegurar la capacidad soportante de la subrasante y de cada capa de la estructura de pavimento.

605.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado para relleno granular	703.03
Arena	703.15
Material de relleno	704.03

Relleno estructural	704.04
Tuberías de concreto sin refuerzo	706.01
Tuberías perforadas y ranuradas de concreto	706.03
Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) reforzada con acero	706.09 (d)
Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico	707.02
Tubería corrugada de aleación de aluminio	707.03
Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa	707.04
Geotextiles	714.01
Geocompuestos	714.06

Requerimientos para la construcción

En general, se debe considerar usar el mismo material granular drenante y de relleno en todas las secciones de los subdrenajes continuos, extensiones, codos, ramales y otras secciones especiales. Las características del agregado y de los materiales, las dimensiones y la localización de los subdrenajes serán los que se muestren en los planos constructivos del proyecto.

En términos generales, un subdrenaje puede consistir en una zanja rellena solamente con material drenante o con material drenante más una tubería colectora perforada o ranurada que puede ser plástica o de concreto; además de lo anterior, también puede contemplar el uso de un geotextil o un geocompuesto para recubrir el agregado, si así lo establecen los diseños.

No se debe permitir que el suelo u otros materiales extraños entren en el sistema de subdrenaje.

Los materiales, producto de las excavaciones y otros desechos, deberán ser transportados a sitios de escombreras autorizadas y disponerse en conformidad con lo señalado en la Sección 111 Disposiciones ambientales generales. La Administración valorará la posibilidad de usar el material de excavación que cumpla con especificaciones técnicas, en otras obras del proyecto.

Los tramos de trabajo, deberán quedar terminados al final de la jornada, a no ser que la Administración lo autorice de otra manera. Mientras que el subdrenaje terminado no sea cubierto con la capa superior de relleno hasta el nivel que indiquen los planos constructivos del proyecto, la superficie superior del subdrenaje deberá ser protegida con polietileno u otro material impermeable que impida la infiltración de aguas superficiales que escurran sobre la plataforma del camino.

Se deberá tener especial cuidado durante la fase constructiva y garantizar las medidas necesarias para no permitir el tránsito de maquinaria pesada sobre la obra de subdrenaje y obras de descargas hasta tanto no se cuente con un recubrimiento o relleno de protección de material granular, el cual deberá tener un espesor mínimo de 30 cm con respecto al nivel superior de la obra de subdrenaje (generalmente donde se traslapa el cierre del geotextil colocado), esto con el fin de proteger la integridad del material drenante y del geotextil. Este espesor podrá variar, según el tipo de tubería a utilizar y de acuerdo con la recomendación del fabricante o del diseñador.

605.03 Elementos mínimos requeridos

En relación con los elementos requeridos para los subdrenajes, se debe considerar lo siguiente:

(a) Tubería para subdrenaje

(1) Tubería de plástico o similar.

Las tuberías plásticas o similares se ajustarán a las características, diámetros y mínima superficie de filtración, establecidos en los diseños constructivos.

Estos tubos se utilizarán en la construcción de subdrenajes longitudinales y transversales, según sea lo indicado por los planos constructivos del proyecto. Los tubos también podrán ser instalados a lo largo de subdrenajes longitudinales para abatir el nivel freático y evacuar aguas subterráneas de escurrimiento constante y de abundante caudal.

Estos tubos, pero sin agujeros o ranuras también se podrán instalar en los últimos 3 m de cada subdrenaje, para acelerar la descarga de las aguas captadas a un punto adecuado que no permita la erosión o socavación de la plataforma del

camino o de sitios aledaños, pueden conectarse a una estructura de salida, según indiquen los planos constructivos.

Estos mismos tubos, pero sin ranuras, se utilizarán para evacuar las aguas del drenaje longitudinal hasta el punto de descarga adecuado para ello.

Estas tuberías perforadas y no perforadas, deben cumplir con la normativa especificada para 706.09 (d) Tubería plástica o la que corresponda en caso de utilizar una tubería similar.

(2) Otros tipos de tuberías.

Alternativamente, con previa autorización de la Administración, se podrán emplear otro tipo de tuberías de características similares a las indicadas anteriormente siempre que se cumpla con la mínima superficie de filtración y capacidad de evacuación.

Estas tuberías deberán cumplir, según sea, con la normativa especificada para 707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico, 707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio y 707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa.

En caso de que se requieran tuberías perforadas de otros tipos, la superficie de perforación mínima será la que se establezca en los diseños y planos constructivos del proyecto.

(3) Tubería de descarga lateral.

Son tubos sin perforaciones que tienen como objetivo recibir el agua que fluye por el subdrenaje y encauzarla hacia el exterior en sentido perpendicular, con cierto ángulo respecto del eje longitudinal de la vía, en espina de pescado o bien, de acuerdo con lo indicado en los planos constructivos. Se instalarán de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

Esta tubería debe cumplir, según sea, con las normativas indicadas en los incisos (1), (2) y (3) del acápite anterior (a) Tuberías para subdrenaje.

(b) Material de relleno.

Este material será según sea su fin dentro del sistema de subdrenaje, de conformidad con la Subsección 703.03 Agregado para relleno granular, 704.03 Material de relleno o 704.04 Relleno estructural.

Para el caso del "material granular drenante" (703.03 Agregado para relleno granular), éste debe satisfacer el coeficiente de permeabilidad indicado en el diseño y los planos constructivos.

(c) Concreto para estructuras de salida y descarga.

Todas las estructuras de salidas (cabezales, canales, entre otros) y de descarga, se construirán de concreto estructural y de forma tal que eviten la erosión y socavación de otras estructuras viales y de la plataforma de la carretera. El concreto será de resistencia mínima de 25 MPa (255 kg/cm²) y se regirá por lo establecido en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, por lo que toda obra y estructuras contempladas en este apartado serán evaluadas, aceptadas y pagadas de acuerdo con dicha sección.

(d) Geotextiles y geocompuestos.

Las características del geotextil y del geocompuesto serán en función de la graduación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo. El almacenaje y transporte al sitio de los geotextiles y geocompuestos, se realizará de acuerdo con la Sección 714 Geosintéticos.

605.04 Sistemas de subdrenajes

(a) Aspectos generales

Los subdrenajes se construirán en la ubicación y cantidad señaladas en los planos constructivos del proyecto.

Las excavaciones requeridas para la instalación del sistema de subdrenajes, en terreno de cualquier naturaleza, excepto roca, se deberán efectuar en conformidad con lo dispuesto en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. La profundidad y ancho de las excavaciones se ajustarán a lo indicado en los planos constructivos, no obstante, el ancho de la zanja no será inferior a 50 cm y la pendiente del fondo de la excavación no debe ser menor al 2 %. Las excavaciones deberán efectuarse en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua, éstas se desviarán o conducirán fuera del área donde se vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución.

Se debe colocar una primera capa relleno granular (703.03 Agregado para relleno granular) de por lo menos 10 cm de espesor en el fondo de la zanja. Una vez aceptados los niveles y pendientes longitudinales de esa primera capa, se procederá a colocar el sistema de subdrenaje requerido, para lo cual se podrá colocar una primera capa impermeable cuando así lo establezca el diseño.

Se debe proveer una "tubería colectora" para subdrenajes según se establezca en los planos constructivos, siempre y cuando sea mayor o igual a 100 mm de diámetro en todos los subdrenajes.

Además, se debe proveer tubería sin perforar para las salidas del subdrenaje hasta el colector. Las tuberías de descarga serán de características similares a las utilizadas para el subdrenaje longitudinal, pero sin ranuras y con los diámetros que establezcan los planos constructivos del proyecto, además se deberán instalar las tuberías de salida, de acuerdo con los planos constructivos del proyecto y las Secciones 602 Sistemas de alcantarillado.

Se deben unir las secciones de tubería entre sí, así como la tubería con los aditamentos de acople, con un pegamento o con el sistema de unión recomendado por el fabricante de los tubos; el pegamento deberá ser utilizado antes de su fecha de vencimiento.

Se procederá a rellenar la zanja con material de relleno (703.03 Agregado para relleno granular, hasta el límite superior del subdrenaje, que se colocará en el sentido del escurrimiento longitudinal de las aguas, evitando la segregación del material para luego compactar según indiquen los planos constructivos y los proveedores. De cualquier forma, es necesario asegurar que la densificación proporcionada no comprometa la tubería, el geotextil ni el geocompuesto, según sea; de igual forma que no comprometa el buen desempeño hidráulico del subdrenaje como tal.

Una vez alcanzada la cota del subdrenaje, se colocará en la parte superior de la zanja, dentro de los límites de la calzada de la carretera, el "material de relleno" (704.03 Material de relleno o 704.04 Relleno estructural, subbase o base granular según indiquen los planos constructivos, material que se deberá compactar al 95 %

de la densidad máxima (AASHTO T180 y ASTM D1557), de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. Las zanjas de subdrenajes con geocompuestos, luego del nivel establecido para el subdrenaje, pueden terminar de rellenarse con arena limpia compactada (703.15 Arena, si así lo disponen los planos constructivos)

(b) Sistemas de subdrenajes

(1) Sistema de subdrenaje estándar

Consiste en colocar una tubería perforada sobre una capa de 10 cm de "material granular drenante" para luego rellenar la zanja excavada con material granular drenante 703.03 Agregado para relleno granular, hasta la cota que establezcan los diseños, evitando que se desplace la tubería perforada durante este proceso.

(2) Sistema de subdrenaje con geotextil

La instalación del sistema de subdrenaje con geotextil, consiste en colocar geotextil (714.01 Geotextiles) recubriendo la zanja incluyendo la parte superior en donde se coloca el agregado drenante (703.03 Agregado para relleno granular). Debe colocarse el tubo perforado indicado en el diseño a 10 cm sobre el fondo del drenaje. La colocación, costurado o traslape de los geotextiles, será de acuerdo con las indicaciones del fabricante o en su defecto, con lo que se indica a continuación.

Debe asegurarse que la superficie de la zanja esté libre y exenta de materiales con puntas, bordes cortantes o punzantes. No se debe colocar el geotextil bajo condiciones de lluvia. Se colocará la dimensión larga del geotextil paralelo a la línea de centro de la zanja, sin estirar, en contacto con la superficie de la zanja. Traslapar las juntas un mínimo de 60 cm, para lo cual el geotextil que está aguas arriba del flujo, deberá ser colocado sobre el que está hacia abajo del flujo. El geotextil deberá quedar afianzado a las paredes de la zanja, de manera tal que pueda ser rellenada con el material para relleno granular (703.03 Agregado para relleno granular), evitando que éste se contamine con materiales extraños. Se debe reponer el geotextil dañado durante la instalación y realizar las reparaciones de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y a costo del Contratista.

En caso de utilizar tubería parcialmente perforada, se debe instalar la tubería colectora con las perforaciones hacia abajo sobre una pequeña capa del material drenante de al menos 10 cm y unir las secciones de tubería según se ha indicado anteriormente. Las uniones y la instalación de los accesorios de salida, se harán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se procede a complementar el relleno con "material granular drenante" (703.03 Agregado para relleno granular) según el apartado anterior (a) Aspectos generales, procurando que la tubería no se desplace, para luego doblar el geotextil sobre la parte superior del relleno, con un traslape mínimo de 30 cm.

Por último, se debe completar el relleno de la zanja, por encima de la cota establecida para el subdrenaje, con material de relleno (704.03 Material de relleno), según el apartado anterior (a) Aspectos generales.

(3) Sistemas de subdrenaje con geocompuestos

En este sistema se debe colocar el geotextil en una o dos caras de la red o malla localizada en el núcleo del geocompuesto y alrededor de la tubería colectora de acuerdo con las indicaciones del fabricante. La construcción del drenaje geocompuesto se debe hacer de forma tal que se asegure el flujo a través del núcleo del geocompuesto, evitando la infiltración del suelo en éste.

Si la pared de la zanja es irregular, ésta debe alisarse. Anclar temporalmente el geocompuesto contra la pared de la zanja (con anclajes) cuando el relleno es el mismo material de excavación o bien ubicarlo en el centro de la excavación si el material es otro.

El geocompuesto deberá fijarse a las paredes de la zanja, de manera tal que no se desplace de su posición durante la colocación del "material granular drenante" o bien el material de la misma excavación siempre que cumpla con las especificaciones establecidas en la subsección 703.03 Agregado para relleno granular, según el apartado anterior (a) Aspectos generales, procurando que ni la tubería ni el geocompuesto se desplacen, evitando además que se contamine con materiales extraños. Se debe reponer el geocompuesto dañado durante la instalación y realizar las reparaciones de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y a costo del Contratista.

Cuando la zanja sea de 50 cm de ancho o más, excepto que los planos constructivos o los proveedores indiquen otra cosa, se debe colocar el relleno granular (703.03 Agregado para relleno granular) o de arena limpia (703.15 Arena), hasta una altura de 30 cm sobre la parte superior del tubo colector y compactar.

En la Figura 605-01 Sistemas de Subdrenajes se muestra el detalle de sistemas de subdrenajes con geotextil y con geocompuesto.

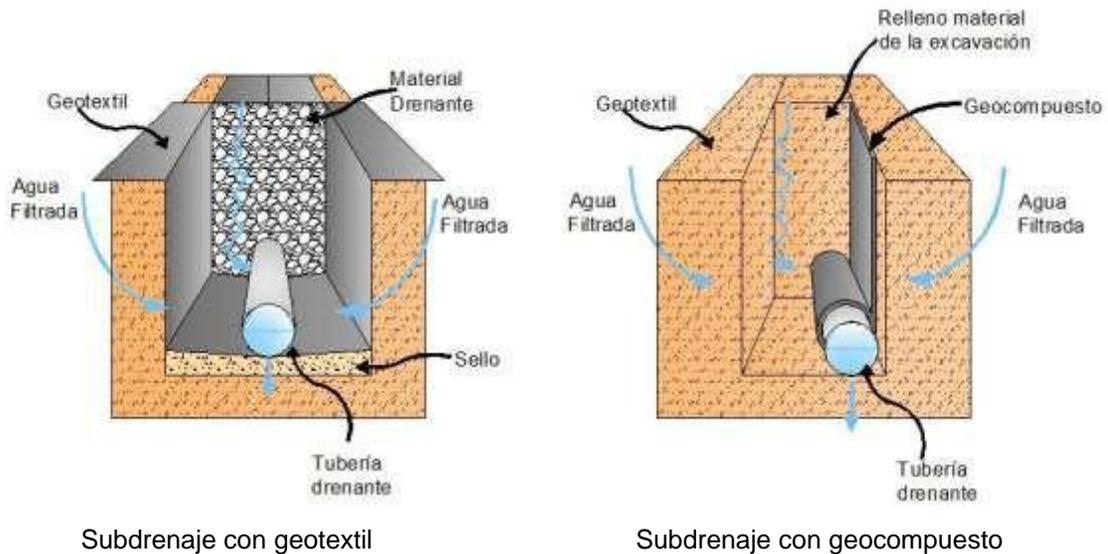


Figura 605-01

Sistemas de Subdrenajes

605.05 Subdrenaje longitudinal

Estos subdrenajes se instalan con dos fines, para evacuar el agua que se infiltra en el pavimento denominado "subdrenaje colector longitudinal"; y para cortar la filtración en taludes de corte, pedraplenes o terraplenes, así como para abatir el nivel freático, conocido como "subdrenaje interceptor longitudinal".

El subdrenaje colector longitudinal debe estar ubicado por debajo del pavimento en su borde exterior en ambos lados y puede integrarse en la capa de base si ésta también funciona como una capa permeable del pavimento, lo anterior según sea el diseño del pavimento y del subdrenaje. También se pueden colocar debajo del espaldón para pavimentos en relleno.

El "subdrenaje interceptor longitudinal" puede estar ubicado por debajo de la cuneta, por lo general tienen mayor profundidad y área transversal que los subdrenajes colectores y puede colocarse en ambos lados de la carretera. En este caso es indispensable impermeabilizar en la cota superior del subdrenaje (donde termina el nivel del "relleno de material permeable"), para evitar que se infiltre el agua superficial.

En ambos casos, si el pavimento es de dos o más carriles con peralte en un solo sentido el subdrenaje se construirá solamente en el lado bajo del peralte, esto para el caso de curvas.

Se pueden utilizar una combinación de "subdrenaje colector longitudinal" y "subdrenaje interceptor longitudinal", si las condiciones del sitio lo requieren.

Estos subdrenajes se construirán conforme a la ubicación y las dimensiones señaladas en los planos constructivos del proyecto.

Las excavaciones deberán ejecutarse en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas y se ejecutarán de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Una vez aceptados los niveles y pendientes longitudinales del lecho de la excavación de la zanja que establezca el diseño, se procederá a colocar el sistema de subdrenaje que corresponda con lo indicado en los planos constructivos y según lo indicado en la Subsección 605.04 Sistemas de subdrenajes, según sea el sistema.

Cuando se colocan subdrenajes debajo de la línea de la cuneta, se debe prevenir la infiltración del agua superficial, colocando un material fino de acuerdo con AASTHO M145, grupo de clasificación A-4, A-5, A-6 o A-7, en los 30 cm superiores de la zanja o bien un geosintético impermeable inmediatamente debajo de la estructura de la cuneta.

El material de relleno 703.03 Agregado para relleno granular, que se vaya a colocar sobre material permeable hasta la cota de subrasante, deberá alcanzar la compactación que establezcan los planos constructivos y de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Se deberán instalar tuberías de descarga lateral a lo largo del subdrenaje longitudinal, a distancias no superiores a 50 m entre sí y en todos los puntos bajos del trazado. En sectores de corte donde no sea posible cumplir con esta exigencia, se deberá aumentar

proporcionalmente la sección de la tubería longitudinal, de manera que permita que el volumen de agua acumulado, sea descargado satisfactoriamente. Esto de acuerdo con el diseño hidráulico del proyecto.

Las tuberías de descarga serán de características similares a las utilizadas para el subdrenaje longitudinal, pero sin ranuras y se deberán instalar de acuerdo con las Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

Los tramos finales de los subdrenajes se desviarán alejándolos del camino lo suficiente para evitar que estas descargas de agua afecten o generen erosión en el terraplén, pedraplén y sus proximidades. En el extremo final de cada subdrenaje se colocará una tubería que puede acoplarse con una estructura de descarga o cabezal que permita el adecuado desfogue del agua sin provocar problemas de socavación y erosión a su alrededor, de acuerdo con los planos constructivos del proyecto y las Secciones 601 Concreto hidráulico para estructuras menores y 602 Sistemas de alcantarillado.

605.06 Subdrenaje transversal

Se deben instalar de acuerdo con los planos constructivos. Estos subdrenajes pueden atravesar la plataforma del camino en sentido perpendicular o con cierto ángulo respecto del eje longitudinal de la vía o bien en espina de pescado. La constitución del drenaje transversal es similar al de un drenaje longitudinal, por lo que se regirá por lo establecido en los planos constructivos del proyecto y en lo pertinente, a lo especificado anteriormente en la Subsección 605.04 Sistemas de subdrenajes.

Estos drenajes se pueden ubicar en las juntas de pavimentos para drenar la infiltración y el agua subterránea en la base y subbase del pavimento.

Los tubos de salida se deben colocar con un 2 - 3 % de desnivel hacia afuera y terminar en los sistemas de drenaje superficial o estructura de salida, si corresponde, o alejados del camino lo suficiente para evitar que las descargas de agua afecten o generen erosión en el terraplén, pedraplén y sus proximidades.

605.07 Sistema de cama drenante con geocompuesto

Estas camas se recomiendan para controlar el agua de infiltración del pavimento, colocando la cama como parte del pavimento o el nivel freático, colocándola debajo del pavimento. También pueden estar acompañadas de un subdrenaje colector longitudinal.

No se permitirá colocar camas drenantes sobre un lecho de mortero con menos de 4 días de colado. Cuando un geocompuesto es usado en conjunto con una membrana impermeable, se recomienda la instalación de paneles de drenaje compatibles con la membrana, usando métodos recomendados por el fabricante y debidamente aprobados. Armar y colocar el drenaje de geocompuesto sobre la superficie a ser rellenada, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y con lo indicado en la Subsección 605.04 (b) (3) Sistema de subdrenajes con geocompuestos.

Empalmar los drenajes de geocompuestos para que el flujo sea continuo en bordes y esquinas. Traslapar el geotextil un mínimo de 60 cm, en la dirección del flujo de agua. Para empalmes verticales, traslapar el geotextil en la dirección que el relleno avanza.

La malla o red interna del geocompuesto debe quedar en contacto con la tubería colectoras o con los agujeros de drenaje, de tal forma que el flujo sea continuo a través del sistema. Extender el geotextil desde el fondo de la cama drenante alrededor del tubo colector.

Rellenar con relleno estructural (704.04 Relleno estructural) y compactar de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

605.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Sección 107 Aceptación del trabajo y Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales y las tuberías serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación y según las respectivas especificaciones indicadas en el apartado 605.02 Materiales. Específicamente para los materiales de rellenos granulares la evaluación será de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. Ver Tabla 605-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subdrenajes para pavimentos de carretera, para los requisitos de muestreo y pruebas.
- La construcción de los subdrenajes será evaluada según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La excavación y el material de relleno serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- Las tuberías de salida se evaluarán de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.
- Las estructuras de salida y de descarga se evaluarán de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

Además, se debe evaluar el buen funcionamiento del subdrenaje, de manera que se verifique el cumplimiento de la permeabilidad indicada en los planos y diseños, así como el buen desempeño.

Cualquier daño producido a las obras de subdrenaje imputable al Contratista, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a entera satisfacción de la Administración.

605.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 605 Subdrenajes para pavimentos de carretera, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe considerar lo siguiente:

- Medir por metro lineal (m) los sistemas de subdrenajes, sistemas de subdrenajes con geotextil, sistemas de subdrenajes geocompuestos terminados a satisfacción de la Administración. No se debe cuantificar para este pago, las excavaciones de las

zanjas, las medidas de la tubería perforada, geotextil, geocompuesto y relleno de material granular drenante, pues son parte del sistema, a menos que exista una partida de pago específica en el Contrato.

- Medir el sistema de cama filtrante por metro cúbico (m³) en su posición final.
- Medir las tuberías colectoras y las tuberías de salida por metro lineal (m).
- Medir el relleno granular y la arena limpia por metro cúbico (m³) colocado en sitio.

605.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.605.01	Sistema de subdrenaje estándar	Metro lineal	(m)
CR.605.02	Sistemas de subdrenaje con geotextil	Metro lineal	(m)
CR.605.03	Sistema de subdrenaje con geocompuesto	Metro lineal	(m)
CR.605.04	Sistema de cama drenante con geocompuesto	Metro cúbico	(m ³)

CR.605.05	Tubería colectora de ____ mm de diámetro	Metro lineal	(m)
CR.605.06	Tubería de salida de ____ mm de diámetro	Metro lineal	(m)
CR.605.07	Relleno granular	Metro cúbico	(m ³)
CR.605.08	Arena	Metro cúbico	(m ³)

605.11 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 605-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subdrenajes para pavimentos de carretera, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de autocontrol de calidad del Contratista, debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basadas en la Tabla 605-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para subdrenajes para pavimentos de carretera, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Instalar los cabezales de entrada como se muestra en los planos y compactar el relleno, por medio de pisón mecánico.

Colocar los vertederos a la salida de la tubería, de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado. Anclar los vertederos como se muestra en los planos.

606.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Tuberías, accesorios de anclaje, accesorios, y otros materiales provistos por el fabricante de vertederos metálicos, serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- Excavación y relleno, serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- La construcción de vertederos será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

606.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 606 Vertederos de metal corrugado, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe considerar lo siguiente:

- Medir el conjunto del vertedero, y el conjunto del anclaje de tubería por unidad (u).

- Medir las tuberías de entrada y de salida de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

606.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.606.01	Conjunto de vertedero	Unidad	(u)
CR.606.02	Conjunto de anclaje de tubería de _____ mm	Unidad	(u)

SECCIÓN 607 LIMPIEZA, REACONDICIONAMIENTO Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES

607.01 Descripción

Este trabajo consiste en la limpieza, el reacondicionamiento y la reparación de estructuras de drenaje existentes.

Requerimientos para la construcción

607.02 General

Botar el material de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho.

607.03 Remoción y limpieza de alcantarillas

Remover cuidadosamente las alcantarillas y limpiar todo el material extraño que esté dentro de la alcantarilla y hasta ambos extremos.

607.04 Limpieza de alcantarillas

Remover y botar todo el material extraño dentro del cilindro y accesorios de la alcantarilla, por cualquier método que no dañe la alcantarilla.

Todo o parte de la alcantarilla, designada a limpiarse en su lugar, puede ser removida, limpiada y recolocada de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

607.05 Recolocación o almacenamiento de tubería rescatada

Recolocar la tubería removida y limpia, de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado. Proveer todo el material accesorio y reemplazar la tubería dañada, de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado. Colocar la tubería rescatada en el sitio designado de almacenamiento. Botar la tubería dañada en el sitio propuesto por el Contratista y aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

607.06 Reacondicionamiento de estructuras de drenaje

Remover todos los escombros de la estructura designada a reacondicionar. Reparar todas las fugas y daños estructurales recolocando las partes faltantes o quebradas de metal o concreto, de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

607.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 107 Aceptación del Trabajo,

la Sección 602 Sistemas de alcantarillado y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Limpiar, reacondicionar, y reparar estructuras de drenaje existente, de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.
- La recolocación de alcantarillas, será evaluada de acuerdo con la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

607.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 607 Limpieza, reacondicionamiento y reparación de estructuras de drenaje existentes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir las alcantarillas que han sido removidas, limpiadas y almacenadas, por metro lineal (m) de tubería colocada en el sitio de almacenamiento.
- Medir alcantarillas que han sido removidas, limpiadas y recolocadas por metro lineal (m), medido en la parte inferior de la tubería.
- Medir las alcantarillas que se han limpiado, por metro lineal (m), a lo largo de la parte inferior de la tubería. Si la tubería ha sido removida y recolocada de acuerdo con el criterio del contratista, no se mide dos veces. Medir las estructuras de drenaje reacondicionado por unidad.

607.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.607.01	Remover, limpiar y almacenar alcantarillas	Metro lineal	(m)
CR.607.02	Remover, limpiar y recolocar alcantarillas	Metro lineal	(m)
CR.607.03	Limpiar alcantarilla en sitio	Metro lineal	(m)
CR.607.04	Reacondicionar estructuras de drenaje	Unidad	(u)

SECCIÓN 608 CONSTRUCCIÓN, PREPARACIÓN DE ZANJAS Y REVESTIMIENTO DE CANALES, CUNETAS Y CONTRACUNETAS

608.01 Descripción

Esta Sección se refiere a la ejecución de obras que tienen como objetivo interceptar aguas superficiales que escurren por los terrenos adyacentes a la vía, alejándolas del pie de los terraplenes y pedraplenes o del coronamiento de los cortes u otras áreas que puedan sufrir daños por efecto del escurrimiento de aguas pluviales descontroladas. Además, estas obras cumplen el objetivo de canalizar las aguas que escurren de la superficie de rodamiento y espaldones, dirigiéndolas lejos de la estructura del pavimento, evitando su saturación o alguna acción erosiva o de socavación de elementos importantes de la vía.

Los canales se utilizarán para el encauzamiento de aguas pluviales, cursos de agua hacia o desde las obras o aquellas necesidades determinadas por la Administración y establecidas en los planos constructivos del proyecto.

Las cunetas se construirán, a lo largo de la vía, adosadas al borde exterior del revestimiento de los espaldones o al borde exterior de los carriles de circulación en caso de no existir

espaldones (lo cual no se recomienda), cuando así lo establezca la Administración y los planos constructivos del proyecto.

Las contracunetas se construirán con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión del talud, el arrastre de materiales que podría generar la disminución de la capacidad hidráulica de las cunetas y la afectación de la corona de la vía.

Las excavaciones, rellenos, arriostramiento y apuntalamiento requeridos para efectos de las obras que se contemplan en esta sección, en lo que sea pertinente, se regirán por lo estipulado en lo indicado en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, excepto cuando se trate de obras a ejecutar según la Subsección 608.04 Construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas.

Cuando el proyecto requiera la colocación de revestimiento en estas obras, estas se designan como sigue:

- Tipo I Piedra bruta unida con mortero
- Tipo II Piedra bruta unida con concreto
- Tipo III Concreto hidráulico

608.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Material de cama	704.02
Roca para estructuras de mampostería	705.03
Acero de refuerzo	709.01
Mortero	712.02

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Se deberán contemplar aquellos materiales que se puedan requerir según la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Requerimientos para la construcción

608.03 Construcción de obras que se ajustan al contorno del terreno natural

Estas obras de canales, cunetas y contracunetas se construirán en los tramos señalados en los planos constructivos del proyecto u ordenados por la Administración. Esta Sección considera las excavaciones en terreno de cualquier naturaleza, las cuales se deberán ejecutar según las especificaciones establecidas en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, según sea y se medirá, aceptará y pagará conforme esta Sección.

Los canales, cunetas y contracunetas se construirán según se establezca en los planos constructivos del proyecto.

Cuando así lo establezca la Administración, el Contratista deberá confeccionar y entregar para la aprobación de la Administración, un perfil longitudinal definitivo de las obras a construir. Este perfil deberá señalar la cota de fondo y profundidad de excavación a distancias no superiores a 20 m entre sí, además, en cada punto intermedio de quiebre en alzado del terreno natural. Cuando se trate de terreno accidentado, solamente la Administración podrá autorizar por escrito la construcción de bordillos. Cuando la construcción de bordillos sea inevitable por condiciones de terreno, el Contratista propondrá el tipo de bordillo a construir con respecto a las características del material a emplear y sus dimensiones pertinentes, el cual deberá ser sometido a la aprobación de la Administración.

En general, la pendiente longitudinal de estas obras no deberá ser inferior a 0,25 %, salvo excepciones que sólo la Administración autorizará por escrito. Las excavaciones se deberán iniciar por el extremo de aguas abajo de las obras, deberán considerar las excavaciones los puntos de desfogue para las descargas de agua.

(a) Obras sin revestimiento

Los taludes de los canales, cunetas y contracunetas y el fondo de estas excavaciones en obras sin revestimiento deberán presentar superficies parejas y estables. La pendiente y la distancia entre el pie del talud y la estructura de drenaje (si corresponde) deberán establecerse en el diseño y los planos constructivos del proyecto.

(b) Obras con revestimiento

Las obras que serán posteriormente revestidas, se ajustarán a lo indicado anteriormente, al diseño y a los planos constructivos del proyecto. Las superficies a revestir deberán estar libres de escombros y material suelto.

El revestimiento deberá quedar asentado en toda la superficie de la estructura (taludes y base), si se requiere sobre un material de cama u otro material aprobado por la Administración, con un espesor indicado en los planos constructivos del proyecto. Este material de cama deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 704.02 Material de cama.

El revestimiento se colocará de acuerdo con las Subsecciones 608.06 Revestimiento tipo I (piedra bruta unida con mortero), 608.07 Revestimiento tipo II (piedra bruta unida con concreto) y 608.08 Revestimiento tipo III (concreto hidráulico).

608.04 Construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas

Cuando los planos constructivos del proyecto indiquen la construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas, su construcción se ajustará, en lo pertinente, a lo estipulado en la anterior Subsección 608.03 Construcción de obras que se ajustan al contorno del terreno natural, incluyendo aquellas obras a revestir posteriormente.

En la eventualidad de encontrar una estratificación rocosa dentro de las excavaciones de estas estructuras, ésta se ejecutará y evaluará conforme con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

608.05 Disposición de los materiales excavados

Con previa autorización por parte de la Administración, los materiales excavados podrán ser utilizados, por cuenta y costo del Contratista, en el relleno de depresiones existentes del terreno natural o en taludes de terraplenes o pedraplenes siempre y cuando se ajusten a materiales con las características idóneas para tales fines y con el proceso constructivo adecuado. Estos trabajos se ajustarán a lo dispuesto en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado. En caso contrario, los materiales excavados y no utilizados deberán transportarse a escombreras autorizadas.

608.06 Revestimiento tipo I (piedra bruta unida con mortero)

Se colocará cada piedra en el mortero (ver Sección 620 Mampostería de piedra), con su cara plana hacia arriba y su dimensión mayor paralela a la línea de la obra. Se colocarán piedras alternadas, que tengan las caras con la pendiente, el alineamiento y la sección transversal especificada. Se limitarán los anchos de las juntas a 25 mm como mínimo y 50 mm como máximo.

Se aplicará el mortero a la cara lateral expuesta de las piedras, en cantidad suficiente para que cuando se coloquen las piedras adyacentes y se apisonen, el mortero de las juntas quede aproximadamente a 13 mm bajo la cara exterior de la piedra, sin sobresalir de la superficie. Se limpiará el exceso de mortero de la superficie.

608.07 Revestimiento tipo II (piedra bruta unida con concreto)

Se colocará el concreto de la fundación y la piedra (ver Sección 620 Mampostería de piedra), en una operación progresiva. Se limpiará y humedecerá la piedra hasta cerca de la saturación. Se incrustará en la fundación de concreto antes de que este endurezca.

Se colocarán las piedras alternativamente (en tal forma que no queden juntas continuas) que tengan las caras con la pendiente, el alineamiento y la sección transversal especificada. Se limitarán los anchos de las juntas a un mínimo de 25 mm y a un máximo de 50 mm. Se llenarán las juntas con mortero hasta 25 mm bajo la cara superior de la piedra.

608.08 Revestimiento tipo III (concreto hidráulico)

El revestimiento de las obras se podrá efectuar con concreto estructural concreto lanzado, incluso con una combinación de estos. Los concretos, según su tipo, deberán cumplir con los requisitos pertinentes de la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores y con lo especificado en toda esta sección.

Cuando se especifique la colación de acero de refuerzo, este se ajustará a lo estipulado en la Sección 554 Acero de refuerzo.

Salvo que en los documentos del proyecto no se encuentre especificado de otra forma, el concreto tendrá una resistencia de 25 MPa, cuya definición deberá considerar el porcentaje de pendiente longitudinal.

A no ser que los planos constructivos indiquen otra cosa, en toda la geometría las obras contempladas en esta sección se construirán con un espesor mínimo de revestimiento de concreto de 100 mm.

El procedimiento a seguir será el siguiente:

El relleno de respaldo consiste en un material impermeable sin embargo la Administración podrá autorizar el uso de otro material como el "agregado para relleno granular", 703.03 Agregado para relleno granular (b).

El relleno se colocará entre la cara exterior de los canales, cunetas o contracunetas y la superficie perfilada del talud excavado, con una altura igual a la cota superior de las estructuras.

(a) Revestimiento con elementos prefabricados

Las piezas prefabricadas se transportarán hasta el sitio de las obras de forma que se garantice la integridad de las mismas y se cumplan con las resistencias y especificaciones para elementos de concreto prefabricado indicadas en esta sección.

La manipulación y acopio de las piezas se realizará de forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el cincuenta por ciento (50 %) de la resistencia característica en ese momento. Aquellas piezas que durante el transporte, carga, descarga o almacenamiento hayan sufrido deterioros o presenten defectos, serán rechazadas, pues no se admitirán prefabricados desbordados, fracturados, defectuosos o no uniformes.

Previo a la colocación de las piezas deberá comprobarse el estado de superficie de apoyo, se retirará cualquier material extraño o suelto que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra y cualquier irregularidad se deberá corregir de conformidad con lo indicado en la 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Se instalará los elementos prefabricados de acuerdo con la ubicación y los niveles indicados en los planos constructivos del proyecto y con las indicaciones del fabricante.

Los elementos prefabricados deberán tener como máximo 1 m de longitud. Las juntas de unión entre los elementos prefabricados, y las juntas longitudinales entre pavimento y cuneta para cualquier caso, se deberán sellar con mortero u otro material previamente aprobado por la Administración.

(b) Revestimiento con concreto hidráulico colado en sitio o lanzado

Se instalará las formaletas de manera que las estructuras queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos constructivos del proyecto.

Se debe verificar que la colocación de las formaletas garantice las alineaciones y cotas de los elementos a construir conforme las indicaciones dadas en los planos

constructivos para lo cual se aceptará una tolerancia de ± 10 mm respecto de los niveles especificados.

Las obras coladas en sitio se construirán con juntas de contracción distanciadas como máximo cada 3 m y se formarán en el concreto fresco, mediante una tablilla de un material que no genere adherencia con el concreto previamente aprobado por la Administración. En cunetas adosadas a un pavimento de concreto hidráulico, las juntas de las cunetas deberán coincidir con las juntas de contracción del pavimento adyacente.

En caso de requerirse, el acero de refuerzo o la malla de refuerzo prefabricada se colocará según se detalla en los planos constructivos del proyecto y de acuerdo con la Sección 554 Acero de refuerzo.

Las superficies de las obras deberán quedar parejas y estables, sin protuberancias o depresiones detectables a simple vista. El curado de los concretos se regirá por lo establecido en la Subsección 601.06 Curado del Concreto.

La remoción de formaletas se realizará cuando se alcance la resistencia mínima fijada para el desencofrado en el diseño de manera tal que evite daños en el revestimiento construido.

608.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 608-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas.

De manera que:

- Los materiales para mortero serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. El mortero será evaluado de acuerdo

con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada. (Ver Tabla 608-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, para los requisitos de muestreo y ensayo).

- El material de cama y relleno granular serán evaluado y aceptado, de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. Ver Tabla 608- 01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, para los requisitos de muestreo y prueba.
- El concreto hidráulico será evaluado y aceptado, según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- La piedra bruta será evaluada y aceptada, de acuerdo con la Sección 620 Mampostería de piedra.
- El acero de refuerzo será evaluado y aceptado, de acuerdo de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación y según la Sección 554 Acero de refuerzo.

608.10 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 608 Construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, 152 Topografía para la Construcción (si corresponde) o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Construcción y preparación de zanjas que se ajustan al contorno del terreno natural
 - Estas obras se cuantificarán por metro lineal (m) a lo largo del eje de las obras, siguiendo el contorno del terreno natural, de acuerdo con lo establecido en la Subsección 608.03 Construcción de obras que se ajustan al contorno del terreno natural.
 - Las excavaciones se medirán, aceptarán y pagarán de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- Construcción y preparación de zanjas con cotas de fondo preestablecidas

- La construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas en los documentos del proyecto se medirá por metro cúbico (m³) de excavación requerida para alcanzar dichas cotas. El volumen de la excavación se determinará topográficamente. Las excavaciones no autorizadas serán por cuenta del Contratista.
- Cuando las obras a revestir requieran de remoción de material no apto para fundación. Dicha excavación, previamente aprobada, se cuantificará para efectos de pago en la misma partida de la obra. Su relleno se regirá por lo establecido en la Subsección 704.04 Relleno estructural, donde se efectuará su medición y pago.
- Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas

Para efecto de estimación de cantidades se tomarán de acuerdo con los detalles especificados en planos.

- Por metro lineal (m).
- Por metro cuadrado (m²) considerando la superficie expuesta o interna de la cuneta.
- En el caso de las cunetas de concreto que requieran acero, el costo del acero debe estar incluido en el costo por m o m² de la cuneta de concreto.

608.11 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total, de los trabajos descritos en esta Sección y de acuerdo con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.608.01	Canales, cunetas y contracunetas	Metro lineal	(m)
CR.608.02	Canales, cunetas y contracunetas	Metro cúbico	(m ³)
CR.608.03	Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas "Tipo ____"	Metro lineal	(m)
CR.608.04	Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas "Tipo ____"	Metro cuadrado	(m ²)

608.12 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 608-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. El plan de control de calidad del Contratista debe atender las subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, y debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tablas 608-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 608-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la construcción, preparación de zanjas y revestimiento de canales, cunetas y contracunetas

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestro	Toma de muestras	Tiempo de reporte
Material de cama	Inspección visual (107.02)	Granulometría Límite líquido	AASHTO T27	1 cada 500 m ²	Sitio de producción-almacenamiento	-
	Certificación (107.03)		AASHTO T11 AASHTO T89			
Relleno granular	Inspección visual (107.02)	Granulometría	AASHTO T27 y	1 cada 500 m ²	Sitio de producción-almacenamiento	-
	Certificación (107.03)		AASHTO T11			
Mortero	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Fabricar especímenes de prueba, para fallarse a esfuerzo a la compresión ⁽¹⁾	AASHTO T23 AASHTO T22	1 muestra por instalación	Descarga en sitio de colocación	28 días

Notas:

(1) El esfuerzo a la compresión será el promedio de dos especímenes de prueba.

SECCIÓN 609 BORDILLOS O CORDÓN

609.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de elementos de bordillos o cordón, y bordillo integrado con el caño o cuneta (cordón y caño), ya sea prefabricados o confeccionados en sitio; de acuerdo con las formas, cotas y alineamientos señalados en los planos constructivos del proyecto. Los elementos se colocarán, adosados al borde de los espaldones o de la superficie de ruedo, según sea. Estos elementos deberán ser diseñados y colocados conforme los requerimientos de seguridad vial.

El bordillo es un elemento para el control del drenaje superficial, delimitación de las zonas peatonales, soporte de borde de pavimento o delineación de borde la calzada. Es la división entre la acera para peatones y la calzada entre una isla de canalización y la calzada; y la parte complementaria de una cuneta. Evita, que tanto el agua como los vehículos, invadan las zonas colindantes de la calzada.

El bordillo también se utiliza como separador de carriles exclusivos de vehículos, para delimitar zonas de parqueo y como separador de ciclovías.

Los bordillos pueden ser traspasables (tipo vado, cordón bajo), diseñados para que puedan ser cruzados por encima si así se requiere o cuando ocasionalmente haya que pasar sobre ellos (presentan caras inclinadas); caso contrario será no traspasable o de barrera, dependiendo de su finalidad. Los bordillos de barrera no tienen como fin funcionar como un sistema de contención vehicular.

Cuando los bordillos se colocan en sectores donde adicionalmente se requieren sistemas de contención, se debe asegurar que la colocación del bordillo no obstruya el ancho de trabajo ni la deflexión dinámica del sistema de contención, o sea que el bordillo se deberá colocar detrás del sistema de contención, más allá de la distancia de desplazamiento que requiere el sistema para redireccionar cualquier vehículo que accidentalmente pudiera salirse de la vía.

609.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguientes Secciones y Subsecciones:

Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente	405
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Agregado para capas subbase y base granular	703.05
Base de apoyo	704.09
Roca para bordillo en piedra	705.06
Acero de refuerzo	709.01
Sellantes, rellenos y sellos	712.01
Mortero	712.02
Relleno mineral	725.05
Concreto prefabricado	725.06

Requerimientos para la construcción

609.03 General

Antes de iniciar con la colocación de los bordillos se deberá realizar lo siguiente:

- La excavación y la colocación del material de apoyo donde se asentará el bordillo, se hará de acuerdo con la Sección 209 Excavación y rellenos para otras estructuras.
- Material de apoyo: será según las condiciones de sitio y lo que establezca la Administración. Este material puede ser subbase y base granular, según las Subsección 703.05 Agregado para capas de subbase y base granular.

El material de apoyo también puede ser un suelo que cumpla con la Subsección 704.09 Base de apoyo, o en concreto hidráulico con una resistencia mínima de 29,5 MPa.

Este material de apoyo se debe construir según el espesor indicado en los planos constructivos y para el caso de que no sea concreto, debe ser compactado a una densidad mínima de 97 % de la densidad determinada de acuerdo con la norma AASHTO T180 o ASTM D1557 Método D.

Cuando un pavimento de concreto hidráulico se construya contiguo al bordillo, se debe asegurar que las juntas de expansión del pavimento mantengan la continuidad con las juntas del bordillo. Se deberán construir todas las juntas de bordillo que indiquen los planos constructivos. Esto aplica de igual forma para el caso de bordillo contiguo a una acera.

Las juntas de expansión longitudinal entre el bordillo y el pavimento de concreto o entre el bordillo y la acera, deben tener el espesor indicado en los planos constructivos y debe rellenarse con el mismo material de relleno de las juntas de expansión del pavimento de concreto. Se rellenarán con mortero todos los vacíos entre el relleno de la junta del pavimento y la del bordillo.

El mortero a utilizar será del tipo M (17,2 MPa) o S (12,4 MPa), según la norma ASTM C270.

Las caras expuestas y las líneas superiores de los bordillos deberán ajustarse a las alineaciones y cotas indicadas en los planos constructivos del proyecto. En tramos de curva, sólo se comprobará el alineamiento de la cara superior. La desviación permitida en el alineamiento del bordillo, tanto en la cara superior como las caras laterales expuestas, será en cualquier punto ± 3 mm en tramos de 3 m de longitud.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista deberá tener presente las medidas de seguridad de acuerdo con lo establecido en la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito y el reglamento vigente.

609.04 Bordillo de piedra

El bordillo de piedra, será diseñado de acuerdo con la Subsección 705.06 Roca para bordillos en piedra, como Tipo I o II.

Se limpiará la superficie de apoyo y ésta se humedecerá inmediatamente antes de la colocación. Se colocará el bordillo en de tal forma que su cara y sus líneas superiores queden en línea y según la pendiente indicada en los planos. Las juntas deberán tener el espesor indicado en los planos constructivos y se rellenarán con mortero.

609.05 Bordillo de concreto hidráulico

(a) Características generales del bordillo

El tipo de bordillo a emplear será el definido en los planos constructivos del proyecto. Los bordillos colados en sitio tendrán una longitud máxima de 3 m entre juntas de contracción, excepto cuando se construyan adosadas a un pavimento de concreto hidráulico existente, en cuyo caso su longitud deberá coincidir con el espaciamiento de las juntas de contracción de dicho pavimento.

Los bordillos no podrán presentar descascaramiento, grietas ni desprendimiento de borde, antes de ser instalados. En caso de detectarse este tipo de daño, la Administración los rechazará.

(b) Preparación de la superficie de apoyo del bordillo de concreto fresco

Previo a la colocación de concreto fresco, se deberá humedecer el material de apoyo, para evitar pérdidas de agua de la mezcla.

(c) Construcción de los bordillos prefabricados o colados en sitio

Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores y según se describe a continuación.

(1) Colada en sitio: Se usarán encofrados que cubran el espesor total del concreto.

Se usarán encofrados curvos en curvas con un radio de 90 m o menos.

Las juntas de contracción, excepto que los planos constructivos indiquen otra cosa, se construirán en el bordillo en secciones uniformes de 3 m de largo con juntas de contracción de 3 mm de espesor en concreto fresco, usando separadores de metal, tablillas de fibrocemento u otro material previamente aprobado por la Administración. Por otra parte, las juntas de expansión se formarán cada 18 m usando un relleno de junta de expansión de 19 mm de espesor, excepto que los planos constructivos indiquen otra cosa.

La junta longitudinal entre bordillo y un pavimento asfáltico, se rellenará con mastic asfáltico u otro material bituminoso (relleno mineral y asfalto) previamente aprobado por la Administración.

Se dejarán los encofrados en su sitio durante 24 horas o hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia mínima para el desencofrado, conforme lo establezca el diseño, de tal manera que puedan ser removidos sin dañar el bordillo.

Se removerán y recolocarán las secciones que queden con cráteres u hormigueros de más de 5 mm, o cualquier otra sección que tenga defectos constructivos.

La resistencia de los bordillos deberá ser mínimo de 29,5 MPa (300 kg/cm²) o la que establezcan la Administración.

- (2) Encofrado deslizante: Se usará una máquina autopropulsada automática para bordillo, o una pavimentadora con accesorios para bordillo. La máquina será lo suficientemente pesada, para obtener la consolidación del concreto sin que la máquina se eleve. De acuerdo con las instrucciones del proveedor.

Se dará acabado al concreto en forma lisa y pareja con una llana paralelamente a la línea del bordillo.

Se removerán y recolocarán las secciones que queden con cráteres u hormigueros de más de 5 mm, o cualquier otra sección que tenga defectos constructivos.

Después de que el concreto haya fraguado como para permitir cortar sin dañar, se aserrarán las juntas de contracción de acuerdo con lo descrito en la subsección

(1) Colado en sitio.

- (3) Bordillos prefabricados: se colocarán de acuerdo con los planos constructivos y se tomarán en consideración las recomendaciones del fabricante en el diseño.

609.06 Bordillo de concreto hidráulico con fundación de concreto

Los bordillos se ajustarán en lo pertinente, a lo estipulado en la sección 609.05 Bordillo de concreto hidráulico.

Los bordillos deberán sobresalir sobre el pavimento, una altura entre 100 y 150 mm, o de acuerdo con lo indicado en los planos constructivos.

Las fundaciones deberán ser confeccionadas con concreto de resistencia mínima de 28 MPa, el cual deberá cumplir con los requisitos pertinentes estipulados en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Las fundaciones podrán ser prefabricadas o confeccionadas en sitio.

Las fundaciones deberán quedar asentadas en todo su ancho basal sobre material granular de mínimo 120 mm de espesor. Esta cama de apoyo podrá estar conformada por la subbase o base granular de la misma sección estructural de la calzada del proyecto; en caso contrario, será por cuenta del Contratista la excavación y el suministro del material necesario para

cumplir con lo especificado. El material granular de la base de apoyo deberá cumplir según su tipo, con los requisitos estipulados en la Subsección 704.09 Base de apoyo.

Si la Administración así lo establece, se puede usar máquina autopropulsada automática para bordillo o una pavimentadora con accesorio para bordillo, que utilizará de acuerdo con las indicaciones del proveedor.

609.07 Bordillo de concreto asfáltico

Cuando se construyen bordillos sobre un pavimento, se colocará una capa de liga de acuerdo con la Subsección 702.03 Emulsión asfáltica, en el área bajo el bordillo. Las características del concreto asfáltico serán de acuerdo con la División 400 Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales, según sea.

De ser posible, se usará una máquina autopropulsada automática para bordillo o una pavimentadora con accesorio para bordillo, que sea lo suficientemente pesada como para compactar el bordillo, sin elevarse sobre la fundación. De acuerdo con las indicaciones del proveedor.

Se construirá el bordillo uniformemente en textura, forma, y densidad.

El bordillo puede ser construido por otros medios solamente en secciones cortas o secciones con radios pequeños.

609.08 Relleno de respaldo para bordillo de concreto hidráulico con caño o cuneta

Cuando así se requiera, para la construcción de los bordillos con caño o cuneta, éste se deberá construir sobre una sección con material de apoyo de un ancho mínimo de 60 cm adicional al espaldón y un espesor mínimo de 50 cm que sirva de soporte en donde se anclaría el bordillo a construir.

El material de respaldo, se colocará detrás de la cara exterior de los bordillos, con una altura igual a la cota superior del elemento y con una compactación mínima del 90 % de la densidad máxima teórica, según el Método del Proctor modificado según las normas AASHTO T180 y ASTM D1557. Este material de respaldo debe ser impermeable, de acuerdo con las especificaciones que establezca la Administración

609.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 609-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para suministro y colocación de bordillos o cordón.

De manera que:

- Los bordillos no pueden presentar descascaramientos, grietas ni deformaciones al momento de su recepción.
- Los materiales para mortero serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. El mortero será evaluado según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Las unidades prefabricadas serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La base de apoyo, el material de respaldo, la subbase y base, serán evaluadas según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada. (Ver Tabla 609-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para suministro y colocación de bordillos o cordón).
- La construcción de bordillos será evaluada según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La excavación, el relleno y compactación serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 Excavación y rellenos para otras estructuras
- El material de subbase y base será evaluado de acuerdo con la Sección 301 Subbases y bases granulares, según corresponda.
- Las mezclas asfálticas se evaluarán de acuerdo con la División 400 Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales.

- El concreto será evaluado según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

609.10 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 609 Bordillos o cordón, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá el bordillo por metro lineal (m), a lo largo de la cara frontal del bordillo.
- Se medirá la capa de material de base de apoyo, relleno de respaldo, subbase, base granular, por tonelada métrica (Tm) o por metro cúbico (m³) en el sitio.
- Si la fundación requerida para el bordillo es de concreto se medirá por metro cúbico (m³).

609.11 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio unitario del Contrato por unidad de medida, de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación y que se muestran en el Contrato.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.609.01	Bordillo de concreto hidráulico	Metro lineal	(m)
CR.609.02	Bordillo prefabricado	Metro lineal	(m)
CR.609.03	Bordillo de concreto asfáltico	Metro lineal	(m)

609.12 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 609-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para suministro y colocación de bordillos o cordón, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. El plan de control de calidad del Contratista debe atender las subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, y debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tabla 609-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayos y aceptación para suministro y colocación de bordillos o cordón, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 609-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para suministro y colocación de bordillos o cordón

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Toma de muestras	Tiempo de Reporte
Base de apoyo (704.09)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27	1 cada 500 m ²	Sitio de producción o almacenamiento	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Límite líquido	AASHTO T11 AASHTO T89			
Mortero (712.02)		Especímenes de prueba, para esfuerzo de compresión ⁽²⁾	AASHTO T23 AASHTO T22	1 muestra por instalación ⁽¹⁾	Sitio de trabajo	

Notas:

(1) El muestreo se ejecuta con dos especímenes de prueba.

(2) El esfuerzo a la compresión será el promedio de dos especímenes de prueba.

SECCIÓN 610 CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES HORIZONTALES EN TALUDES

610.01 Descripción

Este trabajo consiste en construir e instalar drenajes de perforación horizontal incluyendo los sistemas colectores en taludes de corte, de terraplenes y pedraplenes, en muros de contención, obras de refuerzo, muros de bastiones, entre otros, con el fin de drenar el agua o abatir las presiones de poro. Pueden instalarse en conjunto con estructuras geotécnicas.

610.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Separación y filtro	714.01.01
Tubería de cloruro de polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas	725.15

Requerimientos para la construcción

610.03 General

Las características de los materiales, las dimensiones y la localización de drenajes horizontales serán los que se muestren en los planos constructivos del proyecto.

Se deberá asegurar que el diámetro y la cantidad de los drenajes horizontales correspondan con lo indicado en los planos constructivos.

Se deberá evitar que el suelo u otros materiales extraños ingresen al sistema de drenaje horizontal.

Los materiales, producto de las excavaciones y otros desechos, deberán ser transportados a sitios de escombreras autorizadas y disponerse en conformidad con lo señalado en la Sección 111 Disposiciones ambientales generales.

La tubería de cloruro de polivinilo (PVC) utilizada deberá cumplir con la normativa de la Sección 725.15 Tubería de cloruro de polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de agua. La cual deberá cumplir con una superficie de perforación mínima de 0,0003 m²/m, mediante ranuras en la parte superior con un ancho máximo de 2 mm. En caso de que las ranuras que realicen en sitio deberán cumplir con una longitud circunferencial no mayor al corte equivalente a 120°. Deberá envolverse en un geotextil no tejido para evitar la migración de finos, cumpliendo con las especificaciones para el material de la Subsección 714.01.01 Separación y filtro.

El material para acoplamientos, limpieza, codos y otros accesorios necesarios para la recolección de agua deben ser compatibles con el tubo de drenaje instalado.

610.04 Instalación de los drenajes horizontales

Los drenajes se deberán ubicar en los respectivos puntos de perforación en el talud, de acuerdo con la ubicación, elevación, espaciamiento, pendiente y orientación definidos en los planos constructivos del proyecto o según disponga la Administración. Además, se debe asegurar que la zona de entrada de la perforación en la que se instalará la tubería de drenaje esté limpia y libre de materiales que puedan presentar riesgos de desprendimientos.

La inclinación del talud, así como la inclinación del drenaje de las tuberías, serán los que establezca el diseño. Si la perforación se hace en materiales sueltos o inestables, se colocará inmediatamente una tubería de revestimiento, la cual se removerá luego de haber colocado la tubería perforada y recubierta con el geotextil para drenajes, en cumplimiento con las especificaciones las Tablas 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro y 714-02 Requisitos físicos para geotextiles con función de separación.

La localización de las perforaciones en el talud establecida en los planos constructivos es aproximada. La ubicación exacta será aprobada en sitio por la Administración. La Administración rechazará los drenajes cuya ubicación final se separe al inicio 0,3 m o al final 1,1 m por cada 30 m de tubería instalada desde su ubicación en planos, así como los que resulten dañados durante el proceso constructivo o se instalaron incorrectamente.

Se utilizará un equipo de rotación o barrenadores manuales, capaces de perforar agujeros de 75 a 150 mm de diámetro, así como la longitud y pendiente requerida según el diseño, ya sea en suelo o roca. La inclinación de las perforaciones en el talud deberá respetar lo establecido en planos y se verificarán en la longitud y por los medios adecuados de común acuerdo entre el contratista y la Administración. Las aguas de perforación y las encontradas durante la perforación se dispondrán de manera adecuada.

Se deberá sellar la entrada de la tubería perforada con un tapón que no se extienda más de 150 mm del final de la tubería. Se insertará la tubería perforada dentro del barreno de perforación, de tal forma que el agujero perforado quede totalmente encamisado con la tubería en toda su longitud. Se conectarán tuberías adicionales, según sea necesario, para formar un conducto continuo.

Se fijarán todos los drenes horizontales a una tubería colectora, por medio de piezas en T o codos con rosca, cuando así lo establezca la Administración. Se instalará un sistema colector del tipo, clase y tamaño detallados en el diseño, así como una estructura de protección contra erosión si es necesario. En el caso de taludes que poseen materiales erosionables estos sistemas colectores o estructuras de protección serán de uso obligatorio.

Si se requiriese y la Administración lo solicitase, se podrá colocar un elemento protector de la tubería de PVC en el punto de salida de forma tal que se prevenga el deterioro por la radiación solar.

610.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para

el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Las perforaciones para el drenaje de perforación horizontal serán evaluadas de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.
- Cualquier daño producido a las obras de subdrenaje imputable al Contratista, deberá ser reparado por cuenta propia a entera satisfacción de la Administración.

610.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 610 Construcción de drenajes horizontales en taludes, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirán los drenajes horizontales, por metro lineal (m) de perforación. La medición incluye la tubería, el geotextil y cualquier elemento adicional (incluyendo uniones, codos, empalmes y demás accesorios)
- Se medirá la tubería colectora por metro lineal (m).

610.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.610.01	Tubería colectora de ___mm de diámetro	Metro lineal	(m)
CR.610.02	Sistemas de drenaje de perforación horizontal de ___mm de diámetro, incluye geotextil y cualquier elemento adicional (incluyendo uniones, codos, empalmes y demás accesorios)	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 611 ESTRUCTURAS PARA VADOS

611.01 Descripción

Esta Sección se refiere a la construcción de estructuras para vados, de acuerdo con las formas, cotas y alineamientos señalados en los documentos del proyecto. Estas estructuras se construirán para permitir el paso del tránsito en cruces de ríos, de manera que el agua continúe su curso. Estas estructuras representan una solución para flujo de agua menores o flujo estacional (presente solo en ciertas épocas del año).

Los vados pueden ser contruidos a nivel del cruce o bien compuesto por una combinación de vado con alcantarillas, con estructuras de viga cajón o con puentes de aguas bajas, dependiendo de las condiciones del sitio, la necesidad de proteger especies marinas, vegetación marina, calidad del agua, entre otros, según sea lo que establezca la legislación ambiental vigente.

611.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones:

Subbases y bases granulares	301
Concreto estructural	552
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Acero de refuerzo	709

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

611.03 General

Las estructuras de vados se construirán en sitio y se ajustarán a las dimensiones establecidas en los documentos del proyecto, de ancho, largo y espesor. El proceso constructivo y la estructura una vez puesta en funcionamiento, no deben permitir represar los arrastres que lleva el cauce, pues ello significaría la obstrucción de las obras y del mismo vado, sobre todo para los casos de vado combinado con alcantarillas, con viga cajón o vado-puente.

La estructura de vado debe contar con la señalización adecuada y suficiente, así como marcadores de profundidad, con la ubicación y calidad necesaria, para que el usuario sea advertido oportunamente y no se vea comprometida su seguridad, sobre todo con el aumento del nivel de las aguas.

611.04 Diseño

Las estructuras de concreto tipo vado deben ser diseñadas considerando lo que establece esta Sección y el Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica, en su versión vigente.

Se deberán evaluar las condiciones del sitio por medio de estudios hidráulicos, hidrológicos y bióticos, así como cualquier estudio ambiental que establezca la legislación vigente.

El diseño debe contemplar la demanda vehicular para establecer el tipo de vado adecuado, de manera que, dependiendo del tipo de vado así deberán ser consideradas las condiciones de diseño, cargas muertas y cargas vivas:

- Vado simple de concreto, corresponde a una losa sobre la superficie del lecho, que permite que el agua continúe su curso de manera natural sin afectar su nivel de escurrimiento.
- Vado de concreto combinado con alcantarillas de tubo, es empleado principalmente en sitios para desalojar flujos en estiaje y para mantener a los vehículos fuera del agua, evitando la degradación de la calidad de agua.

- Vado de concreto combinado con viga cajón, posee una aplicación similar al tipo de vado combinado con alcantarillas de tubo, sin embargo, es el que se recomienda para proteger la migración de especies acuáticas, donde el fondo debe ser natural o rugoso y la velocidad del agua no debe ser acelerada.
- Vado de concreto tipo puente de aguas bajas, es una estructura especial que se debe diseñar para soportar desbordamientos ocasionales y tener resistencia a la erosión en la base. Puede cubrir el ancho total del río.

Los diseños deberán ser realizados por personal competente para lo cual deben considerar e indicar al menos: estimación de niveles máximos y mínimos del agua, cimentaciones, potencial de socavación, retrasos permitidos en el tránsito, sección transversal del cauce, estructuras de protección de socavación aguas arriba y aguas abajo (en razón del abatimiento del nivel del agua al salir de la estructura y de la aceleración del flujo al pasar por el vado), estabilidad del cauce y de la márgenes del río, especificaciones de los materiales de construcción y, obras y condiciones para asegurar la protección de peces u otras especies animales, según sean las condiciones del sitio.

Cuando así se requiera, para asegurar la adecuada migración de peces, el diseño del vado debe garantizar un fondo natural de flujo o bien con cierta rugosidad y, una velocidad de flujo que no se acelere por efecto del vado.

El diseño debe proveer una estructura o losa lo suficientemente larga como para proteger el “perímetro mojado” del cauce. Además, se deberá proporcionar un borde libre de entre 0,3 m y 0,5 m en la elevación, entre la parte superior de la superficie reforzada de rodadura (losa) y el nivel máximo de aguas esperado.

Cuando así lo establezcan los planos constructivos, se deberán instalar barandas, con el fin de proporcionar seguridad al usuario, según la Sección 556 Sistemas de contención vehicular para puentes, cuya aceptación, medición y pago se hará por medio de dicha sección.

El diseño debe contemplar aspectos geométricos adecuados, según el tipo de tránsito, para evitar que vehículos queden atrapados ya sea porque existan curvas horizontales o verticales mal diseñadas, que impidan realizar las maniobras necesarias para pasar.

El concreto hidráulico a utilizar, deberá quedar definido por el diseño y cumplir lo establecido en la Sección 552 Concreto estructural o 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, según sea el caso.

611.05 Obras preliminares

Las obras preliminares que sean necesarias para el emplazamiento de la estructura del vado, tales como excavaciones y rellenos, se construirán de acuerdo con lo dispuesto en las Secciones 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado y 209 Excavación y relleno para otras estructuras, según sea. La aceptación, medición y pago, se efectuará de acuerdo con dichas secciones.

No podrá colocarse concreto sobre lodo o rellenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida.

Sobre la subrasante previamente preparada, el Contratista construirá una capa de subbase granular o bien de base granular, dependiendo de lo establecido en los planos constructivos, que cumpla con lo establecido en la Subsección 611.06 (b) Construcción. El espesor del material granular será el establecido en los planos constructivos, pero en ningún caso será inferior a 0,15 m. La capa de material granular tendrá las dimensiones exteriores de la cuneta de concreto tipo vado, más un mínimo de 0,30 m por cada lado. Su colocación y compactación se regirán por lo dispuesto en la Sección 301 Subbases y bases granulares, según corresponda. La superficie terminada se ajustará a una tolerancia de + 00 mm y -15 mm, con respecto a las cotas establecidas en los planos constructivos. Las deficiencias en cotas serán superadas por cuenta del Contratista con concreto de la cuneta tipo vado.

611.06 Construcción

- (a) Diseñar y colocar los encofrados libres de pandeos que permitan ser removidos sin dañar el concreto, de acuerdo con lo indicado en la Sección 552 Concreto estructural y 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, según sea el caso.
- (b) Sobre la superficie de la subbase o base granular previamente preparada, se colocará un polietileno de mínimo 1 mm de espesor, que cubra toda el área a colar, de acuerdo con lo indicado en la Sección 714 Geosintéticos. El polietileno quedará sujeto a la superficie de apoyo, el cual no debe presentar arrugas, bolsas de aire u otros desperfectos al momento de ser cargado el concreto.

- (c) La distribución y ubicación del acero de refuerzo se regirá por lo señalado en los planos constructivos, el Código Sísmico de Costa Rica vigente y la Sección 554 Acero de refuerzo.
- (d) El método que se utilizará para mezclar, transportar, colocar, curar y dar acabado a la superficie del concreto, se hará de conformidad con lo indicado en Sección 552 Concreto estructural y 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, según sea el caso. El espesor del concreto será el establecido en los documentos del proyecto, pero en ningún caso será inferior a 0,15 m. No se aceptarán protuberancias o depresiones superficiales mayores a 6 mm, con respecto de la superficie proyectada
- (e) El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación.
- (f) Las juntas transversales de contracción podrán efectuarse mediante aserrado del concreto u otro material previamente aprobado por la Administración. Estas juntas se construirán distanciadas como máximo cada 4,0 m o según lo establezca la Administración; sin embargo, cuando la estructura quede adosada a un pavimento de concreto existente, su espaciamiento deberá coincidir con las juntas de contracción de dicho pavimento. Las juntas se rellenarán con material que sea previamente aprobado por la Administración.
- (g) Retirar el material no utilizable depositándolo en sitios adecuados, de tal forma que no afecte el entorno ambiental, el sistema de drenaje de la vía, ni la seguridad de los usuarios.
- (h) En caso de que exista erosión natural en las orillas del cauce del río se deben proteger las mismas con escolleras o enrocados, de conformidad con lo indicado en la División 250 Refuerzo de taludes y muros de retención y la División 600 Construcciones conexas, según sea el caso. Proteger toda la estructura del vado ya sea con pantallas impermeables, enrocamiento, gaviones, losas de concreto, u otro tipo de protección contra la socavación. Por ser un punto crítico, el borde aguas abajo de un vado debe ser protegido contra la socavación por lo que es necesario construir disipadores de energía o enrocamientos de protección. La aceptación, medición y pago de estas estructuras. se efectuará de acuerdo con lo que establece la División

250 Refuerzo de taludes y muros de retención y la División 600 Construcciones conexas, según sea el caso.

- (i) Colocar marcadores de profundidad, resistentes y adecuadamente colocados sobre la losa para advertir al tránsito de los niveles de aguas a partir de los cuales la altura resulta peligrosa o bien no se debe transitar por el vado.
- (j) Para el caso de los vados especiales (combinado con alcantarilla, viga cajón) se deben realizar de conformidad con lo indicado en la Sección 602 Sistemas de alcantarillado, y las respectivas subsecciones de materiales.
- (k) Cuando así se requiera, se construirán barandas de acuerdo con la Sección 556 Sistemas de contención vehicular para puentes.
- (l) El Contratista deberá en todo momento, durante la ejecución de las obras, velar por la seguridad de los usuarios, colocando señalización preventiva, de acuerdo con la respectiva normativa vigente. Además, debe tener presente lo establecido en el Reglamento de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para Ejecución de Trabajos en las Vías y su respectivo Decreto Ejecutivo del MOPT, así como lo estipulado en el Programa de Manejo de Tránsito del proyecto.

611.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material granular de base o subbase, se aceptará de acuerdo con lo indicado en la Sección 301 Subbases y bases granulares.

- Las excavaciones y los relleno, se aceptarán de acuerdo con lo que establezcan las secciones 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado y 209 Excavación y relleno para otras estructuras, según sea.
- El concreto hidráulico, se aceptarán según sea el caso, de acuerdo con las secciones 552 Concreto estructural o 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- Los sistemas de alcantarillado en caso de ser utilizados, se aceptarán de acuerdo con lo que establezca la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.
- Las barandas de seguridad, se aceptarán de conformidad con la Sección 556 Sistemas de contención vehicular para puentes. Las pantallas impermeables, enrocamiento, gaviones u otro tipo de protección contra la socavación, se aceptarán según corresponda, de acuerdo con lo indicado en la División 250 Refuerzos de taludes y muros de retención.
- La aceptación de las cotas de elevación, espesores y acabados, se aceptarán de conformidad con lo indicado en los planos constructivos.

611.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 611 Estructuras para vados, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Material de granular de base o subbase, se medirá y pagará, de conformidad con la Sección 301 Subbases y bases granulares. No se medirá el sobre-espesor si existiera.
- La excavación se medirá y se pagará según las Secciones 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto hidráulico se medirá y se pagará, según la Sección 552 Concreto estructural o 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, según sea el caso. Las pantallas impermeables, enrocamiento, gaviones u otro tipo de protección contra la socavación, se medirán y pagarán, según corresponda, por medio de la División 250 Refuerzos de taludes y muros de retención.
- En caso de emplear sistemas de alcantarillado, se medirán y pagarán, según la Sección 602 Sistemas de alcantarillado.

- Las barandas se medirán y pagarán de conformidad con la Sección 556 Sistemas de contención vehicular para puentes.
- La verificación de las cotas de elevación, espesores, se medirá en m, con topografía para secciones transversales.

611.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta Sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

No se reconocerá pago alguno de volumen de material por sobreespesor de la capa colocada de relleno o de concreto.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.611.01	Vado simple de concreto	Metro lineal	(m)
CR.611.02	Vado de concreto combinado con alcantarilla de tubo	Metro lineal	(m)
CR.611.03	Vado de concreto combinado con viga cajón	Metro lineal	(m)
CR.611.04	Vado de concreto tipo puente de aguas bajas	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 612 DESCARGAS DE AGUAS

612.01 Descripción

Esta Sección se refiere a la construcción de las obras que complementan algunas estructuras de drenaje superficial, tales como el sistema de alcantarillado, tomas y tragantes, cordón y caño, entre otros. Consisten básicamente en la construcción de colectores de concreto para la captación de aguas, y sus respectivas descargas a través de canaletas, disipadores de energía, elementos de metal corrugado u otros tipos de materiales.

612.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Sistemas de alcantarillado	602
Acero de refuerzo	709.01
Sellantes, sellos y rellenos	712.01
Mortero	712.02
Cubrejunta impermeable	712.03
Ladrillos de concreto	725.08
Anclajes prefabricados	725.11
Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras	725.12
Lechada (relleno fluido)	725.22

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

612.03 Procedimiento de trabajo

Las obras se construirán con las dimensiones y características señaladas en los planos constructivos del proyecto. Los colectores, que corresponden a las estructuras que captan las aguas provenientes de las obras de descarga de agua, deberán disponer de una o dos entradas de captación según corresponda. Estos últimos se construirán en los puntos bajos del camino, pudiendo requerirse más de una bajada, dependiendo del caudal a evacuar.

Las estructuras construidas para descargas de agua deben contar con la conexión hermética al colector de entrada, anclaje final en concreto e intermedios cuando corresponda, así como cualquier otro elemento necesario para el correcto posicionamiento del diseño, el cual permita un funcionamiento óptimo.

Las descargas que bajan por el talud del terraplén, pedraplén o por una ladera natural, se construirán de acuerdo con lo señalado en los planos constructivos del proyecto. Las descargas deberán conducir el agua hacia el cuerpo receptor en forma segura con respecto al tránsito, peatones, las diferentes obras y el terreno aledaño.

Las excavaciones y rellenos requeridos, se regirán de acuerdo con lo indicado en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

Cuando por efectos del caudal o de la pendiente de descarga, pueda provocarse erosión en el terraplén, pedraplén o ladera natural, se construirá una estructura para la disipación de la energía del agua u otra obra similar en el punto de descarga de la bajada de agua. Estas obras se cuantificarán para efectos de pago en la Sección 604 Pozos de Registro, Tomas y Tragantes, respectiva de estas especificaciones.

Si algún componente de la estructura requiriera ser construido con concreto estructural, éste deberá atender lo indicado en la Sección 552 Concreto estructural, según lo indicado en los planos constructivos.

Después de efectuar las excavaciones requeridas por las obras, se compactará según la Sección 209 Excavación y Relleno para otras Estructuras. Además, todas las obras de concreto se construirán en sitio.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, de los peatones y del personal de las labores, conforme a lo dispuesto en la Sección 635 Seguridad y Control Temporal del Tránsito y la Sección 156 Tránsito seguro de los usuarios.

612.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de

protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Todos los materiales se aceptarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 612.02 Materiales
- Se verificará que los colectores y bajantes construidos estén en la posición establecida en los planos constructivos, así como se debe cumplir con las dimensiones y características señaladas en estos. Se verificará su buen funcionamiento.
- Las excavaciones y los rellenos para la estructura de descarga, se aceptará, en lo que corresponda, de acuerdo con lo indicado en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto hidráulico y mampostería, se aceptará de acuerdo con lo que establezca la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- El concreto estructural, se aceptará de acuerdo con lo que establezcas la Sección 552 Concreto estructural.
- Las tuberías y su colocación, se aceptarán, en lo que corresponda, de acuerdo con lo indicado en la Sección 602 Sistema de alcantarillado, según sea el caso.

612.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 612 Descargas de agua, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción o lo que en su defecto establezca la Administración.

De manera que:

- Las excavaciones y los rellenos para la estructura de descarga, se medirán y pagarán de acuerdo con lo indicado en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

- Colectores para descargas de agua se medirán en unidades (u). Incluye el colector, el contrafuerte y demás obras anexas de concreto, incluso el suministro y colocación de acero cuando corresponda, y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.
- La estructura de descarga con tubo o medio tubo, se medirán en metros lineales (m), incluyendo los accesorios de anclaje y de amarre. Incluye el suministro e instalación de la tubería de media caña, sus accesorios de anclaje y piezas especiales. Asimismo, incluye la conexión hermética al embudo de entrada, contrafuerte final en concreto e intermedios cuando corresponda y demás materiales, actividades y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.
- Las canaletas y los disipadores de energía, se medirán en metros lineales (m).

612.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.612.01	Colectores para captación de agua y accesorios de anclaje	Unidad	(u)
CR.612.02	Tubos corrugados de media caña y accesorios de anclaje, con diámetro_____	Metro lineal	(m)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.612.03	Tubos corrugados circulares y accesorios de anclaje, con diámetro_____	Metro lineal	(m)
CR.612.04	Tuberías de otros tipos de material y accesorios de anclaje, con diámetro_____	Metro lineal	(m)
CR.612.05	Canaletas de concreto	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 613 SUPERFICIES DE MAMPOSTERÍA SIMULANDO PIEDRA

613.01 Descripción

Este trabajo consiste en el uso de concreto, color/tintes, y lechada para simular la textura y el color de la mampostería de piedra natural, en el patrón de piedra que se muestra en planos. Consiste en lo siguiente:

- (a) Diseñar y proveer forros de encofrados con texturas.
- (b) Instalar los forros.
- (c) Aplicar un acabado superficial de colorante que imite el color único y la apariencia moteada de la piedra de mampostería.
- (d) Preparar una pared de prueba, con la apariencia de piedra de mampostería, demostrando el acabado de superficie antes de iniciar el trabajo.

613.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Pintura penetrante	708.06
Relleno de las juntas de expansión	712.01 (b)
Mortero	712.02
Lechada para aplicaciones misceláneas	725.22 (a.2)
Encofrados	725.27

Requerimientos para la construcción

613.03 Fabricación de forros de encofrado

Se tomará una impresión de la forma de la piedra, la textura, y de las juntas de mortero a partir de la ubicación designada. Se diseñarán los forros de encofrado de acuerdo con el patrón de piedras mostrado en planos. Se someterán dibujos detallados del forro, para aprobación, de acuerdo con la Sección 104 Alcance del trabajo.

613.04 Instalación de los forros de encofrado

Se fijarán los forros a los encofrados, dejando una separación de menos de 3 mm entre los forros adyacentes. No se repetirá el patrón del forro, entre juntas de expansión o en intervalos de por lo menos 6 m, el que sea mayor.

Se encofrarán las juntas a los intervalos mostrados en planos. Mezclar las juntas dentro del patrón, y en el final de la superficie de concreto.

Se coordinarán los encofrados con los atiesadores o separadores de paredes y se colocarán los agujeros de los atiesadores en el punto más alto de la rusticación o en la junta de mortero.

Se limpiarán los forros de los encofrados quitándoles excesos de concreto, antes de ser reutilizados. Se inspeccionará visualmente cada forro buscando daños o defectos y se reparará el forro antes de la instalación.

613.05 Superficie superior

Se hará resaltar el concreto plástico en la superficie expuesta, estampando en seco, allanando con llaneta, formando con la mano, o con una combinación de esos métodos, para simular la apariencia de mampostería de piedra con juntas de mortero. Se calzarán los patrones laterales de las juntas encofradas. Inmediatamente después de que el agua libre se evapore, y el acabado de la superficie concluya, se curará el concreto durante 7 días, de acuerdo con la Subsección 552.16 Curado del concreto hidráulico, inciso (b). No se usará membrana líquida para curación.

613.06 Remoción del forro encofrado

Dentro de las 24 horas después de colado el concreto se removerá o liberarán los forros de encofrado, sin causar deterioro superficial al concreto o debilitamiento al estrato. Se

removerán todas los atiesadores de los encofrados, con una profundidad de por lo menos 25 mm bajo la cara del concreto, sin astillarlo o dañarlo.

Se curará el concreto durante 7 días, de acuerdo con la Subsección 552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico, inciso (b). No se usarán compuestos líquidos de curación.

613.07 Preparación de la superficie de concreto

Se acabarán todas las superficies de concreto expuesto, de acuerdo con la Subsección 552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico, inciso (a). Se acabarán en tal forma que las juntas horizontales, verticales, y a tope, no sean visibles. Se minimizará el pulimento y cincelado para evitar que el agregado quede expuesto.

Proveer una superficie libre de manchas, decoloraciones, vacíos, y marcas de encofrado. La textura de la superficie debe ser, un patrón continuo sin cortes visuales.

613.08 Aplicación del color/tinte

Se envejecerá el concreto, incluyendo reparaciones, durante un mínimo de 30 días. Se limpiará la superficie de lechada, suciedad, polvo, grasa, y cualquier otro material extraño, por medio de métodos aprobados.

Se removerá la eflorescencia lavando con agua a presión. Para ello se usará una boquilla de soplador sostenida perpendicularmente a la superficie a una distancia de entre 0,6 y 1,0 m con una presión de agua de por lo menos 20 MPa, a una razón de 12 a 16 L/m. No debe usarse chorro de arena en las superficies que reciban color/tinte.

Se corregirán todas las irregularidades de la superficie creadas por la limpieza.

Se mantendrá la temperatura del concreto entre los 4 °C y 30 °C cuando se aplique color/tinte, y durante 48 horas después de aplicar un color/tinte.

Todas las superficies expuestas se pintarán con color/tinte aplicado de tal manera que se obtenga la apariencia de mampostería de piedra natural. Se usará un mínimo de 3 colores/tintes.

Se aplicarán lechada con color de cemento natural a cada junta de encofrado en forma suficiente para que el exceso de color/tinte no sea visible. Se dará al patrón de juntas de lechada de los encofrados una apariencia de juntas de mortero en mampostería de piedra.

Se revestirán todas las áreas que sean inconsistentes con la pared de prueba aprobada.

Las juntas de expansión se tratarán con calafateado/lechada, para combinar con la apariencia de la piedra adyacente o con la junta de mortero.

613.09 Pared de prueba

Antes de iniciar el trabajo de mampostería de piedra, se construirá una pared de prueba de 1 m de alto por 0,5 m de ancho y 3 m de largo, de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural y estas especificaciones.

Se colará la pared de prueba en sitio usando los mismos métodos de encofrado, procedimientos, forro de encofrado, configuración del texturizado, juntas de expansión, mezcla de concreto y aplicación de color/ tintes, propuestos para el trabajo final. Se demostrará que la calidad y consistencia de la pared de prueba en el tratamiento de las juntas, el tratamiento final, el método de estampado en relieve, el tratamiento posterior, y la aplicación del color/tinte es adecuada. Si la pared resulta inaceptable se construirá una nueva pared de prueba. Se iniciará la construcción de concreto estructural después de que la pared de prueba haya sido aprobada. Se iniciará la aplicación del color/tinte sólo después de que se haya aplicado en la pared de prueba y haya sido aprobado. Se demolerá la pared de prueba, una vez que se haya usado.

613.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales para simular superficies de mampostería de piedra son evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.

- La instalación de los forros de encofrado según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La aplicación del color/tinte sobre todas las superficies de concreto expuesto, será evaluada, según la Subsección 107.02 Inspección visual y la construcción de la pared de prueba, simulando mampostería de piedra de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.

613.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 613 Superficies de mampostería simulando piedra, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá el tratamiento superficial para simular mampostería de piedra, por metro cuadrado (m²) y la pared de prueba, incluyendo el concreto y el acabado, por unidad (u).

613.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.613.01	Tratamiento superficial, simulando mampostería de piedra	Metro cuadrado	(m ²)
CR.613.02	Pared de prueba simulando mampostería de piedra	Unidad	(u)

SECCIÓN 614 RELLENO DE CONCRETO POBRE

614.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de una cama de asiento de concreto pobre.

614.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Cemento hidráulico	701
Agregado para rellenos con concreto pobre	703.16
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

614.03 Composición de la mezcla

Se proveerán agregados con graduación uniforme de gruesa a fina, que tenga un tamaño máximo de 25 mm y no más del 10 % pasando la malla de 75 μ m.

Se proporcionará la mezcla de agregados, el cemento, y el agua por peso o por volumen.

Se proveerá un concreto pobre de relleno que contenga entre 110 y 113 kg/m³.

Se presentará previamente a aceptación lo siguiente:

- (a) Tipo y fuente(s) de agregados
- (b) Tipo y fuente de cemento
- (c) Peso o cantidad de cada agregado propuesto, para un m³ de relleno de concreto pobre.
- (d) Cantidad de agua propuesta, por m³ de concreto pobre.
- (e) Cantidad de cemento propuesto, por m³ de concreto pobre.

(f) Revenimiento

614.04 General

Se realizará el trabajo como se describió en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. No se colocará concreto pobre de relleno en contacto con aluminio o estructuras con revestimiento de aluminio.

No se usará concreto sobre la parte superior de la subrasante.

614.05 Mezcla y colocación del relleno de concreto pobre

Se mezclará el concreto por medio de un tambor rotatorio, mezcladora de paletas, o cualquier otro método aprobado por la Administración, para obtener una mezcla uniforme.

Se colocará el concreto en forma uniforme, que prevenga los vacíos, o la segregación del relleno. Se colocará el relleno pobre de concreto en capas horizontales no mayores de 300 mm de espesor.

Cuando se rellene alrededor de alcantarillas y otras estructuras, se colocará el concreto de tal manera que no desplace o levante la estructura. Se rellenarán en forma pareja todos los lados de la estructura.

Cuando se cuele el concreto pobre a o bajo la temperatura de 2 °C, se realizará el trabajo de acuerdo con la Subsección 552.10 Temperatura y condiciones ambientales (a). Se esperarán por lo menos, 4 horas antes de rellenar sobre el concreto pobre colocado.

614.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales para relleno de concreto pobre serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación y el relleno con el concreto según la Subsección 107.02 Inspección visual.

614.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 614 Relleno de concreto pobre, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá el concreto por metros cúbicos (m³), en el vehículo de transporte.

614.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.614.01	Relleno de Concreto Pobre	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 615 ACERAS, ENTRADAS A PROPIEDADES Y SENDEROS PAVIMENTADOS

615.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, las cuales deben cumplir a cabalidad con la Ley 7600 de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad. Esto rige en todo tipo de obra del proyecto que sea de acceso a los peatones, las que pueden ser de concreto hidráulico, mezclas asfálticas y ladrillos de concreto o arcilla.

615.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes División, Sección y Subsecciones:

Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales	400
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Base de apoyo	704.09
Acero de refuerzo	709.01
Materiales de curado	711.01
Sellantes, sellos y rellenos	712.01
Ladrillos de arcilla y lajas	725.07
Ladrillos de concreto	725.08

Requerimientos para la construcción

615.03 General

Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. Se colocará la capa de base en gruesos no mayores de 100 mm de espesor compactado. Se compactará cada capa con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo, o sistema vibratorio.

615.04 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto hidráulico

Se realizarán los trabajos de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Se usarán encofrados para el espesor total del concreto.

- (a) Juntas. Se construirán juntas perpendicularmente a los bordes laterales y a otras juntas. Se ajustarán las juntas adyacentes a cordones y pavimentos y se acabarán los filos y se removerá todo el mortero libre y el concreto de las juntas.
- (1) Juntas de expansión. Se construirán a intervalos no mayores de 18 m usando un relleno de junta preformado de no más de 19 mm, para el espesor total de las juntas.
 - (2) Juntas de construcción. Se dejarán juntas de construcción a intervalos no mayores de 3 m. Se formarán con una herramienta apropiada, o aserrando, con un espesor de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ del espesor del concreto, y con aproximadamente 3 mm de ancho.
 - (3) Juntas de construcción adicionales. Se formarán juntas de construcción alrededor de todos los pozos de inspección, edificios, puentes, y de todos los accesorios de servicios públicos. Se usará una junta de expansión preformada de relleno, de 13 mm de espesor, con el espesor total de la junta.
- (b) Acabados. Se acabarán las aceras, los filos laterales de la losa y las juntas, con una herramienta que de un radio de 6 mm a los filos.
- (1) Acabado de aceras. Ver Subsección 552.15 (c) 2 Acabado de aceras.
 - (2) Acabado de agregado expuesto. Ver Subsección 552.15 (c) Texturización. Se curará el concreto durante por lo menos 72 horas, de acuerdo con la Subsección 552.16 Curado del concreto hidráulico (b) o (c). Se protegerá el trabajo del tráfico peatonal durante 72 horas y del tráfico vehicular durante 7 días.

615.05 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto asfáltico

Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave y 404 Diseño de mezcla asfáltica en caliente producida en planta utilizando un porcentaje de mezcla reciclada (RAP, por sus siglas en inglés).

615.06 Aceras, entradas a propiedades y senderos de ladrillos

Se colocarán los ladrillos en forma sucesiva sobre la superficie preparada. Se colocará cada hilera de ladrillos, siguiendo la pendiente del terreno o entrada. Se rehará cualquier hilera que se desvíe de la línea recta en más de 55 mm en 10 m.

Se barrerá e inspeccionará la superficie antes de colocar los ladrillos y se removerá y recolocará cualquier ladrillo con imperfecciones.

Se rellenarán las juntas con una mezcla seca de 4 partes de arena y una parte de cemento por peso y cuidadosamente se bañará la superficie con agua hasta saturar el relleno de las juntas.

615.07 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los ladrillos de arcilla, ladrillos de concreto hidráulico, material de curación, relleno de juntas, y acero de refuerzo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- El material de la capa de base será evaluado según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada (Ver Tabla 615-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados).
- La construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada y trabajos de excavación y relleno según la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- Las mezclas asfálticas serán evaluadas de acuerdo con la Sección 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave y el concreto según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

615.08 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 615 Aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medición de las aceras, entradas a garajes y senderos, se hará por metro cuadrado (m²).

615.09 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.615.01	Acera	Metro cuadrado	(m ²)
CR.615.02	Entrada a garaje	Metro cuadrado	(m ²)
CR.615.03	Sendero	Metro cuadrado	(m ²)

615.10 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 615-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. El plan de control de calidad del Contratista debe atender las subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, y debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tabla 615-01 Requisitos mínimos de muestreo, ensayos y aceptación para aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 615-01

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Toma de muestras	Tiempo de reporte
Capa de base (704.09)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Granulometría	AASHTO T27 y T11 AASHTO T89	1 por cada 500 m ³	Almacenamiento del material final de la producción o apilamiento	---
		Límite líquido	AASHTO T89			

Notas:

- (1) El muestreo se ejecuta con dos especímenes de prueba.
- (2) El esfuerzo a la compresión será el promedio de dos especímenes de prueba.

SECCIÓN 616 CONTROL DE FILTRACIONES EN TÚNELES

616.01 Descripción

En esta Sección se definen los trabajos requeridos para controlar las filtraciones que se producen en el interior de un túnel. Estos trabajos se regirán por lo establecido en los planos constructivos del proyecto, esta Sección y por la Administración.

616.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Materiales impermeabilizantes	702.06
Sellantes, sellos y rellenos	712.01
Geosintéticos	714
Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas	725.15
Lechada (relleno fluido)	725.22

El almacenamiento y manejo de materiales deberá ser conforme lo establecido en la Subsección 106.04 Acopio y manejo de material.

Requerimientos para la construcción

616.03 General

Los procedimientos de trabajo que aquí se describen están destinados a drenar las filtraciones que deben controlarse como requisito previo al colado o aplicación de concreto lanzado, por lo que se deberá asegurar una reducción de la afluencia de agua a un mínimo compatible con un buen colado. Los mismos procedimientos se aplicarán a las filtraciones excesivas, a juicio de la Administración, que se produzcan en ciertas áreas después de aplicado el revestimiento previsto en los documentos del proyecto.

616.04 Técnicas de control de filtraciones

Las filtraciones se podrán controlar con algunos de los siguientes procedimientos:

(a) Inyecciones de impermeabilización

Las inyecciones de impermeabilización con lechada, se efectuarán, aceptarán, medirán y pagarán, según la metodología que establezca la Administración.

(b) Tuberías de drenaje

Excepto que la Administración establezca otra cosa, se instalarán tuberías en perforaciones de reducida longitud, típicamente de 20 a 100 cm en la roca, más el espesor de revestimiento en el caso que existiere. La instalación interior para recolectar las aguas consistirá en un trozo de tubería de PVC con cubierta o capuchón de geotextil en el extremo abierto hacia la roca, y sellado hacia las paredes de la perforación con lechada de cemento hidráulico que incluya un acelerador de fraguado, o con otro material sellante que sea previamente aprobado por la Administración.

Se instalarán en una secuencia típica de una tubería a cada 2 m².

(c) Drenajes en perforaciones

Estos drenajes serán con un diámetro mínimo de 45 mm, tienen como finalidad interceptar y conducir las aguas antes de que ellas alcancen la superficie del revestimiento del túnel. Sus longitudes típicas serán de 3,0 m o más y estarán dotados en toda su longitud de una tubería recolectora y conductora que impida su obstrucción por derrumbe o acumulación de materiales. La tubería recolectora y

conductora será perforada o ranurada para posibilitar la entrada de agua, debiendo al mismo tiempo impedir el ingreso de materiales sólidos. En el sector de salida, se sellará todo el perímetro de la tubería a la pared de la perforación en forma semejante a lo indicado en la Subsección 616.04 Técnicas de control de filtraciones, (b) Tuberías de drenaje.

(d) Otras técnicas

La Administración establecerá en los planos constructivos del proyecto otras técnicas de control de filtraciones en túneles.

Tanto las tuberías de drenaje como los drenajes en perforaciones, se conectarán a las mangueras o tuberías que conducirán las aguas recolectadas hasta la tubería o canaleta de drenaje longitudinal proyectada en el piso del túnel. De preferencia, esta canalización se dejará embutida en el revestimiento del túnel; en su defecto, se conducirá adosada al intradós de éste debidamente fijada y protegida en los tramos susceptibles a recibir impactos. Si a pesar de la instalación del drenaje continúan las filtraciones en el área adyacente a su boca, éstas deberán ser recogidas y conducidas a las mangueras mediante láminas adosadas al revestimiento, las que podrán ser de aluminio, de PVC, o de polietileno de espesor no inferior a 1 mm, y de tamaño no superior a 30 cm x 30 cm.

Las mangueras, de diámetro igual o superior a 25 mm, que conducen las aguas recolectadas en puntos de drenaje cercanos, podrán hacerse converger hacia una canalización que continúe hasta el elemento de drenaje longitudinal, siempre que la capacidad de éste cubra ampliamente las posibles filtraciones en temporada de alto escurrimiento.

616.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para

el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Subsecciones 106 Control del material y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La tubería y el geotextil, se aceptarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 616.02 Materiales
- La lechada, se aceptará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 616.02 Materiales.
- El asfalto utilizado como impermeabilizante se aceptará de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 616.02 Materiales.
- Los materiales sellantes, sellos y rellenos aprobados por la Administración se aceptarán de acuerdo con las subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- Inspeccionar visualmente que el proceso de colocación, inyección y perforación, satisfaga los requisitos indicados en la presente Sección.

616.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección Control de filtraciones en túneles, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción o lo que en su defecto establezca la Administración.

De manera que:

- Las inyecciones de impermeabilización se medirán y se pagarán en metros cúbicos (m³). Incluye las perforaciones para la inyección.
- La tubería de drenaje y el geotextil, se medirá en metros lineales (m) de perforación. La medición no incluirá las perforaciones abortadas por cualquier motivo, o no terminadas con la tubería o la lámina de captación, ni las perforaciones que no se hubieren realizado de acuerdo los documentos del proyecto o a las instrucciones de la Administración.
- El drenaje de perforación, se medirán en metros lineales (m) de perforación. Incluye la ejecución de las perforaciones, tanto en concreto como en roca, el suministro e instalación del tubo interior perforado o ranurado y con protección para evitar el

ingreso de sólidos, el sellado en el sector externo de la perforación, la eventual lámina de recolección, y todas las actividades y elementos complementarios requeridos para cumplir con lo establecido en esta Sección.

616.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.616.01	Inyección de impermeabilización	Metro cúbico	(m ³)
CR.616.02	Tubería de drenaje en túnel	Metro lineal	(m)
CR.616.03	Drenaje de perforación en túnel	Metro lineal	(m)
CR.616.04	Otro (indicar técnica de impermeabilización)	Establecido por la Administración	

SECCIÓN 617 SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

617.01 Descripción general

Este apartado se refiere a la construcción, instalación, modificación, remoción, reparación y sustitución de los sistemas de contención vehicular.

El alcance de esta sección comprende los siguientes sistemas de contención vehicular:

- (a) Barreras de contención vehicular
 - (1) Flexibles
 - (2) Semirrígidas
- (b) Terminal de barrera de contención vehicular
 - (1) Terminal abatido y enterrado
 - (2) Terminal empotrado en talud
 - (3) Terminal atenuador de impacto (absorbente de energía)
- (c) Pretiles metálicos de puente
- (d) Transiciones
- (e) Amortiguadores o atenuadores de impacto
- (f) Rampas de escape o lechos de frenado

Las barreras de contención vehicular, los terminales atenuadores de impacto, los pretiles de puente, las transiciones y los amortiguadores de impacto deben haber superado satisfactoriamente las pruebas de impacto a escala real, de conformidad con los requisitos establecidos en las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317, lo cual deberá estar validado por una certificación vigente de tercera parte. Las certificaciones de los sistemas de contención vehicular dependerán de la normativa vigente que aplique para cada sistema en particular.

Las barreras rígidas de contención vehicular de concreto y los pretiles de puente de concreto deberán seguir lo establecido en la Sección 618 Sistemas de contención vehicular de concreto.

Para efectos de diseño de los sistemas de contención vehicular se debe cumplir con el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, según se establece en el Decreto Ejecutivo N°. 37347-MOPT, o su decreto vigente.

617.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Pintura (para estructuras metálicas)	563
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Vigas para barreras de contención vehicular	710.06
Postes para barreras de contención vehicular	710.09
Separadores, accesorios y cables para barreras de contención vehicular	710.10
Captafaros y sistemas delineadores lineales	718.24

Se podrá utilizar cualquier otro material siempre que cumpla con sus respectivas especificaciones. Nuevas tecnologías de sistemas podrán ser utilizados siempre que hayan superado satisfactoriamente las pruebas de impacto a escala real (pruebas de desempeño), de conformidad con los requisitos establecidos en las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317, lo cual deberá estar validado por una certificación vigente de tercera parte.

Deberá realizarse una inspección de los elementos que conforman cada sistema para comprobar que no haya defectos de fábrica; caso contrario estos deberán rechazarse.

Requerimientos para la construcción

617.03 General

En esta sección se detallan los requerimientos generales para la instalación y construcción de sistemas de contención vehicular. Para los requerimientos específicos de cada sistema se deberán seguir las indicaciones del fabricante para una adecuada instalación de cada elemento de los sistemas de contención vehicular.

Una vez que un sistema de contención vehicular sea recibido conforme por la Administración en condición óptima de funcionamiento, este pasará a formar parte del plan de mantenimiento de activos viales de la Administración, tanto por impactos como por cualquier otro daño o vandalismo. Es responsabilidad de la Administración realizar la valoración correspondiente en el sitio y reparar o sustituir parcial o totalmente los sistemas, de tal manera que no se vea afectada la seguridad de los usuarios de la vía. La reparación o sustitución parcial de sistemas de contención vehicular no permite combinación de elementos que no sean compatibles entre sí, y solo se permite el uso de elementos o sistemas nuevos. La modificación de los elementos estructurales de los sistemas de contención vehicular no está permitida sin autorización previa y por escrito del fabricante del sistema. Modificaciones en el diseño o emplazamiento de sistemas de contención vehicular deberán ser aprobadas por la Administración.

La construcción de barreras de contención vehicular en vías abiertas al flujo vehicular puede requerir de varios días de instalación según el proyecto; por lo tanto, es requisito indispensable al final de cada jornada laboral, colocar como mínimo una pieza terminal redondeada (rounded end section) en cada extremo de barrera que se encuentre expuesto al tránsito, con la señalización preventiva necesaria para disminuir el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito, o bien, cualquier sistema temporal de amortiguación de impactos.

617.04 Postes para barreras de contención vehicular

En el caso de barreras de contención vehicular con postes, se deberá tener los siguientes cuidados generales:

Los postes metálicos o de madera (o combinaciones de metal con madera) deberán ser siempre hincados en el terreno para asegurar la funcionalidad del sistema. Para ello deberá utilizarse maquinaria apropiada para hincar los postes y que estos no se vean dañados como parte del proceso de instalación.

Si durante el proceso de hincado de postes quedara expuesto el acero (pérdida de galvanizado), las superficies deberán ser tratadas adecuadamente de tal forma que la vida útil de los materiales no se vea afectada. De igual forma para postes de madera o combinaciones de madera con metal se deberá asegurar que la madera esté debidamente tratada para la intemperie, de tal forma que su vida útil no se vea afectada.

La cimentación y el suelo son una parte integral del sistema de contención vehicular, se debe revisar detalladamente las condiciones bajo las que se realizaron los ensayos a escala real y las recomendaciones de instalación de los fabricantes para garantizar el adecuado comportamiento del dispositivo de seguridad en campo.

Partiendo de una homogeneidad en las condiciones de los suelos en los márgenes de la carretera en proyectos nuevos de obra vial, el Contratista del proyecto o Administrador de la carretera debe garantizar mediante ensayos estáticos in situ que la resistencia del suelo donde serán instalados los sistemas de contención vehicular permita que los sistemas tengan un comportamiento acorde al que presentó el prototipo ensayado exitosamente bajo la norma correspondiente.

En el caso de vías existentes en donde no se tiene control de las condiciones de los suelos en los márgenes de la carretera, se deberán realizar ensayos de caracterización de suelos en el laboratorio, con el fin de generar al menos un perfil general a lo largo de la vía donde se instalarán los sistemas de contención vehicular. La profundidad para la toma de muestras de ensayo dependerá del tipo de sistema que requiera instalarse. A partir del perfil, se definirán tramos homogéneos con el fin de identificar los sitios donde se deberán realizar los ensayos estáticos in situ. La cantidad necesaria de estos ensayos dependerá de la heterogeneidad u homogeneidad de los suelos a lo largo de los tramos en que se requiera la instalación de los sistemas.

En la subsección 617.15 Ensayo estático in situ, se describe el ensayo estático con sus requisitos y especificaciones.

Si a partir de los resultados de los ensayos estáticos in situ se detectan zonas con estratos rocosos (suelos duros) o zonas de baja resistencia (suelos blandos), se deberá seguir lo indicado por el fabricante del sistema para la adecuada instalación de los postes, sin que se comprometa la funcionalidad del sistema. La Administración deberá llevar en bitácora oficial del proyecto un estricto control de estos cambios, incluyendo el manual de instalación o documento que respalde las modificaciones indicadas por el fabricante del sistema.

617.05 Vigas para barreras de contención vehicular

En el caso de las vigas metálicas (aleaciones de acero) para barreras de contención vehicular se deben cumplir las especificaciones del fabricante del sistema y se deberá tener los siguientes cuidados generales:

El traslape de las vigas deberá instalarse en la dirección del flujo del tránsito. Solo en casos técnicamente justificados y avalados por la Administración se podrá variar el traslape de las vigas.

Bajo ningún motivo las vigas podrán ser dobladas, cortadas o soldadas. En caso de requerirse vigas curvas, estas deberán ser provistas por el fabricante según las curvaturas requeridas.

Si durante el proceso de instalación de las vigas quedara expuesto el acero (pérdida de galvanizado), las superficies deberán ser tratadas adecuadamente de tal forma que la vida útil de los materiales no se vea afectada.

En el caso de vigas de madera o combinaciones de madera con metal se deberá asegurar que la madera esté debidamente tratada para la intemperie, de tal forma que su vida útil no se vea afectada.

617.06 Tornillería para sistemas de contención vehicular

Dado que la tornillería es específica para los diferentes elementos de cada sistema de contención vehicular, deberá seguirse la especificación técnica del fabricante para cada sistema, incluyendo los requerimientos de los materiales y los torques.

617.07 Barreras de contención vehicular de concreto (rígidas)

Se deberán seguir las especificaciones técnicas según la Sección 618 Sistemas de contención vehicular de concreto.

617.08 Terminales de barreras de contención vehicular

La sección final o terminal de una barrera de contención vehicular debe diseñarse y construirse asegurando que toda la barrera a la cual está conectada, pueda contener y redireccionar el vehículo para el cual fue diseñada de acuerdo con las especificaciones del sistema utilizado. Únicamente serán aceptados los siguientes tipos de terminal:

- Terminal esviado, abatido y enterrado: Tipo de terminal de barrera de contención vehicular que consiste en una sección final de barrera esviada (ángulo horizontal para alejar la barrera del flujo vehicular) y abatida (ángulo vertical para disminuir la altura de la barrera hasta el nivel del suelo) y una pieza final de anclaje enterrada en el suelo.

- Terminal empotrado en talud: Tipo de terminal de barrera de contención vehicular que consiste en una sección final de barrera esviada o no, en función de la ubicación del talud de corte y una pieza final de anclaje enterrada en el talud, conservando la altura de la barrera.
- Terminal atenuador de impacto (absorbente de energía): Tipo de terminal de barrera de contención que se comporta como un sistema atenuador de impactos frontales y como barrera de seguridad ante las colisiones laterales, lo cual ofrece un alto nivel de seguridad.

Terminales bruscos, tales como la “cola de pez” y los cortes verticales de muros y barreras de concreto no serán permitidos en todos los casos en que exista la posibilidad de que un vehículo los impacte frontalmente, dada su alta peligrosidad al aumentar las consecuencias de los accidentes de tránsito y la gravedad de las lesiones para las personas dentro de los vehículos.

En el caso de los terminales abatidos y enterrados, y los empotrados en talud de corte, el tipo de postes, vigas, accesorios y anclaje se determinará según lo indique el fabricante. El sistema de anclaje debe ser adecuado para que permita desarrollar la fuerza de tracción total de la barrera de contención.

En el caso de un terminal atenuador de impacto (absorbente de energía), este puede requerir de anclajes de concreto, por lo que se deberá respetar el tiempo mínimo de curado, tal como se especifica en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

617.09 Pretilos metálicos de puente

Los pretilos metálicos de puente deberán contener y redireccionar el vehículo para el cual fueron diseñados, de acuerdo con las especificaciones del sistema utilizado. Estos deberán utilizarse para puentes, viaductos o cualquier obra en donde exista riesgo de caída (por precipicios, en masas de agua, desde la plataforma de un puente, entre otros).

Para los requerimientos específicos de cada sistema se deberán seguir las indicaciones del fabricante, para una adecuada instalación de cada elemento del sistema de contención vehicular tipo pretil.

En el caso de pretilos de concreto colado en sitio o prefabricados se deberán seguir las especificaciones técnicas según la Sección 618 Sistemas de contención vehicular de concreto.

617.10 Transiciones entre sistemas

Para el diseño y construcción de las transiciones entre sistemas de contención vehicular de diferente rigidez, deberán seguirse los planos, especificaciones técnicas y/o recomendaciones del fabricante. Según el fabricante, la transición podrá realizarse por medio de elementos unitarios o una sección de transición de varios elementos, lo cual deberá considerarse en la medición y en el pago.

En el caso de puentes o pasos a desnivel que cuenten con facilidades para peatones o ciclistas (aceras, pasarelas, ciclovías u otra infraestructura ciclista) se deberá realizar un adecuado diseño de las transiciones entre sistemas vehiculares de diferente rigidez para que brinden la protección necesaria a los usuarios vulnerables en caso de riesgo de accidentes en la calzada vehicular, sea propiamente en el puente o en los tramos de aproximación.

617.11 Amortiguadores de impacto

Los amortiguadores o atenuadores de impacto deben contener y/o redireccionar el vehículo para el cual fueron diseñados, de acuerdo con las especificaciones del sistema utilizado, considerando su diseño redirectivo o no redirectivo. El tipo de sistema, diseño y grado de contención debe cumplir con el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, según se establece en el Decreto Ejecutivo N°. 37347-MOPT, o su decreto vigente.

Para los requerimientos específicos de cada amortiguador de impacto se deben seguir las indicaciones del fabricante para una adecuada instalación de cada elemento que lo conforma. Los amortiguadores pueden requerir de anclajes de concreto, por lo que se deberá respetar el tiempo mínimo de curado, tal como se especifica en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

617.12 Rampas de escape o lechos de frenado

Las rampas de escape o lechos de frenado son sistemas de contención vehicular que se diseñan a partir de varios elementos y componentes, para lo cual se debe cumplir con el

Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, o su decreto vigente. Las subsecciones del CR-2020 que deben aplicar para las rampas de escape o lechos de frenado, así como los renglones de pago respectivos, deben corresponder a los elementos que las compongan, según su diseño y características del entorno.

Entre los elementos y componentes más comunes de una rampa de escape o lecho de frenado se encuentran: materiales granulares (suelto y seco), pavimento, iluminación, señalización vial vertical, demarcación vial horizontal, postes abatibles u otros dispositivos retrorreflectivos, así como otros sistemas de contención vehicular, tal como barreras de contención, terminales o amortiguadores de impacto, entre otros elementos y componentes según el diseño específico de la rampa.

617.13 Remoción de sistemas de contención vehicular

Los componentes de los sistemas de contención vehicular con daños que afecten la funcionalidad del sistema deberán removerse posterior a su valoración técnica, la cual deberá quedar registrada por medio de un inventario. Los componentes que sean removidos, deben transportarse al sitio indicado por la Administración. El Contratista debe reponer a la Administración todo componente de los sistemas de contención vehicular que se dañen o se extravíen durante el proceso de remoción y transporte. Los sistemas de contención vehicular considerados obsoletos, posterior a su valoración técnica, deberán desecharse de la misma forma.

Los agujeros y otros deterioros superficiales que se produzcan como consecuencia del proceso de remoción de los sistemas de contención vehicular deberán ser rellenados con material granular de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, asegurando el acabado superficial original.

617.14 Altura de los sistemas de contención vehicular

Los sistemas de contención vehicular deben estar colocados a una altura tal que permitan el funcionamiento del sistema, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. De variarse la altura de la superficie de rueda adyacente, se deberán remover los sistemas existentes de acuerdo con la Subsección 617.13 Remoción de sistemas de contención vehicular. Una vez terminado el proceso de remoción se procederá con la instalación de los sistemas a la altura adecuada, con la sustitución de los componentes que sean necesarios.

617.15 Ensayo estático in situ

El ensayo estático in situ para el adecuado emplazamiento de las barreras de contención vehicular deberá ser llevado a cabo bajo las siguientes especificaciones y criterios:

- Este ensayo estático de tipo “push-pull” permite la comprobación del comportamiento mecánico del suelo, de tal manera que se asegure la funcionalidad de los sistemas de contención vehicular instalados
- El poste de ensayo deberá ser de 2 m de largo y de sección C120, el cual debe ser hincado con equipo apropiado, a la profundidad indicada en la Figura 617-01 Ensayo estático in situ. El poste deberá hincarse a la misma distancia del borde de la calzada donde se vaya a instalar el sistema de contención vehicular, según el diseño.
- El ensayo deberá cumplir con dos condiciones simultáneamente para que el resultado sea satisfactorio y se apruebe para la instalación:
 - (a) Se aplicará una fuerza paralela al suelo dirigida hacia el exterior de la carretera hasta alcanzar un desplazamiento horizontal de 25 cm a la altura indicada en la Figura 617-01 Ensayo estático in situ (1). Esta fuerza deberá ser igual o superior a 8 kN.
 - (b) Se aplicará una fuerza paralela al suelo hacia el exterior de la carretera hasta alcanzar un desplazamiento horizontal de 45 cm a la altura indicada en la Figura 617-01 Ensayo estático in situ (2). El desplazamiento horizontal en la base del poste (en el empotramiento) deberá ser menor a 15 cm.
 - (c) La fuerza deberá ser aplicada de tal modo que se evite la torsión del poste durante todo el ensayo.

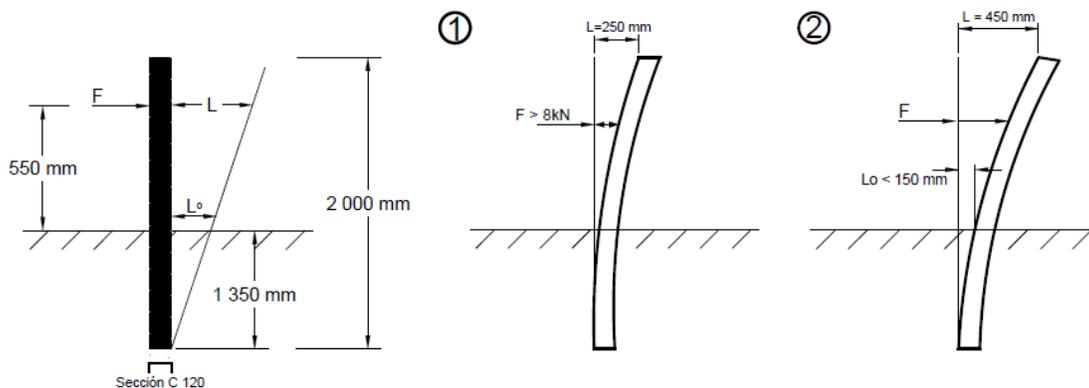


Figura 617-01
Ensayo estático in situ

617.16 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales utilizados para los sistemas de contención vehicular serán evaluados según las Secciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La construcción del sistema de contención vehicular será evaluada de acuerdo con las Secciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.07 Inspección en el sitio. Para la inspección en campo se deberán cumplir con los manuales de instalación y fichas técnicas según el sistema de contención en específico, incluyendo nivel de contención, anchos de trabajo, alturas de colocación, torques de la tornillería, traslapes entre sistemas, cimentación, hincamiento de postes, según aplique.
- Los espaldones y márgenes de carretera deben ser evaluados de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.
- La excavación estructural debe evaluarse de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto deberá cumplir lo establecido en la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

617.17 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 617 Sistemas de contención vehicular, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida de las barreras de contención vehicular metálicas (o en combinación con madera) se hará por metro lineal (m) instalado (incluyendo postes, vigas, tornillería y otros accesorios), incluyendo los terminales abatidos y enterrados de entrada y salida o los terminales empotrados en talud. Los terminales atenuadores de impacto se medirán por unidad (u).
- En caso de que se requiera ajustar la altura de la barrera, la medida de la remoción y recolocación de la barrera se hará de igual forma por metro lineal (m), lo cual incluye los postes de reemplazo.
- Los pretilos de puente se medirán por metro lineal (m) instalado.
- Las transiciones y los amortiguadores de impacto se medirán por unidad (u).
- Las rampas de escape se medirán en función de cada uno de los elementos que las compongan, de acuerdo con su diseño, incluyendo los materiales granulares, la señalización y demarcación vial, sistemas de contención vehicular, entre otros.

617.18 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

No será sujeto de pago ningún elemento de un sistema de contención vehicular que se dañe durante el proceso de instalación o que presente defectos de fábrica, los cuales deberán ser reemplazados a costo del contratista. Daños causados por tercero previo a la aceptación de los trabajos deberán ser solventados dentro de los términos contractuales.

En el caso de las rampas de escape, deberán considerarse los renglones de pago de este manual correspondientes a los elementos que las compongan.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.617.01	Barrera de contención vehicular, nivel de contención _____, ancho de trabajo W _____	Metro lineal	(m)
CR.617.02	Terminal atenuador de impacto, nivel de contención _____	Unidad	(u)
CR.617.03	Pretil metálico de puente, nivel de contención _____, ancho de trabajo W _____	Metro lineal	(m)
CR.617.04	Transiciones (elemento de transición unitaria)	Unidad	(u)
CR.617.05	Transiciones (sección de transición)	Metro lineal	(m)
CR.617.06	Amortiguadores de impacto, nivel de contención _____	Unidad	(u)
CR.617.07	Remoción de barrera de contención vehicular, nivel de contención _____, ancho de trabajo W _____	Metro lineal	(m)
CR.617.08	Remoción de terminal atenuador de impacto, nivel de contención _____	Unidad	(u)
CR.617.09	Remoción de pretil metálico de puente, nivel de contención _____, ancho de trabajo W _____	Metro lineal	(m)
CR.617.10	Remoción de transiciones (elemento de transición unitaria)	Unidad	(u)
CR.617.11	Remoción de transiciones (sección de transición)	Metro lineal	(m)
CR.617.12	Remoción de amortiguadores de impacto, nivel de contención _____	Unidad	(u)
CR.617.13	Levantamiento de la barrera de contención vehicular por ajuste de altura	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 618 SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR DE CONCRETO

618.01 Descripción general

Este apartado se refiere a la construcción, instalación, modificación, remoción, reparación y sustitución de los sistemas de contención vehicular de concreto, tanto prefabricados como fabricados in situ.

Los diseños de los sistemas de contención vehicular de concreto y los pretiles de puente de concreto deben ser equivalentes a los sistemas ensayados con pruebas de impacto a escala real, de conformidad con los requisitos establecidos en las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317, lo cual deberá estar validado por una certificación vigente de tercera parte.

Para las consideraciones de diseño de elección del nivel de contención, ancho de trabajo, deflexión máxima, zona libre disponible, condiciones del sitio, ubicación lateral de la barrera en la vía y ancho de la mediana (si aplica) de los sistemas de contención vehicular de concreto se debe cumplir con el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, según se establece en el Decreto Ejecutivo N°. 37347-MOPT, o su decreto vigente.

En el Manual de Diseños Estándar, en su versión vigente, se establecen algunos diseños para los sistemas de contención de concreto, los cuales deben ser considerados únicamente de referencia durante las fases de diseño y construcción de dichos sistemas.

Cualquier otro material alternativo para la construcción de sistemas de contención vehicular rígidos de sección tipo New Jersey, tipo F o muro liso, sean prefabricados o fabricados in situ, deberá cumplir con la normativa nacional vigente, o en su defecto, deberá ser aprobado por la Administración.

618.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Sección y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Cemento hidráulico	701.01
Acero de refuerzo	709.01

Separadores, accesorios y cables para barreras de contención vehicular	710.10
Sellantes y relleno para juntas y grietas	712.01 (a)
Relleno de las juntas de expansión	712.01 (b)
Sellador de junta de pavimento de concreto hidráulico con silicón aplicado en frío autonivelante	712.01 (f)
Cordón de respaldo de pavimento hidráulico	712.01 (g)
Captafaros y sistemas delineadores lineales	718.24
Barrera de concreto prefabricado	725.31 (b)

Requerimientos para la construcción

618.03 General

Una vez que un sistema de contención vehicular de concreto sea recibido conforme por la Administración en condición óptima de funcionamiento, este pasará a formar parte del plan de mantenimiento de activos viales de la Administración, tanto por impactos como por cualquier otro daño o vandalismo. Es responsabilidad de la Administración realizar la valoración correspondiente en el sitio y reparar o sustituir parcial o totalmente los sistemas, de tal manera que no se vea afectada la seguridad de los usuarios de la vía. La reparación o sustitución parcial de sistemas de contención vehicular de concreto debe contemplar el diseño original del sistema, para asegurar su continuidad y funcionalidad. La modificación de los elementos estructurales de los sistemas de contención vehicular de concreto no está permitida.

618.04 Barreras de contención de concreto

Las barreras de contención de concreto pueden ser coladas en sitio, encofrado deslizante, o prefabricadas conforme a la Sección 552 Concreto estructural. Los lados de la barrera y su parte superior deben tener un acabado acorde con la Sección 552.17 (a) Acabados de superficies encofradas.

- (a) Barrera de concreto colado en sitio: El ancho, profundidad e intervalos de las juntas de construcción deberán ser de acuerdo con el diseño del sistema, previamente aprobado. Se deben cortar las juntas tan pronto como sea posible, después de que el concreto tenga la suficiente consistencia como para que pueda pasar una sierra durante el ranurado, pero antes de que aparezcan las grietas por contracción.

Reduzca la profundidad del corte de sierra en el borde adyacente al pavimento para prevenir daños en el mismo. Rellene todas las juntas con un material preformado según el espesor requerido según el diseño. Selle las juntas de acuerdo con la Subsección 552.13 Juntas de construcción.

- (b) Barrera de concreto con encofrado deslizante. No tocar el concreto fresco construido con formaleta deslizante, excepto para operaciones menores o remoción de excesos o afinado ligero. Hacer ajustes en la operación para reparar los daños o irregularidades mayores de 10 mm que aparezcan en el proceso constructivo. No use agua para corregir las imperfecciones.
- (c) Barrera prefabricada de concreto. Se debe colocar las barreras prefabricadas en tramos. Ubique las juntas alineadas y conecte las secciones adyacentes de acuerdo con la especificación, la barrera de fundación no debe presentar variaciones superiores a los 6 mm en relación con un escantillón de 3 m.

Usar el colado en sitio cuando transiciones o espacios entre barreras sean menores a 3 m, según se requiera. En las juntas entre una barrera prefabricada y otra colada en sitio, esta última deberá contar con un sistema de anclaje integrado para unirla con la barrera prefabricada.

Las barreras prefabricadas de concreto tipo New Jersey y Tipo F deben seguir la norma ASTM C825 en cuanto a clasificación, aceptación, diseño, fabricación, requerimientos físicos, tolerancias, inspección, reparación y rechazo. En el caso de las especificaciones de los materiales que conforman estas barreras se debe hacer referencia a la sección 618.02 Materiales.

618.05 Terminales de barrera de contención de concreto

La sección final o terminal de una barrera de contención vehicular de concreto debe diseñarse y construirse asegurando que toda la barrera a la cual está conectada, pueda contener y redireccionar el vehículo para el cual fue diseñada de acuerdo con las especificaciones del sistema utilizado, garantizando la compatibilidad entre los sistemas y las secciones de transición (ver Subsección 617.10 Transiciones entre sistemas).

Los terminales bruscos, tal como los cortes verticales de muros y barreras de concreto no serán permitidos, debido a su alta peligrosidad al ser impactados por un vehículo. Se deberán seguir los criterios de esvíaje indicados en el Manual SCV: Guía para el análisis y

diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, según se establece en el Decreto Ejecutivo N°. 37347-MOPT, o su versión vigente. Cuando no se pueda cumplir con el esviaje o cuando la barrera quede de frente al flujo vehicular, será obligatorio incorporar en el diseño un amortiguador de impacto (ver Subsección 617.11 Amortiguadores de impacto) o un terminal atenuador de impacto (ver Subsección 617.08 Terminales de barrera de contención vehicular), según aplique.

Si la barrera está siendo construida cerca de los carriles de una carretera que está abierta al tránsito, se deberá colocar una sección terminal temporal cuando termine cada jornada de trabajo.

Se deberán construir las bermas de los taludes según la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

En el caso de terminal en abatimiento para barrera rígida de concreto se refiere al tipo de terminal que consiste en una sección final abatida (ángulo vertical para disminuir la altura de la barrera hasta el nivel del suelo), la cual no podrá quedar de frente al flujo vehicular, principalmente en vías de alta velocidad, dada su peligrosidad (efecto de rampa).

618.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material para el sistema de contención vehicular de concreto, tanto prefabricado como fabricado in situ (excepto el concreto y el acero de refuerzo) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La construcción del sistema de contención vehicular de concreto, tanto prefabricado como fabricado in situ, será evaluada de acuerdo con las

Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

- El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 552 Concreto estructural.
- El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554 Acero de refuerzo.

618.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 618 Sistemas de contención vehicular de concreto, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida del sistema de contención vehicular de concreto, tanto prefabricado como fabricado in situ, se hará a partir de la barrera inicial (sin considerar las secciones terminales) desde su parte superior, por metro lineal (m).
- Las secciones terminales se deben medir por unidad (u).
- Las bermas de tierra se deben medir según la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

618.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

No será sujeto de pago ningún elemento de un sistema de contención vehicular de concreto que se dañe durante el proceso de instalación o que presente defectos de fábrica, los cuales deberán ser reemplazados a costo del contratista. Daños causados por terceros, previo a la aceptación de los trabajos, deberán ser solventados dentro de los términos contractuales.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.618.01	Barrera de concreto colada en sitio, nivel de contención __, ancho de trabajo W __	Metro lineal	(m)
CR.618.02	Barrera de concreto con encofrado deslizante, nivel de contención _____, ancho de trabajo W _____	Metro lineal	(m)
CR.618.03	Barrera prefabricada de concreto, nivel de contención __, ancho de trabajo W __	Metro lineal	(m)
CR.618.04	Terminales de barrera de concreto	Unidad	(u)
CR.618.05	Remoción de barreras de concreto	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 619 CERCAS, PORTONES Y GUARDAGANADO

619.01 Descripción

Consiste en la construcción de cercas, portones, guardaganado y postes de señalamiento reflectivos; además, considera la remoción y reconstrucción de cercas.

619.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Sección y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Acero de refuerzo	709.01
Alambre de púas	710.01
Malla para cerca	710.02
Cercas de protección	710.03
Postes para cercas	710.04
Portones	710.05
Malla plástica temporal	710.11

Mortero	712.02
Lechada para aplicaciones misceláneas	725.22 (a.2)
Unidades de concreto prefabricado y accesorios	725.31

Requerimientos para la construcción

619.03 Cercas y portones

(a) General

Se limpiará a lo largo de la cerca. Se removerá y eliminarán los árboles, estacas, raíces de árboles, basura y escombros de acuerdo con la Sección 201.06 Desechos. Se limpiará una franja de 3 m para la cerca de cadena y 1 m para la cerca de cable o de alambre de púas. La limpieza no será requerida excepto donde hay pequeños y abruptos desniveles en el contorno del terreno y que se requiera remover los escombros para darle la pendiente adecuada a la línea de la cerca. Se removerán o eliminarán las estacas en los límites de la franja de limpieza.

Se programará la instalación de la cerca proveyendo una cerca temporal u otros dispositivos adecuados para prevenir accidentes. En los puentes, pasos de ganado y alcantarillado, se conectarán las nuevas cercas a la estructura de modo que permitan el pasaje libre a través de ésta.

(b) Cerca de cadena y portones

(1) Postes

Se ubicarán los postes en intervalos menores a 3 m. Se medirá el espaciamiento entre los postes de forma horizontal. Se colocarán los postes verticalmente. Se colocarán los postes de concreto de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Donde se encuentra roca sólida sin recubrimiento vegetal, se perforarán los agujeros para los postes con una profundidad mínima de 350 mm; los agujeros para esquinas, portones y postes iniciales se taladrarán con una profundidad de al menos 500 mm dentro de la roca sólida. El diámetro o ancho del agujero debe ser de al menos 25 mm mayor que el ancho o diámetro del poste. Se cortará el poste a la longitud requerida antes de la instalación o perforación del agujero para darle al poste el tamaño requerido. Se colocarán los postes a plomo y se rellenará el agujero con un material adecuado (concreto pobre o suelo según sea la longitud de la

perforación). Se apisonará el material de relleno y se cubrirá la parte superior para drenar el agua del poste. Donde la sección de roca sólida está cubierta con suelo o roca sólida sin recubrimiento vegetal, se deben ubicar los postes con la altura planeada o a una altura mínima dentro de la roca sólida tal como se especifica en el párrafo anterior. Cuando la roca sólida es encontrada antes de la profundidad esperada, se ubicará el poste en la zona en donde aparece la roca y se rellenará el agujero de concreto dentro de la roca sólida hasta la parte superior del suelo. Se proveerán los portones, esquinas y postes de acuerdo con los planos. Un cambio en el alineamiento de 20° es considerado como una esquina.

(2) Barra superior

Se instalarán las barras superiores a través de las cubiertas ornamentales de la línea de postes, de modo que se forme un arriostre de final a final de cada cerca.

(3) Cable de tensión

Se fijará el cable de tensión en portones, esquinas o postes por medio de bandas y abrazaderas.

(4) Fabricación de cercas

Las cercas ubicadas en el derecho de la vía serán de malla y se ubicarán fuera de la carretera. Podrán utilizar otro tipo de cerca si así se establece en las especificaciones especiales. En curvas, las caras de postes de las cercas deben ubicarse del lado afuera de la curva. En las cercas residenciales y cercas fuera del derecho de vía se ubicará la cara del poste, según lo indique la Administración.

Se ubicará la cerca a una distancia de aproximadamente 25 mm sobre el suelo y en línea recta entre los postes. Se excavarán los puntos altos del terreno para mantener la pendiente. No se llenarán las depresiones sin aprobación previa.

Se fijará la cerca a la línea de postes usando cables, bandas de metal u otros métodos aprobados. Se fijará la parte superior e inferior de cada cerca con los cables o las barras dispuestas para ello.

(5) Portones

Se fijarán las mallas a los postes finales del portón por medio de alambre o cables similares a las indicadas en el método anterior o por otros métodos aprobados por la Administración.

Se deberán limpiar las conexiones de soldadura de los marcos de los portones donde el esmalte ha sido quemado por la soldadura. Se removerán los rastros de soldadura y la pérdida de esmalte. Se pintarán las áreas limpiadas con dos capas de pintura de óxido de zinc. Se proveerá una fundación de concreto para el pasador de cierre central de piso en los portones metálicos de dos puertas. Se hará un agujero para recibir el pasador de cierre a la profundidad especificada por el fabricante.

Se colocarán bisagras en los portones de manera que no puedan desarmarse sin herramientas. Los portones se colocarán para que puedan rotar libremente hacia adentro y hacia fuera por lo menos 90° en cada dirección.

(c) Portones y cercas de alambre

(1) Postes

Se excavarán agujeros para los postes, pies de apoyo y anclajes. Se ubicarán los postes en intervalos que estén de acuerdo con el tipo de barrera que se instalará. Se colocarán los postes en posición vertical. Se rellenarán los agujeros en capas de 150 mm. Se tatará y rellenará cada agujero.

Donde se encuentra roca sólida sin cubierta vegetal, se taladrarán los agujeros para los postes con una profundidad mínima de 350 mm; en el caso en que los postes se ubiquen en las esquinas y en portones se penetrará al menos 500 mm en la roca sólida. Se hará el agujero con un diámetro o ancho de al menos 25 mm mayor que el diámetro o ancho del poste. Se cortará el poste a la longitud requerida en su instalación o se taladrará el agujero a la profundidad requerida.

Cuando se encuentra roca sólida cubierta por suelo o un estrato rocoso, se ubicarán los postes a la profundidad especificada o a la profundidad mínima dentro de la roca sólida, se usará el caso que tenga la profundidad menor.

Instale postes esquineros en cambios de alineamiento de 30° o más.

(2) Arriostres

Los límites de las cercas protectoras no deberán exceder más de 200 m entre arriostres adyacentes o arriostres de portones. Se instalarán los arriostres en intervalos uniformes para que la distancia entre ambos sea de 200 m o menos. Se construirán los arriostres antes de colocar las barreras de fábrica y se colocarán los cables en los postes.

Arriostres de metal. Se colocarán los postes de esquina con dos arriostres, se ubicará un arriostre en cada dirección desde el poste hacia la línea principal de la cerca. Se sujetarán los arriostres metálicos a cada componente y se colocarán embebidos en concreto.

(3) Alambre de púas

Se ubicará el alambre de púas en la cara del poste opuesta a la carretera. En alineamientos curvos se ubicará el alambre en la cara que está hacia afuera de la curva.

Se aplicará la tensión de acuerdo con las recomendaciones del productor del alambre usando un dispositivo mecánico o cualquier otro dispositivo diseñado para tal efecto. No se utilizará un vehículo motor para tensar el alambre. Cuando se utilice alambre de púas, el espaciamiento máximo entre dos postes será de 15 m.

(4) Instalación de portones

- i) Portones. Se construirán los portones de alambre con el mismo material de la barrera. La operación de abrir y cerrar el portón deberá ser posible de ejecutarse manualmente.
- ii) Portones de metal. Se instalarán los portones de metal y los accesorios. Se sujetarán firmemente los accesorios a los postes y portones. Se colocarán bisagras en cada portón de manera tal que no puedan desarmarse sin el uso de herramientas adecuadas. Se ubicará el portón de modo que pueda girar libremente en su espacio; en el caso de portones dobles se ubicarán en el espacio correspondiente.

Los portones dobles deberán ubicarse de modo que cada uno de ellos pueda girar libremente en cada dirección y deben girar al menos 90° en cada dirección.

Para portones dobles se proveerá un dispositivo de cerradura con fijación a una base de concreto de 300 mm de diámetro y 300 mm de profundidad.

619.04 Barreras con conexión a tierra

En caso de que una línea eléctrica se cruce con una cerca, realizar una conexión a tierra; la cual deberá construirse con una varilla de cobre de 13 mm. de diámetro mínimo y 2,5 m. de longitud mínima. La varilla de cobre debe ser enterrada verticalmente, de modo que la parte superior quede cubierta por una capa de al menos 150 mm. Conecte la varilla a la cerca mediante un conductor 600-63 de 5 mm. de diámetro o su equivalente. Además, limpie las conexiones o proteja con abrazaderas de un material no corrosivo.

Donde una línea eléctrica se ubica de forma paralela, cercana, o sobre la barrera, haga una conexión a tierra en cada finalización de la barrera o en cada puerta, a intervalos que no excedan los 500 m.

En donde no se pueda hacer una penetración vertical, usar un sistema equivalente en sentido horizontal.

619.05 Reconstrucción y remoción de barreras de protección

Remueva la barrera existente o reconstrúyala hasta llevarla a la condición de la barrera original. Almacenar el material de la barrera removida, y el que esté en buenas condiciones utilícelo en la reconstrucción de la barrera. Cuando los postes han sido embebidos en una base de concreto, remueva el concreto anterior y replácelo. Coloque los postes de modo que queden bien firmes en el nuevo alineamiento. La ubicación de los postes y sus uniones deben ser los mismos que los de la barrera original.

619.06 Cerca temporal

Cuando es necesario, coloque una barrera temporal para disminuir los riesgos por accidentes y canalizar el tráfico de forma segura. La barrera temporal debe estar en el proyecto solamente durante la construcción, luego debe ser removida.

619.07 Sistema de protección para el ganado**(a) Excavación y relleno**

Desarrolle el trabajo según lo descrito en la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. Excavar la fundación a una profundidad suficiente para poder instalar adecuadamente el encofrado.

Cuando la barrera sea construida en un terraplén nuevo, complete y compacte el terraplén de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado.

(b) Fundación de concreto

Construya las fundaciones de concreto de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Las unidades de concreto pueden ser coladas en sitio o prefabricadas.

(c) Sistemas de protección para el ganado

La fabricación de las barreras para ganado debe ejecutarse de acuerdo con la Sección 555 Estructuras de acero. Ensamble y ubique las barreras como se indica en los planos. Coloque firmemente la barrera en la fundación.

Una las bandas de acero a la barrera como se indica en los planos. Conecte las barreras y portones de acuerdo con los planos.

Los sistemas de protección para el ganado prefabricados se pueden usar solo si son aprobadas por la Administración. Los diseños de las barreras de ganado deben cumplir con una capacidad de carga HS-20 (M-18) de acuerdo con las especificaciones AASHTO para el diseño y construcción de puentes por el Método de diseño por factores de carga y resistencia (AASHTO, LRFD Load and Resistance Factor Design, Bridge Design Specifications). Los planos deben ser preparados y suministrados de acuerdo con la Subsección 104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito. La aceptación de los planos cubre los requerimientos para esfuerzos y detalles solamente. No se asumirá la responsabilidad por errores en las dimensiones.

(d) Pintura

Todas las partes de metal deben recibirse con al menos, una capa de pintura. En el campo deben ser sujetas de dos capas más. La pintura debe estar de acuerdo con la Sección 563 Pintura.

619.08 Postes

Se perforarán agujeros para los postes. Los postes se construirán con un material aprobado.

619.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material y 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- La excavación y el relleno para los sistemas de protección para el ganado deberán ser evaluadas de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El acero para este tipo de sistema deberá ser evaluado de acuerdo con la Sección 555 Estructuras de acero, mientras que la pintura deberá ser evaluada de acuerdo con la Sección 563 Pintura y el concreto según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores

619.10 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 619 Cercas, portones y guardaganado, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medida de la cerca, su remoción y su reconstrucción se efectuará por metro lineal (m), sobre la parte superior de la cerca.
- La medida de portones, sistemas de protección para el ganado, paneles de entrada y postes se hará por unidad (u).

619.11 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.619.01	Barrera (descripción)	Metro lineal	(m)
CR.619.02	Barrera (descripción)	Unidad	(u)
CR.619.03	Barrera de ganado	Unidad	(u)
CR.619.04	Panel de entrada	Unidad	(u)
CR.619.05	Remoción y reconstrucción de barreras	Metro lineal	(m)

SECCIÓN 620 MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

620.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción o rehabilitación de estructuras de mampostería de piedra y en las secciones de mampostería de piedra de estructuras compuestas.

La clase de mampostería se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 Rocas para estructuras de mampostería, y lo siguiente:

- (a) Mampostería dimensionada. Las piedras se cortan en dos o más dimensiones y se colocan sobre mortero de forma traslapada y aleatoria en tamaño.
- (b) Mampostería clase A. Las piedras se forman, se ajustan con una tolerancia de 6 mm con respecto a una línea recta y se colocan sobre mortero.
- (c) Mampostería clase B. Las piedras se forman, se ajustan con una tolerancia de 19 mm con respecto a una línea recta y se colocan sobre mortero.
- (d) Mampostería de piedra bruta. Las piedras varían en forma y tamaño, están labradas de forma irregular y están colocadas sobre mortero en hiladas irregulares.
- (e) El acabado de las caras expuestas se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 Rocas para estructuras de mampostería, inciso (f).

620.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Sección y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Rocas para mampostería	705.03
Acero de refuerzo	709.01
Relleno de las juntas de expansión	712.01 (b)
Mortero	712.02
Lechada para aplicaciones misceláneas	725.22 (a.2)

Requerimientos para la construcción

620.03 General

Se debe suministrar piedra semejante a la piedra natural del sitio del proyecto.

Se debe presentar a la Administración, muestras que representen el rango de colores y tamaños de piedra que se utilizarán en el proyecto, 14 días antes de iniciar el trabajo.

Se debe mantener un inventario adecuado de la piedra en el sitio para proveer a los albañiles con una amplia variedad de piedras. Cuando se incorpora piedra adicional, se debe mezclar la piedra nueva con la piedra existente siguiendo un patrón y color uniforme.

Cuando se utiliza mampostería para la cimentación, se debe limpiar cuidadosamente la superficie de apoyo y se debe humedecer inmediatamente antes de extender la capa de mortero.

620.04 Colocación de la piedra

Se debe colocar la piedra de forma que se provea un patrón y color uniforme. Se debe mantener la mampostería terminada a una temperatura superior a 4 °C durante las 24 horas posteriores a la construcción. Se debe limpiar y humedecer completamente todas las piedras, inmediatamente antes de colocarse. Se debe limpiar y humedecer la base (sisa horizontal).

Cuando se retire y reemplace la mampostería de piedra se deben utilizar herramientas manuales para limpiar el mortero de las caras expuestas de las piedras antes de restaurarlas.

Se debe extender el mortero. El espesor de las sisas horizontales y de las juntas de las piedras de revestimiento debe estar conforme con los requisitos que se muestran en la Tabla 620-01 Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería. Las juntas de los segmentos de los arcos (dovelas) en las fachadas y en los soffitos, deben tener un espesor no menor de 6 mm, pero no mayor de 38 mm. La sisa de cada hilada debe tener un espesor uniforme en toda la longitud.

Las juntas en la mampostería dimensionada se deben construir verticales. En los demás tipos de mampostería, las juntas pueden tener un ángulo con respecto a la vertical entre 0° y 45°.

Las capas de asiento o sisas transversales de las paredes verticales deben ser horizontales (estar niveladas). Las capas de asiento o sisas de los muros inclinados pueden tener una

dirección que varía desde la horizontal hasta una dirección normal a la línea inclinada de la cara del muro.

Se debe colocar las piedras con la cara más larga en dirección horizontal y la cara expuesta paralela a la cara de la mampostería. Se deben rellenar las juntas con mortero.

No se deben golpear o mover las piedras que ya se han colocado. Si alguna piedra se ha aflojado después de que el mortero ha alcanzado el fraguado inicial, se debe quitar la piedra, limpiar el mortero y colocar nuevamente la piedra utilizando mortero fresco.

Tabla 620-01

Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería

Clase	Sisas horizontales (mm)	Juntas (mm)
Piedra bruta	13 - 64	13 - 64
Clase B	13 - 50	13 - 50
Clase A	13 - 50	13 - 38
Dimensionada	10 - 25	19 - 25

620.05 Elaboración de las juntas

Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Construcción de juntas nuevas.

En las juntas en las superficies superiores se debe colocar el mortero alrededor del contorno del bloque con una ligera inclinación en el centro de la mampostería para proporcionar drenaje.

Cuando se requieran juntas rebajadas se debe raspar el mortero en las juntas y sisas horizontales en la cara expuesta hasta la profundidad requerida (aproximadamente 20 mm). Cuando se requieran juntas biseladas, se debe raspar inclinadamente de forma ligera las juntas. No se debe dejar el mortero al mismo nivel que las caras de las piedras.

Se deben limpiar las manchas de mortero de las caras de las piedras mientras el mortero está fresco. Después de que el mortero ha fraguado, se deben limpiar nuevamente utilizando cepillos de alambre y ácido. Se debe proteger la

mampostería del clima caliente o seco y se debe mantener húmeda durante al menos 3 días después de que se ha completado el trabajo

(b) Restauración de juntas.

Se debe remover el mortero desprendido de las juntas utilizando un cincel pequeño o una piqueta, un cincel neumático pequeño u otra herramienta para labrar juntas aprobado por la Administración. No se deben utilizar sierras mecánicas o esmeriladoras. Si se utiliza equipo mecánico se debe comprobar su competencia antes de utilizarse para remover el mortero de la estructura. Se debe retirar el mortero hasta una profundidad igual a $2 \frac{1}{2}$ veces el espesor de la junta. Se debe eliminar la suciedad o vegetación con un cepillo de alambre u otras herramientas aprobadas por la Administración. Se debe limpiar la junta de todos los fragmentos desprendidos y del polvo con aire comprimido o agua.

Antes de rellenar la junta se deben humedecer las piedras adyacentes. No se debe colocar mortero a una profundidad mayor a $2 \frac{1}{2}$ veces el ancho de la junta. El mortero se debe colocar en capas con un espesor de aproximadamente 6 mm para las juntas con una profundidad mayor a 2,5 mm. Se deben añadir las capas sucesivas cuando el mortero ha alcanzado tal dureza que sea posible estampar la huella del dedo pulgar sin que se queden residuos en el dedo. Se debe trabajar la capa final según el acabado aprobado. Se debe construir una sección de prueba de la junta de 1 m de longitud a lo largo de la estructura para que sea aprobada por la Administración antes de continuar el trabajo. La sección de prueba aprobada puede incorporarse en el trabajo.

Se debe limpiar el mortero sobrante y las manchas en la mampostería de piedra utilizando un cepillo de cerdas después de que el mortero haya secado, pero antes del fraguado inicial. Para la limpieza no se deben utilizar productos químicos a menos que hayan sido aprobados por la Administración. Se deben proteger las juntas del clima caliente y seco manteniéndolas húmedas durante 3 días después de que se ha concluido el trabajo.

620.06 Construcción de las paredes

Se debe construir una sección de pared de prueba en forma de L, con una altura no menor de 1,5 m y 2,5 m de largo, en la cual se muestre ejemplos de las paredes expuestas, remate de pared, método de labrado de esquinas y el método de fabricación de juntas. No se debe

colocar la mampostería, aparte de la mampostería de la cimentación, antes que la muestra haya sido aprobada.

Se deben colocar las piedras de revestimiento siguiendo un patrón irregular y aleatorio para producir el efecto mostrado en los planos y que corresponda con la sección de prueba aprobada. No se deben extender las sisas horizontales en una línea continua a lo largo de más de 5 piedras y las juntas no por más de dos piedras. Se debe adherir cada piedra de revestimiento con las piedras de revestimiento contiguas por lo menos 150 mm longitudinalmente y 50 mm verticalmente. No se debe construir de manera que las esquinas de cuatro piedras sean adyacentes.

No se deben agrupar piedras pequeñas o piedras del mismo tamaño, color o textura.

Generalmente, el tamaño de las piedras decrece desde la base hacia la parte superior del trabajo. Se deben usar las piedras grandes en las primeras hilas al pie del muro y piedras largas seleccionadas en las esquinas.

- (a) Bloques cabecales. Este tipo de bloques de piedra se colocan en ángulo recto con la fachada de la pared del muro, o bien, se colocan con su mayor longitud en ángulo recto con la cara de la obra. Cuando estos bloques atraviesan de un lado al otro, todo el espesor de un muro o pared, se les conoce como perpiaños. Se deben distribuir de forma uniforme a lo largo de las paredes de las estructuras para constituir al menos el 20 % de las caras.
- (b) Relleno. En la construcción del relleno no se deben utilizar piedras grandes. Las piedras individuales que forman el relleno y el núcleo se deben adherir con las piedras de la pared de fachada y entre ellas. Se deben rellenar completamente todas las aberturas e intersticios en el relleno con mortero o con fragmentos recubiertos completamente con mortero.
- (c) Hilada de coronación. Las hiladas de coronación se deben construir como se muestran en los planos. Cuando no se exigen hiladas de coronación, se debe terminar la parte superior de la pared con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro, que tengan una longitud entre 0,5 m y 1,5 m y que sean de alturas irregulares, con una altura mínima de 150 mm. Se deben colocar las piedras de forma que la hilada superior sea parte integral del muro. Se debe

alinear los remates de las hiladas superiores de piedra tanto en el plano vertical como en el plano horizontal.

- (d) Parapetos. En los extremos de los parapetos y en todos los ángulos y esquinas expuestos se deben utilizar piedras seleccionadas, ajustadas, alineadas y con las cabezas labradas. Se deben entrelazar los bloques cabezales con la mayor cantidad de estos posibles, extendiéndose completamente a través del muro. Se deben vincular los bloques cabezales y los elementos de mampostería (bloques) al hilo en las dos caras del muro. Los bloques cabezales y los elementos de mampostería deben constituir prácticamente el volumen total del muro. Se deben rellenar completamente con mortero todos los intersticios y descantilladuras, grietas.
- (e) Agujeros o hendiduras de drenaje. Se deben proveer agujeros de drenaje en todos los muros y los soportes que transmiten las cargas desde la superestructura a las fundaciones. Los agujeros de drenaje se deben ubicar en los puntos más bajos donde se pueda obtener desagües libres y el espaciamiento centro a centro no debe ser mayor de 3 m.

620.07 Revestimiento para el concreto

- (a) Piedra colocada antes de la colocación del concreto.

La superficie posterior de la mampostería debe hacerse irregular para mejorar la adherencia con el relleno de concreto. Es necesario cubrir todos los intersticios en la parte de atrás de la mampostería utilizando una mezcla de cemento puro con agua que presente una consistencia pastosa (cremosa).

Para anclar las piedras se debe utilizar acero de refuerzo N°. 4 (13 M) doblado en forma de S alargada. Se debe empotrar cada anclaje hasta una profundidad de 50 mm en una capa de mortero, medidos desde la cara de las piedras. Se debe extender el otro extremo \pm 250 mm dentro del relleno de concreto. Se debe espaciar los anclajes 0,5 m, tanto de forma horizontal como vertical.

Después de que el mortero ha alcanzado suficiente resistencia se debe limpiar la superficie de la mampostería de toda suciedad, material suelto y excesos de mortero. Se deben lavar las superficies con un chorro de agua a alta presión.

(b) Concreto colocado antes de la colocación de las piedras.

Se debe dejar un espesor de revestimiento según se muestra en los planos. Se deben colocar ranuras de metal galvanizado con anclajes en la superficie de concreto. Los anclajes se deben colocar con un espaciamiento vertical y horizontal menor de 600 mm. Se debe colocar un relleno temporal de fieltro u otro material para evitar rellenar las ranuras con concreto.

Cuando se esté colocando el revestimiento de piedra, se debe ajustar firmemente los anclajes metálicos en las ranuras con un espaciamiento vertical promedio de 600 mm. Al menos 25 % de los anclajes se deben doblar con un ángulo recto corto para encajar un corte rebajado en la piedra. Se deben extender los anclajes 75 mm en la cara expuesta de la obra de mampostería.

Cuando la forma de la superficie de concreto no es adecuada para el uso de ranuras de metal se debe utilizar amarres, riostras de alambre de hierro galvanizado de 3,8 mm a una razón de 7 amarres, riostras por m² de superficie expuesta. Se deben instalar los amarres, riostras después de que se ha curado el concreto utilizando una pistola neumática.

Se debe mantener la superficie de concreto húmeda durante las dos horas previas a la colocación de las piedras y se deben rellenar los espacios entre las piedras con mortero.

620.08 Construcción de arcos

Se deben elaborar y presentar los planos de la obra falsa de acuerdo con las especificaciones de la Sección 562 Obras temporales. Se deben estratificar las piezas del arco de forma paralela a la junta radial y se deben estratificar las demás piedras paralelas a las juntas horizontales.

Se debe disponer de una plantilla a escala natural del cuerpo del arco cerca de la cantera donde se muestren las dimensiones de las caras de cada una de las piedras del arco y el espesor de las juntas. Se debe recibir la aprobación antes de iniciar la conformación de cualquier pieza del arco y no se debe colocar ninguna pieza en la estructura hasta que todas las piezas del arco hayan sido cortadas y labradas.

Se debe construir el encofrado del arco de acuerdo con los planos aprobados. Se deben proveer las cuñas adecuadas para ajustar la elevación de los encofrados.

Se deben colocar las piezas del arco en la posición exacta y se deben mantener en su sitio por medio de cuñas de madera dura hasta que se rellenen las juntas con mortero. Cuando se requiera, se debe soportar los encofrados mediante gatos aprobados para corregir el asentamiento después de que se inicia la colocación de la mampostería. Se debe bajar el encofrado de forma gradual y simétrica para evitar producir sobreesfuerzos en el arco. El arco debe ser autosoportante antes que se coloquen las barandas o la hilada de coronación.

En el caso de arcos de tímpano, es decir, que poseen sobre ellos paredes laterales que retienen rellenos, antes de construir dichas paredes laterales, es necesario verificar que las juntas de expansión estén libres de obstrucciones. Se debe colocar el relleno de forma que el cuerpo del arco esté cargado de manera uniforme y simétrica.

620.09 Muretes

Se debe utilizar mampostería de piedra bruta. Las pantallas interiores de concreto para los muretes pueden ser coladas en sitio o de unidades prefabricadas de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. El concreto debe tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 25 MPa.

Se debe construir una sección de prueba de los muretes de 8 m. No se debe construir muretes antes que la sección de prueba haya sido aprobada.

Se debe construir el murete vertical y uniforme a lo largo de su longitud. Ninguna piedra debe sobresalir más de 38 mm. Se deben fabricar las sisas horizontales de mortero y las juntas de acuerdo con la Tabla 620-01 Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería. Se debe rebajar las juntas y las sisas hasta una profundidad de 50 mm en los lados frontal y superior y hasta una profundidad de 38 mm en la parte posterior.

Se debe utilizar un coronamiento de una pieza para todo el ancho del murete en al menos el 25 % de la longitud total. En la longitud restante se debe utilizar coronamiento de dos piezas con la junta ubicada a menos de 100 mm del centro del murete.

Se deben colocar todas las piedras, incluyendo las piedras de coronamiento, de forma aleatoria para evitar seguir un patrón. Las piedras se deben colocar para reflejar el ancho

de las juntas de expansión. No se debe dejar un espacio o un borde de mortero en la junta de expansión. Se deben utilizar piedras de diferentes tamaños para formar o calzar las esquinas del murete.

620.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta sección, las Subsecciones 106 Control del material, 153.04 Plan de Control de Calidad y la Tabla 620-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la mampostería de piedra.

De manera que:

- El material para elaborar el mortero y lechada se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. El mortero y la lechada serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La piedra para las estructuras de mampostería se evaluará según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La construcción o rehabilitación de las estructuras de mampostería de piedra se evaluará según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La excavación y el relleno se evaluarán de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. El concreto hidráulico se evaluará según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.

620.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 620 Mampostería de piedra, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se debe medir la mampostería de piedra por metros cúbicos (m³) en la estructura.
- Se debe medir la mampostería de piedra de los muretes incluyendo las secciones terminales.
- Se debe medir la mampostería removida y reconstruida por metros cúbicos (m³) en la estructura después de restaurarla.
- Se debe medir la reconstrucción de las juntas de la mampostería de piedra a lo largo de la línea centro de la junta.

No se deben medir las secciones de pared de prueba que no estén incluidas en el trabajo.

620.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.620.01	Mampostería Clase _____	Metro cúbico	(m ³)
CR.620.02	Guarda muro de mampostería de piedra	Metro cúbico	(m ³)
CR.620.03	Remoción y reconstrucción de mampostería de piedra	Metro cúbico	(m ³)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.620.04	Guarda muro de mampostería de piedra	Metro lineal	(m)

620.13 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 620-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para mampostería de piedra, se presentan los requisitos mínimos para aceptación; sin embargo, el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto; no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista debe atender las Subsecciones 153.04 Plan de Control de Calidad, 153.05 Constancias de calidad, 153.06 Informe mensual de control de calidad, debe contar con el aval de la Administración de cada Proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá los tipos de ensayos y las frecuencias basada en la Tabla 620-02 Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para mampostería de piedra, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 620-02

Requisitos mínimos de muestreo, ensayo y aceptación para la mampostería de piedra

Material o producto	Tipo de aceptación	Características	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia	Toma de muestras	Tiempo de muestreo
Mortero (712.02)	Medición y ensayado conforme (107.04)	Realizar especímenes de ensayos, esfuerzo de compresión	AASHTO T22 AASHTO T23	1 muestra por instalación	Sitio de trabajo	---

SECCIÓN 621 MONUMENTOS Y MARCADORES

621.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de monumentos y en el mantenimiento de marcas y postes.

621.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Pintura	708
Acero de refuerzo	709.01

Requerimientos para la construcción

621.03 Monumentos y marcadores

Ubicar puntos permanentes, de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción. Desarrollar el trabajo de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. Colocar cada monumento y marcador verticalmente, en la ubicación requerida y con su elevación. Los monumentos podrían ser contruidos en sitio o prefabricados de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. Rellenar y compactar la zona alrededor del monumento o del marcador para que quede bien firme.

621.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material (exceptuando el concreto y la pintura) para los monumentos y las marcas será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La construcción de monumentos y marcas deberá ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La ubicación de puntos permanentes será evaluada de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción.
- La excavación estructural y el relleno serán evaluados de acuerdo con la sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto hidráulico será evaluado según la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- La pintura será evaluada según la Sección 563 Pintura.

621.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 621 Monumentos y marcadores, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medición de los monumentos y marcas se hará por unidad (u).

621.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.621.01	Monumento	Unidad	(u)
CR.621.02	Marca	Unidad	(u)

SECCIÓN 622 RESERVADA

SECCIÓN 623 TRABAJOS GENERALES

623.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de trabajadores, herramientas y equipo menor, para el trabajo de construcción ordenado por la Administración del Proyecto, no incluidos en el Contrato original. Debiendo respetar en todo caso las disposiciones aplicables de la normativa jurídica vigente.

Requerimientos para la construcción

623.02 Trabajadores y equipo menor

Suministrar trabajadores competentes y herramientas apropiadas para el trabajo que se ejecutará.

Las jornadas de trabajo diaria y semanal deben ser aprobadas antes de iniciar labores. Se deben mantener registros diarios del número de horas laboradas. Los registros deben ser suministrados a la Administración con copias certificadas del pago efectuado.

623.03 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Las labores generales serán evaluadas de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.

623.04 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 623 Trabajos generales, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medición del tiempo laborado se efectuará por hora. Redondear hacia arriba las fracciones de hora a la media hora más cercana. No incluir en el pago el transporte de los trabajadores al sitio de labores.

623.05 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.623.01	Labores generales	Hora	(h)

SECCIÓN 624 CAPA VEGETAL

624.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de capa vegetal y la colocación de suelo conservado. Para realizar el tipo de labores que se describe adelante, el Contratista debe contratar a una empresa especializada en la materia o a un profesional en Agronomía, los que darán las recomendaciones pertinentes para cada caso específico, mismas que deberán ser aprobadas por el Ingeniero de Proyecto.

624.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Capa vegetal (Suministrada)	713.01 (a)
Capa vegetal (Conservada)	713.01 (b)

Requerimientos para la construcción

624.03 Preparación de áreas

Conformar todas las pendientes y áreas para ser cubiertas por capa vegetal. Construir las pendientes con una relación 1:3 o planas, en ambos casos con un espesor de 100 mm.

624.04 Colocación de la capa vegetal

Anunciar con al menos 7 días de anticipación la colocación de la capa vegetal. No colocar la capa vegetal cuando el suelo está excesivamente húmedo, u otra condición que deteriore el trabajo. Mantener las superficies del camino limpias durante las operaciones de arrastre y extensión de materiales.

Extender la capa vegetal a una altura tal que, al asentarse el material, alcance la altura buscada. El suelo tiene que quedar con una textura adecuada. Remover y disponer todos los montículos que tenga la superficie, las piedras cuyo tamaño sea superior a los 50 mm, raíces, troncos y otros objetos pequeños de acuerdo con la Subsección 203.05 Material de desecho.

Compactar la capa vegetal después de colocada usando un rodillo, un tractor, u otros equipos similares, para formar depresiones longitudinales de 50 cm de ancho, que queden perpendiculares al flujo natural del agua.

624.05 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material para capa vegetal (suministrado) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- El material para capa vegetal (conservado) será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.
- La colocación del material de la capa vegetal (suministrada y conservada) será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

624.06 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 624 Capa vegetal, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Medir la colocación y el suministro de la capa vegetal, y la colocación de la capa vegetal conservada, por metros cúbicos (m^3) en su posición final (colocado), por ha en la superficie, o por metros cuadrados (m^2).

624.07 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.624.01	Suministro y colocación de capa vegetal, ___ profundidad	Metro cuadrado	(m ²)
CR.624.02	Suministro y colocación de capa vegetal, ___ profundidad	Hectárea	(ha)
CR.624.03	Suministro y colocación de capa vegetal	Metro cúbico	(m ³)
CR.624.04	Colocación de capa vegetal conservada, ___ profundidad	Metro cuadrado	(m ²)
CR.624.05	Colocación de capa vegetal reciclada, ___ profundidad	Hectárea	(ha)
CR.624.06	Colocación de capa vegetal conservada	Metro cúbico	(m ³)

SECCIÓN 625 INSTALACIÓN DEL CÉSPED

625.01 Descripción

Este trabajo consiste en la preparación del suelo, el riego, la fertilización, la siembra y la colocación del recubrimiento vegetal.

Los métodos de siembra y colocación del recubrimiento vegetal se designan como método seco o hidráulico.

625.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Piedra caliza de uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Semillas	713.04
Cubierta vegetal	713.05
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

625.03 General

El césped se debe instalar en los taludes terminados y zanjas, dentro de los 14 días posteriores a la finalización de la construcción en la sección. No se debe sembrar cuando el clima es ventoso o cuando el terreno está excesivamente húmedo, extremadamente seco, con terrones, cuando la tierra está endurecida o el suelo no es disgregable.

625.04 Preparación de la zona de siembra

Se debe ajustar el área de siembra de acuerdo con el alineamiento y a la pendiente. Se debe eliminar la maleza, trozos de madera, piedras con diámetro mayor a 50 mm y otros desechos perjudiciales para la colocación, crecimiento o mantenimiento del césped.

Si se requiere en el Contrato, se debe emplear calizas, cal y protección contra gusanos.

Se debe arar el área que se va a sembrar hasta una profundidad mínima de 100 mm y se debe preparar una zona de siembra firme, pero disgregable, antes de plantar las semillas. No se debe cultivar las capas de agregados y suelo vegetal que fueron previamente cultivadas de acuerdo con la Sección 305 Mezcla de tierra vegetal y agregado para recubrimiento.

625.05 Riego

Se deben humedecer las áreas a sembrar antes de colocar las semillas y se debe mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación.

625.06 Fertilización

Se debe aplicar el fertilizante mediante los siguientes métodos:

- (a) Método seco. Se incorpora el fertilizante en la parte superior de la zona de siembra antes de colocar las semillas.
- (b) Método hidráulico. Se añade el fertilizante a una solución de agua suelo y otros compuestos insolubles, y se mezcla antes de añadir las semillas. Las semillas y el fertilizante se deben agregar en una sola aplicación.

625.07 Siembra

Se debe sembrar según los siguientes métodos:

- (a) Método seco. Se deben colocar las semillas mediante equipos mecánicos de siembra, perforadoras u otros equipos mecánicos. Los métodos de siembra manuales son satisfactorios en las áreas que son inaccesibles con el equipo mecánico. Se debe compactar ligeramente la zona sembrada 24 horas después de la siembra.
- (b) Método hidráulico. Se debe utilizar equipo hidráulico capaz de proporcionar una aplicación uniforme utilizando el agua como agente de transporte. Se debe agregar al agua un material de rastro formado por madera o por recubrimiento vegetal de fibra de celulosa. Se debe colocar el material de trastero a una razón de 450 kg/ha para que haya una evidencia visible de la aplicación uniforme. Se deben agregar las semillas a la solución de agua suelo y otros compuestos insolubles, en un periodo no mayor de 30 minutos antes de la aplicación. Se deben sembrar de forma manual las áreas que son inaccesibles con el equipo.

625.08 Colocación de recubrimiento vegetal

Se debe aplicar el recubrimiento vegetal durante las 48 horas siguientes a la colocación de las semillas mediante los siguientes métodos:

- (a) Método seco. Se debe extender todo el material de recubrimiento vegetal, excepto la madera y las fibras vegetales de celulosa, por medio de un aspersor que utiliza aire a presión para colocar el material de recubrimiento sobre el área sembrada. Se debe aplicar el recubrimiento vegetal de broza o paja a una razón de 3600 kg/ha. Se debe fijar el material de recubrimiento con un adhesivo estabilizador en emulsión que sea previamente aprobado o mediante un método mecánico aprobado. No se debe marcar o dañar las estructuras, pavimentos, servicios o plantas con el adhesivo.
- (b) Método hidráulico. Se debe aplicar el recubrimiento vegetal en una aplicación diferente que las semillas mediante un equipo de tipo hidráulico de acuerdo con la Subsección 625.07 (b) Siembra.

Se debe colocar el recubrimiento vegetal de fibras de madera o de fibras de celulosa de broza o paja a una razón de 1700 kg/ha.

Se debe aplicar el recubrimiento vegetal hidráulico de matriz de fibras adheridas entre sí, a una razón, mínima de 3400 kg/ha. Se debe colocar de manera que ningún agujero en la malla final formada sea mayor de 1 mm.

Se debe disponer de manera que no haya espacios entre la matriz y el suelo.

Se debe colocar el recubrimiento vegetal de forma manual las áreas que no son accesibles con el equipo. 625.09 Protección y cuidado de las áreas sembradas.

625.09 Protección y cuidado de las áreas sembradas

Se deben proteger y cuidar las áreas sembradas, incluyendo el riego cuando se necesite, hasta la aceptación final. Se deben reparar las áreas sembradas que se encuentren dañadas resembrando, mediante una refertilización y colocando nuevamente un recubrimiento vegetal. Se deben realizar colocaciones adicionales de semillas, recubrimiento vegetal, fertilizante, cal o nitrato de amonio.

625.10 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, la Sección 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Se evaluará la siembra de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y 713.04 Semillas.
- El recubrimiento vegetal, el fertilizante y demás materiales para la colocación del césped, zacate se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación.
- El trabajo de colocación del césped, zacate se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

625.11 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 625 Instalación del césped, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se debe medir la siembra y la colocación del recubrimiento vegetal por hectárea sobre la superficie del terreno o por la unidad de la mezcla en suspensión. Una unidad de la mezcla en suspensión está formada por aproximadamente 4000 L de agua más el material necesario para que germine el césped o zacate especificado. Diez unidades de mezcla en suspensión contienen el material para cubrir una hectárea.
- Se debe medir la colocación del césped o zacate y las aplicaciones adicionales por hectárea sobre la superficie del terreno.
- Se debe medir el agua por m³ en el vehículo de acarreo o por medición.

625.12 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.625.01	Sembrado, método ____	Hectárea	(ha)
CR.625.02	Sembrado, método ____	Metro cuadrado	(m ²)
CR.625.03	Sembrado, método hidráulico	Unidad de lechada	(u)
CR.625.04	Fertilización, método seco	Tonelada métrica	(Tm)
CR.625.05	Agua	Metro cúbico	(m ³)
CR.625.06	Siembra de césped	Hectárea	(ha)

SECCIÓN 626 PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS, ENREDADERAS Y SETOS

626.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y siembra de árboles, arbustos, enredaderas, setos y otras plantas.

626.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Capa superior de tierra vegetal	713.01
Fertilizante	713.03
Cubierta vegetal	713.05
Plantas	713.06
Materiales misceláneos para siembra	713.08
Agua	725.01 (b)

Requerimientos para la construcción

626.03 General

No se debe plantar cuando el suelo está saturado, extremadamente seco, con terrones, en capas de suelo con poca permeabilidad, cuando no sea disgregable (no sea friable) o cuando presenta otras condiciones desfavorables para la siembra.

Se deben proveer cepas con un sistema de raíces cohesivo y fibroso. No se debe suministrar material cultivado en recipientes (macetas o bolsas) que tenga un tamaño mayor que el recipiente, que las raíces hayan crecido tanto que rodeen y se entrelacen alrededor del terrón de la planta o que tenga raíces que crecen fuera del recipiente.

626.04 Inspección y entrega

Se debe notificar a la Administración 30 días antes del envío del material para que tenga la posibilidad de seleccionar el material en la fuente. Se deben entregar las certificaciones comerciales y la información completa acerca de la fuente de suministro de todas las plantas al menos 15 días antes de enviar las plantas al Proyecto.

626.05 Protección y almacenamiento temporal

Se deben empacar las plantas de forma que se protejan del clima y de la ruptura durante el transporte. Cuando el envío se realiza en un vehículo abierto se deben amarrar y cubrir las plantas para evitar el daño producido por el viento y la deshidratación. Se deben rociar las hojas de los árboles de hojas perennes y de los árboles de hojas caducas con un antitranspirante de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando el envío se hace en un vehículo cerrado se debe empacar cuidadosamente y ventilar de forma adecuada las plantas para evitar la transpiración.

Se debe mantener todo el material de las plantas húmedo y se debe tener cuidado para evitar daños en la corteza, ramas y sistemas de raíces. Se deben reemplazar todas las plantas dañadas incluyendo las plantas que tenga los terrones agrietados o partidos.

Se debe identificar cada planta enviada al Proyecto con una etiqueta impermeable en la que se muestre el nombre de la planta y la fecha de envío.

Se debe proteger de la siguiente manera las plantas entregadas pero que no está programado que se planten inmediatamente:

- (a) Se deben abrir y desenrollar los bultos de las raíces descubiertas, separar las plantas y cubrir las raíces en zanjas húmedas.
- (b) Se debe envolver el terrón de la planta con el material utilizado para transportar el almacigo, previamente se debe cubrir el terrón con un recubrimiento vegetal (paja, fibras vegetales) u otro material adecuado para mantener la humedad.

Se deben instalar las plantas recibidas en el sitio en un plazo máximo de 30 días.

626.06 Excavación de los hoyos y camas para las plantas

Por lo menos 14 días antes de efectuar la siembra se debe presentar a la Administración para su aprobación la ubicación de las plantas y los métodos de siembra. Se debe marcar con estacas o banderas la ubicación de las plantas. Se debe remover del sitio de siembra los terrones, maleza, raíces y otros materiales inconvenientes. Se debe excavar los hoyos para las plantas de la siguiente manera:

(a) Ancho de la excavación.

- (1) Para extensiones de las raíces o diámetros de terrones de hasta 1 m se debe cavar los hoyos de forma circular con un diámetro igual a la extensión de las raíces más 0,5 m.
- (2) Para extensiones de las raíces o diámetros de terrones mayores a un 1 m se debe excavar un agujero con un tamaño igual a 1,5 veces la extensión de las raíces.

(b) Profundidad de excavación. Se deben cavar los hoyos con una profundidad que permita un relleno mínimo de 150 mm por debajo de las raíces o hasta las siguientes profundidades, la que sea mayor:

(1) Árboles de hojas caducas.

- i) Menos de 38 mm de espesor: 0,5 m de profundidad.
- ii) Más de 38 mm de espesor: 1 m de profundidad.

(2) Arbustos de hojas caducas y arbustos de hojas perennes.

- i) Menos de 0,5 m de altura: 0,3 m de profundidad.
- ii) Más de 0,5 m de altura: 0,5 m de profundidad.

(3) Árboles de hojas perennes.

- iii) Menos de 1,5 m de altura: 0,2 m más la altura del terrón
- iv) Más de 1,5 m de altura: 0,3 m más la altura del terrón.

- (4) Enredaderas y setos pequeños. La profundidad de la excavación debe ser igual al doble del tamaño de la maceta.

Antes de colocar la planta se debe aflojar la tierra de las paredes y en la base del hoyo hasta una profundidad de 150 mm.

No se debe dejar los hoyos de las plantas abiertos durante la noche.

626.07 Colocación de las plantas

No se debe plantar el material hasta que haya sido inspeccionado y aprobado por la Administración. Se rechazarán las plantas que no cumplen con las especificaciones, que llegan al sitio en una condición insatisfactoria o que muestran señales de manipulación inadecuada. Todas las plantas rechazadas se deben retirar inmediatamente del sitio, se deben desechar y reemplazar con plantas de vivero que hayan sido previamente aprobadas.

Se debe preparar una mezcla de relleno formada por 4 partes de suelo vegetal, marga o suelo escogido, con una parte de turba. Se debe colocar la mezcla de relleno en el fondo del hoyo. Se deben colocar todas las plantas aproximadamente verticales y al mismo nivel o a un nivel ligeramente más bajo que la profundidad a la cual fueron cultivadas en el vivero o recolectadas en el campo. Se deben colocar las plantas de la siguiente manera:

- (a) Plantas de raíces descubiertas (sin terrón). Se deben colocar las plantas de raíces descubiertas en el centro del hoyo con las raíces extendidas en una posición natural. Se deben cortar las raíces quebradas o dañadas hasta la parte sana. Se debe colocar la mezcla de relleno alrededor y por encima de las raíces, compactar conforme se rellena el agujero y se debe regar abundantemente.
- (b) Plantas con terrón envuelto o embalado en bolsa plástica. Se debe manipular las plantas por el terrón. Se deben colocar estas plantas con el terrón en los hoyos preparados sobre una mezcla de relleno compactada. Se debe rasgar o acanalar el terrón, hasta una profundidad de 25 mm a lo largo de toda la orilla en partes iguales sobre 4 lados. Se debe colocar un relleno alrededor del terrón de la planta hasta la mitad de este. Se debe compactar y agregar suficiente agua. Se debe cortar el envoltorio del terrón y se debe retirar de la mitad superior del terrón o aflojar la envoltura y doblarla. Si se utilizan canastas de alambre se debe cortar el alambre

de la mitad superior de la canasta. Se debe rellenar el espacio restante con la mezcla de relleno.

- (c) Plantas cultivadas en recipientes. Se debe retirar el envase justo antes de plantar. Se deben colocar las plantas en los hoyos preparados sobre una mezcla de relleno compactada. Se debe terminar de rellenar con la mezcla de relleno y se debe compactar.

626.08 Fertilización

Se debe colocar el fertilizante utilizando alguno de los siguientes métodos:

- (a) Mezclar el fertilizante con la mezcla de relleno cuando ésta se prepara.
- (b) Extender el fertilizante de forma uniforme alrededor del área del hoyo de las plantas individuales o sobre las camas de los arbustos. Se debe colocar el fertilizante en los 50 mm superiores de la mezcla de relleno.

626.09 Riego

Se deben construir surcos o canales de riego de 100 mm de profundidad alrededor de los árboles y de 75 mm alrededor de los arbustos. Se debe construir el surco con un diámetro igual al diámetro del hoyo de la planta.

Se debe regar durante e inmediatamente después de sembrar las plantas y a lo largo del período de establecimiento de las plantas. Cada vez que se riegue se debe saturar el suelo alrededor de cada planta.

626.10 Arriostramiento y estacado

Cuando se especifica el arriostramiento y la colocación de estacas, en los árboles de hojas caducas se deben colocar las riostras justo debajo de las primeras ramas laterales y en los árboles de hojas perennes a la mitad de la altura del árbol. No se deben dejar las riostras ni las estacas en el árbol por más de una temporada de crecimiento.

626.11 Poda

Se debe podar antes o inmediatamente después de plantar para preservar el carácter natural de cada planta. Para efectuar la poda se debe emplear personal experimentado. Se deben utilizar las prácticas de horticultura reconocidas. Se deben recubrir los cortes con un diámetro mayor de 20 mm con un sello de brea o un producto similar que proteja los cortes

realizados en la poda de los insectos y de las enfermedades, que evite el ingreso de la humedad y el flujo excesivo de savia de las áreas podadas.

626.12 Colocación del recubrimiento vegetal

Se debe colocar el recubrimiento vegetal durante las 24 horas después de plantar. Se debe colocar el material de recubrimiento sobre toda el área del hoyo o de los surcos para riego de los árboles individuales y arbustos y sobre todas las camas de los arbustos. Si se utiliza fibra de madera, se debe aplicar al material de recubrimiento nitrógeno en una proporción de 5 kg/m³.

626.13 Período de establecimiento de las plantas

El período de establecimiento de las plantas es un período de un año que inicia con la finalización del proyecto. Se deben emplear todos los medios necesarios para mantener las plantas en una condición de crecimiento sana durante el período de establecimiento de las plantas. El cuidado durante este periodo incluye: riego, cultivo, poda, reparación, ajuste de las riostras y estacas y el control de los insectos y de las enfermedades. Al terminar el período de establecimiento de las plantas se deben retirar todas las riostras y estacas.

626.14 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Se evaluará el material para plantar (incluyendo plantas, abono, recubrimiento vegetal y suelo vegetal) de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.

- La siembra de los árboles, arbustos, enredaderas, coberturas vegetales y otras plantas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- Se realizará una inspección de las plantas 15 días antes del final del período de establecimiento para identificar todas las plantas muertas, que están muriendo o que están enfermas para su remoción y reposición. Durante la siguiente temporada de siembra se debe eliminar y reemplazar todas las plantas identificadas de acuerdo con esta Sección. Una inspección final de las plantas durante los 15 días posteriores a la finalización de la reposición de las plantas será la base de la aceptación final.

626.15 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 626 Plantas, árboles, arbustos, enredaderas y setos, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

626.16 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Los adelantos del pago de las plantas se realizarán de la siguiente manera:

- (a) 75 % del precio unitario de la oferta se pagará después de la siembra inicial.

(b) El 25 % restante del precio unitario de la oferta (unit bid Price) se pagará después de la inspección final.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.626.01	Nombre de la planta, tamaño	Unidad	(u)

SECCIÓN 627 CÉSPED

627.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de césped en tepes o rollos de césped.

Se designa la colocación del césped como: en alfombras, en franjas o en bloques, cospes de acuerdo con la Subsección 627.06 Colocación del césped.

627.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Piedra caliza para uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Césped	713.10
Estacas para césped	713.11
Agua	725.01 (b)

Requerimientos para la construcción

627.03 General

Se debe transportar y colocar el césped durante la estación seca y se debe colocar sobre terreno seco.

627.04 Inspección y entrega

Se debe avisar por lo menos 3 días antes de cortar el césped. La Administración aprobará el césped en su posición original antes de cortar. Se debe suministrar el césped hasta que el terreno esté preparado.

627.05 Preparación del terreno

Se debe limpiar y nivelar el área en la que se colocará el césped. Se debe arar o aflojar de otra manera la explanación hasta una profundidad no menor de 100 mm. Se debe remover las piedras con un diámetro mayor de 50 mm, trozos de madera, troncos y otros desechos que pueden impedir la colocación adecuada o el crecimiento posterior del césped.

La preparación de la capa vegetal debe ser conforme a la Sección 624 Capa vegetal.

Se debe colocar fertilizante y calizas de uso agrícola sobre el área en la que se sembrará el césped. Se pueden utilizar distribuidores mecánicos, aspersores o sopladores. Se debe arar o introducir el abono y las calizas de uso agrícola dentro del terreno hasta una profundidad de 100 mm.

Se debe humedecer el terreno preparado.

627.06 Colocación del césped

Se debe colocar el césped en un plazo máximo de 24 horas después de ser cortado o durante los 5 días posteriores si se ha conservado el césped en pacas que se han mantenido húmedas y si se ha colocado el césped de forma que quede el césped en contacto con el césped y las raíces en contacto con las raíces. Proteja el césped, de manera que este no se seque.

(a) **Césped en alfombras.** Se debe colocar el césped en dirección perpendicular a los flujos de drenaje. Se debe colocar las secciones de césped extremo con extremo con juntas escalonadas (como las utilizadas en la construcción de elementos de mampostería). Se debe tapar o rellenar las aberturas con suelo vegetal mezclado con semillas y con marga. Se debe apisonar o compactar el césped para eliminar las bolsas de aire y para proporcionar una superficie plana. En las pendientes con una relación 1:2 o con una pendiente mayor y en los canales se debe colocar estacas a cada 0,5 m después de apisonar o compactar. Se debe clavar las estacas de forma que queden a nivel con la superficie de apoyo del césped.

(b) **Césped en tiras o rollos.** Se deben colocar las tiras en zanjas de poca profundidad formando hileras paralelas. Se debe apisonar o compactar hasta que la superficie del césped esté nivelada o esté por debajo del nivel del suelo adyacente. Se debe sembrar el terreno entre las tiras de acuerdo con las disposiciones de la Sección

625 Instalación del césped. Las áreas sembradas se deben rastrillar para cubrir las semillas.

- (c) Césped en bloques, cospes. Se deben colocar los bloques de césped. Se debe apisonar o compactar los bloques hasta que las superficies con césped tengan un nivel ligeramente inferior al de la superficie del terreno adyacente.

Se deben ajustar las pendientes finales con las áreas adyacentes. Toda el área debe tener un drenaje conveniente y debe estar libre de cambios de pendiente abruptos.

627.07 Mantenimiento de las zonas cubiertas con césped

Se debe regar el césped cuando se está instalando y se debe mantener húmedo. Se debe evitar la erosión durante el riego.

Se deben colocar señales de precaución y barreras para proteger las áreas en las que se ha instalado césped recientemente. No se debe permitir el paso de vehículos de ruedas sobre las áreas en las que se acaba de instalar el césped.

Se deben segar las áreas con césped y se debe reparar o reemplazar las áreas que estén dañadas o que no muestran un crecimiento del césped uniforme. Se debe dar el mantenimiento necesario a las áreas con césped y se debe reponer el césped seco hasta la aceptación final del proyecto.

627.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales para la instalación del césped, incluyendo la cal y el fertilizante, se evaluarán según las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.03 Certificación.

- Se evaluará la colocación del césped de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- El suelo vegetal se evaluará de acuerdo con la Sección 624 Capa vegetal.
- La siembra del césped se evaluará según la Sección 625 Instalación del césped.

627.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 627 Césped, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- No se deben medir las áreas sin césped adyacentes a las tiras o bloques de césped.
- Se debe medir el suelo vegetal de acuerdo con la Sección 624 Capa vegetal.
- Se debe medir el agua y la siembra según la Sección 625 Instalación del césped.

627.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.627.01 Césped	Metro cuadrado (m ²)

SECCIÓN 628 PLANTACIÓN DE ESPIGAS Y ARBUSTOS PARA EVITAR LA EROSIÓN

628.01 Descripción

Este trabajo consiste en suministrar y plantar espigas y arbustos, proporcionar y aplicar fertilizante, así como piedra caliza triturada, cuando fuese necesaria, todo en conformidad razonable con las siguientes especificaciones y para llevarse a cabo en los lugares mostrados en los planos o señalados por la Administración.

628.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Piedra caliza para uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Cubierta vegetal	713.05
Espigas	713.09
Agua	725.01 (b)

Requerimientos para la construcción

628.03 General

No coloque las espigas durante la estación ventosa, o cuando el terreno esté muy seco, o excesivamente húmedo.

628.04 Recolección de espigas y arbustos

El Contratista deberá notificar a la Administración por lo menos 5 días antes de que las espigas vayan a ser cosechadas para que el origen de las mismas sea aprobado por la Administración antes de comenzar la cosecha.

Para comenzar la cosecha, los arbustos y las espigas deberán ser segados hasta una altura de 5 a 7,6 cm y todos los recortes se quitarán de allí. Entonces las espigas deberán ser aflojadas mediante una escarificación transversal de discos, arando a poca profundidad, u otros métodos aceptables. Después de aflojar las espigas de la tierra, se deberán amontonar en pilas pequeñas o camellones, se regarán y se conservarán húmedas hasta que sean plantadas.

No deberán transcurrir más de 24 horas entre cosechar y plantar las espigas, con la excepción de que, cuando el estado del tiempo u otras condiciones no controlables interrumpen el trabajo, se podrá conceder una prórroga a dicho plazo, siempre y cuando las espigas estén todavía utilizables. Las ramitas que se haya calentado en los montones, que se hayan helado o marchitado, o que en cualquier otra forma resultaran dañadas seriamente en el curso de la cosecha o de la entrega, serán rechazadas y se dispondrá de ellas según se ordene.

628.05 Preparación y limpieza completa por anticipado

Antes de extender el fertilizante y la piedra caliza triturada, las áreas que vayan a ser plantadas con el zacate deberán ser rastrilladas o en otra forma limpiadas de piedras que tengan un diámetro mayor de 5 cm, varas, tocones y otros desechos que pudiesen entorpecer la colocación de las plantillas, su desarrollo o el subsecuente mantenimiento de las áreas cubiertas por éstas. Si cualquier daño hubiese ocurrido a causa de la erosión o por otras causas después de la nivelación de las áreas, pero antes de haberse aplicado el fertilizante y la piedra caliza triturada, el Contratista deberá repararlo sin recibir compensación adicional. Esto puede incluir el trabajo de rellenar y emparejar las irregularidades del terreno, así como la reparación de cualquier otro daño concomitante.

628.06 Colocación de capa vegetal superior

Cuando esta clase de trabajo fuese pedida en los planos, deberá llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de la Sección 624 Capa vegetal.

628.07 Plantación de las espigas y arbustos

Este trabajo se deberá hacer únicamente dentro de los períodos estipulados en las disposiciones especiales.

No se deberá llevar a cabo en tiempo ventoso, ni cuando la tierra esté seca, excesivamente mojada, o en cualquier otro estado inadecuado para el laboreo.

Si la tierra no estuviese húmeda cuando se estén plantando las ramitas, se deberá aplicar agua hasta que la tierra se encuentre en condición laborable. Uno o más de los siguientes métodos deberán ser empleados, según lo indiquen los planos:

- (a) Plantación al voleo. Las espigas deberán ser esparcidas a mano o mediante un equipo adecuado, en una capa uniforme sobre la superficie preparada con espacios entre ellas que no excedan de 15 cm. A continuación, las espigas deberán hincarse en la tierra hasta una profundidad de 5 a 10 cm, empleando una pala recta o herramienta parecida, un escarificador de discos, u otro equipo ajustado para que entierre las espigas hasta la profundidad requerida.
- (b) Plantación en hileras. Deberán abrirse surcos a lo largo de las curvas de nivel a la profundidad y equidistancia indicada en los planos. Las espigas se deberán plantar sin demora en una hilera continua en el surco abierto; las espigas sucesivas estarán tocándose y deberán cubrirse inmediatamente.
- (c) Plantación por puntos. Esta se llevará a cabo como se especifica en el párrafo que antecede, excepto que, en vez de plantar en hileras continuas, se pondrán grupos de cuatro o más ramitas en los surcos a una distancia de 46 cm entre cada grupo.

628.08 Recubrimiento con retenedor de humedad y compactación

Una vez terminada la plantación y antes de la compactación, la superficie deberá ser despejada de piedras más grandes de 5 cm en cualquier diámetro, terrones, grandes raíces y otros desperdicios que hubiesen salido a la superficie durante la plantación.

Cuando en los planos se pida el recubrimiento con la cubierta vegetal, el área plantada con los arbustos y las espigas deberá ser recubierta con ese material, de acuerdo con los requisitos de la Sección 625 Instalación del césped, dentro de las 24 horas siguientes a la terminación del trabajo de la plantación, siempre que las condiciones atmosféricas y de la tierra lo permitan.

Si los planos no piden dichos recubrimientos, el área plantada deberá ser ligeramente solidificada en un plazo de 24 horas después de haberse terminado la plantación y mediante el empleo de compactadoras, rodillos aplanadores u otro equipo satisfactorio que sea operado en ángulos rectos al declive del terreno y cuando las condiciones atmosféricas y las del terreno no impidan el trabajo.

La compactación del terreno no se deberá llevar a cabo cuando las condiciones de la tierra sean tales que se pegue el equipo y tampoco deberán ser compactadas las tierras arcillosas si así lo ordenase la Administración.

El Contratista deberá proteger estas áreas contra el tránsito, por medio de señales de advertencia y/o barreras aprobadas por la Administración. Las superficies que fuesen dañadas a causa del trabajo de plantación, deberán ser reparadas por medio de nueva nivelación y plantación en los términos que ordene la Administración, sin que el Contratista perciba compensación adicional. El Contratista deberá segar y regar en la forma que se le ordene y, en otra forma, cuidar las áreas plantadas de zacate de manera satisfactoria, hasta que se efectúe la inspección final y la aceptación del trabajo.

628.09 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material, incluyendo la cal y el fertilizante, se deben evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La colocación de espigas y arbustos se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La preparación del terreno y la tierra vegetal será evaluada de acuerdo con la Sección 624 Capa vegetal.

628.10 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 628 Plantación de espigas y arbustos para evitar la erosión, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La cantidad de espigas y arbustos plantados se pagará en metros cuadrados (m²) o hectáreas (ha), medidos sobre la superficie del terreno, terminadas y aceptadas.

628.11 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

La capa de tierra vegetal será pagada de acuerdo con lo que se dispone en la Sección 624 Capa Vegetal.

El agua será evaluada según lo dispuesto en la Sección 625 Instalación del césped.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.628.01	Plantación de espigas y arbustos	Metro cuadrado	(m ²)
CR.628.02	Plantación de espigas y arbustos	Hectárea	(ha)
CR.628.03	Fertilización	Kilogramos	(kg)
CR.628.04	Agua	Metro cúbico	(m ³)
CR.628.05	Agua	Litro	(L)

SECCIÓN 629 MATERIALES PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN, REDES PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SISTEMAS DE CONFINAMIENTO DE TIPO CELULAR

629.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de dispositivos para el control de la erosión para cunetas, taludes y estabilizaciones. Esto incluye la instalación de cobertor vegetal, redes para el control de erosión, y sistemas de confinamiento de tipo celular.

Los materiales para el control de erosión se designarán como se indica a continuación:

- Tipo 1 Paja, Cábanos, Yute, y papel tejido o mallas de fibras de alta resistencia.
- Tipo 2 Paja, cocoteros y mantas de material vegetal
- Tipo 3 Cocoteros
- Tipo 4 Materiales sintéticos para el control de la erosión y mallas
- Tipo 5 Materiales para reforzar el césped

629.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Capa vegetal	624
Instalación de césped	625
Emulsión asfáltica	702.03
Mallas o redes para control de erosión y geoceldas	713.07

Requerimientos para la construcción

629.03 Materiales para el control de la erosión (tipos 1, 2, 3, 4 y 5)

Los materiales para el control de la erosión se deberán instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Los materiales para el control de la erosión deberán instalarse en superficies de suelo que estén en capa final, estables, firmes, y libres de rocas u otras obstrucciones. Colocar los materiales suavemente, sin ejercer esfuerzos sobre éstos, para asegurar un contacto directo entre el suelo y todos los puntos. Se debe desenrollar material para el control de la erosión de forma paralela a la dirección del flujo del drenaje. Construir los bordes de

acuerdo con las indicaciones del fabricante. Ubicar la parte final del material con una pendiente, cuyo final será una abertura vertical de 150 mm. Llenar la abertura y compactar.

En la parte superior de las cuneras se deben construir agujeros de control a intervalos de 8 m. Los agujeros de control deben construirse perpendiculares a la dirección del flujo.

Las áreas dañadas deben repararse inmediatamente. Restablecer el suelo en las áreas dañadas de acuerdo con la pendiente del lugar.

- (a) Materiales sintéticos para el control de la erosión (tipo 4). Instalarlos después de que lo indicado en la Sección 625 Instalación del césped, está en el sitio.
- (b) Materiales para el refuerzo del zacate (tipo 5). Instalarlos antes de que lo indicado en la Sección 625 Instalación del césped, esté listo. Después de la siembra de la semilla, se debe mezclar ligeramente la capa vegetal en un rango de 15 ± 5 mm dentro de los vacíos del material para llenarlos.

629.04 Redes para el control de la erosión

Se suministrará un dispositivo automático capaz de colocar las mallas para el control de la erosión a una tasa de 0,9 kg/minuto. Además, se suplirá un compresor de aire capaz de proveer $1,1 \text{ m}^3/\text{minuto}$ de aire a $620 \pm 70 \text{ kPa}$.

Completar el equipo, añadiendo mangueras para suplir aire a las áreas en donde no es accesible que llegue el aire del compresor. Suministrar un distribuidor de asfalto con mangueras y un rociador de mano para las pendientes.

- (a) Redes de fibra de vidrio. Se extenderá la fibra de vidrio uniformemente a una tasa de $0,16 \pm 0,03 \text{ kg/m}^2$ de forma aleatoria.
- (b) Fibra de polipropileno. Se extenderá la fibra de polipropileno uniformemente a una tasa de $0,08 \pm 0,03 \text{ kg/m}^2$ de forma aleatoria.

629.05 Sistemas de confinamiento de tipo celular

Se excavará a la profundidad del sistema de confinamiento de tipo celular, y se compactará a una suave pendiente. Expandir la geocelda en la parte inferior de la pendiente. Se conectarán las secciones de la geocelda adyacente con anillos calientes.

El sistema se anclará a través de la parte superior de cada celda.

El sistema se rellenará con suelo vegetal.

629.06 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material (materiales para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular) para el control de la erosión, cunetas, taludes y estabilizaciones será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La instalación de materiales para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.
- La capa vegetal será evaluada de acuerdo con la Sección 624 Capa vegetal.
- El sembrado del zacate será evaluado de acuerdo con la Sección 625 Instalación del césped.

629.07 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 629 Materiales para el control de la erosión, redes para el control de erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La medición del material para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular, se efectuará por metros cuadrados (m²).

- La capa vegetal se medirá de acuerdo con la Sección 625 Instalación del césped.
- El sembrado de zacate se hará de acuerdo con la Sección 625 Instalación del césped.

629.08 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.629.01	Tipo de material de control de la erosión	Metro cuadrado	(m ²)
CR.629.02	Mallas para el control de la erosión	Metro cuadrado	(m ²)
CR.629.03	Sistemas de confinamiento de tipo celular	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 630 RESERVADA

SECCIÓN 631 RESERVADA

SECCIÓN 632 RESERVADA

SECCIÓN 633 SEÑALIZACIÓN VIAL VERTICAL PERMANENTE

633.01 Descripción

Esta sección incluye requisitos mínimos para suministro, construcción e instalación de señales viales verticales permanentes, incluyendo las señales elevadas tipo “overhead” y postes delineadores abatibles. La Sección 635 Seguridad y control temporal de tránsito, abarca los dispositivos y señales viales para el control temporal del tránsito, aplicables durante la construcción, labores de mantenimiento u otras labores temporales en carretera.

La opción de nuevas tecnologías y materiales para la señalización vial vertical, tales como señales electrónicas inteligentes, deberá determinarse vía contractual, al igual que sus especificaciones técnicas y los parámetros de aceptación y pago.

Las señales verticales tienen tres componentes principales: paneles, material retrorreflectivo y postes o estructuras de soporte. Además, la instalación de las señales comprende tornillería, aditamentos y fundación del poste o de la estructura de soporte.

Los paneles de las señales verticales podrán ser de aluminio, acero o plástico (polímeros).

El material retrorreflectivo utilizado para la confección de las señales verticales deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la norma Láminas retrorreflectivas para control de tránsito INTE W36 (ASTM D4956) en su versión vigente, como se indica en la Subsección 718.01 Material retrorreflectivo.

Las tintas serigráficas deberán ser de secado rápido (secado al aire o en horno), especiales para imprimir sobre los tipos de material retrorreflectivo seleccionado para cada caso en específico. Se deberá utilizar tintas compatibles con el grado de papel (material retrorreflectivo) seleccionado, de acuerdo con la recomendación del fabricante del material retrorreflectivo.

Los postes de las señales verticales podrán ser de acero, aluminio u otros materiales alternativos, previa aprobación de la Administración y que cumplan con los estándares descritos en la Sección 718 Materiales para señalización y demarcación vial.

633.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Acero de refuerzo	554
Estructuras de acero	555
Concreto hidráulico para estructuras menores	601
Material retrorreflectivo	718.01
Paneles de acero	718.04
Paneles de aluminio	718.05
Paneles de plástico (polímeros)	718.06
Paneles de aluminio extruido	718.07
Postes para señales verticales	718.08
Tornillería y elementos de sujeción	718.10
Letras, números, flechas, símbolos y bordes	718.11

Cualquier otro material que se requiera para la confección e instalación de señales verticales deberá cumplir con las especificaciones de este manual, según corresponda.

El uso de otro material que no esté especificado en este manual, deberá ser aprobado por la Administración, posterior al análisis de documentación técnica que demuestre la calidad del material y que es apto para la confección de señales verticales.

La Administración deberá solicitar certificados de calidad para todos los materiales utilizados para la confección de señales verticales, bajo la aprobación o validez por parte de una tercera parte. Dichos certificados o cualquier otro documento oficial del extranjero deben contar su respectiva traducción oficial en el idioma español.

633.03 General

La señalización vial vertical permanente deberá colocarse de conformidad con el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito de la SIECA (MCDUCT), en su versión vigente.

Las letras, números, flechas, símbolos, ribetes, orlas, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores establecidos en el MCDUCT, o de acuerdo con cualquier disposición de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito. En dicho manual se describen con detalle los tipos de señales verticales para carreteras, sus dimensiones y detalles de ubicación en la vía. Se debe consultar este manual para ampliar los detalles técnicos de las secciones siguientes. El contratista encargado de instalar o construir las señales deberá presentar a la Administración la lista completa de elementos que usará, de forma previa para obtener su aprobación.

La ubicación precisa de las señales indicadas en los planos podrá ser modificada por la Administración para ajustarse a las condiciones del terreno en sitio. Se debe cumplir con el claro (distancia) vertical y lateral establecido en el MCDUCT, en su versión vigente.

En caso de que el Contratista elimine las señales, este deberá entregar a la Administración los postes y los paneles eliminados, de acuerdo con el inventario realizado en conjunto con la Administración.

633.04 Soportes y postes

Las cimentaciones de los soportes se construirán de concreto de acuerdo con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores. La excavación se realizará conforme a la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.

En el caso de los postes, estos se deberán colocar en agujeros excavados previamente, o se podrán hincar los postes mediante equipo especial de hincado para esta labor, o el procedimiento propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración.

633.05 Paneles

El panel de una señal vertical de tránsito es el elemento rígido sobre cuya superficie se adhiere el material retrorreflectivo. El tamaño y la forma del panel deberán cumplir con lo especificado en el MCDUCT, en su versión vigente.

Los materiales permitidos para la confección de los paneles son aquellos especificados en la Subsección 633.02 Materiales.

633.06 Postes delineadores abatibles

Se podrán utilizar los siguientes materiales:

- Plástico: Polietileno (PE) o Policloruro de Vinilo (PVC)
- Acero flexible galvanizado

El uso de cualquier otro material aprobado por la Administración para postes delineadores abatibles deberá cumplir con lo indicado en esta Sección 633.06 Postes delineadores abatibles.

El poste deberá ser abatible y deberá contar con un sistema que le permita ser anclado en el pavimento de manera permanente. El poste no debe poseer elementos metálicos expuestos.

El poste debe estar fabricado en una sola pieza, y la base podrá ser una pieza por separado, dependiendo de su funcionalidad.

El poste deberá cumplir con los requerimientos de las pruebas de calidad de los materiales y de desempeño bajo normativa nacional o internacional, según corresponda.

Los materiales del poste deben ser de alta resistencia al intemperismo y a la acción de rayos UV, lo cual debe ser demostrado mediante las pruebas respectivas.

Cada poste debe contar con una o más cintas retrorreflectivas alrededor, según sea solicitado vía contractual, de acuerdo con el diseño del poste. Se debe utilizar adhesivos apropiados que garanticen la adhesión entre la cinta retrorreflectiva y el material específico del poste delineador. La Administración deberá realizar esta verificación de la compatibilidad al menos mediante las fichas técnicas de los postes y las cintas. La cinta retrorreflectiva flexible debe cumplir con los parámetros mínimos de retrorreflectividad con base en la norma INTE W36 (ASTM D4956), en su versión vigente.

El Contratista deberá presentar los certificados de calidad de los ensayos de los materiales y los de desempeño, en donde se especifique como mínimo el nombre y dirección del fabricante, un número único de identificación del certificado (por ejemplo, número de serie o consecutivo), número en cada página y número total de páginas, descripción del dispositivo con su código de identificación, reporte que evidencie la descripción y los

resultados de las pruebas de impacto o resistencia a golpes, y firma y cargo del responsable del contenido del certificado con su fecha de emisión.

633.07 Eliminación de señales viales verticales permanentes

Se deben remover y transportar al sitio indicado por la Administración las señales viales verticales existentes o postes abatibles delineadores, según el inventario establecido por la Administración que indique cuáles conservar y cuáles desechar. Las señales viales verticales que la Administración decida conservar deberán ser desarmadas por el Contratista, quien debe entregar el panel y el poste completo, sin residuos de la cimentación. El Contratista debe reponer a la Administración todo elemento de las señales viales verticales que se dañe o se extravíe durante el proceso de remoción y transporte, así como aquellas señales existentes que resulten dañadas durante el proceso constructivo.

633.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Todos los materiales, incluyendo paneles, material retrorreflectivo, soportes y postes, tornillería, elementos de sujeción y postes delineadores abatibles para control permanente del tránsito serán evaluados conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.
- La instalación de señales será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada, 107.07 Inspección en el sitio y los siguientes parámetros de control, conforme a lo especificado en los documentos contractuales:

- Parámetros de diseño de la señal: dimensiones del panel de soporte, dimensiones de la leyenda (letras, números o símbolos), colores, forma y composición.
- Parámetros de localización de la señal: claro vertical o altura libre, claro lateral y ángulo de colocación.
- La excavación y relleno serán evaluados conforme a la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras.
- El concreto será evaluado conforme a la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- En el caso de postes delineadores abatibles, la colocación será evaluada conforme a la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, a la Subsección 107.07 Inspección en el sitio y los siguientes parámetros de control, conforme a lo especificado en los documentos contractuales:
 - Parámetros de diseño del poste delineador abatible: dimensiones de la sección, sistema de soporte, cintas retrorreflectivas (ancho, separación y altura de colocación) y colores.
 - Parámetros de localización del poste delineador abatible: altura, claro lateral y espaciamiento.

Para la medición de cada parámetro de control, se debe hacer referencia a la Guía de buenas prácticas para la señalización vial vertical INTE W54, en su versión vigente.

633.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 633 Señalización vial vertical permanente, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Las señales viales verticales se miden por unidad (u) instalada y completa, incluyendo su soporte respectivo debidamente cimentado y nivelado. Los postes abatibles delineadores se miden por unidad (u) instalada y completa.
- Se debe medir las labores de remoción de señales viales verticales o postes abatibles delineadores por unidad (u).
- En caso de señales especiales compuestas (si se trata de una configuración múltiple), las condiciones de pago se definirán previamente en los documentos de

contratación, para instalación y remoción. En general, se considerarán estas configuraciones múltiples como una sola señal.

633.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

La señalización vial vertical será sujeta de pago en función de la calidad, de acuerdo con el siguiente parámetro de pago: retrorreflectividad inicial.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 109.05 Recepción de la obra y finiquito del Contrato y 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.633.01	Suministro e instalación de señales verticales, tamaño _____, código _____	Unidad	(u)
CR.633.02	Remoción de señales verticales, tamaño _____, código _____	Unidad	(u)
CR.633.03	Suministro e instalación de señales elevadas, tamaño _____, código _____	Unidad	(u)
CR.633.04	Remoción de señales elevadas, tamaño _____, código _____	Unidad	(u)
CR.633.05	Suministro e instalación de postes delineadores abatibles	Unidad	(u)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.633.06	Remoción de postes delineadores abatibles	Unidad	(u)
CR.633.07	Remoción de postes de concreto de kilometraje	Unidad	(u)

SECCIÓN 634 DEMARCACIÓN VIAL HORIZONTAL

634.01 Descripción y alcances

Esta sección se refiere al suministro, colocación, control y verificación de la calidad de los materiales a utilizar en la actividad de la demarcación vial horizontal.

634.02 Materiales

Deben estar en conformidad con la siguiente Subsección:

Materiales para demarcación vial horizontal	718.13
---	--------

634.03 General

En esta sección prevalece lo dispuesto en la Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46, última edición. Esta guía brinda lineamientos para lograr una adecuada demarcación horizontal para la red vial, considerando específicamente los siguientes tipos de material para demarcación: pintura base agua, pintura base solvente y material termoplástico, junto a las microesferas de vidrio.

La Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46 comprende tres secciones principales:

- Inspecciones antes de la aplicación. Se incluyen especificaciones técnicas para la inspección de las condiciones climáticas, las condiciones del pavimento, la preparación de la superficie, el proceso de predemarcación y la inspección de materiales y equipos para la demarcación. También se incluye la determinación del tramo de prueba, el cual será requisito para verificar que los materiales, equipos, procedimientos y personal son los adecuados para un tramo de carretera específico.
- Inspecciones durante la aplicación. Se incluyen especificaciones técnicas para la inspección de los materiales, la medición de los espesores de material aplicado, la

verificación del dimensionamiento y color de la demarcación y la dosificación de las microesferas de vidrio.

- Inspecciones después de la aplicación. Se incluyen especificaciones técnicas para el tiempo de apertura al tránsito y los requisitos de retrorreflectividad inicial para cada tipo de demarcación vial.

El contratista debe presentar a la Administración un plan de disposición de residuos y desechos (envases, bolsas de microesferas, material sobrante, entre otros), de conformidad con la Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46, última edición y cualquier otra normativa ambiental vigente.

Complementariamente a lo indicado en la Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46, sobre el curado de las superficies nuevas de pavimento, tanto de asfalto como de concreto hidráulico y el tramo de prueba para demarcación, se debe realizar la demarcación vial pronta y oportuna antes de haber transcurrido 30 días de colocada la capa de rodadura en pavimento asfáltico y 50 días en el caso de pavimentos rígidos.

Se debe colocar demarcación temporal o dispositivos temporales desde el momento en que se coloca la capa de rodadura, para brindar a todos los usuarios condiciones seguras para transitar y movilizarse. La Administración deberá realizar la coordinación necesaria para que bajo ninguna circunstancia se exceda el plazo de 180 días sin la instalación de la demarcación y señalización vial definitiva.

634.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los materiales para la demarcación vial horizontal serán evaluados bajo la Subsección 107.03 Certificación, de conformidad con los requisitos de las normas citadas en la Subsección 718.13 Materiales para demarcación vial horizontal, según el tipo de material.
- La colocación de la demarcación vial horizontal será evaluada conforme a la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, la Subsección 107.07 Inspección en el sitio, y los siguientes parámetros de control, conforme a lo especificado en los documentos contractuales:
 - Pintura de tránsito base agua o base solvente: espesor húmedo, viscosidad y dosificación de microesferas de vidrio.
 - Material termoplástico: espesor seco, temperatura de aplicación y dosificación de microesferas de vidrio.
 - Nuevas tecnologías y materiales de demarcación vial horizontal: los parámetros de control deberán determinarse vía contractual, tomando como base los citados en este apartado 634.04 Aceptación, de acuerdo con el tipo de tecnología o material.
- En el caso de demarcación vial con cinta preformada, su aceptación, control y pago se llevarán a cabo conforme a la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada y la Subsección 107.07 Inspección en el sitio, únicamente.
- La demarcación vial horizontal será sujeta de aceptación bajo los parámetros de retrorreflectividad inicial y espesores en seco, será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

La evaluación de cada parámetro de control, se hará conforme con lo establecido en la Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46, última edición.

634.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 634 Demarcación vial horizontal, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción y, con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Líneas continuas, discontinuas, discontinuas cortas y cordón de caño y bordillo: Se medirán por unidad de longitud (km), con referencia a la línea de centro de la carretera.
- Flechas direccionales, letreros de alto, ceda, escuela, carril exclusivo (“solo”), velocidad máxima, cruces de ferrocarril, captaluces, distanciadores y marcas de carril reversible: Se medirán por unidad.
- Islas de canalización, pasos peatonales tipo cebra, pasos peatonales de líneas paralelas continuas, líneas de paro, cuadros de no bloqueo, reductores de velocidad y líneas reductoras de velocidad: Se medirán por unidad de área (m²).
- Cualquier otro tipo de palabras y figuras distintas a las mencionadas en los puntos (a), (b) y (c): Se medirán por unidad.
- El borrado de cada tipo de marca se hará en la unidad de medida correspondiente, de acuerdo con lo indicado en la Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46, última edición.
- La retroreflectividad inicial de la demarcación horizontal se medirá en milicandelas por lux por metro cuadrado (mcd/lux/m²) y según lo estipulado en la norma INTE Q46.
- El espesor seco de la demarcación horizontal se medirá en mm y según lo estipulado en la norma INTE Q46.

634.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para el almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 109.05 Recepción de la obra y finiquito del Contrato y 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.634.01	Demarcación de línea continua, color _____	Kilómetro	(km)
CR.634.02	Demarcación de línea discontinua, color _____	Kilómetro	(km)
CR.634.03	Demarcación de línea discontinua corta, color _____	Kilómetro	(km)
CR.634.04	Demarcación de cordón de caño, color _____	Kilómetro	(km)
CR.634.05	Demarcación de flechas direccionales, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.06	Demarcación de flechas para letrero de solo, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.07	Demarcación de letrero de alto, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.08	Demarcación de letrero de ceda, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.09	Demarcación de letrero de escuela, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.10	Demarcación de letrero de velocidad máxima, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.11	Demarcación de letrero de cruce de ferrocarril	Unidad	(u)
CR.634.12	Demarcación de letrero de solo, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.13	Demarcación de letrero de carril exclusivo, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.14	Captaluz de una cara	Unidad	(u)
CR.634.15	Captaluz de dos caras	Unidad	(u)

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.634.16	Demarcación de pasos peatonales tipo cebra	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.17	Demarcación de reductores de velocidad	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.18	Demarcación de línea de paro	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.19	Demarcación de cuadro de no bloqueo	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.20	Demarcación de isla de canalización, color ____	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.21	Demarcación de pasos peatonales de líneas paralelas continuas	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.22	Demarcación de distanciador, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.23	Demarcación de símbolo de carril reversible, tamaño _____	Unidad	(u)
CR.634.24	Demarcación de líneas reductoras de velocidad, descripción _____	Metro cuadrado	(m ²)
CR.634.25	Borrado lineal, tipo de línea _____	Kilómetro	(km)
CR.634.26	Borrado	Metro cuadrado	(m ²)

SECCIÓN 635 SEGURIDAD Y CONTROL TEMPORAL DEL TRÁNSITO

635.01 Descripción

Esta sección incluye requisitos mínimos para suministro, construcción, instalación y mantenimiento de dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito, aplicables a cualquier obra o actividad relacionada con la construcción y mantenimiento de carreteras, caminos y puentes que se desarrollen dentro del derecho de vía, con el fin de proveer seguridad tanto a los trabajadores de la obra como a los usuarios de la vía.

El diseño de la zona de control temporal del tránsito y sus dispositivos de seguridad deben estar conformes con el Decreto Ejecutivo N°. 38799-MOPT Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías, sus

reformas o el decreto que lo sustituya. La Administración podrá solicitar el cumplimiento de otras normativas nacionales que modifiquen o actualicen las especificaciones vigentes.

Las especificaciones técnicas de todos los dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito deberán estar, además, conforme a lo especificado en este Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes.

635.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Sistemas de contención vehicular	617
Sistemas de contención vehicular de concreto	618
Malla plástica temporal	710.11
Material retrorreflectivo	718.01
Paneles de plywood	718.03
Paneles de acero	718.04
Paneles de aluminio	718.05
Paneles de plástico (polímeros)	718.06
Paneles de aluminio extruido	718.07
Postes para señales verticales	718.08
Tornillería y elementos de sujeción	718.10
Letras, números, flechas, símbolos y bordes	718.11
Captaluces	718.20
Demarcación vial horizontal temporal	718.21
Dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito	718.22
Adhesivos para colocación de captaluces	718.23

635.03 Suministro y colocación de las señales

Se deben suministrar y colocar las señales y dispositivos conforme al Plan de Control de Tránsito en Obras (PCTO), el cual deberá seguir los lineamientos de la DGIT y deberá contar con la aprobación de la DGIT y, además, conforme el Decreto Ejecutivo N°. 38799-

MOPT Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías, sus reformas o el decreto que lo sustituya.

El Contratista debe movilizar y recolocar las señales y dispositivos conforme se avanza en la obra. Se debe reemplazar cualquier señal o dispositivo que sea dañado o robado, o que ya no funcione correctamente. Las señales y dispositivos de seguridad no se pueden retirar hasta que las obras y maquinarias terminen su labor completamente. Toda señal o dispositivo se debe mantener limpio.

Toda demarcación horizontal o señalización vertical instalada para una situación temporal debe ser eliminada en un período de 48 horas después de concluir las obras.

Toda señalización vertical permanente que no sea consistente con la señalización temporal deberá eliminarse o cubrirse adecuadamente durante la ejecución de las obras, para no confundir a los usuarios de la vía.

635.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- Los dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito deben ser aprobados por la inspección según la Sección 156.08 Supervisor del tránsito y de la seguridad, antes de su uso y deben cumplir las normas del reglamento vigente, además, serán evaluados conforme a la subsección 107.07 Inspección en sitio. La Administración realizará revisiones del sistema de seguridad vial para determinar el cumplimiento del PCTO, el cual deberá seguir los lineamientos de la DGIT y deberá contar con la aprobación de la DGIT, conforme al Decreto Ejecutivo N°. 38799-MOPT

Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías, sus reformas o el decreto que lo sustituya.

635.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La señalización y dispositivos de seguridad vial y el manejo del tránsito no serán objeto de pago adicional para el Contratista, quien debe incluir, por lo tanto, el costo de dispositivos y gestión de la seguridad vial en los rubros de costos indirectos del proyecto. La Administración debe revisar el cumplimiento del PCTO aprobado previamente y podrá paralizar la obra ante cualquier incumplimiento del plan.

635.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

En caso de necesidad particular, el Contrato puede establecer renglones de pago especiales para el uso de señales o dispositivos que se requieran en proyectos particularmente complejos.

En el caso de la demarcación vial horizontal temporal, aplicarán los mismos renglones de pago de la Sección 634.06 Pago, según el tipo de ítem y su unidad de medida correspondiente.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.635.01	Señales de mensaje variable	Hora	(h)
CR.635.02	Paneles con flechas luminosas	Hora	(h)
CR.635.03	Barreras temporales de contención vehicular de concreto	Metro lineal	(m)
CR.635.04	Vehículo piloto o guía	Hora	(h)
CR.635.05	Amortiguadores de impacto temporales	Unidad	(u)
CR.635.06	Semáforos temporales	Unidad	(u)

SECCIÓN 636 SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO O SEÑALIZACIÓN

636.01 Descripción

Este trabajo consiste en instalar, modificar o eliminar señales luminosas de tránsito, faros intermitentes, sistemas de alumbrado para carreteras o para señales, conductos de conexión y sistemas eléctricos en general.

636.02 Materiales

Deben estar en conformidad con las siguientes Subsecciones:

Sellantes y relleno para juntas y grietas	712.01 (a)
Cordón de respaldo de pavimento hidráulico	712.01 (g)
Material eléctrico	721.01

Material para alumbrado

721.02

Requerimientos para la construcción**636.03 Regulaciones y normas eléctricas**

El material suministrado debe estar de acuerdo con el código eléctrico local o, en su defecto, con las especificaciones establecidas en el Contrato. El Contratista debe obtener los permisos, solicitar las inspecciones oficiales y pagar los derechos necesarios para instalar el servicio de energía eléctrica. Para conectar o desconectar cualquier sistema eléctrico o de servicio público, el Contratista debe avisar y coordinar 8 días antes, para efectos de programar sus labores con las compañías que administran los servicios eléctricos.

636.04 General

El Contratista debe presentar, en una reunión de preconstrucción, una lista de renglones de trabajo y precios correspondiente al monto cotizado como suma global. Esta lista será usada para programar el pago de acuerdo con el avance de las obras. Se debe entregar una lista de equipos y materiales por usar en el proyecto, por lo menos 15 días antes de su inicio. Esta lista debe incluir nombre del fabricante, tamaño y número de identificación de cada elemento. Se puede completar esta lista con planos a escala, catálogos y diagramas eléctricos que muestren todos los detalles del trabajo.

Se deben eliminar todos los obstáculos y obstrucciones de acuerdo con los procedimientos de la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos. El Contratista debe guardar y cuidar todos los materiales aceptables para ser reutilizados en la obra. Las excavaciones y rellenos se deben hacer conforme con la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras. El concreto se construirá conforme a la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores

Cuando se instalen o reparen sistemas eléctricos en funcionamiento, se debe coordinar para no desconectarlos sin tener antes el sistema alternativo listo para funcionar, de tal modo que no se produzcan congestión ni accidentes de tránsito debido a su desconexión.

636.05 Conducto eléctrico

Los conductos eléctricos deben cortarse en forma lisa. Debe colocarse un aditamento de expansión cuando la tubería cruce por una junta de expansión de la estructura en que se apoya. Las tuberías deben ser continuas entre salidas de conexiones, de tal modo que se

use una cantidad mínima de conectores. Se debe eliminar la tubería deformada o rota del sistema. Deben mantenerse las tuberías limpias y secas y protegidas en sus extremos mediante acoples apropiados.

Las cajas de acceso deben ser colocadas apropiadamente para facilitar la acción de jalar los cables eléctricos.

636.06 Período de prueba

Antes de conectar la energía eléctrica al sistema, se debe demostrar que la nueva red está libre de corto- circuitos, circuitos abiertos o contactos a tierra. Se deben reemplazar o reparar los circuitos defectuosos. Después de conectar la energía, se debe demostrar que todos los componentes funcionan correctamente. Se recomienda que el periodo de prueba de los sistemas se extienda por 30 días continuos. Si algún componente falla, se debe reemplazar y volver a probar el sistema durante 30 días continuos en forma independiente.

636.07 Garantías e instrucciones

Al concluir la obra, el Contratista debe entregar a la Administración todas las garantías y listas de componentes, y hojas de instrucción en la inspección final. También debe suministrar un plano final que contenga los cambios y detalles definitivos del sistema instalado.

636.08 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, las Secciones 106 Control del material, 107 Aceptación del Trabajo y la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad.

De manera que:

- El material de los sistemas eléctricos se evaluará conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación y su instalación, conforme a las

Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

- La excavación y relleno se evaluarán conforme a la Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras y el concreto conforme a la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores

636.09 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 636 Sistemas eléctricos de alumbrado o señalización, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- La instalación y reparación de sistemas eléctricos y de alumbrado se evaluará preferentemente por suma global o precio alzado (glb).
- Los conductores eléctricos serán medidos por metro lineal (m).
- Las lámparas, postes y cajas de acceso serán medidas por unidad (u) de cada tipo.
- La reubicación de componentes será medida por unidad (u) y sin tomar en cuenta las líneas adicionales para la nueva localización.

636.10 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

Se pagará de la siguiente manera:

- (a) Un 75 % del monto global cotizado conforme el avance de la obra según la lista o tabla de pagos.
- (b) El 25 % restante cuando se complete el período de prueba de todo el sistema eléctrico construido.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.636.01	Instalación de señales	Suma global	(glb)
CR.636.02	Instalación de iluminación	Suma global	(glb)
CR.636.03	Instalación eléctrica	Suma global	(glb)
CR.636.04	Sistemas de cruce de ferrocarril	Suma global	(glb)
CR.636.05	Relocalizar (descripción)	Suma global	(glb)
CR.636.06	Tubería portacables (Conduit) ____ mm	Metro lineal	(m)
CR.636.07	Conductores eléctricos (descripción)	Metro lineal	(m)
CR.636.08	Lámparas (descripción)	Unidad	(u)
CR.636.09	Postes (descripción)	Unidad	(u)
CR.636.10	Cajas de registro	Unidad	(u)

SECCIÓN 637 SERVICIOS E INSTALACIONES DE OBRA

637.01 Descripción

Este trabajo consiste en suministrar, instalar, construir, mantener y finalmente eliminar, las oficinas de obra en sitio, los laboratorios de campo y las instalaciones para vivienda de uso exclusivo del personal de inspección por parte de la Administración.

Requerimientos para la construcción

637.02 General

Cuando el tamaño del proyecto lo requiera las instalaciones y servicios deben empezar a funcionar 14 días antes de iniciar labores en el proyecto y deben concluir 21 días después de su aceptación final. Estas instalaciones serán propiedad del Contratista al concluir el Contrato.

El Contratista debe realizar el trabajo de preparación del sitio y conexión de servicios de las instalaciones o bien utilizar contenedores en buenas condiciones como sitio de trabajo. Las edificaciones serán inspeccionadas y evaluadas para su aceptación por parte de la Administración. Su ubicación debe ser cercana al Proyecto y aprobada por la Administración.

637.03 Instalaciones

Se deben suministrar instalaciones amplias, seguras, salubres y que cuenten con servicio eléctrico, de agua potable, servicio y drenaje sanitarios conforme a los códigos de construcción vigentes. Pagar las cuentas (agua y electricidad) para todas las instalaciones. Se deben proveer líneas de teléfono y equipos de cómputo, cuando el Contrato los especifique. Además, las instalaciones deben considerar los siguientes aspectos, según lo considere el Contrato:

- (a) Para el suministro y mantenimiento de las oficinas en sitio se deben incluir los requisitos de las Tablas 637-01 Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra y 637-02 Suministro mínimo en las instalaciones y servicios.
- (b) Para laboratorio se deben cumplir los requisitos de la Tabla 637-01 Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra y Tabla 637-02 Suministro mínimo en las instalaciones y servicios. Cuando la unidad sea parte de un área de construcción más grande, se deberán separar las unidades con una distribución y suministros separados y con puertas aseguradas por fuera.

Si se requiere la ejecución de ensayos en concreto hidráulico, se debe construir un tanque de curación de acuerdo con la norma AASHTO M201, con una capacidad mínima para 50 probetas cilíndricas de 150 x 300 mm. Este tanque debe localizarse

en un cuarto de 14 m² de superficie o mayor. El tanque debe tener calentador y circulador, así como una salida de drenaje y un sistema de suministro de agua.

- (c) Para las instalaciones de vivienda se deben cumplir los requisitos de la Tabla 637-01 Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra y Tabla 637-02 Suministro mínimo en las instalaciones y servicios.

Tabla 637-01

Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra

Característica	Oficina en sitio	Laboratorio en obra	Viviendas
Superficie (m ²)	37	28	46
Ventanas con cierre de seguridad	2	2	3
Escalera con huella antideslizante y pasamanos	(1)		(1)
Área total de ventanas (m ²)	2,8	1,4	5,6
Altura de cielo (2,1 m)	✓	✓	✓
Aposentos con servicio sanitario incluido	4	2	5 (2)
Área mínima de aposento (m ²)	9	28	9
Armarios (1,2 m ³)			2
Estantes, 30 cm de profundidad (m ²)	1,1		1,1
Alumbrado eléctrico	✓		✓
Aire acondicionado	Sí	Sí	Opcional
Tomacorrientes adecuados	✓		✓
Protectores de corriente eléctrica	✓		✓
Electricidad adecuada (110 y/o 220 V)	✓		✓
Sistema eléctrico polarizado	Sí	Sí	No
Suministro de agua potable	✓	✓	✓
Lavatorio o pila	No	Sí	Sí
Suministro de agua caliente y fría			✓
Ducha	No	Sí	Sí
Escritorios	Sí	Sí	No
Archivadores	Sí	Sí	No
Parqueo para 3 vehículos en una superficie de grava	✓		✓
Barrera de 1,8 m de altura con puerta de acceso alrededor del edificio y en la zona de parqueo	✓		✓

Notas:

(1) Requisito

(2) Incluye 2 cuadros

Tabla 637-02*Suministro mínimo en las instalaciones y servicios*

Propiedad	Oficina en sitio	Vivienda
Mesa___750 m de ancho x 2,4 m de largo x 750 mm de alto	1	
Archivador, con 2 gavetas, resistente al fuego, de metal, con seguro	1	
Archivador, con 4 gavetas, de metal	1	
Escritorio___ 1,1 m ²	2	
Escritorio con lámpara	2	
Silla de oficina	5	
Gabinete de almacenaje de 1,8 m de largo x 900 mm de ancho x 450 mm de alto	1	
Extintores	1	2
Refrigerador, 0,28 m ³		1
Cocina con horno, estándar de 900 mm		1
Mesa de cocina con 2 sillas		1 juego
Sofá 1,8 m		1
Desayunador		1
Sillón		1
Mesa auxiliar		1
Lámpara de mesa		1
Cama doble		2
Mesa de noche		2
Lámpara para mesa de noche		2
Cómoda, con 4 gavetas, de 900 mm		2

637.04 Aceptación

La Administración aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción el cumplimiento de todas las especificaciones anteriores, la atención adecuada de las recomendaciones ambientales correspondientes, las normas de seguridad vial y de protección de obras, las normas de seguridad ocupacional, el adecuado desarrollo de los procesos constructivos y el cumplimiento de la calidad de los materiales suministrados, así

como el suministro de equipo y herramientas con buen estado y desempeño, utilizados para el desarrollo de todo lo indicado en esta Sección, la Sección 107 Aceptación del Trabajo, la Subsección 153.04 Plan de Control de Calidad, la Tabla 637-01 Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra y la Tabla 637-02 Suministro mínimo en las instalaciones y servicios.

De manera que:

- Las instalaciones serán evaluadas por la Administración y según las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

637.05 Medición

Se deberán medir los ítems de la Sección 637 Servicios e instalaciones de obra, para efectos de aceptación o pago los materiales, insumos y actividades, de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimientos de recepción, o lo que en su defecto establezca la Administración.

- Se medirá cada oficina, cada laboratorio y cada instalación destinada a vivienda, por unidad (u). Según lo expuesto en la Subsección 110.02 Unidades de medición y definiciones.

637.06 Pago

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: operaciones necesarias para la obtención, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05 Alcance del pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del Contrato por unidad de medida de acuerdo con los renglones de pago establecidos a continuación.

La forma de pago será así:

- (a) Un 60 % del monto al completarse satisfactoriamente cada instalación con sus servicios completos, una vez aprobado por la inspección.
- (b) El 40 % restante después de la aceptación final de la instalación o cuando ya no se la necesite.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.637.01	Oficina en sitio	Unidad	(u)
CR.637.02	Laboratorio de campo	Unidad	(u)
CR.637.03	Vivienda	Unidad	(u)

Materiales

División

700

DIVISIÓN 700: MATERIALES

SECCIÓN 701 CEMENTO HIDRÁULICO

701.01 General

Todo tipo de cemento hidráulico ya sea importado o de producción nacional, deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico RTCR-479 “Materiales de Construcción Cementos Hidráulicos. Especificaciones”, contenido en el Decreto Ejecutivo N°. 39414-MEIC-S, publicado en el Diario La Gaceta N°. 1, del día 4 de enero de 2016, sus reformas o el decreto que lo sustituya, además de lo mostrado en esta sección, siempre y cuando el Contrato, especificaciones especiales o los planos, no indiquen otra cosa.

Aprobado el cemento no se podrá utilizar un diferente tipo o marca de cemento, o de diferente fábrica sin la autorización de la Administración.

El Contratista deberá proveer los medios adecuados para el almacenamiento y protección del cemento contra la humedad. El cemento que, por cualquier motivo, hubiese llegado a fraguar parcialmente o contenga grumos de cemento aglutinado, deberá rechazarse. El cemento recuperado de bolsas desechadas o usadas no deberá utilizarse en la obra.

Si en algún Proyecto se requiriese del uso de cemento de mampostería o cemento de mortero, estos deben cumplir con lo indicado en las propias normas de especificación, que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 701-01

Especificaciones para cementos de mampostería y de mortero

Tipo	Especificación
Cemento de mampostería, tipo N, S, M	ASTM C91
Cemento de mortero (N, S, M)	ASTM C1329

SECCIÓN 702 CEMENTO BITUMINOSOS

702.01 Asfalto

- (a) Requisitos de especificación para la aceptación de ligantes asfálticos. Los ligantes asfálticos se clasifican por grado de viscosidad o por grado de desempeño.
- (b) Clasificación del asfalto por grado de viscosidad. Los ensayos y las especificaciones que se incluyen en la clasificación por grado de viscosidad del asfalto se muestran en la Tabla 702-01A Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C y en la Tabla 702-01B Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C.

Tabla 702-01 A

Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C

Parámetro	Método ASTM	Grado de viscosidad					
		AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²)	D2171	250 ±50	500±100	1000±200	2000±400	3000 ±600	4000±800
Viscosidad, 135 °C, (mm ² /s), mínimo	D2170	80	110	150	210	250	300
Penetración, 25 °C, 100 g, 5 s, (1/10 mm), mínimo	D5	200	120	70	40	30	20
Punto de inflamación, Cleveland Copa Abierta, (°C), mínimo	D92	165	175	220	230	230	230
Solubilidad en tricloroetileno, (%), mínimo	D2042	99	99	99	99	99	99
Pruebas sobre residuo del ensayo de horno de película delgada (ASTM D1754)							
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²), máximo	D2171	1250	2500	5000	10000	15000	20000
Ductilidad, 25 °C, 5 cm /min (cm), mínimo	D113	100 ^A	100	50	20	15	10

Fuente: Tabla 1A Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.22:04

Notas:

A. Si la ductilidad es menor que 100, se puede aceptar el material si la ductilidad a 15,5 °C es como mínimo 100 a una tasa de 5 cm/min.

Tabla 702-01 B
Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C

Parámetro	Método ASTM	Grado de viscosidad					
		AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²)	D2171	250 ±50	500±100	1000 ±200	2000 ±400	3000 ±600	4000 ±800
Viscosidad, 135 °C, (mm ² /s), mínimo	D2170	125	175	250	300	350	300
Penetración, 25 °C, 100 g, 5 s, (1/10 mm), mínimo	D5	220	140	80	60	50	40
Punto de inflamación, Cleveland Copa Abierta, (°C), mínimo	D92	163	177	219	232	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, (%), mínimo	D2042	99	99	99	99	99	99
Pruebas sobre residuo del ensayo de horno de película delgada (ASTM D-1754)							
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²), máximo	D2171	1250	2500	5000	10000	15000	20000
Ductilidad, 25 °C, 5 cm /min, (cm), mínimo	D113	100 ^A	100	75	50	40	25

Fuente: Tabla 1B Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.22:04

Notas:

A. Si la ductilidad es menor que 100, se puede aceptar el material si la ductilidad a 15,5 °C es como mínimo 100 a una tasa de 5 cm/min.

- (c) La Tabla 702-01B Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C, se aplica a asfaltos con una susceptibilidad a la temperatura menor que los especificados en la Tabla 702-01A Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C.
- (d) Adicionalmente, deberá cumplirse con lo especificado en la Norma RTCR 248 Productos del Petróleo Ligantes Asfálticos N°. 26501-MEIC-MOPT y sus reformas.
- (e) Los ensayos y las especificaciones que se incluyen en la clasificación por grado de desempeño del asfalto se muestran en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño.

- (f) La temperatura de mezclado y compactación deberá ser la que indique el fabricante.
- (g) Si se va a clasificar el asfalto por PG se deberá estimar la densidad del asfalto a 25 °C (ASTM D70).
- (h) Adicionalmente, se debe cumplir con los parámetros que se detallan en la Tabla 702-02 Especificaciones adicionales de asfalto.

Tabla 702-02

Especificaciones adicionales de asfalto

Parámetro	Método	Especificación	Cálculo
Índice de estabilidad coloidal (adimensional)		0,6 Máximo	Índice de inestabilidad coloidal = [asfáltenos (%) + saturados (%)] / [resinas (%) + aromáticos (%)]
Contenido de ceras, %	ASTM UOP Met-46	3,0 Máximo	
Razón de viscosidades (adimensional)		3,0 Máximo	Razón de viscosidades= [viscosidad absoluta a 60 °C para residuo TFOT (Poise)] / [viscosidad absoluta a 60 °C para asfalto original (Poise)]
Índice de susceptibilidad térmica VTS		3,3 a 3,9	$VTS = 11,3358 * [\log [\log (\text{viscosidad absoluta a } 60 \text{ °C (Poise)}) - \log [\log (\text{viscosidad absoluta a } 135 \text{ °C (Poise)})]]]$
Pérdida de masa por calentamiento en el horno rotatorio de película delgada (RTFO), %	ASTM D2872	1,0 Máximo	

Fuente: Norma RTCR 248:1997 Productos del Petróleo Cementos Asfálticos N°. 26501 MEIC-MOPT Gaceta N°. 236 del 8 de diciembre de 1997.

Tabla 702-03

Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño

Característica	Grado de Desempeño						
	PG 46	PG 52	PG 58	PG 64	PG 70	PG 76	PG 82
	-34 -40 -46	-10 -16 -22 -28 -34 -40 -46	-16 -22 -28 -34 -40	-10 -16 -22 -28 -34 -40	-10 -16 -22 -28 -34	-10 -16 -22 -28 -34	-10 -16 -22 -28 -34
Promedio 7 días Temperatura Máxima de Diseño de Pavimento (°C)	< 46	< 52	< 58	< 64	< 70	< 76	< 82
Temperatura Mínima de Diseño de Pavimento ⁽¹⁾ (°C)	>-34 >-40 >-46	>-10 >-16 >-22 >- 28 >-34 >-40 >-46	>-16 >-22 >-28 >-34 >-40	>-10 >-16 >-22 >-28 >-34 >-40	>-10 >-16 >-22 >-28 >- 34 >-40	>-10 >-16 >- 22 >-28 >-34	>-10 >-16 >-22 >-28 >- 34
Asfalto Original							
Temperatura de Punto de Inflamación, mínima (°C)	230						
Viscosidad, 3 Pa.s, Temperatura de Ensayo, máxima (°C)	135						
<u>Módulo de Rigidez al cortante:</u> ⁽²⁾ G*/sen δ, mín. 1,00 kPa, Plato de 25 mm, Abertura de 1 mm, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C)	46	52	58	64	70	76	82
Horno Rotatorio de Película Delgada Vertical (Método de Prueba ASTM D2872)							
Pérdida de Masa, máxima (%)	1,0						

Módulo de Rigidez al cortante: G*/sen δ , mín. 2,20 kPa, Plato de 25 mm, Abertura de 1 mm, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C)	46	52	58	64	70	76	82
MSCR, AASHTO TP 70: Tránsito Grado "S" J _{nr3.2} máx. 4,0 kPa ⁻¹ J _{nrdiff} máx 75% Temperatura de ensayo, °C	46	52	58	64	70	76	82
MSCR, AASHTO TP 70: Tránsito Grado "H" J _{nr3.2} máx. 2,0 kPa ⁻¹ J _{nrdiff} máx 75% Temperatura de ensayo, °C	46	52	58	64	70	76	82
MSCR, AASHTO TP 70: Tránsito Grado "V" J _{nr3.2} máx. 1,0 kPa ⁻¹ J _{nrdiff} máx 75% Temperatura de ensayo, °C	46	52	58	64	70	76	82
Residuo de Recipiente para Envejecimiento a Presión (AASHTO PP1)							
Temperatura de Envejecimiento PAV ⁽³⁾	90	90	100	100	100 (110)	100 (110)	100 (110)

<u>Módulo de Rigidez al Cortante</u> G*/sen δ, máx. 5000 kPa, Plato de 8 mm, 2 mm de Abertura, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C) Tránsito Grado "S"	10 7 4	25 22 19 16 13 10 7	25 22 19 16 13	31 28 25 22 19 16	34 31 28 25 22 19	37 34 31 28 25	40 37 34 31 28
G*/sen δ, máx. 6000 kPa, Plato de 8 mm, 2 mm de Abertura, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C) Tránsito Grado "H" y "V"	10 7 4	25 22 19 16 13 10 7	25 22 19 16 13	31 28 25 22 19 16	34 31 28 25 22 19	37 34 31 28 25	40 37 34 31 28
<u>Resistencia a la Fluencia a Bajas Temperaturas:</u> ⁽⁴⁾ S, máx. 300 MPa, valor m: mín. 0,300, Temp. de Ensayo en 60 s (°C)	-24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30 -36	-6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24	0 -6 -12 -18 -24
<u>Tensión Directa:</u> ⁽⁴⁾ Falla de Deformación, mín. 1,0 %, Temp. de Ensayo a 1,0 m/minuto (°C)	-24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30 -36	-6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24	0 -6 -12 -18 -24

Fuente: Fuente: Tabla 1A Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.22:04, AASHTO Designación M 320 y MP 19.

Notas:

(1) Las temperaturas del pavimento se estiman por medio de las temperaturas del aire de acuerdo con el método Superpave.

(2) Para control de calidad de la producción de ligante asfáltico sin modificar, la medida de viscosidad del ligante asfáltico original puede sustituir a las medidas de cizalla dinámica de G*/sen δ en las temperaturas de ensayo donde el asfalto es un fluido Newtoniano. Se puede utilizar cualquier norma adecuada para medir la viscosidad, incluyendo viscosímetro capilar o rotacional (Métodos de Ensayo ASTM D2170 o D2171).

(3) La temperatura de envejecimiento PAV (Recipiente para Envejecimiento a Presión) se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de estas tres temperaturas 90 °C, 100 °C o 110 °C. La temperatura de envejecimiento PAV es 100 °C para PG 64 y grados superiores, excepto para climas desérticos donde es 110 °C.

(4) Si la dureza a la deformación gradual es menor que 300 MPa, no se requiere el ensayo de tensión directa. Si la dureza a la deformación está entre 300 y 600 MPa el requerimiento de falla de deformación de la tensión directa se puede utilizar en lugar del requerimiento del esfuerzo a la fluencia. El requerimiento del valor m se debe satisfacer en ambos casos.

Tránsito Grado "S": tránsito menor a 10 millones de ejes equivalentes y velocidades mayores a 70 km/h

Tránsito Grado "H": tránsito entre 10 millones y 30 millones de ejes equivalentes y velocidades entre 20 km/h y 70 km/h

Tránsito Grado "V": tránsito mayor 30 millones de ejes equivalentes y velocidades menores a 20 km/h

Tabla 702-04

Incremento en límite superior de clasificación por grado de desempeño requerido por Proyecto, a partir de volumen de carga de diseño del pavimento y velocidad de carga

	Tránsito a velocidad sobre 60 kph	Intersecciones, aproximaciones a puentes y túneles, y subidas con pendiente ente 5,0 % y 10,0 %	Estacionamientos y subidas con pendiente de más de 10,0 %
Ejes simples equivalentes de diseño bajo 10 millones	+ 0 °C	+ 6 °C	+ 12 °C
Ejes simples equivalentes de diseño bajo 30 millones	+ 6 °C	+ 12 °C	+ 12 °C ⁽¹⁾
Ejes simples equivalentes de diseño mayor de 30 millones	+ 12 °C	+ 12 °C ⁽¹⁾	+ 12 °C ⁽¹⁾

Notas:

(1) Su aplicación para la producción de mezcla asfáltica queda sujeta al cumplimiento de los requisitos de resistencia a la deformación permanente que la Administración defina.

702.02 Asfalto Modificado

(a) La Administración definirá las características de aceptación correspondientes al asfalto modificado para mejorar desempeño, de acuerdo con las necesidades del proyecto. Lo anterior de conformidad con las especificaciones establecidas en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño. Adicionalmente, se deben cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla 702-05 Especificaciones para el asfalto modificado.

Tabla 702-05

Especificaciones para el asfalto modificado

Parámetro	Norma	Especificación
Recuperación elástica	ASTM D6084	50 % mínimo ⁽¹⁾ a las 24 horas
Punto de ablandamiento	ASTM D36	Aumentar en 5 °C mínimo

Fuente: LanammeUCR, 2013

Notas:

(1) En el ensayo de recuperación elástica se recomienda, posterior a la modificación de asfalto, dejar la muestra en reposo de 24 h, de manera que se permita potenciar el efecto del aditivo modificador en las propiedades reológicas del asfalto.

(2) El aumento mínimo es respecto al asfalto sin modificar.

- (b) Los aditivos deben cumplir con lo que se establece en la Subsección 702.09 Aditivos y el encargado del proceso de modificación debe demostrar con los ensayos que corresponda, que el asfalto modificado cumple con las especificaciones requeridas.
- (c) La temperatura de mezclado y compactación deberá ser la que el fabricante o algún instituto técnico especializado recomiende.

702.03 Emulsión asfáltica

Se entiende como emulsión asfáltica a la dispersión de pequeñas gotas de asfalto en agua mediante el uso de agentes emulsificantes.

El tipo y tasa de emulsión asfáltica debe ser especificado dependiendo del uso y función dentro del proyecto. Adicionalmente, se deben tomar en consideración los siguientes factores para seleccionar el tipo de emulsión:

- Temperatura ambiente al momento de aplicarse
- Tipo y graduación del agregado
- Equipo disponible para el tipo de aplicación
- Tránsito
- Consideraciones ambientales

Para cada emulsión se evaluará de conformidad con los requisitos de AASHTO que se describen en (a), (b) y (c); la selección del tipo de emulsión asfáltica requerida en cada aplicación se deberá escoger de acuerdo con la norma AASHTO R5.

(a) Emulsión asfáltica aniónica.

De conformidad con AASHTO M140. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-07 Especificaciones para la emulsión asfáltica aniónica.

(b) Emulsión asfáltica catiónica.

De conformidad con AASHTO M208. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-08 Especificaciones para la emulsión asfáltica catiónica.

(c) Emulsión asfáltica modificada con polímero.

De conformidad con AASHTO M 316. Se aplicarán las especificaciones de la Tablas 702-10 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada para microcapas y 702-11 Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada adicionalmente para aplicaciones de riego de liga.

La temperatura de aplicación será definida acorde con la Tabla 702-06 Temperaturas de aplicación de emulsiones asfálticas y con las especificaciones del proyecto.

Tabla 702-06

Temperaturas de aplicación de emulsiones asfálticas

Tipo de emulsión		Temperatura de aplicación (aspersión) (°C)	Temperatura de mezclado (°C) ⁽¹⁾
Rompimiento rápido	RS-1	20 – 60	x
	RS-2	50 – 85	x
	CRS-1	50 – 85	x
	CRS-2	60 – 85	x
Rompimiento medio	MS-1	20 – 70	20 – 70
	MS-2, MS-2h	x	20 – 70
	HFMS-1, HFMS-2, HFMS-2h, HFMS-2s	20 - 70	10 - 70
	CMS-2, CMS-2h	40 – 70	50 – 60
Rompimiento lento	SS-1, SS-1h	20 – 70 ⁽²⁾	20 – 70
	CSS-1, CSS-1h	20 – 70 ⁽²⁾	20 – 70

Notas:

(1) Temperatura de la mezcla asfáltica en la descarga.

(2) Para sellos asfálticos y riegos de imprimación.

Tabla 702-07

Especificaciones para la emulsión asfáltica aniónica ⁽¹⁾

Designación	Tipo		Rompimiento rápido											
	RS-1h ⁽⁶⁾		RS-1		RS-1s ⁽⁶⁾		RS-2h ⁽⁶⁾		RS-2		RS-2s ⁽⁶⁾		HFRS-2 ⁽⁶⁾	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:														
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS ⁽²⁾	20	100	20	100	20	100	...	...	...	...	...	...	...	...
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS ⁽²⁾	75	400	75	400	75	400	75	400
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % ^{(2), (3)}	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0
Demulsibilidad, 35 ml, 0,02 N CaCl ₂ , % ⁽²⁾	60	...	60	...	60	...	60	...	60	...	60	...	50	...
Recubrimiento y resistencia al agua:														
Recubrimiento, agregado seco	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, luego de rociado	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, agregado húmedo	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, luego de rociado	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(2), (3)}	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1
Ensayo de mezclado con cemento, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Destilación:														
Residuo, % ⁽⁴⁾	55	...	55	...	55	...	65	...	65	...	65	...	65	...
Ensayos en el residuo por destilación:														
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	40	90	90	150	150	250	40	90	90	150	150	250	100	250
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min, cm.	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Solubilidad en tricloroetileno, %	...	...	97,5	...	...	...	...	...	97,5	...	...	...	...	...
Contenido de ceniza, %	...	1,0	...	...	...	1,0	...	1,0	...	...	...	1,0	...	1,0
Ensayo de flotabilidad, 60 °C, s	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1200	...

Notas:

- (1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.
- (2) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a los productos de asfalto emulsionados después de la dilución.
- (3) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo.
- (4) Para los asfaltos emulsionados que están diluidos, los requisitos de porcentaje de residuos deben ajustarse en consecuencia.
- (5) Las emulsiones QS-1h deben cumplir los requerimientos especificados en ASTM D3910.
- (6) Estas emulsiones se especifican la norma AASHTO R5.

Tabla 702-07

Especificaciones para la emulsión asfáltica aniónica (Continuación) ⁽¹⁾

Tipo	Rompimiento medio								Rompimiento lento				Rompimiento controlado							
	MS-1		MS-2		MS-2h		HFMS-1		HFMS-2		HFMS-2h		HFMS-2s		SS-1h		SS-1		QS-1h ⁽⁵⁾	
Designación	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:																				
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS ⁽²⁾	20	100	...	...	...	...	20	100	...	...	...	...	...	...	20	100	20	100	20	100
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS ⁽²⁾	100	...	100	...	...	...	100	...	100	...	100	...	...	...	...	...	...	...
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % ^{(2), (3)}	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	...
Demulsibilidad, 35 ml, 0,02 N CaCl ₂ , % ⁽²⁾
Recubrimiento y resistencia al agua:																				
Recubrimiento, agregado seco	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, luego de rociado	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, agregado húmedo	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, luego de rociado	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(2), (3)}	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1	---	0,1
Ensayo de mezclado con cemento, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2,0	...	2,0	...	...
Destilación:																				
Residuo, % ⁽⁴⁾	55	...	65	...	65	...	55	...	65	...	65	...	65	...	57	...	57	...	57	...
Ensayos en el residuo por destilación:																				
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	90	250	90	250	40	90	100	200	90	250	40	90	250	...	40	90	90	250	40	90
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min, cm.	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Solubilidad en tricloroetileno, %	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...
Contenido de ceniza, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ensayo de flotabilidad, 60 °C, s	...	...	...	...	...	...	1200	...	1200	...	1200	...	1200	...	...	...	...	...	...	...

Notas:

- (1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.
- (2) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a los productos de asfalto emulsionados después de la dilución.
- (3) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo.
- (4) Para los asfaltos emulsionados que están diluidos, los requisitos de porcentaje de residuos deben ajustarse en consecuencia.
- (5) Las emulsiones QS-1h deben cumplir los requerimientos especificados en ASTM D3910.
- (6) Estas emulsiones se especifican en la norma AASHTO M140.

Tabla 702-08

Especificaciones para la emulsión asfáltica catiónica ⁽¹⁾

Tipo Designación	Rompimiento rápido											
	CRS-1h ⁽⁶⁾		CRS-1		CRS-1s ⁽⁶⁾		CRS-2h ⁽⁶⁾		CRS-2		CRS-2s ⁽⁶⁾	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:												
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS ⁽²⁾	20	100	20	100	20	100	100	400	100	400	100	400
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % ^{(2), (3)}	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0
Demulsibilidad, 35 ml, 0,8 % dioctilsulfosuccinato sódico, % ⁽²⁾	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Recubrimiento y resistencia al agua:												
Recubrimiento, agregado seco	...		...		...		...		...		...
Recubrimiento, luego de rociado	...		...		...		...		...		...
Recubrimiento, agregado húmedo	...		...		...		...		...		...
Recubrimiento, luego de rociado	...		...		...		...		...		...
Carga de partícula ⁽²⁾	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(2), (3)}	...	0,10	...	0,10	...	0,10	...	0,10	...	0,10	...	0,10
Destilación:												
Aceite destilado, por volumen, %	...	3	...	3	...	3	...	3	...	3	...	3
Residuo, % ⁽⁴⁾	60	...	60	...	60	...	65	...	65	...	65	...
Ensayos en el residuo por destilación:												
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	40	90	90	150	150	250	40	90	90	150	150	250
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min, cm.	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Solubilidad en tricloroetileno, %	...	...	...	97,5	...	...	...	...	...	97,5	...	...
Contenido de ceniza, %	...	1,0	...	...	...	1,0	...	1,0	...	...	...	1,0

Notas:

- (1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.
- (2) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a los productos de asfalto emulsionados después de la dilución.
- (3) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo.
- (4) Para los asfaltos emulsionados que están diluidos, los requisitos de porcentaje de residuos deben ajustarse en consecuencia.
- (5) Las emulsiones CRS-1h deben cumplir los requerimientos especificados en ASTM D3910.
- (6) Estas emulsiones se especifican en la norma AASHTO M208.

Tabla 702-08

Especificaciones para la emulsión asfáltica catiónica (Continuación) ⁽¹⁾

Tipo Designación	Rompimiento acelerado				Rompimiento medio				Rompimiento lento			
	CQS-1h ⁽⁵⁾		CQS-1 ⁽⁶⁾		CMS-2h		CMS-2		CSS-1h		CSS-1	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:												
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS ⁽²⁾	20	100	20	100	...	...	...	...	20	100	20	100
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS ⁽²⁾	50	450	50	450	...	...	...	...
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % ^{(2), (3)}	...	...	...	...	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0
Demulsibilidad, 35 ml, 0,8 % dioctilsulfosuccinato sódico, % ⁽²⁾
Recubrimiento y resistencia al agua:												
Recubrimiento, agregado seco	...	...	...	...	Bueno	Bueno	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, luego de rociado	...	...	...	...	Regular	Regular	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, agregado húmedo	...	...	...	...	Regular	Regular	...	...	...	...	...	...
Recubrimiento, luego de rociado	...	...	...	...	Regular	Regular	...	...	...	...	...	...
Carga de partícula ⁽²⁾	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(2), (3)}	...	0,10	...	0,10	...	0,10	...	0,10	...	0,10	...	0,10
Ensayo de mezclado con cemento, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2,0	...	2,0
Destilación:												
Aceite destilado, por volumen, %	...	...	...	...	...	12	...	12	...	...	...	...
Residuo, % ⁽⁴⁾	62	...	62	...	65	...	65	...	57	...	57	...
Ensayos en el residuo por destilación:												
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	40	90	90	250	40	90	90	250	40	90	90	250
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min, cm.	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...	40	...
Solubilidad en tricloroetileno, %	97,5	...	...	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...	97,5	...
Contenido de ceniza, %	...	...	...	1,0	...	...	...	...	...	...	...	...

Notas:

- (1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.
- (2) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a los productos de asfalto emulsionados después de la dilución.
- (3) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo
- (4) Para los asfaltos emulsionados que están diluidos, los requisitos de porcentaje de residuos deben ajustarse en consecuencia.
- (5) Las emulsiones CQS-1h deben cumplir los requerimientos especificados en ASTM D3910.
- (6) Estas emulsiones se especifican en la norma AASHTO M208.

Tabla 702-09

Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizadas adicionalmente para aplicaciones de tratamiento superficial ⁽¹⁾

Tipo Designación	Rompimiento rápido						Rompimiento medio					
	CRS-2hP		CRS-2P		CRS-2sP		CHFRS-2P		HFRS-2P		HFMS-2P	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:												
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS ⁽²⁾	100	400	100	400	100	400	100	400	75	400	100	450
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % ^{(2), (3)}	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0
Demulsibilidad:												
35 ml, 0,8 % dioctilsulfosuccinato sódico, % ⁽²⁾	40	...	40	...	40	...	40	...	...	...	...	...
35 ml, 0,02 N CaCl ₂ , % ⁽²⁾	50	...	...	...
50 ml, 0,10 N CaCl ₂ , % ⁽²⁾	40	...
Carga de partícula ⁽²⁾	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		...		...
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(2), (3)}	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1	...	0,1
Destilación:												
Aceite destilado, por volumen, %	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3	...	3
Residuo, % ⁽⁴⁾	65	...	65	...	65	...	65	...	65	...	65	...
Ensayos en el residuo por destilación ⁽⁵⁾:												
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	40	90	90	150	150	250	100	175	100	200	100	200
Recuperación elástica, 25 °C, de lado recto, 5 cm/min, 20 cm de elongación, 5 min de sostenimiento, % ⁽⁶⁾	50	...	60	...	60	...	60	...	60	...	60	...
Contenido de ceniza, %	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0	...	1,0
Ensayo de flotabilidad, 60 °C, s	...	...	...	...	...	...	1800	...	1200	...	1200	...

Notas:

- (1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.
- (2) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a los productos de asfalto emulsionados después de la dilución.
- (3) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo.
- (4) Para los asfaltos emulsionados que están diluidos, los requisitos de porcentaje de residuos deben ajustarse en consecuencia.
- (5) Para información sobre los residuos por evaporación, consulte la Sección 5.1.2. AASHTO M316.
- (6) Se puede realizar el ensayo de recuperación elástica a 10 °C como alternativa, si la Administración lo aprueba.

Tabla 702-10

Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada para microcapas ⁽¹⁾

Tipo	Rompimiento controlado			
	CQS-1hP		CQS-1P	
Designación	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:				
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS ⁽²⁾	20	100	20	100
Carga de partícula ⁽²⁾	Positiva		Positiva	
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(2). (3)}	...	0,10	...	0,10
Destilación:				
Residuo, % ⁽⁴⁾	62	...	62	...
Ensayos en el residuo por destilación ⁽⁵⁾:				
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	40	90	90	200
Recuperación elástica, 10 °C, de lado recto, 5 cm/min, 20 cm de elongación, 5 min de sostenimiento, % ⁽⁶⁾	50	...	60	...
Punto de ablandamiento, °C	57	...	53	...
Contenido de ceniza, %	...	1,0	...	1,0

Notas:

(1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.

(2) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a los productos de asfalto emulsionados después de la dilución.

(3) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo.

(4) Para los asfaltos emulsionados que están diluidos, los requisitos de porcentaje de residuos deben ajustarse en consecuencia.

(5) Para información sobre los residuos por evaporación, consulte la Sección 5.1.2. AASHTO M316.

(6) Se puede realizar el ensayo de recuperación elástica a 10 °C como alternativa, si la Administración lo aprueba.

Tabla 702-11

Especificaciones para la emulsión modificada con polímero utilizada adicionalmente para aplicaciones de riego de liga ⁽¹⁾

Tipo Designación	Rompimiento rápido		Rompimiento lento			
	CRS-1P		SS-1hp		CSS-1hP	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Ensayos de emulsiones:						
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS ⁽³⁾	20	100	20	100	20	100
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % ^{(3), (4)}	...	1,0	...	1,0	...	1,0
Demulsibilidad:						
35 ml, 0,8% dioctilsulfosuccinato sódico, % ⁽²⁾	40	...	...	...	...	...
Carga de partícula ⁽³⁾	Positiva		...		Positiva	
Ensayo de malla N°. 20, % ^{(3), (4)}	...	0,1	...	0,1	...	0,1
Ensayo de mezclado con cemento, % ⁽³⁾	2,0	...	2,0
Destilación:						
Residuo, % ^{(3) (5)}	63	...	57	...	57	...
Ensayos en el residuo por destilación ⁽⁶⁾:						
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	90	150	40	90	40	90
Recuperación elástica, 25 °C, de lado recto, 5 cm/min, 20 cm de elongación, 5 min de sostenimiento, % ⁽⁶⁾	60	...	25	...	25	...
Contenido de ceniza, %	...	1,0	...	1,0	...	1,0

Notas:

(1) Refiérase a AASHTO R5 para aplicaciones típicas.

(2) Esta designación es para pavimentadoras con equipo de riego para la emulsión asfáltica.

(3) Este requisito de ensayo y los límites de especificación asociados, no se aplican a las emulsiones después de la dilución.

(4) Este requisito de prueba en muestras representativas puede no aplicarse si se ha logrado la aplicación exitosa del material en el campo.

(5) Para las emulsiones diluidas, los requerimientos del porcentaje de residuos se deben ajustar en consecuencia.

(6) Para información sobre los residuos por evaporación, consulte la Sección 5.1.2. AASHTO M316.

702.04 Reservada**702.05 Reservada****702.06 Materiales impermeabilizantes**

- (a) Imprimador. De conformidad con ASTM D41.
- (b) Asfalto. Para recubrimiento, de conformidad con ASTM D449, tipo III.
- (c) Telas impermeabilizantes. Saturadas con asfalto, de conformidad con ASTM D173.
- (d) Mortero. De conformidad con la Subsección 712.02 Mortero, excepto que se deberá mezclar, uniformemente, el mortero, hasta lograr una consistencia aceptable para su aplicación, usando proporciones volumétricas de una parte de cemento hidráulico a 3 partes de agregado fino.
- (e) Rollos de materiales bituminosos para techos. De conformidad con ASTM D6380.

702.07 Agentes de reciclado

De conformidad con ASTM D4552, o cualquier producto derivado del petróleo, aprobado por la Administración, que sea capaz de restaurar cementos asfálticos envejecidos, para cumplir con las especificaciones requeridas.

702.08 Mastique asfáltico

De conformidad con AASHTO M243.

702.09 Aditivos

Los aditivos se clasifican según su función de la siguiente forma:

- (a) Aditivos modificadores
 - (1) Estos aditivos se adicionan al asfalto para modificar sus propiedades físicas y reológicas y disminuir su susceptibilidad a la temperatura, a la humedad y a la oxidación.
 - (2) Los aditivos deben ser incorporados al asfalto mediante un sistema de agitación o mezclado que garantice una correcta disolución del aditivo en el asfalto, antes de ser mezclados con los agregados. El proveedor del aditivo debe aportar y certificar la siguiente información:
 - i) Nombre de material (marca, nombre genérico y la identificación química)
 - ii) Fabricante (compañía, dirección, número de teléfono, país)

- iii) Propiedades físicas del material
- iv) Hoja de seguridad del material
- v) Indicar las propiedades que mejora el aditivo en el asfalto.
- vi) Instrucciones de uso específicas: dosis, método de adición (temperatura y tiempo de mezclado) y restricciones de uso.

(b) Aditivos Mejoradores de Adherencia

(1) Estos aditivos se incorporan al asfalto con el fin de mejorar la adherencia del asfalto al agregado, para los cuáles se tiene las siguientes opciones:

- Líquidos. Producto comercial de alta estabilidad al calentamiento, que cuando es incorporado en el asfalto favorece las propiedades químicas y físicas apropiadas para minimizar la separación del ligante asfáltico y el agregado en la mezcla.
- Cal. Existen dos tipos de cal utilizados para reducir la susceptibilidad al agua en mezclas asfálticas. Debe cumplir con lo que se establece en la Tabla 702-12 Especificaciones para la cal.
 - i) Tipo I. Cal hidratada con alto contenido de calcio. La composición química debe determinarse con la norma AASHTO T219 y el óxido de magnesio se determina con la norma ASTM C25.
 - ii) Tipo II. Magnesio o cal dolomítica que contiene magnesio. La composición química debe determinarse con la norma ASTM C25.

Tabla 702-12

Especificaciones para la cal

Tipo Cal	Parámetro	Norma	Especificación
I	Magnesio, calculado como óxido de magnesio	ASTM C25	4 % máx
II		ASTM C25	Entre 4 % - 36 %
I y II	Contenido total de cal activa (masa de Ca(OH) ₂ + CaO ⁽¹⁾), % m/m	AASHTO T29	90 % mín
	Contenido de cal no hidratada (masa de CaO), % m/m	AASHTO T29	7 % máx
	Contenido de agua libre (masa de H ₂ O), % m/m	AASHTO T29	3 % máx
	Residuo retenido en malla 600 μm (N°. 30)	AASHTO T 29	3,0 % máx
	Residuo retenido en malla 75 μm (N°. 200)	AASHTO T 29	20 % máx
II (se ensaya con la norma ASTM C25)	Contenido óxido de calcio y de magnesio como residuo de ignición % m/m ⁽²⁾	ASTM C25	96% mín
	Dióxido de carbono, %	ASTM C25	4 % máx
	Óxido de calcio no hidratado de H ₂ O), % m/m	ASTM C25	7 % máx

Fuente: AASHTOM 303 Standard Specification for Lime for Asphalt Mixtures

Notas:

(1) El porcentaje de óxido de calcio no debe exceder el 7 %

(2) La ignición a masa constante debe realizarse usando un horno eléctrico de mufla que opere entre 1000 °C y 1100 °C

iii) El muestreo de la cal para los ensayos indicados anteriormente se debe realizar de acuerdo con la norma AASHTO T218.

(c) Agentes rejuvenecedores o de reciclado

(1) El agente rejuvenecedor es un material orgánico cuyas características químicas y físicas tienen el propósito de devolverle al asfalto envejecido las condiciones necesarias para el buen comportamiento de la nueva mezcla.

- (2) El fabricante debe indicar la dosificación y las condiciones de dispersión del agente rejuvenecedor.
- (3) Los agentes rejuvenecedores de menor viscosidad se pueden utilizar para asfaltos reciclados de viscosidad alta.
- (4) Los agentes rejuvenecedores de alta viscosidad se pueden utilizar en asfalto reciclados de viscosidad baja.
- (5) Los agentes rejuvenecedores para mezclas asfálticas calientes se clasifican como se establece en la Tabla 702-13 Propiedades físicas de los agentes rejuvenecedores de mezclas asfálticas.

Tabla 702-13

Propiedades físicas de los agentes rejuvenecedores de mezclas asfálticas

Parámetro	Método	Grado de viscosidad					
		RA 1	RA 5	RA 25	RA 75	RA 250	RA 500
Viscosidad, 60 °C (mm ² /s)	ASTM D2171	50 - 175	176 - 900	901 - 4.500	4.501 - 12.500	12.501 - 37.500	37.501 - 60.000
Punto de inflamación, Cleveland Copa Abierta, (°C)	ASTM D92	129 mín	129 mín	129 mín	129 mín	129 mín	129 mín
Solubilidad en tricloroetileno, (%)	ASTM D2007	30 máx	30 máx	30 máx	30 máx	30 máx	30 máx
Pruebas sobre residuo del ensayo de horno sobre película delgada (TFO ASTM D1754 o RTFO ASTM D2872)							
Razón de Viscosidad	ASTM D1754	3 máx	3 máx	3 máx	3 máx	3 máx	3 máx
Cambio de masa (%)	ASTM D1754	4 máx	4 máx	4 máx	4 máx	4 máx	4 máx
Gravedad específica	ASTM D70 o ASTM D1298	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar

Fuente: Tabla 1 ASTM D4552

Notas:

- (1) Estos requisitos deben ser cumplidos por el asfalto extraído de la mezcla asfáltica a reciclar combinado con el agente rejuvenecedor. La combinación debe estar conforme con la razón entre agente rejuvenecedor y asfalto recuperado usado en la mezcla. La mezcla resultante debe cumplir con el grado de viscosidad apropiado para el grado de desempeño establecido en el diseño.

- (6) Los agentes rejuvenecedores RA 1, RA 5, RA 25, y RA 75 se deben usar cuando el asfalto recuperado no supera el 25 % del agregado nuevo adicionado, caso contrario se deben usar los agentes rejuvenecedores RA 250 y RA 500.
- (7) Todos los agentes rejuvenecedores deben ser homogéneos y fluir libremente a las temperaturas de bombeo.

702.10 Procedimiento de evaluación para cementos asfálticos

Se aplicarán los requisitos de la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, sujeto a lo siguiente:

- (a) Contenedor para transporte. Antes de llenar el tanque o recipiente contenedor, se examinará, y removerán todos los remanentes de cargas anteriores que puedan contaminar el cemento asfáltico.
- (b) Boleta de embarque. Con cada cargamento se adjuntarán dos copias de la boleta de embarque, con la siguiente información:
 - (1) Remitente.
 - (2) Destinatario.
 - (3) Identificación de Proyecto.
 - (4) Grado.
 - (5) Volumen neto.
 - (6) Peso neto.
 - (7) Tipo y cantidad de aditivo mejorador de adherencia.
 - (8) Número de identificación (camión, tanque, entre otros).
 - (9) Fecha.
 - (10) Temperatura de carga.
 - (11) Gravedad específica a 15 °C.
- (c) Procedimientos de muestreo. Se obtendrán muestras de cemento asfáltico de conformidad con AASHTO T40, en los sitios de muestreo descritos a continuación que sean pertinentes:
 - (1) Cemento asfáltico de aplicación directa en obra. Se tomarán muestras de cada contenedor para transporte en el momento de la descarga en distribuidores u otros sistemas de conducción, en el proyecto.

- (2) Cemento asfáltico descargado directamente en tanques de plantas. Se tomarán muestras de la línea de conducción entre el contenedor y el tanque receptor. Se tomarán muestras después de un período de circulación apropiado para obtener muestras representativas del material almacenado en el tanque.

702.11 Reservada

SECCIÓN 703 AGREGADOS

703.01 Agregados finos

Deberán estar conforme lo especificado en las Tablas 703-01 Especificaciones para arena de río o 703-02 Especificaciones para arena manufacturada (fabricada), según corresponda.

703.01.01 Arena natural de río

Los agregados finos procedentes de río deberán cumplir con las normas (en su versión vigente) y las especificaciones indicadas en la Tabla 703-01 Especificaciones para arena de río.

Tabla 703-01

Especificaciones para arena de río

		1. Graduación (INTE C46 / INTE C49)	
		Malla	% pasando
Agregados finos para concreto hidráulico	ASTM C33	9,5 mm	100
		4,75 mm (N°. 4)	95 - 100
		2,36 mm (N°. 8)	80 - 100
		1,18 mm (N°. 16)	50 - 85
		600 µm (N°. 30)	25 - 60
		300 µm (N°. 50)	5 - 30
		150 µm (N°. 100)	0 - 10
		75 µm (N°. 200)	0 - 3
		2. Módulo de finura (MF) entre 2,3 y 3,1.	
		3. Material pasando malla de 75 µm: puede ser aumentado a un 5 % máximo en concretos hidráulicos no sujetos a la abrasión.	
		4. Sanidad - Durabilidad en 5 ciclos con SO ₄ Na ₂ (INTE C61): máximo 10 % de pérdida.	
	INTE C15	5. Impurezas orgánicas (INTE C59): más claro que el color patrón.	
		6. Si no cumple impurezas orgánicas debe revisarse la resistencia relativa a los 7 días (INTE C60) y debe ser: no menor a 95 %.	
		7. Terrones de arcilla y partículas deleznable (INTE C65): 3 % máximo.	
		8. Carbón y lignito (INTE C63): 1 % máximo.	

703.01.02 Arenas manufacturadas

Los agregados finos procedentes de arenas manufacturadas son materiales procedentes del quebrado de roca, que deben cumplir con las normas (en su versión vigente) y las especificaciones indicadas en la Tabla 703-02 Especificaciones para arena manufacturada (fabricada):

Tabla 703-02

Especificaciones para arena manufacturada (fabricada)

		1. Graduación (INTE C46 / INTE C49)		
		Malla	% pasando	
ASTM C33		9,5 mm	100	
		4,75 mm (N°. 4)	95 - 100	
		2,36 mm (N°. 8)	80 - 100	
		1,18 mm (N°. 16)	50 - 85	
		600 µm (N°. 30)	25 - 60	
		300 µm (N°. 50)	5 - 30	
		150 µm (N°. 100)	0 - 10	
		75 µm (N°. 200)	0 - 3	
			2. Módulo de finura (MF) entre 2,3 y 3,1	
	Agregados finos para concreto hidráulico		3. Si el material más fino de 75 µm (N°. 200) se compone de polvo y piedra, esencialmente libre de arcilla o lutita, el límite será: 5 % máximo para concreto sujeto a la abrasión, y 7 % máximo para el concreto no sujeto a abrasión.	
		4. Sanidad - Durabilidad en 5 ciclos con SO ₄ Na ₂ (INTE C61): pérdida 10 % máximo.		
INTE C15		5. Impurezas orgánicas (INTE C59): más claro que el color patrón.		
		6. Si no cumple impurezas orgánicas debe revisarse la resistencia relativa a los 7 días (INTE C60) y debe ser: no menor a 95 %.		
		7. Terrones de arcilla y partículas deleznable (INTE C65): 3 % máximo.		
		8. Carbón y lignito (INTE C63): 1 % máximo.		
UNE-EN 933.9		9. Absorción de azul de metileno: 5 mg/g (miligramos de colorante empleados / gramo) máximo.		
ASTM C1777				
ASTM D422	10. Fracción fina menor a 2 µm especificación 6 % máximo.			

703.02 Agregados gruesos

La granulometría del agregado grueso debe cumplir con los requisitos de graduación INTE C15 según se detalla a continuación:

Tabla 703-03

Granulometría para los agregados gruesos

Número del tamaño	Tamaño máximo nominal (mm)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (N°. 4)	2,36 mm (N°. 8)	1,18 mm (N°. 16)	300 µm (N°. 50)
1	90	100	90 - 100	-	25 - 60	-	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-	-	-
2	63	-	-	100	90 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-	-	-
3	50	-	-	-	100	90 - 100	35 - 70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
357	50	-	-	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10-30	-	0 - 5	-	-	-
4	37,5	-	-	-	-	100	90 - 100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-	-
467	37,5	-	-	-	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10-30	0-5	-	-	-
5	25,0	-	-	-	-	-	100	90 - 100	20 - 55	0-10	0-5	-	-	-	-
56	25,0	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 85	10-40	0-15	0-5	-	-	-
57	25,0	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-	-
6	19,0	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20 - 55	0-15	0-5	-	-	-
67	19,0	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20 - 55	0-10	0-5	-	-
7	12,5	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0-15	0-5	-	-
8	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 - 100	10-30	0-10	0-5	-
89	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	20-55	5 - 30	0-10	0-5
9 ^A	4,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10 - 40	0-10	0-5

Notas:

A: El agregado de tamaño 9 es definido en la norma INTE C20 como agregado fino. Es incluido como agregado grueso cuando es combinado con el agregado de tamaño 8, el cual es definido como agregado grueso en la norma INTE C20.

Tabla 703-04

Especificaciones para el agregado grueso

INTE C15		
Agregados gruesos para concreto hidráulico	INTE C15	1. Abrasión en prueba de los ángeles (INTE C64): 50 % máximo.
		2. Sanidad - Durabilidad en 5 ciclos con SO ₄ Na ₂ (INTE C61): pérdida 12 % máximo.
		3. Partículas friables y arcillosas (INTE C65) concreto hidráulico arquitectónico y losas de puentes y pavimentos: 3 %. Otros concretos hidráulicos: 10 % máximo.
		4. Material pasando malla de 75 µm: 1 % máximo. Agregado que no tiene arcilla o esquisto: se pueda aumentar a 1,5 %.
		5. Requisitos con densidad relativa en condición saturada superficie seca < 2,4, aceptar 5 máximo.

703.03 Agregado para relleno granular

Se usarán para las siguientes instalaciones:

- (a) Tubería para subdrenajes con geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las especificaciones AASHTO M80, clase E y AASHTO M43, N°. 3, N°. 4, N°. 5, N°. 7, N°. 57 o N°. 67.
- (b) Tuberías para subdrenajes sin geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las especificaciones AASHTO M6, excepto que la prueba de disgregabilidad (sanidad) no sea requerida.

703.04 Agregado para relleno permeable

Debe usarse la arena conforme a la Subsección 703.15 Arena, o agregado grueso que consista en partículas de grava, duras, durables, escorias, o piedra quebrada, conforme a la Tabla 703-05 Granulometría para rellenos permeables.

Tabla 703-05

Granulometría para rellenos permeables

Malla	Porcentaje pasando/peso Mallas estándar AASHTO T11 y T27
75 mm	100
19 mm	50 - 90
4,75 mm	20 - 50
75 µm	0 - 2

703.05 Agregado para capas de subbase y base granular

(a) General

Se deberán suministrar partículas duras y durables o fragmentos de piedra triturada, escoria o grava triturada, que no contendrán partículas elongadas, raíces y restos vegetales y libres de materia orgánica, grumos o arcillas.

(b) Subbase

El material de subbase debe consistir en partículas duras y durables, grava o piedra triturada, escoria, tobas que no contendrán raíces y restos vegetales, además de cumplir con los siguientes requisitos:

(1) Granulometría

El material de subbase granular debe cumplir con alguno de los siguientes tipos de granulometrías:

Tabla 703-06

Tipos de granulometrías a usar para las subbases granulares

Graduación AASHTO T11 y AASHTOT27	A	B
Tamiz	% pasando	
63 mm	100	-
50 mm	97 - 100	100
37,5 mm	-	97 - 100
25 mm	65 - 79 (±6)	-
12,5 mm	45 - 59 (±7)	-
4,75 mm (N°. 4)	28 - 42 (±6)	40 - 60 (±8)
425 µm (N°. 40)	9 - 17 (±4)	-
75 µm (N°. 200)	4 - 8 (±3)	4 - 12 (±4)

Notas:

(1) Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

(2) Límites de Atterberg

- Límite Líquido (material pasando la malla N°. 40) AASHTO T89 = 30 máximo.
- Índice Plástico (material pasando la malla N°. 40) AASHTO T90 = 7 máximo.

(3) Ensayo de Abrasión (AASHTO T96)

Pérdida por Abrasión = 50 % máximo.

(4) Índice de durabilidad (AASHTO T210)

Índice de durabilidad material grueso y fino (retenido en malla N°. 4) = 35 % mínimo

(5) Caras fracturadas (ASTM D5821)

Porcentaje de caras fracturadas = 50 % mínimo

(6) CBR con Proctor modificado (AASHTO T180)

Capacidad soportante CBR = 30 % mínimo a una densidad del 97,5 % \pm 2,5 % del Proctor modificado AASHTO T180, método D.

(c) Base

El material de base granular debe consistir en piedra o grava triturada, que no contendrá partículas elongadas, raíces y restos vegetales, y debe cumplir con los siguientes requisitos:

(1) Granulometría

El material de base granular debe cumplir con alguno de los siguientes tipos de granulometrías:

Tabla 703-07

Tipos de granulometrías a usar para las bases granulares

Graduación AASHTO T11 y T27	C	D	E
Tamiz	% pasando		
50 mm	100	-	-
25 mm	80 - 100 (±6)	100	-
19,0 mm	64 - 94 (±6)	86 - 100 (±6)	100
9,5 mm	40 - 69 (±6)	51 - 82 (±6)	62 - 90 (±6)
4,75 mm (N°. 4)	31 - 54 (±6)	36 - 64 (±6)	36 - 74 (±6)
0,425 mm (N°. 40)	-	12 - 26 (±4)	12 - 26 (±4)
75 µm (N°. 200)	4,0 - 7,0 (±3)	4,0 - 7,0 (±3)	4,0 - 7,0 (±3)

Notas:

(1) Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y aprobado por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

(2) Límites de Atterberg

Si a la capa de base granular se le coloca una capa de ruedo, esta deberá cumplir con lo indicado en AASHTO M147:

- Límite Líquido (material pasando la malla N°. 40) AASHTO T89 = 25 máximo.
- Índice Plástico (material pasando la malla N°. 40) AASHTO T90 = 6 máximo.

Si la capa de base granular queda temporalmente expuesta, esta deberá cumplir con la Subsección 703.22 Agregado para capa granular de rodadura expuesta.

(3) Ensayo de Abrasión (AASHTO T96)

Pérdida por Abrasión = 50 % máximo

(4) Índice de durabilidad (AASHTO T210)

Índice de durabilidad material grueso y fino (retenido en malla N°. 4) = 35 mínimo.

(5) Caras fracturadas (ASTM D5821)

Porcentaje de caras fracturadas = 50 % mínimo.

(6) CBR con Proctor modificado (AASHTO T180)

Capacidad soportante CBR = 80 % mínimo a una densidad del $97,5 \pm 2,5$ % del Proctor modificado AASHTO T180, método D.

703.06 Agregado triturado

Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra triturada o grava triturada con la calidad requerida. Los agregados tendrán un tamaño máximo de 25 mm, determinado por AASHTO T27 y T11. Deben obtenerse de piedra triturada, uniformemente graduada de grueso a fino, libre de materia orgánica, grumos, arcillas y materias deletéreas.

703.07 Agregado para mezcla asfáltica

Los agregados gruesos y finos deben consistir en partículas duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra triturada o grava triturada con la calidad requerida, uniformemente graduada, libre de materia orgánica, grumos de arcillas y materias deletéreas.

(a) Agregados gruesos. (Retenidos en la malla de 4,75 mm (N°. 4)).

Este agregado debe consistir en piedra o grava de buena calidad triturada y mezclada de manera que al combinarse cumpla con la especificación correspondiente y con los requisitos establecidos en la Tabla 703-08 Especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica.

(b) Agregado fino. (Pasando la malla 4,75 mm (N°. 4)).

Este agregado está formado por la trituración del agregado grueso y deberá tener una granulometría que, al combinarse con otras fracciones, se cumpla con la especificación correspondiente y con los requisitos establecidos en la Tabla 703-08 Especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica. No se permite en ningún caso el uso de arena natural en la mezcla asfáltica.

Tabla 703-08

Especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica

Agregado	Parámetro	Norma	Especificación*	
			Tipo AB	Tipo C y D
Grueso	Abrasión de los Ángeles	INTE 06-02-27 AASHTO T96	40 % máx.	30 % máx.
	Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio o sulfato de magnesio (5 ciclos)	INTE 06-02-24 AASHTO T104	15 % máx. con sulfato de sodio	12 % máx. con sulfato de sodio
			20 % máx. con sulfato de magnesio	
	Caras fracturadas Capas Intermedias una cara/ dos o más caras	ASTM D5821	80 % / 75 % mín.	
	Caras fracturadas Capas de rodamiento una cara/ dos o más caras		95 % / 90 % mín.	
	Índice durabilidad	AASHTO T210	35 mín.	
	Grumos de arcilla y partículas friables	AASHTO T112	Máx. 2,0 % ⁽¹⁾	Máx. 1,0 %
	Agregados que contengan carbonato soluble	ASTM D 3042	El residuo insoluble debe ser mayor o igual al 25 % ⁽²⁾	
Porcentaje por peso de partículas planas o alargadas	ASTM D4791	10 % máx. ⁽³⁾		
Fino	Índice de durabilidad	AASHTO T210	35 mín.	
	Angularidad	AASHTO T304	45 % mín.	
	Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio o sulfato de magnesio (5 ciclos)	INTE 06-02-24 AASHTO T104	15 % máx. con sulfato de sodio	12 % máx. con sulfato de sodio
			20 % máx. con sulfato de magnesio	
	Equivalente arena	AASHTO T176	50 % mín.	

Notas:

(*) Los tipos de mezcla AB, C y D se definen en las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall y 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave.

(1) Solo aplica para aquellos casos en que el tránsito vehicular en millones de ejes equivalente de 80 kN (8,2 t) estimados en un período de carga de 20 años sea superior a 0,30.

(2) Para las mezclas asfálticas en capas de rodamiento. No aplica cuando las mezclas asfálticas sean empleadas en capas intermedias o capas de base, exceptuando cuando dichas capas vayan a ser sujeto durante algún tiempo al tránsito de vehículos, a criterio de la Administración. En caso de requerirse mezclas de agregados de diferente fuente, estos deberán cumplir por separado con este requisito.

(3) Para aquellos casos en que el tránsito vehicular en millones de ejes equivalente de 80 kN (8,2 t) estimados en un período de carga de 20 años sea superior a 0,30. En el caso de las mezclas C y D el límite se aplicará en toda condición.

(c) Granulometrías para el diseño de mezclas asfálticas en caliente.

El agregado grueso y fino y el relleno mineral, se deben combinar de tal manera que produzcan una fórmula de trabajo aceptable dentro de los límites de graduación establecidos a continuación.

Las granulometrías de denominación DF-10 y DF-12 podrán ser utilizadas como capas de ruedo en ciclovías, aceras o parqueos de vehículos livianos, entre otros. Las mezclas de denominación DF-20 y DF-25 podrán ser utilizadas como capas intermedias para carreteras de hasta 20 millones de ejes equivalentes. Las granulometrías de denominación DF-25 y DG-25 no podrán ser utilizadas como capa de ruedo debido a su rugosidad superficial.

Si se desea utilizar agregado calizo se deberá verificar lo especificado en el apartado (e) Agregados calizos, de esta Subsección.

Tabla 703-09 (A)

Granulometrías densas finas

Nomenclatura		DF-10	DF-12	DF-20	DF-25
Rango de espesor para colocación (mm) ⁽¹⁾		30-40	40-65	55-70	75-100
USOS	Capa de rueda	<0,3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	No
	Capa intermedia	No	No	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes
	Capa de base	No	No	<20 x 10 ⁶ Ejes Equivalentes	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes
Tamices (US)	Tamices (mm)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)
1 1/2	37,5	-	-	-	100 ⁽²⁾
1"	25,4	-	-	100 ⁽²⁾	90-100 (±5)
3/4"	19	-	100 ⁽²⁾	90-100 (±5)	78-92 (±5)
1/2"	12,7	100 ⁽²⁾	85-100 (±5)	70-90 (±5)	62-80 (±5)
3/8"	9,50	85-100 (±5)	77-90 (±5)	62-81 (±5)	54-72 (±5)
Nº. 4	4,76	65-90 (±4)	57-74 (±4)	47-65 (±4)	40-55 (±4)
Nº. 8	2,35	47-69 (±4)	40-58 (±4)	28-50 (±4)	25-45 (±4)
Nº. 16	1,18	31-52 (±4)	28-47 (±4)	16-40 (±4)	16-37 (±4)
Nº. 30	0,63	22-40 (±4)	18-38 (±4)	10-31 (±4)	10-30 (±4)
Nº. 50	0,315	14-30 (±4)	10-30 (±4)	7-23 (±4)	5-22 (±4)
Nº. 100	0,16	8-20 (±2)	6-20 (±2)	4-15 (±2)	2-15 (±2)
Nº. 200	0,075	3-10 (±2)	3-10 (±2)	2-8 (±2)	1-7 (±2)

Notas:

(1) Si se requiere un espesor mayor al límite máximo estos pueden ser conformados mediante colocaciones sucesivas con espesores dentro del rango de colocación.

(2) El procedimiento estadístico no aplica.

Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y que cumplan los parámetros volumétricos y hayan sido aprobados por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

Tabla 703-09 (B)

Granulometrías densas gruesas

Nomenclatura		DG-10	DG-12	DG-20	DG-25
Rango de espesor para colocación (mm) ⁽¹⁾		30-50	40-75	55-75	75-100
USOS	Capa de ruedo	<3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	No
	Capa intermedia	No	No	>1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>3x10 ⁶ Ejes Equivalentes
	Capa de base	No	No	>1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>3x10 ⁶ Ejes Equivalentes
Tamices (US)	Tamices (mm)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)
1 1/2	37,5	-	-	-	100 ⁽²⁾
1"	25,4	-	-	100 ⁽²⁾	85-100(±5)
3/4"	19	-	100 ⁽²⁾	80-100(±5)	73-92(±5)
1/2"	12,7	100 ⁽²⁾	85-100(±5)	60-85(±5)	50-80(±5)
3/8"	9,50	90-100(±5)	70-90(±5)	50-75(±5)	43-70(±5)
N°. 4	4,76	55-75(±4)	42-55(±4)	30-53(±4)	30-40(±4)
N°. 8	2,35	32-47(±4)	28-39(±4)	18-35(±4)	19-27(±4)
N°. 16	1,18	19-35(±4)	16-26(±4)	12-24(±4)	11-18(±4)
N°. 30	0,63	11-25(±4)	9-19(±4)	8-17(±4)	7-14(±4)
N°. 50	0,315	7-19(±4)	5-14(±4)	5-12(±4)	4-11(±4)
N°. 100	0,16	4-14(±2)	3-10(±2)	3-9(±2)	2-9(±2)
N°. 200	0,075	2-10(±2)	2-8(±2)	2-8(±2)	1-7(±2)

Notas:

(1) Si se requiere un espesor mayor al límite máximo estos pueden ser conformados mediante colocaciones sucesivas con espesores dentro del rango de colocación.

(2) El procedimiento estadístico no aplica.

Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y que cumplan los parámetros volumétricos y hayan sido aprobados por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

(d) Granulometrías para el diseño de mezclas asfálticas especiales de matriz de agregado grueso (SMA)

La granulometría de agregados para mezclas asfálticas especiales, deberá cumplir los requisitos descritos en la Tabla 703-10 Granulometrías para mezclas asfálticas especiales.

Si se desea utilizar agregado calizo se deberá verificar lo especificado en el apartado (e) Agregados calizos, de esta Subsección.

Tabla 703-10

Granulometrías para mezclas asfálticas especiales

Malla (mm)	SMA (A)	SMA (B)
19	100 ⁽¹⁾	---
12,5	90 - 100 (±5)	100 ⁽¹⁾
9,5	26 - 78 (±5)	90 - 100 (±5)
4,75	20 - 28 (±4)	26 - 60 (±4)
2,36	14 - 24 (±4)	20 - 28 (±4)
600 µm	10 - 20 (±3)	10 - 20 (±3)
300 µm	10 - 15 (±3)	10 - 15 (±3)
75 µm	8,0 - 12 (±2)	8,0 - 12 (±2)

Notas:

(1) El procedimiento estadístico no aplica.

Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y que cumplan los parámetros volumétricos y hayan sido aprobados por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz

(e) Agregados calizos. El uso de agregados calizos está prohibido para uso en capas de ruedo. Esta restricción puede levantarse si se demuestra que el material no se pule, según la siguiente tabla.

Tabla 703-11

Coefficiente de pulimento acelerado del agregado grueso

ESAL's diseño (millones) (20 años carril de diseño)	CPA
< 0,3	Mínimo 44
0,3 a 30	Mínimo 50
> 30	Mínimo 56

Fuente: Adaptado del Pliego General, España PG-3 (2014) y NAPA IS 128 (2001)

El uso de agregados calizos en la producción de mezcla asfáltica en caliente será técnicamente admisible en proyectos en los que se utilice dicha mezcla como capa intermedia. La Administración deberá verificar el cumplimiento de estas condiciones previo a autorizar el uso de este tipo de agregados calizos en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

- (f) Agregados livianos (escorias). Escoria triturada que debe cumplir con los parámetros de calidad requeridos en AASHTO M195. No se usará ningún otro tipo de agregado liviano como se define en AASHTO M195.

703.08 Reservada

703.09 Agregado para mezclas en frío con emulsión asfáltica

(a) Agregado grueso

Este material consiste en piedra o grava de buena calidad, triturados y mezclados de manera que el producto obtenido esté libre de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias deletéreas y cumpla con los requisitos siguientes:

- (1) Ensayo de abrasión (AASHTO T96)
Pérdida por abrasión = 40 % máximo.
- (2) Caras fracturadas (ASTM D5821)
Porcentaje de cara fracturadas = 65 % mínimo
- (3) Índice de durabilidad (grueso) (AASHTO T210)
Índice de durabilidad material grueso = 35 mínimo
- (4) Grumos de arcilla y partículas friables (AASHTO T112)
Porcentaje de arcilla y partículas friables = 1 % máximo

No deben usarse agregados con caras pulidas o que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 25 % por peso, de acuerdo con ASTM D3042.

(b) Agregado fino

Este material está formado por arenas naturales, arena de piedra quebrada cernida o su combinación, de acuerdo con la especificación AASHTO M29. Además, debe cumplir los requisitos siguientes:

(1) Índice de durabilidad (fino) (AASHTO T210)

Índice de durabilidad material fino = 35 mínimo

(2) Equivalente de arena, AASHTO T176

Porcentaje equivalente de arena = 35 % mínimo

(c) Granulometría de agregados de la mezcla

Consiste en la combinación de diferentes tamaños de agregados que deben cumplir con los requisitos de las Tablas 703-12 Granulometría densa para mezclas en frío con emulsión asfáltica y 703-13 Granulometría abierta para mezclas en frío con emulsión asfáltica, para mezclas densas y abiertas según corresponda.

Tabla 703-12

Granulometría densa para mezclas en frío con emulsión asfáltica

Nomenclatura	D1	D2	D3	D4	D5
Tamiz					
50 mm	100				
37,5 mm	90-100	100			
25 mm	-	90-100	100	-	
19 mm	60-80	-	90-100	100	
12,5 mm	-	60-80	-	90-100	100
< 9,5 mm	-	-	60-80	-	90-100
4,75 mm	20-55	25-60	35-65	45-70	60-80
2,36 mm	10-40	15-45	20-50	25-55	35-65
300 µm	2-16	3-18	3-20	5-20	6-25
75 µm	0-5	1-7	2-8	2-9	2-10

Tabla 703-13
Granulometría abierta para mezclas en frío con emulsión asfáltica

Nomenclatura	A1	A2	A3
Tamiz			
25 mm	100		
19 mm	90-100		
12,5 mm	-	100	
9,5 mm	20-55	85-100	100
4,75 mm	0-10	-	30-50
2,36 mm	0-5	0-10	5-15
1,18 mm	-	0-5	-
75 µm	0-2	0-2	0-2

703.10 Agregado para tratamiento superficial bituminoso

Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra o grava triturada. Para los tratamientos superficiales se usará un sólo tipo de agregado. En la Tabla 703-14 Especificaciones para los agregados utilizados en los tratamientos superficiales, se presentan las especificaciones para los agregados utilizados en los tratamientos superficiales:

Tabla 703-14
Especificaciones para los agregados utilizados en los tratamientos superficiales

Parámetro	Mínimo	Máximo	Norma
Granulometría	Ver Tabla 703-15 ⁽¹⁾		
Abrasión de los Ángeles	-	40 %	ASTM C131
Densidad	1100 kg/m ³	-	ASTM C127 y ASTM C128
Revestimiento y desnudamiento en mezcla Bitumen-Agregado	95 %	-	AASHTO T182
Revestimiento adherido al agregado		0,50 %	FLH T512
Partículas planas y elongadas, en una proporción 1:3 y el peso calculado por masa como un promedio ponderado de la malla 9,5 mm	-	10 %	ASTM D4791
Índice de fractura		30 %	FLH T508
Índice de durabilidad (grueso)	35 %	-	ASTM D3744
Índice de durabilidad (fino)	35 %	-	
Arcilla y partículas friables	-	1 %	AASHTO T112
Agregados livianos	No deben utilizarse		AASHTO M195
Caras fracturadas en los agregados	Ver Tabla 703-08 ⁽²⁾		ASTM D5821
Pasando malla N°. 200	Máximo 1 %, excepto granulometría F en la Tabla 703-15 ⁽¹⁾		AASHTO T11

Adaptado de: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2003.

Notas:

- (1) Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de capa simple y múltiple.
- (2) Tabla 703-08 Especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica.

En la Tabla 703-15 Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de simple y múltiple capa, se presentan los rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de capa simple y múltiple.

Tabla 703-15

Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de simple y múltiple capa

Malla	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar					
	Designación de las granulometrías					
	A	B	C	D	E	F
37,5 mm	100	-	-	-	-	-
25 mm	90 - 100 (3)	100	-	-	-	-
19 mm	0 - 35 (5)	90 - 100 (3)	100	-	-	-
12,5 mm	0 - 8 (3)	0 - 35 (5)	90 - 100 (3)	100	-	-
9,5 mm	-	0 - 12 (3)	0 - 35 (5)	85 - 100 (3)	100	100
4,75 mm	-	-	0 - 12 (3)	0 - 35 (5)	85 - 100 (3)	85 - 100
2,36 mm	-	-	-	0 - 8 (3)	0 - 23 (4)	-
75 µm	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 10

Notas:

- (1) El procedimiento estadístico no aplica.
- (2) () La tolerancia permisible (\pm) se indica entre paréntesis. Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración.

703.11 Agregado para lechadas superficiales (slurry seal) y microsuperficies

Se suministrarán arenas naturales o fabricadas, cenizas, finos del proceso de trituración u otros agregados minerales que cumplan tanto con la especificación AASHTO M29 y como con los siguientes requisitos de calidad del agregado para sello de lechada asfáltica y microcapa mostrados en la Tabla 703-16 Requisitos de calidad del agregado para sello de lechada asfáltica y microcapa.

Tabla 703-16

Requisitos de calidad del agregado para sello de lechada asfáltica y microcapa

ISSA ⁽¹⁾	AASHTO	ASTM	Calidad	Especificación sello de lechada asfáltica	Especificación microcapa
-	T176	D2419	Equivalente de arena	Mínimo 45 %	Mínimo 65 %
-	T104	C88	Sanidad	Máximo 15 % (Sulfato de sodio) Máximo 25 % (Sulfato de magnesio)	Máximo 15 % (Sulfato de sodio) Máximo 25 % (Sulfato de magnesio)
TB 145	-	-	Azul de metileno	10 mg/g máx (Basalto) 7 mg/g máx (Arenisca)	10 mg/g máx (Basalto) 7 mg/g máx (Arenisca)
-	T96	C131	Abrasión Los Ángeles	Máximo 35 %	Máximo 30 %

Notas:

(1) Asociación Internacional de Slurry Seals (ISSA según sus siglas en inglés)

Las granulometrías que debe tener el agregado según el tipo de sello son las siguientes:

Tabla 703-17

Especificaciones granulométricas para los agregados para lechadas asfálticas

y microcapas ⁽¹⁾

Malla	TIPO I Porcentaje pasando	TIPO II Porcentaje pasando	TIPO III Porcentaje pasando	Tolerancia en el apilamiento ⁽²⁾
9,5 mm	100	100	100	-
4,75 mm	100	90 - 100	70 - 90	± 5 %
2,36 mm	90 - 100	65 - 90	45 - 70	± 5 %
1,18 mm	65 - 90	45 - 70	28 - 50	± 5 %
600 µm	40 - 65	30 - 50	19 - 34	± 5 %
300 µm	25 - 42	18 - 30	12 - 25	± 4 %
150 µm	15 - 30	10 - 21	7 - 18	± 3 %
75 µm	10 - 20	5 - 15	5 - 15	± 2 %

Adaptado de Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects

FP-14.

Notas:

(1) Para microcapas aplica solamente las granulometrías tipo II o III.

(2) La tolerancia en el apilamiento corresponde a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz

El porcentaje pasando de cada tamiz no debe variar en más de lo permitido en la Tabla 703-17 Especificaciones granulométricas para los agregados para lechadas asfálticas y microcapas, no se permite que el porcentaje pasando en dos tamices consecutivos esté en los extremos superior e inferior del rango.

El agregado además tiene que cumplir con los valores de pulimento establecidos en la Tabla 703-11 Coeficiente de pulimento acelerado del agregado grueso (Norma UNE-EN-1097-8) o lo que defina la Administración.

703.12 Reservada

703.13 Material de secado

Las partículas deben ser duras, durables, o fragmentadas de la trituración de grava o piedra, que cumplan con las especificaciones siguientes:

- (a) Material pasando malla 9,5 mm, AASHTO T27, 100 %
- (b) Límite líquido, AASHTO T89, 25 máx.
- (c) Libre de materia orgánica o grumos de arcilla.

703.14 Agregado para recubrimiento suelo vegetal-agregado

Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- (a) Granulometría AASHTO M43, tamaño N°. 57
- (b) Calidad AASHTO M80, clase E

703.15 Arena

Conformada por material limpio que cumpla con las siguientes especificaciones:

- (a) Granulometría. AASHTO M6
- (b) Sustancias deletéreas. AASHTO M6, clase B

703.16 Agregado para rellenos con concreto pobre

Los agregados deben ser duros, limpios, durables, no plásticos, no orgánicos y no reactivos.

703.17 Reservada

703.18 Agregados para concreto lanzado

Para agregados finos, se deberán proporcionar partículas redondeadas conforme la Subsección 703.01 Agregado fino. Para el agregado grueso deberá estar conforme con AASHTO M80, clase B, excepto cuando se establezca algo distinto por lo siguiente:

- (a) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T96 40 máx.
- (b) Capa de adherencia, ASTM D5711 1,0 % máx.

La combinación de agregados se encuentra en la designación de granulometría de la Tabla 703-18 Límites de granulometría para combinaciones de agregado en concreto lanzado.

Tabla 703-18

Límites de granulometría para combinaciones de agregado en concreto lanzado

Malla	Porcentaje por peso pasando la malla estándar (AASHTO T27 y T11)		
	Designación de la granulometría		
	A	B	C
19 mm	---	---	100
12,5 mm	---	100	80 – 95
9,5 mm	100	90 – 100	70 – 90
4,75 mm	90 – 100	70 – 85	50 – 70
2,36 mm	80 – 100	50 – 70	35 – 55
1,18 mm	50 – 85	35 – 55	20 – 40
600 µm	25 – 60	20 – 35	10 – 30
300 µm	10 – 30	8 – 20	5 – 17
150 µm	2 - 10	2 - 10	2 – 10

703.19 Arena para cama de soporte de adoquines

La arena utilizada para la cama de soporte de los adoquines debe ser limpia, no plástica, libre de polvo de piedra, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales, con forma simétrica, natural o manufacturada de roca.

La arena para la cama de soporte debe ajustarse a la granulometría para agregado fino de la norma INTE C15 (ASTM C33), que se muestra a continuación:

Tabla 703-19

Granulometría para la cama de soporte

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices (INTE C49 e INTE C46)
9,5 mm	100
4,75 mm (N°. 4)	95 - 100
2,36 mm (N°. 8)	80 - 100
1,18 mm (N°. 16)	50 - 85
600 µm (N°. 30)	25 - 60
300 µm (N°. 50)	5 - 30
150 µm (N°. 100)	0 - 10
75 µm (N°. 200)	0 - 3 ^A

Notas:

A: En el caso de proyectos especiales en donde existen condiciones de tráfico canalizado o una demanda mayor de 1,5 millones de ESAL de diseño, como el caso de terminales de camiones, el límite para el material más fino que el tamiz 75 µm (N°. 200) será de 1 % como máximo.

703.20 Arena para sello de adoquines

La arena utilizada para el sello de las juntas entre los adoquines debe ser limpia, no plástica, libre de polvo de piedra, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales, con forma simétrica, natural o manufacturada de roca.

La granulometría de la arena para sello debe ajustarse de acuerdo con lo especificado en la norma INTE C93 (ASTM C144), que se muestra a continuación:

Tabla 703-20

Granulometría para la capa de sello

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (INTE C49 y INTE C46)
4,75 mm (N°. 4)	100

2,36 mm (N°. 8)	95 - 100
1,18 mm (N°. 16)	70 - 100
600 µm (N°. 30)	40 - 75
300 µm (N°. 50)	10 - 35 ^A
150 µm (N°. 100)	2 - 15 ^A
75 µm (N°. 200)	0 - 5 ^{A, B}

Notas:

A. Con criterio del Ingeniero diseñador, se permite utilizar arena manufacturada, no obstante, el límite para el material del tamiz 75 µm (N°. 200) será de 10 % como máximo, en el tamiz 150 µm (N°. 100) será de 25 % como máximo y en el tamiz 300 µm (N°. 50) será de 40 % como máximo.

B. En el caso de proyectos especiales en donde existen condiciones de tráfico canalizado o una demanda mayor de 1,5 millones de ESAL de diseño, como el caso de terminales de camiones, el límite para el material más fino que el tamiz 75 µm (N°. 200) será de 1 % como máximo.

703.21 Agregado para capas de base estabilizadas con cemento

Los agregados para bases estabilizadas con cemento, deberán consistir en partículas duras y durables o fragmentos de piedra triturada, grava triturada y no contendrán partículas elongadas, raíces y restos vegetales. Estos materiales deben cumplir con los siguientes requisitos, según sea el caso:

(a) Granulometría

Los requisitos granulométricos de los agregados deberán ajustarse a lo indicado en la Tabla 703-21 Requisitos granulométricos para bases a estabilizar con cemento.

Tabla 703-21

Requisitos granulométricos para bases a estabilizar con cemento

Agregado nuevo (para capa nueva)	
Abertura de la malla	% Pasando
50 mm	100
19 mm	70 - 100 (±6)
4,75 mm (N°. 4)	50 - 100 (±6)
425 µm (N°. 40)	20 - 70 (±4)
75 µm (N°. 200)	5 - 35 (±3)
Agregado recuperado (para capa reciclada)	
Abertura de la malla	% Pasando
75 mm	Se desecha todo el material retenido y el material inadecuado por otros motivos.
4,75 mm (N°. 4)	≥ 50
Agregado de aporte (en caso de ser requerido)	

La capa reciclada final debe cumplir con los requisitos granulométricos agregado nuevo y de no cumplir requerirá la adición de material de aporte

Cuando así lo requiere el diseño de la base estabilizada, el agregado de aporte se agrega para complementar el agregado recuperado de la capa existente.

Las características y la proporción del material de aporte, se determinarán por medio de ensayos y deberán ser tales que, permitan cumplir la misma granulometría solicitada para una capa nueva.

Además, los agregados nuevos o los agregados recuperados que finalmente se van a estabilizar, deben cumplir con lo siguiente:

(b) Límites de Atterberg

- Limite Líquido (material pasando la malla N°. 40) AASHTO T89 = 40 máximo.
 - Índice Plástico (material pasando la malla N°. 40) AASHTO T90 = 8 máximo.
- Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados siempre y cuando al ser mezclados con cemento en el porcentaje requerido en el diseño, los valores de límite líquido e índice plástico sean iguales o menores a los solicitados.

(c) Ensayo de Abrasión (AASHTO T96)

- Pérdida por Abrasión = 50 % máximo.

(d) Índice de durabilidad (AASHTO T210)

- Índice de durabilidad material grueso retenido en malla N°. 4 = 35 mínimo.
- Índice de durabilidad material fino pasando la malla N°. 4 = 35 mínimo

(e) Caras fracturadas (ASTM D5821)

- Porcentaje de caras fracturadas = 50 % mínimo.

703.22 Agregado para capa granular de rodadura expuesta

Los materiales incorporados en la obra consisten básicamente en agua y materiales pétreos o granulares, de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos indeseables.

Los agregados gruesos, mayores a 5 mm, deben ser partículas resistentes, durables, constituidas de fragmentos de roca y grava.

Los agregados finos, menores a 5 mm, deben estar constituidos por arenas naturales o trituradas, y por partículas minerales que pasan la malla N°. 200 (0,075 mm).

El material para capa de rodadura deberá cumplir con las especificaciones indicadas en las siguientes tablas.

Tabla 703-22

Granulometría de material para capa granular de rodadura

Malla	Abertura malla (mm)	TM-40b	TM-40c	TM-25a
1 1/2 "	38,100	100	100	-
1 "	25,400	80 - 100	80 - 100	100
3/4 "	19,000	-	-	90 - 100
3/8 "	10,000	50 - 80	50 - 80	66 - 100
N°. 4	4,750	35 - 65	35 - 65	49 - 76
N°. 8	2,360	-	-	38 - 60
N°. 10	2,000	25 - 50	25 - 50	-
N°. 40	0,425	10 - 30	15 - 30	25 - 37
N°. 200	0,075	5 - 15	5 - 20	10 - 20

De manera adicional, el material para capa granular de rodadura deberá cumplir con lo indicado en la Tabla 703-23 Otras especificaciones de material para capa de granular de rodadura:

Tabla 703-23

Otras especificaciones de material para capa granular de rodadura

Descripción	Norma para el Ensayo	Especificación
--------------------	-----------------------------	-----------------------

Límite Líquido (material pasando la malla N°. 40)	AASHTO T89	Máximo 35
Índice Plástico (material pasando la malla N°. 40)	AASHTO T90	Máximo 12 Mínimo 4
Pérdida por abrasión	AASHTO T96	Máximo 50 %
Índice de durabilidad de gruesos retenidos el tamiz N°. 4	AASHTO T210	Mínimo 35
Índice de durabilidad de finos pasando el tamiz N°. 4	AASHTO T210	Mínimo 35
Caras fracturadas	ASTM D5821	Mínimo 50%
Capacidad de soporte (CBR) del ensayo AASHTO T180	AASHTO T193	Mayor o igual de 30%

En caso de que el material de capa de rodadura presente buen desempeño, pero problemas de polvo, se aplicará lo indicado en la Sección 306 Control de polvo, previa aprobación de la Administración.

703.23 Agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica o asfalto espumado

- (a) General. Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra triturada o grava triturada con la calidad requerida para su uso final.

Los agregados tendrán un tamaño máximo de 50 mm, determinado por AASHTO T27 y T11. Deben obtenerse de piedra triturada, material recuperado o la combinación de ambos, uniformemente graduada de grueso a fino, libre de materia orgánica, grumos, arcillas y materias deletéreas.

- | | |
|--|---------------|
| (1) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T96 | 50 % máx. |
| (2) Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio o magnesio, después de 5 ciclos, AASHTO T104 | 18 % máx. |
| (3) Índice de durabilidad, AASHTO T210 | 35 mín |
| (4) Caras fracturadas, ASTM D5821 | 50 % mín. |
| (5) Equivalente de arena, ASTM D2419 | 20 % mín. |
| (6) Índice de plasticidad, AASHTO T89 y T90 | No mayor a 10 |

- (7) Partículas desmenuzables y terrones de arcilla, AASHTO T112 2 % máx.
- (8) CBR, AASHTO T193 20 % mín.

(b) El tamaño, granulometría y combinación de las fracciones de agregados mezclados del material granular, debe cumplir con la Tabla 703-24 Rangos requeridos para la granulometría de agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica y asfalto espumado.

Tabla 703-24

Rangos requeridos para la granulometría de agregado para capa de base estabilizada con emulsión asfáltica y asfalto espumado

Malla	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar	
	AASHTO T27 y AASHTO T11	
	Emulsión asfáltica	Asfalto espumado
50 mm	100	100
37,5 mm	87 - 100	87 - 100
25 mm	76 - 100	76 - 100
19 mm	65 - 100	65 - 100
12,5 mm	55 - 90	55 - 90
9,500 mm	48 - 80	48 - 80
4,750 mm	35 - 62	35 - 62
2,360 mm	25 - 47	25 - 47
0,425 mm	10 - 24	11 - 25
0,075 mm	2 - 10	4 - 12

703.24 Roca granular para drenaje

Se deberá suministrar roca dura y durable que cumpla con lo siguiente:

- (a) Abrasión en máquina Los Ángeles, AASHTO T96 50 % máx.

- (b) Gravedad específica aparente, AASHTO T85 2,50 mín.
- (c) Absorción, AASHTO T85 4,0 % máx.
- (d) Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T210 50 mín.
- (e) Granulometría Según Tabla 703-25
Granulometría de la roca granular para drenaje

Tabla 703-25

Granulometría de la roca granular para drenaje

Tamaño de tamiz (mm)	Porcentaje pasando (AASHTO T27 y AASHTO T11)
150	100
100	0 – 25
0,075	0,0 – 5,0

SECCIÓN 704 SUELOS

704.01 Relleno de fundación

Se debe suministrar material granular grava o piedra quebrada con arena, libre de exceso de humedad, raíces, semillas u otros materiales deletéreos de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Granulometría Tabla 704-01
Granulometría del material de relleno de fundación
- (b) Clasificación de suelos, AASHTO M145 A-1-a
- (c) Material pasando malla 75 µm, AASHTO T27 y T11 15 % máx.

(d) Índice plástico, AASHTO T90

6 máx.

Tabla 704-01

Granulometría del material de relleno de fundación

Tamaño de tamiz	Porcentaje pasando por peso ASSHTO T27 y AASHTO T11
50 mm	100
19,0 mm	70 – 100
N°. 4	35 – 70
N°. 10	20 – 50
N°. 40	10 – 30
N°. 200	0 – 15

704.02 Material de cama

Se debe suministrar material granular libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos conforme lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 12,5 mm o la mitad de la profundidad de corrugación, lo que sea menor
- (b) Material pasando malla 75 µm, AASHTO T27 y T11 10 % máx.

704.03 Material de relleno

Se debe suministrar material libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos.

- (a) Para estructuras:
 - (1) Tamaño máximo de partículas 75 mm
 - (2) Clasificación de suelos, AASHTO M145 A-1, A-2, o A-3.
- (b) Para taludes reforzados:
 - (1) Tamaño máximo de partículas 37,5 mm
 - (2) Clasificación de suelos, AASHTO M145 A-1, A-2-4, A-2-5 o A-3.

704.04 Relleno estructural

Se debe suministrar material granular drenante (como gravas o piedras quebradas) y material fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 75 mm
- (b) Material pasando malla 75 μ m, AASHTO T27 y T11 15 % máx
- (c) Índice plástico, AASHTO T90 6 máx

704.05 Reservada

704.06 Préstamo sin clasificar

Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 600 mm
- (b) Clasificación de suelos AASHTO M145 A-1, A-3 o A-2-4

704.07 Préstamo selecto

Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Granulometría Tabla 704-02
Granulometría del material de préstamo selecto
- (b) Límite líquido AASHTO T89 30 máx.
- (c) Índice plástico 4 máx.

Tabla 704-02

Granulometría del material de préstamo selecto

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T27 y AASHTO T11
75, 0 mm	100
25,0 mm	70 – 100
4,75 mm (N°. 4)	30 – 70

75 µm (N°. 200)	0 – 5
-----------------	-------

704.08 Reservada

704.09 Base de apoyo

Se debe suministrar material granular, poroso, con buen drenaje, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas y otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|--|---|
| (a) Granulometría, bien graduado grueso o fino | Tabla 704-03
Granulometría del material de base de apoyo |
| (b) Límite líquido AASHTO T89 | 30 máx. |

Tabla 704-03

Granulometría del material de base de apoyo

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T27 y AASHTO T11
12,5 mm	100
N°. 200 (75 µm)	0 - 10

704.10 Relleno granular selecto

Se debe suministrar material sano y durable, material granular libre de materia orgánica u otros materiales deletéreos (tales como lutitas u otras partículas suaves con poca durabilidad), de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|---------------------------|---|
| (a) Requisitos de calidad | |
| (1) Granulometría | Tabla 704-04
Granulometría de material de relleno granular selecto |

- (2) Angulo de fricción interna en la porción que pasa la malla 2 mm, AASHTO T236 34° mín.

Nota: Las muestras se deben compactar según AASHTO T236 al 95 % de la densidad máxima determinada de acuerdo con AASHTO T99, Método C o D, y corregir el material con exceso de tamaño de acuerdo con AASHTO T99, Nota 9.

- (3) Pérdida en sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T104 15 % máx.

- (4) Pérdida por abrasión Los Ángeles, AASHTO T96 50 % máx.

- (5) Límite líquido, AASHTO T89 30 máx.

- (6) Índice de plasticidad, AASHTO T90 6 máx.

(b) Requisitos electroquímicos

- (1) Resistencia, AASHTO T288 3000 Ohmios-cm mín.

- (2) pH, AASHTO T289 5 a 10

- (3) Contenido de sulfato, AASHTO T290 200 ppm máx.

- (4) Contenido de cloruros, AASHTO T291 100 ppm máx.

Nota: No se requieren pruebas de contenido de sulfato y cloruros cuando el pH entre 6 y 8 y la resistividad sea mayor de 5000 omh-cm.

(c) Requisitos electroquímicos para muros de SEM (Suelo Estabilizado Mecánicamente) con refuerzos de geosintéticos

- (1) pH, AASHTO T289 5 a 10

Tabla 704-04

Granulometría de material de relleno granular selecto

Tamaño de la malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T27 y AASHTO T11
100 mm	100
425 µm	0 – 60
75 µm	0 - 15

704.11 Reservada

704.12 Reservada

704.13 Material para terraplén

Los materiales o suelos a utilizar en los terraplenes deben cumplir con la capacidad de soporte CBR igual o mayor al considerado en el diseño de la estructura del pavimento del proyecto. Estos suelos pueden contener hasta un 25 % de volumen de material rocoso entre 100 mm y 200 mm en su dimensión mayor, en casos excepcionales y aprobados por la Administración, se podrán utilizar suelos predominantemente rocosos con partículas de tamaño entre los 300 mm y 600 mm como máximo. Los suelos no deben ser de origen orgánico y deben estar libre de raíces, troncos y de cualquier otro tipo de desecho vegetal. No se recomienda el uso de suelos arcillosos altamente expansivos, que clasifiquen de acuerdo con el SUCS como (CH) o AASHTO M145 (A-7-6).

704.14 Material para pedraplén

Este material consiste en roca dura, durable, de forma angular, libre de material orgánico o de desecho, resistente al desgaste por intemperismo y a la acción del agua. Para materiales con fragmentos de roca y bolones individuales mayores de 600 mm de diámetro, éstos se reducirán a menos de 400 mm en su dimensión más grande. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

- | | |
|--|------------|
| (a) Gravedad específica aparente, AASHTO T85 | 2,50 mín. |
| (b) Absorción, AASHTO T85 | 4,2 % máx. |
| (c) Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T210 | 52 mín. |
| (d) Pérdida por abrasión Los Ángeles AASHTO T96 | 50 % máx. |

704.15 Material de préstamo seleccionado para acabado

Este material se coloca sobre las partes superiores de los taludes u otras obras requeridas, y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 704-05

Granulometría para material de préstamo seleccionado para acabado

Tamaño de Malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T27 y AASHTO T11
-----------------	--

75 mm	100 %
Otras características	
Valor de soporte CBR	De acuerdo con Contrato, pero no menor de 10 %
Límite líquido	Máximo 35
Índice plástico	Máximo 10
Grado de compactación	95 % mínimo del AASHTO T99

Los materiales utilizados para acabado pueden ser préstamo Caso 1 o Caso 2, establecidos en la Subsección 204.02 Definiciones, inciso (h); cumpliendo con las especificaciones establecidas en esta Subsección.

Cabe aclarar, que este material no aplica para superficies de rodadura granular, pues en estos casos el material deberá cumplir con lo establecido en la Sección 312 Capa granular de rodadura expuesta y su respectiva subsección de materiales.

SECCIÓN 705 ROCAS

705.01 Rocas para gaviones y colchonetas

Se deberá suministrar roca dura y durable que sea resistente al intemperismo y razonablemente libre de material orgánico y de desecho.

El Contratista deberá asegurar que la calidad de la roca disponible cumpla con los requerimientos establecidos por el diseñador en términos del tamaño y peso, contando con la aprobación de la Administración.

La roca deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T210 50 mín.
- (b) Granulometría

Las dimensiones máximas y mínimas de las rocas dependerán de la altura de la canasta, independientemente de la configuración geométrica de la canasta del gavión o colchoneta:

- (1) Tamaño de las canastas mayor de 0,3 m o mayores en la dimensión vertical (altura)
 - Dimensión máxima 300 mm
 - Dimensión mínima 75 mm

(2) Tamaño de las canastas hasta 0,3 m en la dimensión vertical (altura)

- Dimensión máxima 150 mm
- Dimensión mínima 75 mm

(c) Abrasión en la Máquina de Los Ángeles, AASHTO T96 50 % máx.

En caso de prevalecer alguna duda respecto a la durabilidad de los materiales, la Administración podrá solicitar realizar el ensayo de humedecimiento y secado (Slake Durability) según la norma ASTM D4644 para evaluar esta condición. La roca deberá contar con un índice de SDI (Slake Durability Index) correspondiente a dos ciclos de al menos 85 %.

705.02 Rocas para protección de taludes (Riprap)

Se deberá suministrar roca prismática proveniente de macizos rocosos sanos y que sea resistente al intemperismo, que esté libre de material orgánico y de desecho. No se deberán usar bloques redondeados ni bloques de roca que puedan ser quebradas en piezas más pequeñas durante el proceso de manipulación y ubicación; tampoco se podrán usar bloques, lutitas o rocas con vetas suaves. La roca deberá cumplir con los requisitos y características que se enlistan a continuación.

(a) Características físicas:

- (1) Resistencia a la abrasión (AASHTO T96) 35 % máx.
- (2) Resistencia a la compresión simple (ASTM D7012) 60 MPa mín.

(b) Características geométricas

- (1) Dimensión intermedia (ancho) y dimensión mínima (espesor) de la roca 1/3 dimensión máxima (longitud) mín.
- (2) Porcentaje de bloques que superen la relación entre longitud y espesor 15 % máx.

- (3) Granulometría por clase especificada Tabla 705-01
Requerimientos para la granulometría de rocas para protección de taludes

En la Tabla 705-01 Requerimientos para la granulometría de rocas para protección de taludes, se incluyen los porcentajes y las dimensiones de la roca de acuerdo con un rango de peso, sin embargo, queda a criterio del Ingeniero de Proyecto definir los porcentajes de roca según el peso de la roca que será utilizada en la protección del talud.

Tabla 705-01

Requerimientos para la granulometría de rocas para protección de taludes ⁽¹⁾

Tipo ⁽²⁾	Porcentaje de roca por peso	Peso (kg)	Dimensión de la roca ⁽³⁾ (mm)
1	20	10 a 15	150 a 200
	30	5 a 10	125 a 150
	40	0,5 a 5	50 a 125
	10	0 a 0,5	0 a 50
2	20	25 a 50	200 a 250
	30	10 a 25	150 a 200
	40	1 a 10	75 a 150
	10	0 a 1	0 a 75
3	20	100 a 150	350 a 400
	30	50 a 100	250 a 350
	40	5 a 50	125 a 250
	10	0 a 5	0 a 125
4	20	250 a 350	450 a 500
	30	100 a 250	350 a 450
	40	10 a 100	150 a 350
	10	0 a 10	0 a 150
5	20	700 a 1.000	650 a 700
	30	350 a 700	500 a 650
	40	25 a 350	200 a 500
	10	0 a 25	0 a 200
6	20	850 a 1.600	700 a 850
	30	500 a 850	550 a 700
	40	50 a 500	250 a 550
	10	0 a 50	0 a 250

Notas:

(1) Tomado del Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales, SIECA 2001.

(2) El tipo de granulometría supone que se está asegurando una masa de roca estable y densa.

(3) La dimensión de la roca implica que el volumen deberá ser aproximadamente igual al peso que se especifica en esta tabla. Además, el tamaño de la roca debe tener una relación ancho-espesor de por lo menos un tercio de su longitud.

Los usos recomendados para protección de taludes según los tipos de granulometrías descritos en la Tabla 705-01 Requerimientos para la granulometría de rocas para protección

de taludes, son los que se muestran en la Tabla 705-02 Usos recomendados de tipos de granulometría para protección de taludes.

Tabla 705-02

Usos recomendados de tipos de granulometría para protección de taludes

Tipo	Uso recomendado
1 y 2	Rellenos compactados o para relleno de huecos de granulometrías más gruesas
3 y 4	Protecciones de riberas o de taludes de poca altura
5 y 6	Muros de escollera colocada con función de contención o sostenimiento

(c) Características químicas y de durabilidad:

- | | |
|---|------------|
| (1) Gravedad específica aparente (AASHTO T85) | 2,50 mín. |
| (2) Absorción (AASHTO T85) | 4,2 % máx. |
| (3) Índice de durabilidad del material grueso (AASHTO T210) | 52 mín. |

705.03 Rocas para estructuras de mampostería

Se deberá suministrar roca sana y durable obtenida en la vecindad de la obra o que sea similar en textura y color a la roca de la vecindad y que haya sido probada satisfactoriamente antes para el uso que se le vaya a dar.

Se deberá suministrar roca dimensionada para mampostería que esté libre de acanalamientos, rajaduras, hendiduras, laminaciones, y libre de minerales que puedan causar decoloración o deterioro bajo la acción del intemperismo.

(a) Tamaños y formas. No se deberán usar rocas con depresiones o protuberancias que puedan debilitarlas o impidan que puedan ser adecuadamente asentadas en su base.

Cuando los planos no señalen dimensiones se suministrará la roca de los tamaños y áreas de cara necesarias para producir las características generales y apariencia indicadas en los planos.

A menos que estuviera especificado de otra manera en los planos, se deberán suministrar fragmentos de roca con las siguientes dimensiones:

- (1) Espesor mínimo: 125 mm.
 - (2) Ancho mínimo: 300 mm o 1½ veces el espesor, el que sea el mayor.
 - (3) Longitud mínima: 1½ veces el ancho.
 - (4) Rocas con volumen > 0,3 m³: 50 % mín.
 - (5) Cuando sean requeridos cabeceros (roca atravesada “a tizón”), serán suministrados con longitudes no menores que el ancho del lecho de apoyo de la pieza “a sogá” más ancha adyacente más 300 mm.
- (b) Acabado de las caras. Se deberán remover todas las porciones delgadas o débiles. Se dará el acabado al lecho, caras y líneas de juntas de la roca, para una máxima variación con respecto a la línea neta, y que se ajuste a lo siguiente:
- (1) Mampostería de piedra bruta con cemento: 40 mm.
 - (2) Mampostería Clase B: 20 mm.
 - (3) Mampostería Clase A: 5 mm.
 - (4) Mampostería dimensionada razonablemente exacta.
- (c) Superficie del lecho. Se dará acabado a las superficies de la roca de cara normales a la superficie del lecho, hasta una profundidad de 75 mm. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la normal no deberá exceder de 25 mm en 300 mm para la mampostería dimensionada o 50 mm en 300 mm para todas las otras clases.
- (d) Superficies de juntas. Para mampostería dimensionada, se dará acabado a las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la superficie del lecho. Para todas las otras clases de mampostería se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara hasta formar un ángulo con la superficie del lecho no menor de 45°.
- Se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la cara hasta una profundidad de 50 mm. Más allá de ese punto, la desviación desde la normal no deberá exceder 25 mm en 300 mm.
- No se deberán redondear las esquinas en contacto con el lecho y las juntas de forma que excedan los siguientes radios:

- (1) Mampostería de piedra bruta con cemento: 40 mm.
 - (2) Mampostería Clase B: 20 mm.
 - (3) Mampostería Clase A: No redondeada.
 - (4) Mampostería dimensionada: No redondeada.
- (e) Superficies de juntas de roca en cuerpos de arco. El acabado de las superficies de las juntas de las rocas radiales al arco o normal a la cara frontal hasta una profundidad de 75 m. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la radial o la normal no deberá exceder de 20 m en 300 mm.

Se deberán acabar las superficies traseras adyacentes al concreto del cañón del arco paralelo a la cara frontal y normal al intradós hasta una profundidad de 150 mm. Cuando se coloca el concreto después de que se ha construido la mampostería, se deberá variar las piedras adyacentes del anillo por lo menos 150 mm de profundidad.

- (f) Acabado para las caras expuestas. Se deberán eliminar todas las marcas dejadas por las perforadoras u otras operaciones sobre las caras de la roca expuesta. Escuadrar las rocas de cara a la línea, a lo largo de todo el lecho y las juntas. El acabado de las caras expuestas se realizará según lo especificado en el Contrato. Los símbolos siguientes se utilizan para representar en los planos el tipo de superficie o de acabado especificado:

- Punteado fino (P.F). Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 10 m de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 3 m o a menos de la línea de escuadría.
- Punteado medio (P.M). Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 15 mm de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 5 mm o menos de la línea de escuadría.
- Punteado grueso (P.G). Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 30 m de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 10 m a menos de la línea de escuadría.
- Sisada o cara partida (S.). Se debe proporcionar un aspecto liso, libre de marcas por uso de herramientas, sin depresiones bajo la línea de escuadría,

y sin ninguna proyección o protuberancia de roca que exceda 20 mm más allá de la línea de escuadría.

- Cara rocosa (C.R.). Se debe proporcionar una superficie con protuberancias irregulares sin marcas de herramienta, ni superficies cóncavas por debajo de la línea de escuadría, ni protuberancias más allá de la línea de escuadría especificada. Por ejemplo, la especificación “40 C.R.” significa que no se permitirá ninguna protuberancia de 40 mm más allá de la línea de escuadría. Cuando se especifique “cara rocosa variable”, se distribuirán uniformemente piedras de la misma altura de protuberancias.

705.04 Rocas para pedraplenes especiales

(a) Pedraplén colocado mecánicamente. Para este tipo de pedraplén se deberá suministrar roca dura y durable que tenga forma angular, resistente al intemperismo y una granulometría bien balanceada de acuerdo con lo establecido en la Tabla 705-03 Granulometría para roca colocada mecánicamente:

Tabla 705-03

Granulometría para roca colocada mecánicamente

Porcentaje de roca Fragmentos por peso	Peso (kg)	Dimensión cúbica equivalente (mm)
50	> 900	> 700
50	40 - 900	250 - 700

(b) Pedraplén colocado manualmente. Se deberá suministrar roca dura, durable, de forma angular, resistente al desgaste por intemperismo, y una granulometría bien balanceada de acuerdo con lo establecido en la Tabla 705-04 Granulometría para roca colocada manualmente.

Tabla 705-04

Granulometría para roca colocada manualmente

Porcentaje de roca Fragmentos por peso	Peso (kg)	Dimensión cúbica equivalente (mm)
75	> 75	> 300
25	40 - 75	250 - 300

705.05 Rocas para contrafuertes

Se deberá cumplir con:

(a) General. Se deberá suministrar roca dura, durable, de forma angular, libre de material orgánico o de desecho, resistente al desgaste por intemperismo y a la acción del agua. Se suministrará además roca con un espesor al menos un tercio de su longitud y que cumpla con lo siguiente:

- Gravedad específica aparente, AASHTO T85, 2,50 mín.
- Absorción, AASHTO T85, 4,2 % máx.
- Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T210: 52 mín.

(b) Roca para contrafuertes colocados mecánicamente. Además de los requisitos indicados en el punto (a) se suministrará roca que cumpla con la granulometría presentada en la Tabla 705-03 Granulometría para roca colocada mecánicamente.

(c) Roca para contrafuertes colocados manualmente. Además de los requisitos indicados en el punto (a) anteriormente citado, se suministrará roca que cumpla con la granulometría presentada en la Tabla 705-04 Granulometría para roca colocada manualmente.

705.06 Roca para bordillos en piedra

(a) Bordillos en piedra, tipo I. Deberá cumplir con el tamaño y forma especificados conforme a lo siguiente:

Se deberá suministrar piedra caliza, arenisca, o granito proveniente de una fuente aprobada. Se usará un solo tipo de roca en todo el proyecto. No se deberá usar piedra con marcas visibles de perforación en las caras expuestas.

La superficie de la corona de todo bordillo vertical de piedra deberá ser cortada con sierra o cincelada dejando un plano sin depresiones o protuberancias en la superficie de más de 6 mm. Se deberá escuadrar las aristas frontal y trasera para que queden rectas y exactamente alineadas. Se deberán limitar las depresiones o protuberancias en la superficie trasera en tal forma que el desplome o inclinación no exceda 25 mm horizontales en 75 mm verticales.

Se deberá cortar con sierra o dar textura lisa de pedrera a la cara expuesta frontal del bordillo vertical de piedra y conformar un plano aproximadamente verdadero. Se limitarán las depresiones o protuberancias en la distancia restante de la cara a 25 mm o menos del plano de la cara expuesta.

(b) Absorción, AASHTO T85	4,0 % máx.
(c) Abrasión en máquina Los Ángeles, AASHTO T96	50 % máx.
(d) Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T210	52 mín.
(e) Sanidad del agregado a sulfato de sodio (5 ciclos) AASHTO T104	12 % máx.
(f) Tamaño y forma:	
(1) Longitud de la roca	Ver planos
(2) Ancho y espesor de la roca	Al menos un tercio de la longitud
(3) Dimensiones de la roca	460 mm mín.
(4) Masa de la roca	90 kg mín.

705.08 Agregado ciclópeo

Se debe suministrar roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado deberá encontrarse libre de lodo, polvo u otros materiales deletéreos.

El agregado deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica.
- (b) La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada roca no será mayor que dos a uno (2:1).
- (c) El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de 80 cm, se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima 30 cm.
- (d) El agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor que 50 %, al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles, en la graduación 1, según la norma INTE C66 (ASTM C535).

SECCIÓN 706 TUBERÍAS DE CONCRETO O PLÁSTICO**706.01 Tuberías de concreto sin refuerzo**

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M86M (ASTM C14), para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.02 Tuberías de concreto reforzado

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M170M (ASTM C76) para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos. Para tubería premoldeada de concreto reforzado, las secciones finales se rigen por las especificaciones citadas, según corresponda. Cuando los tubos se diseñen en función de las características y necesidades propias del proyecto deben satisfacer los requisitos especificados en ASTM C1417.

706.03 Tuberías perforadas y ranuradas de concreto

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de las especificaciones AASHTO M175M (ASTM C444) tipos 1 y 2 y AASHTO M86M (ASTM C14), para diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.04 Tuberías de arco de concreto reforzado

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M206M (ASTM C506), para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M206M (ASTM C506), para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.05 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M207M (ASTM C507), para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.06 Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D

Satisfacer los requisitos conforme a lo requerido en AASHTO M242M (ASTM C655), para los diámetros especificados.

706.07 Vigas cajón prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja

Deben prefabricarse conforme a lo requerido en AASHTO M259 (ASTM C1433), AASHTO M273M o ASTM C1577, según corresponda, para dimensiones, cargas y condiciones especificadas.

706.08 Pozos de inspección prefabricados de concreto reforzado

Deben prefabricarse conforme a lo requerido en ASTM C478, según corresponda para los diámetros y esfuerzos requeridos.

706.09 Tubería plástica

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos para tubería plástica perforada y no perforada, según los tipos y tamaños especificados a continuación.

Las uniones de ajuste deben cumplir con ASTM D3212.

- (a) Tubería de pared lisa de polietileno (PE). Tubería fabricada con diámetros de 300 a 1050 mm, que satisfaga las normas ASTM F714 y calibres mínimos especificados, ASTM D3350 y 335434 C.
- (b) Tubería de pared corrugada de polietileno (PE). Tubería fabricada en diámetros de 300 a 1500 mm, según AASHTO M294 y ASTM D3350. Para aplicaciones sanitarias, se fabricarán los tubos de acuerdo con AASHTO M294, tipo S, con uniones de ajuste impermeable.
- (c) Tubería de pared perfilada (ribbed) de polietileno (PE). Tubería fabricada con diámetros de 450 a 1200 mm de diámetro, que satisfaga ASTM F894, con calibre mínimo especificado según ASTM D3350, 334433C o 335434C.
- (d) Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) reforzada con acero. Tubería fabricada en diámetros de 200 a 3000 mm, según ASTM F2562 y ASTM D3350.
- (e) Tubería corrugada de polietileno (PE) para drenajes. Tubería fabricada con diámetros de 75 a 250 mm, que satisfaga AASHTO M252.
- (f) Tubería de pared lisa de cloruro de polivinil (PVC). Tubería fabricada con diámetros de 100 a 375 mm, que satisfaga AASHTO M278, y el calibre mínimo especificado,

ASTM D1784, 12454 o 12364. Para aplicaciones en desechos sanitarios, deberá cumplir con ASTM D3034.

- (g) Tubería perfilada y de doble pared de cloruro de polivinil (PVC). Tubería fabricada con diámetros de 100 a 1200 mm, cuyo material deberá satisfacer la norma ASTM D1784 y su fabricación deberá cumplir con ASTM F794.
- (h) Tuberías de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Debe fabricarse conforme lo especificado en AASHTO M264. Para tubo perforado conforme se cumplirá AASHTO M278.
- (i) Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Debe fabricarse conforme lo especificado en ASTM D3262.

SECCIÓN 707 TUBERÍA METÁLICA

Toda la tubería que se incluye en esta Sección será inspeccionada, sometida a ensayos y aprobada por la Administración de previo a su colocación.

707.01 Tubería para alcantarilla de hierro dúctil

Debe fabricarse conforme la especificación ASTM A716, para los diámetros especificados.

707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones, entre otros) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M36 o de AASHTO M218, M274, M289, ASTM A760 que rigen las dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de acero, debe tener un espesor mínimo de 1,32 mm. Puede usarse cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M36.

707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones, entre otros) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M196, sobre dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de aluminio, debe fabricarse con un espesor mínimo de 1,22 mm. Se puede usar cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M36.

707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones, entre otros) debe satisfacer los requisitos conforme a la Sección 707 Tubería metálica, según aplique para las diferentes clases de tuberías recubiertas.

El material bituminoso de recubrimiento del tubo debe satisfacer la especificación AASHTO M190, para el tipo de recubrimiento especificado. Para las secciones especiales, el recubrimiento (tales como codos, collares de acoplamiento, secciones finales, entre otros) debe satisfacer los requisitos AASHTO M190. Las reducciones y secciones finales deben recubrirse de acuerdo con AASHTO M190, tipo A o cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo con la especificación AASHTO M243.

707.05 Lámina de acero estructural

La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas, deben satisfacer las especificaciones AASHTO M167 para dimensiones y tipos especificados.

707.06 Lámina estructural de aleación de aluminio

La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas deben satisfacer las especificaciones AASHTO M219, para dimensiones y tipos especificados.

707.07 Lámina estructural recubierta con capa bituminosa

La fabricación de láminas estructurales recubiertas con bitumen debe cumplir con los requerimientos de las Subsecciones 707.05 Lámina de acero estructural o 707.06 Lámina estructural de aleación de aluminio, según corresponda. La capa para recubrimiento bituminoso se hará conforme a lo establecido en AASHTO M190, tipo A o cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo con la especificación AASHTO M243.

Si la capa de recubrimiento se aplica a las láminas antes de su erección, se identificará cada lámina con el espesor nominal, pintando los datos en la superficie interior de la lámina después de recubierta. Pueden usarse otros métodos de identificación si son aprobados previamente.

707.08 Tubería de acero recubierta con polímeros

La fabricación de tubos y secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión), se conformarán con lo requerido en AASHTO M245, grado 250/250 y M246, grado 250/250. Para tuberías de acero corrugado con recubrimiento metálico, excepto cuando el tubo se impregne con una capa metálica de zinc compuesta con fibra aramida, conforme a lo requerido por ASTM A885M.

707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada

La fabricación de tubos y secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones, entre otros), se hará conforme a lo requerido en la Subsección 707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico, excepto cuando el tubo se impregne con una capa metálica de zinc compuesta con fibra aramida, conforme con lo requerido por ASTM A885M.

Después de fabricado el tubo, las secciones se cubrirán con material bituminoso de acuerdo con AASHTO M190, para el tipo de recubrimiento especificado.

Las bandas de acoplamiento se deben recubrir con material bituminoso de acuerdo con lo requerido en AASHTO M190, tipo A. Las bandas de acoplamiento no requieren pegamento con fibra.

707.10 Tubería ranurada para drenaje

Fabricada conforme a lo especificado en AASHTO M36 y/o AASHTO M218, 274, ó M289 para dimensiones y espesores especificados. Se fabricará el tubo con perforaciones, en los ángulos o en parrilla, según se muestre en los planos.

Las piezas perforadas en parrilla para drenes se fabricarán con acero que cumpla con los requerimientos de la especificación ASTM A570M, grado 250, galvanizando las perforaciones en ángulo y parrillas de ensamble de acuerdo con la Subsección 707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio.

707.11 Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico

La fabricación de estos tubos y en secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones, entre otros) debe satisfacer los requisitos de AASHTO M36, tipos IR y IIR y AASHTO M218, AASHTO M274, o AASHTO M289 para las dimensiones y espesores especificados.

707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio

La fabricación de estos tubos y sus secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones, entre otros) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M196, tipos IR y IIR, para las dimensiones de las secciones y calibres especificados.

707.13 Tubería de acero corrugado con recubrimiento de concreto

La fabricación de los tubos, secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones, entre otros), deberán estar conforme a lo requerido en la Subsección 707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico, para las dimensiones y calibres especificados.

Se rellenará con concreto la línea de tubos y las secciones especiales de acuerdo con lo especificado en ASTM A849 clase C.

707.14 Tubería de acero corrugado con recubrimiento interno

La fabricación de tubos, secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones, entre otros), deberá estar conforme a lo requerido en la Subsección 707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico, para las dimensiones y calibres especificados.

Los tubos y las secciones especiales se revestirán internamente de acuerdo con lo especificado en ASTM A849, clase C o B, de acuerdo con lo especificado.

SECCIÓN 708 PINTURA**708.01 General**

Se debe proveer un color diferente para cada capa de pintura. Para el color final de acabado se seguirán las instrucciones del Federal Standard 595 B. Si la Administración lo requiere, se deben proveer muestras de color.

(a) Empaque. La pintura debe proveerse en contenedores resistentes y bien marcados con la siguiente información:

- Marca registrada o comercial
- Tipo de pintura, color, formulación, número de lote, fecha de fabricación
- Peso neto
- Volumen incluyendo el porcentaje de sólidos y el porcentaje de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
- Requisitos para almacenamiento
- Instrucciones de mezcla e instrucciones de limpieza
- Nombre y dirección del fabricante

(b) Contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC). La pintura debe estar conforme a los siguientes límites de VOC al comprarla y usarla en sitio:

- Recubrimientos sin pigmentos 520 g/L máx.
- Otros recubrimientos 350 g/L máx.

(c) Contenido de plomo. Máximo de 0,06 % por peso en la película seca

(d) Otras propiedades. La pintura debe cumplir lo siguiente:

- No estar asentada al abrir el recipiente.
- Fácilmente homogenizable al mezclarla con una paleta (sin grumos, ni separación de componentes ni vetas de color, entre otros).
- No formar una piel o nata endurecida antes de 48 horas, cuando se deja en una lata con tres cuartas partes ($\frac{3}{4}$) de su contenido total y el recipiente está bien cerrado.
- Poder repintar con facilidad.
- Tener buenas propiedades de nivelación.
- Adherencia uniforme al usarla sobre superficies de acero.
- Secado con un acabado uniforme y liso, libre de rugosidades, grumos u otras imperfecciones superficiales visibles.
- No mostrar separación al pasarla sobre una superficie limpia de vidrio.
- No mostrar alteración por grumos, separación, secado después de 6 meses de almacenamiento, siempre que se mantenga en recipientes totalmente cerrados a una temperatura de 20 °C.

708.02 Muestreo y ensayos

Serán inspeccionados los materiales por medio de las pruebas especificadas y su aceptabilidad será comprobada por el Ingeniero previamente a su incorporación a la obra.

Todos los materiales que se estén empleando quedarán sujetos a inspección, prueba o ensayo y rechazo en cualquier tiempo previo a su incorporación dentro de la obra.

No se deberán emplear materiales no aprobados, no aceptados o sin contar con el visto bueno o permiso por escrito del Ingeniero y la obra será considerada como inaceptable o no autorizada, no pagándose. Cuando en el Contrato se hace referencia a una especificación, norma o método de prueba, aprobado por AASHTO, ASTM y otra asociación técnica nacional reconocida, se deberá indicar la especificación, norma o método de prueba (incluyendo resoluciones provisionales o de primera intención) que está en vigor en la fecha del anuncio de solicitud de propuesta a no ser que se indique de otro modo. Las muestras las recogerá un representante idóneo de la Administración.

A solicitud, le serán proporcionadas copias de los resultados de todos los ensayos al representante del Contratista.

Los materiales deberán ser almacenados de manera que se asegure la conservación de sus cualidades y adecuación para la obra o como lo indique el fabricante.

Todos los materiales deberán ser manejados en tal forma que conserven sus cualidades y características propias para el trabajo a que se destinen.

Todos los materiales que no estén de acuerdo con los requisitos de las especificaciones al ser ensayados para su aceptación serán considerados como inaceptables y todos esos materiales serán rechazados y deberán ser retirados inmediatamente del lugar de la obra, a no ser que los defectos sean corregidos y el material fuese aprobado por el Ingeniero. Los materiales rechazados cuyos defectos hubiesen sido corregidos, podrán ser utilizados una vez que el Ingeniero lo autorice.

708.03 Pintura para estructuras de madera

- (a) Imprimación. Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-25, TT-P-96D, o TT-P-001984.
- (b) Pintura. Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-102 clase A, TT-P-96D, TT-P-102F o TT-P- 19D.

708.04 Pintura para estructuras de concreto y mampostería

Debe cumplir con la FSS-TT-P-19 y la tinta de color, con los requisitos de concentrados de todo propósito.

708.05 Pintura para estructuras de acero

Debe cumplir con las siguientes normas:

- (a) Imprimador de zinc inorgánico, AASHTO M300 tipo III (aplicación en taller).
- (b) Imprimador de zinc orgánico, DOD-P-21035A o SSPC N°. 20 (aplicación en sitio).
- (c) Imprimador de vinil, MIL-P-15328 o SSPC N°. 27.
- (d) Cubiertas de uretano alifático, USPS-C-644 tipo I.
- (e) Cubiertas de látex acrílico, SSPC N°. 24.
- (f) Recubrimiento epóxico, MIL-P-24441 o SSPC N°. 22.

708.06 Pintura penetrante

Debe cumplir con lo siguiente:

- (a) Medición de agua en material base, ASTM G23 1000 h.
- (b) Dispersión acrílica: 73,4 % del vehículo no volátil.
- (c) Viscosidad: 58 ± 2 unidades Krebs.
- (d) Contenido de sólidos volátiles: 40,3.

708.07 Pintura de tránsito para demarcación vial horizontal

La demarcación vial horizontal con pintura de tránsito se realizará conforme a la Sección 634 Demarcación vial horizontal y a las Subsecciones 718.13 Materiales para demarcación vial horizontal y 718.21 Demarcación vial horizontal temporal, según corresponda.

SECCIÓN 709 ACERO DE REFUERZO Y CABLES**709.01 Acero de refuerzo**

- (a) General.

Cada lote de acero que se reciba en el proyecto debe contar con la siguiente información:

- (1) Nombre y localización de la laminadora
- (2) Proceso de manufactura

- (3) Número de fabricación en el molino
- (4) Dimensiones
- (5) Especificaciones
- (6) Copia de los ensayos físicos y análisis químicos realizados en el molino
- (7) Consignación y destino de embarque

(b) Barras de refuerzo

- (1) Barras de refuerzo de acero de baja aleación lisa y corrugada para refuerzo de concreto hidráulico, INTE C401 (ASTM A706). Este acero se utilizará en todas las estructuras de puentes, pasos superiores o inferiores y alcantarillas de cuadro.
- (2) Barras de refuerzo de acero al carbono lisa y corrugada para refuerzo de concreto hidráulico, INTE C400 (ASTM A615). Las varillas de este acero grado 40, se utilizará en pozos de registro, tomas y cabezales de alcantarillas y otras estructuras menores.

(c) Barras de refuerzo cubiertas con epóxico

Se deberán proporcionar barras que cumplan con lo indicado en la Subsección 709.01(b) Barras de refuerzo. Además, deberán cumplir con lo especificado en la norma ASTM A775.

Se inspeccionarán las barras de refuerzo después de su limpieza y se rechazará cualquiera que contenga rebabas, astillas o delaminación. La selección de las barras en fábrica puede evitar demoras innecesarias y el posterior rechazo durante la inspección previa al recubrimiento.

El recubrimiento epóxico se deberá colocar sobre el acero de refuerzo, en una planta certificada como aplicadores de recubrimiento epóxico adherido, según el CRSI (Concrete Reinforcing Steel Institute).

(d) Barras tensoras

Las barras tensoras deberán ser deformadas, de grado 60 que cumplan con la INTE C400 (ASTM A615).

(e) Pernos de anclaje

Deberán ser barras lisas, de grado 60, que cumplan con la norma INTE C400 (ASTM A615), con roscas M14 o M16. Deberá contar con una tuerca capaz de resistir una carga axial de al menos 67 kN.

(f) Dovelas

Deberán fabricarse con barras lisas y rectas, libres de rebabas u otra deformación restrictiva para el libre movimiento dentro del concreto, deberán satisfacer la norma AASHTO M254, tipo A o B. Se lubricará el 60 % de cada dovela con grasa, para evitar la adherencia. Como lubricante de las dovelas tipo B podrá usarse una emulsión asfáltica de rompimiento medio o grafito en polvo en suspensión. En las dovelas pintadas de tipo A, no se necesita lubricante.

Para las juntas de expansión, alternativamente puede colocarse un tubo de expansión o capuchón en el extremo con grasa de cada dovela usada, según las dimensiones señaladas por el diseño y en congruencia con el diámetro de la dovela diseñada. Dichos capuchones o camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25 mm desde el extremo de la dovela.

Las dovelas no deberán desviarse más de 6 mm de su alineación horizontal y vertical durante la colocación del concreto, deben quedar paralelas y perpendicular a la junta para permitir el movimiento irrestricto de las losas.

Se usará alambre conforme con la norma AASHTO M32, para la armadura de ensamble, la cual debe permitir el movimiento libre del extremo de la dovela con grasa.

(g) Alambre de acero corrugado.

Deberá cumplir los requisitos de la norma INTE C402 (ASTM A1064).

(h) Malla electrosoldada de barras lisas

Deberá cumplir los requisitos de la norma INTE C402 (ASTM A1064).

(i) Alambre de acero laminado en frío

Deberá ajustarse a los requisitos de la norma AASHTO M32.

- (j) Malla electrosoldada de barras corrugadas
Deberá cumplir los requisitos de la norma INTE C402 (ASTM A1064).
- (k) Parrillas de barras corrugadas
Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M54.

709.02 Cable de acero acordalado

Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M30, para dimensiones y clase de resistencia especificados. Todo el cable deberá carecer de defectos que puedan perjudicar su uso correcto, tener un buen acabado, con superficie lisa. Será rechazado el material que muestre defectos, previo o durante a su uso en la obra.

709.03 Acero preesforzado

El acero de refuerzo para preesforzado, deberá ajustarse a los requisitos siguientes:

- (a) Torones de cable de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M204M tipo BA o WA.
- (b) Torones de cable trenzado de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M203M grado 270.
- (c) Barras de alta resistencia a la tensión, AASHTO M275M tipo II.

El acero de preesfuerzo se debe proteger de daños o corrosión durante el envío o almacenamiento. Se debe usar un protector de corrosión, que no produzca daños al acero, al concreto, o a la adherencia del acero con el concreto. Se reemplazará cualquier empaque dañado.

El empaque se marcará con una advertencia de que contiene acero de alta resistencia para preesfuerzo, se deberá indicar el tipo de protector contra corrosión usado, que incluya la fecha de colocación. Se marcarán el lote y el empaque para su fácil localización.

Se entregarán previamente a la Administración, muestras representativas de los cables y torones de las piezas fabricadas fuera de la obra. En el caso de cable o torón, puede tomarse una muestra de la bobina madre. Las muestras serán como sigue:

- (a) Para pretensado. Una muestra de por lo menos dos metros de longitud, de cada torón, de cada dimensión y de cada bobina.
- (b) Para postensado. Muestras de las siguientes longitudes:

- (1) Para alambre o cable que requiera cabeceo, 5 m.
- (2) Para alambre que no requiera cabeceo, suficiente longitud para hacer un grupo de hilos paralelos similar al cable que se va a fabricar, de 1,5 m por grupo.
- (3) Para torones que se fabrican con accesorios finales, 1,5 m entre los herrajes o accesorios finales.
- (4) Para barras que se fabrican con finales roscados y tuercas, 1,5 m entre las roscas finales.

SECCIÓN 710 CERCAS, MALLAS Y BARRERAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

710.01 Alambre de púas

El alambre de púas sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M280 y el alambre galvanizado con aluminio, deberá cumplir la norma AASHTO M305, tipo I.

710.02 Malla para cerca

La malla para cerca sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M279 y la malla galvanizada con aluminio, deberá cumplir la norma ASTM A584.

710.03 Cercas de protección

Las cercas fabricadas en cadena, los postes, rieles, tensores, flejes, barras, accesorios y herrajes necesarios, deben satisfacer los requisitos de AASHTO M181, para el metal, recubrimiento, calibre y malla especificados.

710.04 Postes para cercas

- (a) Postes de madera. Los postes de madera deben cumplir con la norma AASHTO M168. Deberán suministrarse de acuerdo con los detalles y dimensiones indicadas en los planos. Todos los postes de madera deberán estar hechos con madera sana, sin corteza, con los extremos cortados en forma cuadrada o como fuese indicado. Los postes deberán ser rectos y todos los nudos recortados al ras de la superficie. Cuando se especifiquen postes tratados con algún producto preservante, la clase y tipo de tratamiento deberán ajustarse al que indique los planos.

Toda la madera aserrada en tamaños corrientes que se necesite para cercas o portones deberá, al igual que los postes y troncos, estar sana, recta y razonablemente exenta de nudos, rajaduras y rozaduras. Deberán ser de especies y calidades indicadas en los planos, cepillada y acabada en sus cuatro caras.

- (b) Postes de concreto. Los postes de concreto deben cumplir con la Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores, para la clase especificada y deberán contener refuerzo de acero según está indicado en los planos, de acuerdo con los requisitos de la Sección 709 Acero de refuerzo y cables.
- (c) Postes de acero. Los postes de acero laminado deberán cumplir con lo requerido en la norma AASHTO M281 y deberán ser galvanizados de acuerdo con la norma AASHTO M111, si así lo indican los planos. Los postes de aleación de aluminio y los tubulares de acero deberán satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M181.

710.05 Portones

Deben cumplir con lo requerido en los planos. Los marcos, cercas y mallas, conforme a la norma AASHTO M181.

710.06 Vigas para barreras de contención vehicular

Las vigas metálicas (o en combinación madera-metal) para barreras de contención vehicular deberán cumplir con especificaciones estadounidenses o europeas (o equivalentes), según la normativa respectiva de ensayos a escala real del sistema de contención vehicular, ya sea las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317. Las vigas metálicas deberán ser de acero galvanizado o resistentes a la corrosión. El proveedor deberá aportar los certificados de ensayos de laboratorio correspondientes con validez o aprobación por parte de una tercera parte.

710.07 Reservada

710.08 Reservada

710.09 Postes para barreras de contención vehicular

Los postes metálicos (o en combinación madera-metal) para barreras de contención vehicular deberán cumplir con especificaciones estadounidenses o europeas (o equivalentes), según la normativa respectiva de ensayos a escala real del sistema de

contención vehicular, ya sea las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317. Los postes metálicos deberán ser de acero galvanizado o resistentes a la corrosión. El proveedor deberá aportar los certificados de ensayos de laboratorio correspondientes con validez o aprobación por parte de una tercera parte.

710.10 Separadores, accesorios y cables para barreras de contención vehicular

Los separadores, accesorios (incluyendo la tornillería) y cables para barreras de contención vehicular deberán cumplir con especificaciones estadounidenses o europeas (o equivalentes), según la normativa respectiva de ensayos a escala real del sistema de contención vehicular, ya sea las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317. Los separadores, accesorios (incluyendo la tornillería) y cables metálicos deberán ser de acero galvanizado o resistentes a la corrosión. El proveedor deberá aportar los certificados de ensayos de laboratorio correspondientes con validez o aprobación por parte de una tercera parte.

710.11 Malla plástica temporal

Se fabricarán de plástico no corrosivo de polietileno (HDPE: polietileno de alta densidad) y con resistencia a los rayos UV para soportar intemperismo, con las siguientes características:

- (a) Altura 1200 mm mín.
- (b) Abertura de la malla 80 - 85 mm.
- (c) Color anaranjado internacional.
- (d) Peso 0,25 kg/m mín.

710.12 Barriles amortiguadores de impacto

Los barriles amortiguadores de impacto deben haber superado satisfactoriamente las pruebas de impacto a escala real, de conformidad con los requisitos establecidos en las normas NCHRP Reporte 350 o MASH de los Estados Unidos de América (según corresponda), o la norma de la Comunidad Europea EN 1317, lo cual deberá estar validado por una certificación vigente de tercera parte. Las certificaciones de los sistemas de

contención vehicular dependerán de la normativa vigente que aplique para cada sistema en particular. Ver Sección 617 Sistemas de contención vehicular.

SECCIÓN 711 MATERIALES DE CURADO DEL CONCRETO HIDRAULICO Y ADITIVOS

Se podrán usar aditivos para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura a construir. Su empleo deberá definirse por medio de certificado de calidad del fabricante, y con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que esto represente peligro para la armadura que pueda tener la estructura. Adicionalmente, deben cumplir con la norma INTE C21 (ASTM C494) en su versión vigente.

711.01 Materiales de curado

Deben estar en conformidad con las siguientes normas:

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| (a) Tela de yute | AASHTO M182 |
| (b) Papel impermeable | ASTM C171 |
| (c) Película de polietileno | ASTM C171 |
| (d) Compuestos de la membrana líquida | ASTM C309 |

711.02 Aditivos inclusores de aire

Deben cumplir con la norma AASHTO M154.

711.03 Aditivos químicos

Se deben proveer aditivos reductores de agua, retardadores de fragua, aceleradores de fragua y estabilizadores de hidratación o combinaciones de ellos que cumplan con la norma AASHTO M194. Los aditivos estabilizadores de la hidratación deben cumplir con la norma AASHTO M194, tipo B o D.

711.04 Látex modificado

Se debe suministrar una emulsión de polímeros en forma de película homogénea no tóxica estabilizada en el lugar de fabricación. Debe estar conforme a los siguientes requisitos:

- (a) Estabilizadores de emulsión aniónico y no iónico surfactante

(b) Color:	Claro
(c) Cloruros:	0 %
(d) Tamaño de la partícula del polímero:	0,15 a 0,25 μm promedio
(e) Sólidos:	46,5 % a 49,0 %
(f) Masa:	1,00 - 1,02 kg/L @ 25 °C
(g) pH	9,0 - 13,0
(h) Período de almacenamiento	2 años mínimo
	68 \pm 4 % estireno
(i) Polímero estireno butadieno	32 \pm 4 % butadieno

711.05 Colorantes del concreto

Deben estar conformes con la norma ASTM C979. Se deben utilizar únicamente colorantes compuestos de óxidos inorgánicos de hierro, sintéticos o naturales.

SECCIÓN 712 MATERIAL PARA JUNTAS

712.01 Sellantes, sellos y rellenos

Para efectos de esta especificación, se aplicarán las siguientes definiciones:

- Sellantes o sellos: Conocidos también como “selladores”, es un material en estado líquido (viscoso) que después de aplicado pasa a estado sólido. Este sirve para formar una barrera que impide el paso de agua, aire, polvo, humo, entre otros.
- Rellenos: Material que se utiliza para llenar vacíos.

Deben satisfacer los siguientes requisitos:

- (a) Sellantes y relleno para juntas y grietas.

Se debe proporcionar una certificación del fabricante identificando el envase y/o el número de lote, material, cantidad, fecha y tiempo de manufacturado, nombre y dirección.

- (1) Tipo sellante para juntas, coladas en sitio en caliente, para pavimentos de concreto y asfalto: Debe cumplir con la norma ASTM D6690 para los Tipo II o los Tipo III.
 - (2) Relleno para grietas, aplicado en caliente, en pavimento de concreto asfáltico y concreto de cemento hidráulico: Debe cumplir con la norma ASTM D5078.
 - (3) El propietario de los productos de asfalto-caucho, debe informar:
 - i) Fuente y grado del cemento asfáltico.
 - ii) Contenido granular de caucho y peso, como porcentaje de la mezcla asfalto-caucho.
 - iii) Tipo(s) de caucho granular y contenido de cada tipo (si se mezclan).
 - iv) Peso, como porcentaje de combinación de cauchos.
 - v) Granulometría del caucho granular.
 - vi) Tipo de asfalto modificado.
 - vii) Cantidad de asfalto modificado y peso como porcentaje de cemento asfáltico.
 - viii) Otros aditivos.
 - ix) Calentamiento y aplicación de temperaturas.
 - x) Recomendaciones y procesos de aplicación.
 - (4) Sellante de juntas elastomérico: Debe cumplir con la norma ASTM C920 para el Tipo M, Grado P, Clase 25 y Usos T₁ y T₂.
 - (5) Relleno de juntas celular flexible: Debe cumplir con la norma ASTM D1056 para el Tipo 2, Clase B o Clase C, Grado 3, 4 o 5.
- (b) Relleno de las juntas de expansión. Se elaborarán en una sola pieza, con la profundidad y el ancho requeridos para la junta.
- (1) Formar el relleno para la junta de expansión en concreto (Tipo bituminoso), la cual debe cumplir con la norma AASHTO M33.
 - (2) Rellenar la junta de expansión con caucho esponjoso, para pavimento de concreto y construcciones estructurales. Esta junta debe cumplir con la norma AASHTO M153, para el Tipo I.

- (3) Rellenar la junta de expansión con corcho en pavimentos de concreto y construcciones estructurales (no usar en estructuras mayores de concreto). Este tipo de junta debe cumplir la norma según AASHTO M153.
 - (4) Rellenar la junta de expansión en pavimentos de concreto y construcciones estructurales (tipos no extrusivos y bituminosos elásticos), que deben cumplir con la norma AASHTO M213.
- (c) Sellador premoldeado para juntas:
- (1) Para pavimento hidráulico con junta de elastómero de policloropreno: deberá ajustarse a la norma ASTM D2628. Se deberá usar un lubricante conforme a la norma ASTM D2835, con una edad de manufactura dentro de los 9 meses máximo.
 - (2) Para cajas de registro, tomas y drenaje con juntas de caucho vulcanizado: las juntas se fabricarán de acuerdo con las normas ASTM C443M y ASTM D7602.
- (d) Relleno de espuma: Relleno fabricado con poliestireno expandido. Su resistencia a la compresión no debe ser menor de 70 kPa.
- (e) Sellador de juntas de pavimento de concreto hidráulico con silicón aplicado en frío sin hundimiento: Debe ajustarse a la norma ASTM D5893, Tipo NS.
- (f) Sellador de junta de pavimento de concreto hidráulico con silicón aplicado en frío autonivelante: Debe ajustarse a la norma ASTM D5893, Tipo SL.
- (g) Cordón de respaldo de pavimento hidráulico: Fabricada de polietileno conforme la norma ASTM D5249 para el Tipo 1. Se usará un sellante compatible con el material del cordón. Las dimensiones requeridas se muestran en la Tabla 712-01 Tamaño del cordón de respaldo.

Tabla 712-01

Tamaño del cordón de respaldo

Ancho de la junta preparada	Diámetro del cordón
8 mm	10 mm
9 mm	13 mm
13 mm	15 mm
15 mm	19 mm
19 mm	25 mm

25 mm	32 mm
32 mm	38 mm
38 mm	50 mm

(h) Sello de la junta preformada de elastómero de policloropreno para puentes: Según AASHTO M297. El uso de un lubricante adhesivo conforme a la norma ASTM D4070.

712.02 Mortero

El mortero puede ser empacado o mezclado en sitio. Suministrar y proporcionar el mortero de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C270 en su versión vigente y la Tabla 701-01 Especificaciones para cementos de mampostería y de mortero. Si se utilizan morteros con cemento de mampostería, deben utilizarse únicamente los Tipo M o S.

712.03 Cubrejunta impermeable

Los anillos de empaque para juntas de tubería rígida deben cumplir con lo requerido en la norma ASTM C9901. Los anillos de empaque para las juntas de tubería metálica flexible deben cumplir con lo requerido en la norma ASTM C361. Los empaques planos continuos para tubería metálica flexible, con bandas planas, deben cumplir con la norma ASTM D1056 grado SCE 41 usando cubrejunta de 13 mm más que el diámetro nominal menor de las corrugaciones del tubo. Para cubrejuntas planas de tubería flexible metálica con bandas corrugadas, se cumplirá la norma ASTM D1056, grado SCE 43 con 9 mm de espesor.

712.04 Reservada

712.05 Reservada

712.06 Retenedores de cobre y botaguas para agua

Las planchas de cobre para estos usos deberán satisfacer los requisitos de la norma ASTM B152. No se requiere la prueba de resistividad.

712.07 Retenedores de caucho para agua

Estos retenedores pueden ser de tipo moldeado o estirado a presión y deben tener una sección transversal uniforme, exenta de porosidad y otros defectos, de acuerdo con las medidas nominales mostradas en los planos.

Puede usarse un tipo de forma equivalente, aprobada por la Administración.

Este tipo de retenedor debe fabricarse con un compuesto de goma natural, de caucho sintético, o una mezcla de los dos, junto con otros materiales compatibles que puedan producir una tapa junta impermeable, que satisfaga los requisitos tabulados a continuación:

(1) Dureza (durómetro ademe)	60 - 70
(2) Ajuste de compresión	30 % máx.
(3) Resistencia a la tensión	17 MPa mín.
(4) Alargamiento al fracturarse	450 % mín.
(5) Refuerzo a la tensión al 300 % del alargamiento	6 MPa mín.
(6) Absorción de agua por peso	5 % máx.
(7) Resistencia a la tensión después del envejecimiento	80 % original mín.

Nota: Lo anterior de acuerdo con las normas Federal Test Method Standard N°. 601 (FTMS 601).

712.08 Retenedores de plástico para agua

Deben fabricarse con un compuesto plástico elástico homogéneo, a base de cloruro de polivinilo y deberán tener una sección transversal uniforme, exenta de porosidad u otros defectos. Se podrán usar otros materiales que, después de fabricados deben cumplir con los requisitos de la siguiente tabla:

Tabla 712-02
Retenedores de plástico

Características	Norma ASTM	Especificación
Resistencia a la tensión	D638	9,6 MPa mín.
Alargamiento al fracturarse	D638	250 % mín.
Dureza (durómetro ademe)	D2240	60 hasta 75
Peso Específico	D792 ⁽¹⁾	0,02 del valor del fabricante
Resistencia al álcali ⁽²⁾		
• Cambio de peso		-0,1 a + 0,25 % máx.
• Cambio de dureza	D543	± ademe máx.
• Disminución de resistencia a tensión		15 % máx.
Absorción de agua (48 horas)	D570	0,5 máx.
Doblado en frío	⁽³⁾	Sin agrietamiento
Pérdida de volátiles	D1203	No mayor del valor de fábrica

Notas:

(1) Federal Test Method Standard N°. 406 (FTMS 406).

(2) Usar 10 % de solución NaOH por 7 días.

(3) El ensayo de doblado en frío se efectuará sometiendo una tira de plástico de 25 por 150 mm, de 3 mm de espesor a una temperatura de -29 °C durante 2 horas. Inmediatamente después se doblará a 180° alrededor de una barra de 3 mm de diámetro, mediante la aplicación de suficiente fuerza para retener la tira y examinarla para detectar si se produjo agrietamiento. Se ensayarán por lo menos tres muestras individuales de cada lote. No se debe usar ningún material recuperado. El Contratista deberá presentar un certificado del fabricante que especifique la composición general del material y aportar muestras, para verificar la calidad del producto mediante las pruebas correspondientes, cuando lo ordene la Administración.

SECCIÓN 713 MATERIALES PARA MEROJAMIENTO DE LA FAJA LATERAL EN CARRETERAS

713.01 Capa superior de tierra vegetal

(a) Tierra vegetal suministrada

Se debe suministrar una capa vegetal que sea fértil, friable y suelta, que se encuentre libre de mezclas con subsuelo, basura, raíces, maleza o matorrales, troncos, piedras con tamaños mayores de 25 mm o cualquier otra sustancia perjudicial para el desarrollo de la vegetación. Se debe demostrar que la tierra puede sostener el crecimiento saludable de pastizales, arboledas o cualquier otra especie vegetal. La tierra vegetal suministrada debe cumplir conforme lo siguiente:

(1) Textura

i)	Materia orgánica, AASHTO T267	3 - 10 %
ii)	Arena, AASHTO T88	20 - 70 %
iii)	Limos, AASHTO T88	10 - 60 %
iv)	Arcilla, AASHTO T289	5 - 30%

(2) pH, AASHTO T289	6 - 8
---------------------	-------

(b) Tierra vegetal conservada

Ver la Subsección 204.02 Definiciones.

713.02 Piedra caliza para uso agrícola

Debe proveerse piedra caliza molida de tipo calcárea o dolomítica que esté conforme a la norma de la Asociación Internacional de Químico Analíticos, los códigos locales y las siguientes normas:

- (a) Pureza (carbonatos de calcio y magnesio): 75 % mínimo
- (b) Granulometría: Tabla 713-01 Granulometría para la piedra caliza de uso agrícola.

Tabla 713-01

Granulometría para la piedra caliza de uso agrícola

Tamaño de malla	Porcentaje pasando mínimo por peso en el tamiz (AASHTO T27)
2,0 mm	90 %
425 µm	50 %

La escoria triturada u otras fuentes naturales de cal pueden ser usadas siempre que la tasa de aplicación sea ajustada para que pueda igualar la fuerza total neutralizante de la piedra caliza triturada que hubiese sido especificada.

713.03 Fertilizante

Este material debe ser un fertilizante seco comercial de calidad estándar que cumpla con las normas de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos, los códigos locales y los porcentajes mínimos de nutrientes disponibles.

El fertilizante debe suministrarse en envases nuevos, limpios, sellados y cerrados, con su rotulación respectiva, con el nombre del fabricante, peso y datos de análisis de componentes garantizados.

Se puede usar también el fertilizante de tipo líquido, siempre que cumpla con el mínimo de nutrientes especificado para el proyecto.

713.04 Semillas

Deben ajustarse a la norma FSS JJJ-S-181. No se usará semilla húmeda, contaminada o deteriorada. Debe suministrarse cada tipo de semilla en un contenedor separado. Cada recipiente debe estar rotulado con lo siguiente:

- Nombre y tipo de semilla

- Número de lote
- Peso neto
- Porcentaje de pureza, germinación y semilla dura
- Porcentaje máximo de contenido de semilla de maleza

713.05 Cubierta vegetal

- (a) Astillas de madera. Deben revisarse astillas de plantas duras, libres de enfermedades u hongos, o cualquier otro material no adecuado. El material debe estar seco al aire y debe ser adecuado para colocarlo con un equipo de sopladura.
- (b) Paja. Debe suministrarse paja de hierbas, libre de maleza, hongos u otros elementos no adecuados. La paja debe estar seca al aire para que se pueda colocar con un equipo soplador.
- (c) Fibra de celulosa o madera. Debe proveerse de fibra de madera proveniente de fuentes naturales, que cumpla lo siguiente:
- (1) Con pigmentación verde que no sea perjudicial para el crecimiento de planta.
 - (2) Totalmente dispersable en agua.
 - (3) No tóxica para las semillas ni las plantas.
 - (4) Libre de sustancias que inhiban la germinación o crecimiento.
 - (5) Libre de semillas de maleza.
 - (6) Seca al aire con una humedad de equilibrio de $12 \pm 3 \%$.
 - (7) Empacada en contenedores nuevos.
 - (8) Empacada en condición apropiada para ser mezclada en una lechada homogénea para aplicar por rociadura.
- (d) Fibra celulosa de hierba. Debe suministrarse fibra de hierba que cumpla lo siguiente:
- (1) Pigmentación verde que no sea perjudicial para el crecimiento de plantas.
 - (2) Totalmente dispersable en agua.
 - (3) No tóxica para las semillas ni las plantas.
 - (4) Libre de sustancias que inhiban la germinación o crecimiento.
 - (5) Libre de semillas de maleza.
 - (6) Secada al aire, con una humedad de equilibrio de $12 \pm 3 \%$.
 - (7) Empacada en contenedores nuevos.

- (8) Empacada en condición apropiada para ser mezclada en una lechada homogénea para aplicar por rociadura.
- (e) Musgo o turba. La turba de pantano debe cumplir con lo siguiente:
- (1) Piedra, palos y material mineral 0 %.
 - (2) Ramas y hojas parcialmente descompuestas 75 % mínimo.
 - (3) Color: Café o pardo.
 - (4) Textura fibrosa porosa o esponjosa.
 - (5) pH 3,5 a 7,5.
 - (6) Secado al aire.
- (f) Compost o abono orgánico. Debe suministrarse material orgánico parcialmente descompuesto, tales como hojas, césped, arbustos y residuos de podas, curados entre 4 y 8 semanas. La madurez del material se indica por la estabilidad de la temperatura y el olor a suelo. Debe ser friable, oscura, libre de maleza y patógenos, y cumplir las siguientes normas:
- (1) Relación carbón/nitrógeno: 25/1 hasta 35/1.
 - (2) Relación carbón/ fósforo: 12/1 hasta 240/1.
 - (3) pH 6,0 a 7,8.
 - (4) Contenido de agua: 40 % máximo
 - (5) Tamaño de partículas.
 - (6) Semillas: 12 mm máximo.
 - (7) Control de erosión: 25 mm máximo.
 - (8) Materia orgánica: 50 % mínimo.
 - (9) Materiales extraños (metal, vidrio): 2 % máximo.
- (g) Paja para plantación en agua. Se suministrará paja agrícola limpia, molida, de 25 mm o menor longitud. Se secarán las fibras hasta un 10 % de humedad para compactación. Se empacarán en bolsas plásticas selladas.
- (h) Matriz de fibra vegetal. Se proveerá una mezcla de fibras de madera alargadas con un agente adherente que cuando se moje y seque produzca una matriz que sea conforme a lo siguiente:
- (1) Al humedecerse no debe disolverse o dispersarse
 - (2) Mantener al menos 1000 g de agua por 100 g de matriz seca

- (3) No tener elementos que inhiban la germinación o crecimiento
- (4) No formar una capa no sensible de agua
- (5) Contener material 100 % biodegradable

713.06 Plantas

- (a) Calidad de las plantas. Todas las plantas suministradas deberán ser representativas de la mejor clase de cada especie o variedad y provendrán de viveros donde hayan sido plantadas técnicamente y luego trasplantadas. Sus raíces deben haber sido recortadas dos o tres veces según la especie y tamaño de la planta y sus ramas deben mostrar un desarrollo normal suficiente. No se aceptarán plantas que tengan desfiguraciones, maltrato por exceso de sol, daños generales, raspaduras en la corteza, madera muerta o seca, tallos finales rotos u otros deterioros perjudiciales.

Los árboles deben tener troncos razonablemente derechos, así como un ramaje en buen estado y simétrico, de acuerdo con las condiciones habituales de desarrollo.
- (b) Nombre de las plantas. Todas las plantas deberán tener nombres comunes o científicos de acuerdo con las normas de Nombres de Plantas del Comité Americano de Horticultura o del Contrato. Cada planta debe tener su identificación y nombre adjuntos.
- (c) Granulometría. Debe cumplir con las normas que establezca el Contrato.
- (d) Inspección de viveros y cuarentena de plantas. Todas las plantas suministradas deben estar libres de enfermedades y plagas de insectos nocivos. Se cumplirá con todas las regulaciones para transportar viveros y plantas germinadas y las de cuarentena de plantas que existan en su localidad. Se tendrá a mano una copia del certificado de inspección para cada bulto, caja, bolsa o camión cargado con esos elementos.
- (e) Plantas embaladas y envueltas en yute. Se proveerán plantas con tierra intacta del lugar de donde es originaria la planta. Se excavarán las plantas lo suficiente como para retener una buena parte de las raíces fibrosas. Se envolverán, transportarán y manejarán las plantas en tal forma que la tierra y las raíces permanezcan intactas.

713.07 Mallas o redes para control de erosión y geoceldas

Mallas de control de erosión. Este material debe cumplir la siguiente normativa:

(a) Mallas de paja. Se proveerán mallas de paja limpia que estén conformes con la Subsección 713.05 Cubierta vegetal, que estén fijadas a una red fotodegradable de polipropileno, mediante hilo de algodón. Deben cumplir con las especificaciones de la Tabla 713-02 Mallas de paja para control de erosión.

(1) Tipo 1- Mallas para control de erosión.

Tabla 713-02

Mallas de paja para control de erosión

Material	Especificación
Paja ⁽¹⁾	240 g/m ² mín.
Malla	Fotodegradable con un lado de mecate en cuadro de 5 a 20 mm ⁽²⁾ , con un peso de 1,5 kg / 100 m ² de superficie

Notas:

(1) El contenido de humedad no excederá de 20 %

(2) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar según el fabricante.

- i) Tejido de cañamazo. Se proveerá tejido de cañamazo con costura estándar y un peso de 145 ± 20 g/m².
- ii) Tejido de yute. Se suministrará tejido de yute con una abertura uniforme que no varíe en espesor más de la mitad de su diámetro normal. Debe cumplir las siguientes normas:
 - Tamaño de malla: 25 x 25 mm máximo.
 - Peso de malla, ASTM D1776: 0,5 kg/m² ± 5%.
- iii) Papel avitelado o henequén. Este material debe cumplir con las siguientes normas:
 - Aberturas de malla, 3 - 6 mm
 - Contracción después de ser mojada, 20 % máximo

(2) Tipo 2-Malla para control de erosión

- i) Mallas de paja y de palma. Se suministrará una malla de paja y yute biodegradable, sin tratamiento y sin color, de fibra de coco, de fibras sintéticas de propileno, u otro material aprobado en una malla plana.

Deben cumplir las especificaciones de la Tabla 713-03 Malla de paja y fibra de coco.

Tabla 713-03

Malla de paja y fibra de coco

Material	Especificación
Paja ⁽¹⁾ 70 %	240 g/m ² mín
Coco 30 %	240 g/m ² mín
Malla	Fotodegradable en ambos lados con agujeros cuadrados de 16 - 25 mm ⁽²⁾ , con un peso de 1,5

Notas:

(1) El contenido de humedad no excederá de 20 %.

(2) Las dimensiones son aproximadas y varían según el fabricante.

ii) Malla excelsior. Se proveerá una cubierta de espesor uniforme que consiste en madera excelsior arrollada y asegurada en el lado superior a una malla de plástico extruido, biodegradable y fotodegradable. Debe cumplir lo siguiente:

- Fibras de excelsior \geq 200 mm longitud: 80 % mínimo.
- Tamaño de malla: 25 mm x 50 mm
- Peso de cubierta/ área: $0,53 \pm 0,05$ kg/m²

iii) Cubierta vegetal. Se suministrará una cubierta de 3 - 13 mm de espesor que se componga de material vegetal orgánico biodegradable, tal como paja, celulosa arrollada de madera, fibra de coco u otros materiales distribuidos uniformemente en un lado de una malla fotodegradable de polipropileno, que tenga un peso mínimo de 0,27 kg/m².

(3) Tipo 3 - Malla de fibra de coco. Se proveerá una malla que consista en una capa de yute biodegradable sin color, fibras de coco y fibras sintéticas de polipropileno u otro material tejido que sea aprobado y que tenga una cara plana y aberturas cuadradas entre 16 y 25 mm. Debe cumplir con la Tabla 713-04 Malla de coco.

Tabla 713-04

Malla de coco

Material	Especificación
Coco ⁽¹⁾ 30 %	240 g/m ² mín.

Malla	Fotodegradable en un lado con agujeros cuadrados de 16 - 25 mm ⁽²⁾ , con un peso de 1,5 Kg/100 m ²
-------	---

Notas:

(1) El contenido de humedad no debe exceder de 20 %

(2) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar según el fabricante

(4) Tipo 4 - Mallas y cubiertas sintéticas para control de erosión

- i) Malla sintética. Se proveerá una malla flexible, producida en taller, que consista en fibras de poliolefino monofilamento posicionadas entre dos redes orientadas biaxialmente. Se pegarán las redes en forma mecánica con una costura paralela con hilo de poliolefino, para formar una malla tridimensional, altamente resistente al ambiente y al deterioro químico. Se debe cumplir con lo anotado en la Tabla 713-05 Malla sintética para control de erosión.

Tabla 713-05

Malla sintética para control de erosión

Propiedad	Especificaciones	Método de ensayo
Color	Verde	Visual
Espesor	6 mm mín.	ASTM D1777
Resistencia ⁽¹⁾	1590 x 525 N/m mín.	ASTM D5035
Elongación ⁽¹⁾	50 % máx.	ASTM D5035
Porosidad ⁽²⁾	85 % mín.	Calculado
Resiliencia ⁽³⁾	80 %	ASTM D1777
Estabilidad ante ultravioleta ⁽⁴⁾	80 %	ASTM D4355

Notas:

(1) Los valores que se anotan son para condiciones secas o saturadas, en ambas direcciones del tejido. Los cálculos están basados en peso, espesor y gravedad específica

(2) Porcentaje retenido del espesor original después de 3 ciclos de 690 kPa de carga por 60 s sin carga. El espesor se mide 30 minutos después de remover la carga.

(3) Resistencia retenida a tensión después de 1000 horas en un medidor de intemperismo.

713.08 Material misceláneo para plantas

Estacas para anclaje y apuntalamiento. Se harán estacas para apuntalar o para anclar árboles, de una madera robusta aprobada, libre de nudos, comején u otros defectos que puedan perjudicar la resistencia de la estaca. Las estacas tendrán una sección mínima de 50 x 50 mm y una longitud adecuada.

Las estacas de anclaje y las de apuntalamiento tendrán una misma longitud tamaño. El diámetro y longitud de la pieza de apoyo se especifica en el Contrato.

713.09 Espigas

Se usarán vástagos sanos y vivos, vivientes (estolones o rizomas) con raíces prendidas de pastos perennes para formar césped de las clases mostradas en los planos. Serán cosechadas sin tierra adherente y obtenidas de fuentes aprobadas, en la localidad de la obra, donde sea pesada y tupida. La presencia de hierbas inconvenientes, de maleza o de materiales objetables será motivo de rechazo.

713.10 Césped

Se debe suministrar césped con un desarrollo vigoroso y con el espesor especificado en las disposiciones especiales del Contrato. El césped debe tener una condición densa y desarrollada de raíces y estará razonablemente libre de maleza y hierbas perjudiciales. El césped en cuadros debe ser cortado en su parte superior a 75 mm de altura.

713.11 Estacas para césped

Se deben suministrar estacas cuadradas y redondas de madera sana que cumplan lo siguiente:

- Longitud: 200 mm mín.
- Área aproximada de sección transversal: 600 mm².

SECCIÓN 714 GEOSINTÉTICOS**714.01 Geotextiles**

Los geotextiles en general deben cumplir como mínimo lo establecido en la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro, según su clase. Adicionalmente, según la función que se encuentren desempeñando, deben cumplir con lo establecido en las siguientes subsecciones.

Tabla 714-01

Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro ⁽¹⁾

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Clases de Geotextil ⁽²⁾					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Elongación < 50 ⁽³⁾	Elongación ≥ 50 ⁽³⁾	Elongación < 50 ⁽³⁾	Elongación ≥ 50 ⁽³⁾	Elongación < 50 ⁽³⁾	Elongación ≥ 50 ⁽³⁾
Resistencia al agarre	D4632	N	1400	900	1110	700	800	500
Resistencia al cosido ⁽⁴⁾	D4632	N	1260	810	990	630	720	450
Resistencia al desgarre	D4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia a la perforación	D6241	N	2750	1925	2220	1375	1650	990

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288.

(2) La escogencia de la clase de geotextil depende de la severidad de las condiciones de la aplicación. La clase 1 significa que las condiciones son duras y que existe un alto riesgo de generar daños al geotextil, mientras que para las clases 2 y 3 las condiciones son menos severas.

(3) Determinado según lo establecido por la norma ASTM D4632.

(4) Cuando se requiera realizar el cosido de los geotextiles.

Se debe tomar en cuenta que todos los valores de propiedades del material representan los valores promedio mínimos para el rollo (MARV), en la dirección principal más débil (excepto para la abertura de las redes). Los valores para la abertura aparente de la malla (AOS) representan los valores promedio máximo para el rollo del material.

Adicionalmente, tomar en cuenta que los rollos de material se deben proteger de la humedad levantándolos sobre el suelo y cubriéndolos con un material impermeable. Además, se deben proteger de la radiación ultravioleta del sol. La exposición máxima permisible al sol será de 10 días.

Al momento de la colocación del geotextil, si se va a realizar el cosido, el hilo debe ser de polipropileno de alta resistencia o de poliéster. El nylon no es permitido. El color debe ser el mismo que el geotextil.

Cuando el cosido se va a realizar en el sitio de colocación, el contratista debe proveer una muestra de al menos 2 m de largo para que el Ingeniero la examine, antes de realizar toda la instalación. Si el cosido se realiza en la fábrica, el Ingeniero debe obtener una muestra de la misma al azar de cualquier rollo de geotextil que será utilizado en el proyecto.

714.01.01 Separación y filtro

Los geotextiles que desempeñen la función de separación deben cumplir, además de lo indicado en la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro, con lo establecido a continuación:

Tabla 714-02

Requisitos físicos para geotextiles con función de separación ⁽¹⁾

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Requisito
Clase de geotextil	-	-	⁽²⁾
Permitividad	D4491	s ⁻¹	0,02
Tamaño máximo de abertura aparente	D4751	mm	0,60
Estabilidad ultravioleta	D4355	%	50 % después de 500 horas de exposición

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288. No utilizar geotextiles de tejido con una resistencia al desgarre menor que 180 N.

(2) Determinarlo conforme se indica en la Tabla 714-03 Grado de vida útil para escogencia de geotextiles como separación.

Para determinar la clase de geotextil a utilizar en algún Proyecto, se deberían tomar en cuenta las condiciones de la subrasante, el equipo de construcción que se utiliza en el proyecto y el espesor de la capa del terreno que se están separando con el geotextil. En la siguiente Tabla 714-03 Grado de vida útil para escogencia de geotextiles como separación, se muestran algunas de las condiciones que se podrían tomar en cuenta para hacer la

elección del geotextil más apropiado, tomando en cuenta como un valor inicial de espesores de capa entre 150 a 300 mm.

Tabla 714-03

Grado de vida útil para escogencia de geotextiles como separación ⁽¹⁾

	Presión de equipo (P) ⁽³⁾		
	P ≤ 25 kPa	25 kPa < P ≤ 50 kPa	P > 50 kPa
La subrasante ha sido limpiada de todos los obstáculos excepto por hojas y pasto. La superficie es lisa y nivelada, y no cuenta con depresiones o montículos mayores a 450 mm. Todas las depresiones grandes han sido rellenadas o bien alternativamente se ha colocado material existente para proporcionar una superficie uniforme como zona de trabajo en donde posteriormente se colocará el geotextil.	Bajo (Clase 3)	Moderado (Clase 2)	Alto (Clase 1)
La subrasante ha sido limpiada de todos los obstáculos más grandes que arbustos o rocas. Los troncos que quedan deben ser removidos o cubiertos parcialmente con el material existente para proporcionar una superficie uniforme como zona de trabajo en donde posteriormente se colocará el geotextil. Las depresiones o montículos no deberían exceder los 450 mm. Las depresiones grandes deberían ser rellenadas.	Moderado (Clase 2)	Alto (Clase 1)	Muy alto (Clase 1 más propiedades especiales) ⁽²⁾
Se requiere de una preparación mínima del terreno. Los árboles podrían ser derribados, podados o dejados en el sitio. Los montículos se cortan no más de 150 mm sobre la superficie. El geotextil puede ser colocado sobre los troncos, los montículos, sobre grandes depresiones, agujeros, canales de agua o grandes rocas. Los obstáculos deben ser removidos sólo si la colocación del geotextil y material de cubierta sobre ellos distorsionan la superficie de la carretera terminada.	Alto (Clase 1)	Muy alto (Clase 1 más propiedades especiales) ⁽²⁾	No se recomienda el uso

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288.

(2) En este caso, se deben solicitar las propiedades especiales al fabricante del geotextil.

(3) Se refiere al equipo de construcción que se utiliza en la obra.

Si se cuentan con condiciones de espesor de capa distintos al indicado anteriormente, los grados de vida útil del geotextil cambiarán. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta que:

- (a) Si se tienen espesores de capa entre 300 a 450 mm, entonces se debe reducir el grado de vida útil en un nivel.

- (b) Si se tienen espesores de capa entre 450 a 600 mm, entonces se debe reducir el grado de vida útil en dos niveles.
- (c) Si el espesor de capa es mayor a 600 mm entonces se debe reducir el grado de vida útil en tres niveles.

Cuando se trate de la aplicación de los geotextiles como separación en estructuras de pavimentos, su uso es apropiado cuando se cuentan con suelos que tienen valores de Índice de Soporte de California (CBR) mayores o iguales a 3.

Durante la instalación, el geotextil debe estar liso y no presentar arrugas o dobleces en la superficie preparada. En las curvas que se presenten, el geotextil se debe doblar o cortar según la forma de la curva.

El geotextil no debe presentar daños, así que previo a la instalación, el Ingeniero debe realizar una inspección para determinar que no existen daños. Si durante la instalación se incurre en algún daño al geotextil, éste debe ser reparado inmediatamente colocando un parche que se extienda una cantidad igual a la requerida en el traslape correspondiente. Los requisitos de traslapes, dependiendo del Índice de Soporte de California (CBR) que presenten los suelos a ser separados se presentan en la Tabla 714-04 Requisitos de traslapes.

Tabla 714-04

Requisitos de traslapes ⁽¹⁾

CBR del suelo	Traslape mínimo
> 3	300 - 450 mm
1 - 3	0,6 - 1 m
0,5 - 1	1 m o coser
< 0,5	Coser
Extremos	1 m o coser

Notas:

(1) Tomado de AASHTO M288

714.01.02 Refuerzo

Los geotextiles que se utilicen para refuerzo de las distintas obras geotécnicas deben cumplir con lo indicado en la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro para la clase 1, adicionalmente con lo indicado en la Tabla 714-05 Requisitos adicionales de resistencia para geotextiles y geomallas usados como

refuerzo y lo especificado en la Tabla 714-06 Requisitos de los polímeros usados en el refuerzo, con respecto al requisito de la estabilidad ultravioleta.

Tabla 714-05

Requisitos adicionales de resistencia para geotextiles y geomallas usados como refuerzo ⁽¹⁾

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI
Resistencia última (T _{ult}) ⁽²⁾	D4595 o D6637 ⁽⁵⁾	kN/m	29,2	43,8	58,4	73,0	87,6	116,8
Resistencia nominal a largo plazo (T _{al}) ⁽³⁾	⁽⁴⁾	kN/m	14,6	21,9	29,2	36,5	43,8	58,4

Notas:

- (1) Tomado del Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-14.
- (2) Basado en el MARV (valores promedio mínimos para el rollo) y tomando en cuenta que se trata de la dirección principal del refuerzo (perpendicular a la cara del muro o talud).
- (3) Valores para la dirección principal del refuerzo (perpendicular a la cara del muro o talud).
- (4) Ver la fórmula de Resistencia nominal a largo plazo (T_{al}).
- (5) La norma ASTM D5495 corresponde a los geotextiles utilizados como refuerzo y la norma ASTM D6637 para geomallas.

El valor de la resistencia nominal a largo plazo se determina con la siguiente ecuación:

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{RF} \quad \text{Ec. 714-01}$$

donde RF es el factor de reducción global que es equivalente a: $RF = RF_{ID} * RF_{CR} * RF_D$

- (a) RF_{ID} : Es el factor de reducción por los daños de instalación. Este se determina en un ensayo a escala natural de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D5818. El ensayo se debe realizar con un suelo que tenga la misma angularidad y tamaño máximo de partícula en D_{50} del suelo del proyecto. Es aceptable realizar el ensayo con suelos que tengan un D_{50} mayor. No se permiten interpolaciones entre los resultados obtenidos con diferentes tamaños de D_{50} , se debe utilizar el valor del factor del suelo más grueso. Si no se realiza el ensayo de daños por instalación, se debe tomar el valor de $RF_{ID} = 3,0$. El valor mínimo permitido para el RF_{ID} es 1,1.
- (b) RF_{CR} : Es el factor de reducción por flujo plástico. Este se puede determinar aplicando el método de ensayo de la norma ASTM D5262, o bien se puede conducir

el ensayo con el Método Isotérmico Escalonado (SIM) de la norma ASTM D6992 en combinación con el ensayo de la norma ASTM D5262. Realizar el ensayo para determinar el factor por flujo plástico a 75 años de vida útil, de acuerdo con lo indicado en el apéndice D del FWA-NHI-10-025. Si no se realiza el ensayo, entonces se debe utilizar un $RF_{CR} = 2,5$ para polímeros de poliéster y un $RF_{CR} = 5,0$ para polímeros de polipropileno o polietileno.

- (c) RF_D : Es el factor de reducción por tipo de material. Para polipropileno o polietileno que están conformes con los requisitos de los polímeros de la Tabla 714-05 Requisitos adicionales de resistencia para geotextiles y geomallas usados como refuerzo, el factor RF_D es 1,1. Para el poliéster con suelos de pH entre 5 a 8 el factor RF_D es de 1,15, y el factor debe ser de 1,3 para suelos con un pH entre 3 a 5 u 8 a 9.

A continuación, se muestran los requisitos que deben cumplir los polímeros que se utilizan en la fabricación tanto de los geotextiles como de las geomallas para refuerzo:

Tabla 714-06

Requisitos de los polímeros usados en el refuerzo⁽¹⁾

Tipo de polímero	Propiedad	Método de ensayo	Especificación
Polietileno y polipropileno	Resistencia a la termo-oxidación	ISO13438: Método A ⁽²⁾ Método B ⁽³⁾	50 % de la resistencia retenida mínimo: Después de 28 días ⁽²⁾ Después de 56 días ⁽³⁾
Poliéster	Resistencia a la hidrólisis	ASTM D4603 y GRI ⁽⁴⁾ GG8 ⁽⁵⁾	Número promedio de masa molecular mínimo (M_n): 25000
		GRI ⁽⁴⁾ GG7	Grupo terminal carbonilo máximo (CEG): 30
Todos los polímeros	Estabilidad ultravioleta	ASTM D4355	70 % de la resistencia mínima después de 500 horas de exposición
	Masa por unidad de área	ASTM D5261	Mínimo 270 g/m ²

Notas:

(1) Tomado del Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-14.

(2) Polipropileno.

(3) Polietileno.

(4) GRI: Instituto de Investigación de Geosintéticos.

(5) Método de viscosidad inherente.

714.01.03 Estabilización

Los geotextiles que se utilicen para estabilización en obras deben cumplir con lo indicado en la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro, para los geotextiles clase 1 y adicionalmente con lo indicado en la Tabla 714-07 Requisitos físicos, para geotextiles con función de estabilización. Deben utilizarse únicamente geotextiles tejidos para este tipo de aplicaciones.

Tabla 714-07

Requisitos físicos para geotextiles con función de estabilización ⁽¹⁾

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Requisito
Permitividad	D4491	s ⁻¹	0,05 ⁽²⁾
Tamaño máximo de abertura aparente ⁽³⁾	D4751	mm	0,43
Estabilidad ultravioleta	D4355	%	50 % después de 500 horas de exposición

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288.

(2) Este es un valor que se toma por defecto. Otros valores pueden ser utilizados tomando en cuenta que la permitividad del geotextil debe ser mayor que la del suelo, a criterio del Ingeniero responsable de la obra. El Ingeniero responsable también puede requerir que la permeabilidad del geotextil sea mayor que la del suelo.

(3) Basado en el MARV (valores promedio mínimos para el rollo).

Los geotextiles clase 2 y 3 pueden ser utilizados, si el Ingeniero responsable de la obra toma en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Encuentra que la clase de geotextil cuenta con suficiente vida útil basada en experiencia de campo.
- (b) Encuentra que la clase de geotextil cuenta con suficiente vida útil basado en ensayos de laboratorio y de la inspección visual de una muestra tomada de campo del geotextil que ha estado bajo condiciones constructivas similares a la obra donde se utilizará.

Cuando se trate de la aplicación de los geotextiles como estabilización en estructuras de pavimentos, su uso es apropiado cuando se cuentan con suelos que tienen valores de Índice de Soporte de California (CBR) entre 1 y 3. Durante la instalación del geotextil, se deben seguir las indicaciones dadas en la Subsección 714.01.02 Refuerzo.

714.01.04 Drenaje

Los geotextiles que se utilizarán en drenajes con la función predominante de filtración, deben cumplir con lo indicado en la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro, para los geotextiles clase 2, además de lo indicado en la Tabla 714-08 Requisitos físicos para geotextiles con función de drenaje; tomando en cuenta que los valores dados son función de la graduación *in-situ*, la plasticidad y las condiciones hidráulicas del suelo que drenará el geotextil. El uso de geotextiles tejidos con una resistencia al desgarre menor que 180 N no son permitidos en esta aplicación.

Tabla 714-08

Requisitos físicos para geotextiles con función de drenaje ⁽¹⁾

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	% Pasando 0,075 mm del suelo <i>in-situ</i>		
			< 15	15 a 50	> 50
Permitividad ⁽²⁾	D4491	s ⁻¹	0,5	0,2	0,1
Tamaño máximo de abertura aparente ⁽²⁾	D4751	mm	0,43	0,25	0,22 ⁽³⁾
Estabilidad ultravioleta	D4355	%	50 % después de 500 horas de exposición		

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288.

(2) Estas propiedades deben ser estudiadas cuando se diseña una obra, para cada condición del suelo *in-situ*. Basado en el MARV (valores promedio mínimos para el rollo).

(3) Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el tamaño máximo de abertura aparente es de 0,3 mm.

El geotextil clase 3 puede ser utilizado, si el Ingeniero responsable de la obra toma en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Encuentra que la clase 3 de geotextil cuenta con suficiente vida útil basada en experiencia de campo.
- (b) Encuentra que la clase 3 de geotextil cuenta con suficiente vida útil basado en ensayos de laboratorio y de la inspección visual de una muestra tomada de campo del geotextil que ha estado bajo condiciones constructivas similares a la obra donde se utilizará.

- (c) La profundidad del dren es menor a 2 m, el diámetro del agregado es menor que 30 mm y los requerimientos de compactación son menores al 95 % del Proctor estándar.

Durante la instalación, el geotextil no debe presentar arrugas o dobleces y no debe haber espacios vacíos entre el geotextil y la superficie del suelo. Las capas sucesivas de geotextil deben traslaparse al menos 300 mm con las láminas de aguas arriba traslapando las láminas de aguas abajo.

En trincheras de ancho igual o mayor que 300 mm, después de haber colocado el agregado para el drenaje, el geotextil se debe doblar por encima del material de relleno de manera que se alcance un traslape mínimo de 300 mm. En trincheras cuyo ancho se encuentra entre 100 mm y 300 mm, se procede de la misma manera permitiendo un traslape mínimo de al menos el ancho de la trinchera. En trincheras con anchos menores a 100 mm el traslape debe ser cosido o adherido.

Si durante la instalación del geotextil o el colocado del agregado drenante, el geotextil se daña, se debe colocar un parche que tenga un sobretamaño mínimo con respecto al área dañada de 300 mm o bien la longitud del traslape, lo que sea mayor.

Si la capa de agregado drenante, que es de al menos de 300 mm de espesor, se debe compactar a una energía mayor para conseguir el 95 % de densidad o mayor, se debe utilizar el geotextil clase 1 de la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro. Para detalles constructivos del drenaje ver la norma AASHTO M288.

714.01.05 Control de erosión

Los geotextiles que cumplan la función de control de erosión permanente en obras deben cumplir con lo indicado en la Tabla 714-01 Requisitos mecánicos para geotextiles de separación, estabilización y filtro, para los geotextiles clase 1; a excepción de los geotextiles tejidos de monofilamento, que deben cumplir con los requisitos para los geotextiles clase 2. Adicionalmente, deben cumplir con lo establecido en la Tabla 714-09 Requisitos físicos para geotextiles con función de control de erosión, tomando en cuenta que los valores dados son función de la graduación *in-situ*, la plasticidad y las condiciones hidráulicas del suelo que drenará el geotextil.

Tabla 714-09

Requisitos físicos para geotextiles con función de control de erosión ⁽¹⁾

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	% Pasando 0,075 mm del suelo <i>in-situ</i>		
			< 15	15 a 50	> 50
Permitividad ⁽²⁾	D4491	s ⁻¹	0,7	0,2	0,1
Tamaño máximo de abertura aparente ⁽²⁾	D4751	mm	0,43	0,25	0,22 ⁽³⁾
Estabilidad ultravioleta	D4355	%	50 % después de 500 horas de exposición		

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288.

(2) Estas propiedades deben ser estudiadas cuando se diseña una obra, para cada condición del suelo in-situ. Basado en el MARV (valores promedio mínimos para el rollo).

(3) Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el tamaño máximo de abertura aparente es de 0,3 mm.

No se permite el uso de geotextiles tejidos con una resistencia al desgarre menor que 180 N.

Cuando el Ingeniero responsable decide utilizar geotextiles tejidos de monofilamento, debe tomar en cuenta que las condiciones del sitio deben presentar características similares o menores a las siguientes:

- (a) Que la capa de roca protectora no exceda los 100 kg de peso, que la altura de caída no sea mayor que 1 m y además que no se requiera de una cama de agregado.
- (b) Que la capa de roca protectora exceda los 100 kg de peso, que la altura de caída no sea mayor que 1 m y además que se diseñe una cama de agregado de 150 mm de espesor.

Si se tienen condiciones más severas a las presentadas anteriormente, el uso de un geotextil clase 2 debe probarse con un ensayo de campo bajo las condiciones del proyecto.

Cuando se trate de cualquier otro tipo de geotextil, que no sea el tejido con monofilamentos, es posible utilizar geotextil clase 2 si el Ingeniero responsable considera lo siguiente:

- (a) El Ingeniero responsable conoce que el geotextil clase 2 cuenta con el suficiente grado de vida útil necesario para las condiciones del proyecto, basado en experiencias de campo.
- (b) El Ingeniero responsable conoce que el geotextil clase 2 cuenta con el suficiente grado de vida útil necesario para las condiciones del proyecto, basado en ensayos de laboratorio y en la inspección visual del geotextil cuando se toma una muestra una vez que termina el ensayo bajo condiciones de campo.
- (c) La capa de roca protectora no exceda los 100 kg de peso, que la altura de caída no sea mayor a 1 m y cuenta con una cama de agregados de 150 mm de espesor que protege al geotextil.
- (d) La capa de roca protectora no exceda los 100 kg de peso y no hay caída de rocas.

En el proceso de instalación del geotextil debe estar en contacto intrínseco con el suelo, sin arrugas o dobleces. El anclaje de los extremos del geotextil se debe realizar a través del uso de trincheras o dentales en la cresta y el pie del talud.

El geotextil se debe colocar con la dirección paralela a la dirección del flujo de agua, que generalmente es paralela a la escorrentía en un talud, la acción del oleaje en un dique o presa o bien la corriente de agua en un canal de protección. Se debe colocar de manera tal que permita traslapes mínimos de 300 mm cuando no se encuentran bajo el agua y de 1 m cuando estén sumergidos.

Si el geotextil se daña durante la instalación o la colocación de las rocas de la barrera protectora, se debe colocar un parche que se extienda 1 m en todo el perímetro de la zona dañada. Para más detalles de instalación, consultar la norma AASHTO M288.

714.01.06 Pavimentos

Cuando se requiere que el geotextil sea colocado en las capas de pavimentos asfálticos, con una función de impermeabilización y relajación de esfuerzos dentro de la estructura de pavimento, el geotextil debe cumplir con lo establecido en la Tabla 714-10 Requisitos físico-mecánicos de geotextiles no tejidos para uso en pavimentos.

Tabla 714-10

Requisitos físico-mecánicos de geotextiles no tejidos para uso en pavimentos ^{(1) (2)}

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Clase I	Clase II
Resistencia al agarre	D4632	N	-	450
Resistencia a la tensión	D5035, tipo 2C-E	N	200	-
Elongación última	D4632	%	-	≥ 50
	D5035, tipo 2C-E	%	≤ 5	-
Masa por unidad de área	D5261	gm/m ²	125	140
Retención del asfalto	D6140	1/m ²	(3)	(3)
Punto de fusión	D276	°C	205	150

Notas:

(1) Tomado de la norma AASHTO M288.

(2) Los valores son MARV (valores promedio mínimos para el rollo) para todas las propiedades

(3) A pesar de que no hay una especificación para este parámetro, el fabricante debe proveer este valor en el certificado del geotextil, indicando también que cumple con los parámetros MARV (valores promedio mínimos para el rollo).

714.01.07 Procedimientos de evaluación

Los geotextiles serán evaluados conforme a la Subsección 107.03 Certificación. Se debe suministrar un certificado comercial que incluya el nombre del fabricante, nombre del producto, código o tipo, composición química de los filamentos o cordones y otra información relevante del material.

Para tomar muestras del geotextil se debe extraer un metro de longitud por todo el ancho del rollo. Este metro de material no se debe obtener de la primera capa exterior del rollo, sino de su interior. La muestra se debe etiquetar con información tal como lote de entrega, fecha de muestreo, Proyecto, renglón de pago, fabricante y nombre del producto.

Si el geotextil va a tener costuras se debe suministrar una descripción del proceso de costura o unión y una muestra del material ya cosido. La descripción del proceso debe incluir todos los detalles del hilo, espaciamiento de costura, tipo de máquina, tipo de costura, reborde de la costura, entre otros. Se debe suministrar una muestra de por lo menos 2 m de longitud y 1,5 m de ancho. Todas las costuras deben ser aprobadas previamente a la instalación del geotextil en la obra.

714.02 Geomallas

714.02.01 Estabilización

Las geomallas que se utilicen en una obra y cuya función es de estabilización, deben cumplir con lo establecido en la Tabla 714-11 Requisitos físico-mecánicos de geomallas para uso como estabilización.

Tabla 714-11

Requisitos físico-mecánicos de geomallas para uso como estabilización⁽¹⁾

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Especificación
Tamaño de abertura mínimo	(2)	mm	13 mm
Tamaño de abertura máximo	(2)	mm	75 mm
Resistencia a la tensión al 2 % de deformación, min	ASTM D6637	kN/m	5,8 kN/m
Resistencia a la tensión al 5 % de deformación, min	ASTM D6637	kN/m	11,7 kN/m
Resistencia última a la tensión, min	ASTM D6637	kN/m	19,0 kN/m
Resistencia en la unión, min	GRI ⁽³⁾ GG2	N	110 N
Estabilidad ultravioleta, min	ASTM D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición

Notas:

- (1) Tomado del Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-14.
- (2) Medición directa mediante el uso de un pie de rey (vernier).
- (3) GRI: Instituto de Investigación de Geosintéticos.

Al igual que el geotextil, todos los valores de propiedades del material representan los valores promedio mínimos para el rollo (MARV), en la dirección principal más débil (excepto para la abertura de las redes). Los valores para la abertura aparente de la malla (AOS) representan los valores promedio máximos para el rollo del material.

714.02.02 Refuerzo

Cuando se utilicen las geomallas en una obra con la función de refuerzo, estas deben cumplir con todo lo establecido en la Subsección 714.01.02 Refuerzo.

714.02.03 Pavimentos

Las geomallas utilizadas en pavimentos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la Tabla 714-12 Propiedades de las geomallas en sobrecapado asfáltico.

Tabla 714-12

Propiedades de las geomallas en sobrecapado asfáltico ⁽²⁾

Propiedad	Método de ensayo	Unidades	VMPR ⁽¹⁾
Resistencia a la tensión	ASTM D6637	N/m	100000
Tamaño de la abertura	Calibre	mm	12
Elongación última	ASTM D6637	%, máx.	12
Masa por unidad de área	ASTM D5261	g/m ²	545
Punto de fusión	ASTM D276	°C, mín.	160

Notas:

- (1) Los valores son MARV (valores promedio mínimos para el rollo) para todas las propiedades
- (2) Adaptado de Maintenance Technical Advisory Guide Volume I Flexible Pavement Preservation 2nd Edition.

714.03 Geomembranas

714.03.01 Uso general

Las geomembranas se utilizan en sistemas de impermeabilización. Existen varios tipos que deben cumplir con distintos requisitos según su material de fabricación. El cumplimiento con estos requisitos debe obedecer al tipo de geomembrana que el Ingeniero responsable de la obra haya elegido para el diseño de la misma.

Los requisitos que deben cumplir las geomembranas, según su tipo, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 714-13

Requisitos físico-mecánicos de geomembranas ⁽¹⁾

Tipo de geomembrana	Norma de especificación
Cloruro de Polivinilo (PVC)	ASTM D7176
Polietileno de alta densidad (HDPE)	GRI ⁽²⁾ GM13
Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)	GRI ⁽²⁾ GM17

Notas:

- (1) Tomado del Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects FP-14.
- (2) GRI: Instituto de Investigación de Geosintéticos.

Si se llegan a utilizar geomembranas de caucho de etileno propileno dieno (EPDM), Polipropileno flexible (fPP y fPP-R) y Polietileno clorosulfonado reforzado (CSPE-R), estas deben cumplir con lo establecido en las normas del Instituto de Investigación de Geosintéticos correspondiente.

714.03.02 Pavimentos

Las geomembranas que se utilicen en los pavimentos como barreras, deben cumplir con los requisitos que se enlistan en la Tabla 714-13 Requisitos físico-mecánicos de geomembranas para el tipo de geomembrana que se esté utilizando en el proyecto y además deben contar con un espesor de entre 0,72 a 0,80 mm, deben ser texturizadas y se deben coser o encolar para prevenir filtraciones.

714.04 Geomantas

Las geomantas fabricadas a base de polímeros para el control de erosión deben cumplir con los valores mínimos establecidos en la Tabla 714-14 Requisitos físico-mecánicos de geomantas.

Tabla 714-14

Requisitos físico-mecánicos de geomantas ⁽¹⁾

Propiedad ⁽²⁾	Ensayo ASTM	Unidad	Clase ⁽³⁾		
			Clase 1	Clase 2	Clase 3
Masa por unidad de área	D6566	g/m ²	400	330	270
Espesor	D6525	mm		3,3	
Rigidez	D7748	g-cm		450	
Gravedad específica	D792	g/cc		0,9	
Resiliencia	D6524	%		70	
Resistencia a la tensión	D6818	kN/m	2,2	1,8	1,5
Elongación	D6818	%		10	
Penetración de la luz	D6567	%		60	
Resistencia ultravioleta	D7238	%	80 después de 3000 horas de exposición		

Notas:

(1) Tomado de GRI-GC14 del Instituto de Investigación de Geosintéticos.

(2) Los valores son MARV (valores promedio mínimos para el rollo) para todas las propiedades, excepto para la gravedad específica, resiliencia y la estabilidad ultravioleta, que para estas son valores mínimos. La rigidez es un valor máximo promedio.

(3) Para control de erosión en canales, las clases se denominan "A", "B" y "C" respectivamente.

El uso de geomantas con refuerzo de acero es permitido cuando se trata de combinar las funciones de control de erosión y protección contra caída de rocas.

714.05 Geoceldas.

Las geoceldas fabricadas con bandas de polietileno de alta densidad, deben cumplir con la Tabla 714-15 Requisitos físico-mecánicos de las geoceldas y el cosido entre las bandas debe presentar una eficiencia del 100 %. Las funciones de este tipo de geosintético, se reducen al control de erosión, refuerzo y colocación en pavimentos, por lo que debe también cumplir con lo establecido en las Subsecciones 714.02.02 Refuerzo, 714.01.04 Drenaje y 714.01.05 Control de erosión.

Tabla 714-15

Requisitos físico-mecánicos de las geoceldas ⁽¹⁾

Propiedades ⁽²⁾	Método de ensayo	Unidad	Especificación ⁽⁴⁾
Espesor de pared	GRI-GS14	mm	1,25
Densidad	ASTM D1505/D792	g/cc	0,940
Resistencia a la fluencia	ASTM D6693	kN/m	18
Resistencia última		kN/m	13
Elongación a la fluencia		%	12
Elongación última		%	100
Resistencia al desgarre	ASTM D1004	N	155
Resistencia a la perforación	ASTM D4833	N	330
Ángulo de fricción al corte ⁽³⁾	ASTM D5321	°	30
Resistencia ultravioleta	ASTM D5885	%	80 después de 3000 horas de exposición

Notas:

- (1) Tomado de GRI-GS15 del Instituto de Investigación de Geosintéticos.
- (2) Para más detalles de propiedades consultar el GRI-GS15.
- (3) Resistencia al corte entre celdas con material de relleno.
- (4) Valores promedio mínimo.

714.06 Geocompuestos.**714.06.01 Drenaje, separación y filtro.**

Los geocompuestos para drenaje, filtración y filtro están conformados por un núcleo drenante que debe estar envuelto o encapsulado por un geotextil. Se deberán incluir todos los accesorios de fijación necesarios para empalmar una lámina, panel o rollo con el siguiente y para conectar el drenaje al colector y a la tubería de salida.

El núcleo drenante se construirá con láminas, paneles o rollos de resistencia adecuada para soportar los esfuerzos de instalación y las condiciones de carga a largo plazo, y se formará por medio de columnas, conos, redes, filamentos rígidos u otras configuraciones.

Los drenes geocompuestos deben tener una resistencia mínima a compresión de 275 kPa, al ser ensayados de acuerdo con la norma ASTM D1621, procedimiento A. Los accesorios de fijación y traslape y todos los conectores deben tener resistencia suficiente para mantener la integridad del sistema durante el manejo y su construcción, sin impedir el flujo de agua y sin dañar el núcleo.

Se protegerá el material del agua y de la radiación del sol mediante cubiertas protectoras, si se tiene que almacenar a la intemperie. Si se va a usar el geotextil en un Proyecto permanente, no se permitirá que se exponga al sol por más de 10 días.

Los geocompuestos serán evaluados de acuerdo con la Sección 107.03 Certificación. Las muestras del material deben ser de 1 x 1 m de sección cuadrada, para material suministrado en láminas. Si se suministra en rollos, la muestra debe ser de 1 m por todo el ancho del rollo. Se identificará la muestra con el número del lote de producción, fecha de muestreo, número de Proyecto, número de rubro, fabricante y nombre del producto.

(a) Subdrenajes de geocompuestos. Los flujos horizontales y verticales de agua dentro del núcleo drenante deben estar interconectados para toda su altura. Este núcleo envuelto en geotextil debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho (L/s/m) y las siguientes condiciones según la norma ASTM D4716:

- (1) El espécimen debe tener 350 mm de longitud.
- (2) La carga aplicada será de 690 kPa.
- (3) El gradiente hidráulico de 1,0 máximo. (Decimal)

- (4) El periodo de reposo será de 100 horas.
- (5) Se debe colocar espuma de hule para cierre entre las plaquetas y el geocompuesto.

Se asegurará muy bien el geotextil al núcleo, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o se facilite el movimiento al colocarlo o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua o un sistema en caliente para soldar, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde haya flujo de agua constante. Si se usa soldadura en caliente, se tendrá cuidado de no debilitar el geotextil en sus propiedades de resistencia. Se extenderá el geotextil por debajo del núcleo y con suficiente longitud para encapsular completamente la tubería del colector.

- (b) Drenes de láminas de geocompuestos. Los flujos horizontales y verticales de agua en el drenaje laminar deben estar conectados con la altura completa del núcleo drenante. Este núcleo, con el geotextil laminado a un lado, debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho (L/s/m), cuando sea ensayado de acuerdo con ASTM D4716, bajo las condiciones (1 a 5) que se anotaron en (a) Subdrenajes de geocompuestos.

Si la construcción separa el núcleo de flujo en dos o más secciones, solamente se tomará en cuenta la tasa de flujo en la cara de entrada, para determinar la aceptabilidad del sistema.

Se asegurará muy bien el geotextil al núcleo drenante, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o que se facilite el movimiento al colocarlo o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua, o un sistema en caliente para soldar, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde haya flujo de agua constante. Si se usa soldadura en caliente, se tendrá cuidado en no afectar las propiedades de resistencia del geotextil. Se extenderá el geotextil por debajo del núcleo y con suficiente longitud para encapsular completamente la tubería del colector.

- (c) Drenajes geocompuestos de borde para pavimentos. El geotextil debe encapsular firme y ajustarse al drenaje geocompuesto de borde. Los drenes de borde deben

permitir el flujo en ambos lados. El centro del drenaje, con su geotextil en sitio, debe permitir un flujo mínimo de 3 litros por segundo por metro de ancho (L/s/m), si se prueba con la norma ASTM D4716 bajo las siguientes condiciones:

- (1) El espécimen debe tener 350 mm de longitud.
- (2) La carga aplicada será de 340 kPa.
- (3) El gradiente hidráulico de 0,1 máximo (Decimal)
- (4) El periodo de reposo será de 100 horas.
- (5) Se debe colocar espuma de hule para cierre entre las plaquetas y el geocompuesto.

Si el geocompuesto principal separa el canal de flujo en dos o más secciones, se considerará solamente el flujo ensayado del canal contiguo al pavimento.

Todas las tuberías y accesorios usados para los desfuegos de los drenes de borde deben ser de tubería plástica no perforada, que cumpla con la Subsección 706.09 Tubería plástica.

El cemento solvente que se usa para la tubería de desfogue y los conectores, debe cumplir con la norma ASTM D2564. La composición del material para los conectores de desfogue debe ser compatible con soldadura solvente de PVC.

714.06.02 Refuerzo, separación y filtro.

Los geocompuestos que se utilicen como refuerzo en obras geotécnicas, como función principal, pero a la vez deben cumplir la función de separación y filtro, deben cumplir con lo establecido en las Subsecciones 714.01.01 Separación y filtro y 714.01.02 Refuerzo. El Ingeniero responsable del diseño geotécnico de la obra debe establecer el tipo de geosintéticos a utilizar cerciorándose que se cumplan con las condiciones de funcionalidad para el refuerzo de obras y para la separación y filtro de los materiales que la componen.

714.06.03 Impermeabilización y drenaje.

Los geocompuestos que se utilicen para impermeabilizar, pero la obra a su vez requiere permitir el paso del agua a través de un drenaje, deben cumplir con lo establecido en la Subsección 714.03 Geomembranas y con la Subsección 714.01.04 Drenaje. El Ingeniero responsable del diseño geotécnico de la obra debe establecer el tipo de geosintéticos a utilizar cerciorándose que se cumplan con las condiciones de funcionalidad para la impermeabilización y drenaje específico de la obra.

714.06.04 Control de erosión y refuerzo.

Los geocompuestos que se utilicen para el control de la erosión, pero a su vez cuentan con la funcionalidad de refuerzo, deben cumplir con lo establecido con las siguientes subsecciones:

- (a) Para control de erosión: 714.01.05 Control de erosión, si se utiliza geotextil o 714.04 Geomantas si se utilizan geomantas.
- (b) Para refuerzo: 714.01.02 Refuerzo, en caso de que se utilice geotextil o 714.02 Geomallas si se utilizan geomallas.

714.06.05 Pavimentos.

Los geocompuestos utilizados en pavimentos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la Tabla 714-16 Propiedades de los geocompuestos en sobrecapado asfáltico.

Tabla 714-16

Propiedades de los geocompuestos en sobrecapado asfáltico ⁽²⁾

Propiedad	Metodología de ensayo	Unidades	VMPR ⁽¹⁾
Geomallas			
Tamaño de la abertura	Calibre	mm	> 12
Elongación última	ASTM D6637	%	5
Masa por unidad de área	ASTM D5261	g/m ²	545
Resistencia a la tensión	ASTM D6637	N/m	100000
Geotextil			
Resistencia a la tensión Grab.	ASTM D4632	%	50 % en cada dirección
Resistencia de rotura Grab.	ASTM D4632	lb	400
Resistencia hidráulica	ASTM D3786	Psi	1,3
Masa	ASTM D5261	g/m ²	1220

Notas:

(1) Los valores son MARV (valores promedio mínimos para el rollo) para todas las propiedades

(2) Adaptado de Maintenance Technical Advisory Guide Volume I Flexible Pavement Preservation 2nd Edition.

SECCIÓN 715 PILOTES

715.01 Pilotes de madera sin tratar

Los pilotes de madera sin tratar deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M168. Deben suministrarse con las dimensiones especificadas en el Contrato. Deben colocarse abrazaderas de acero cada 3 m de longitud y las primeras 3 cada 75 mm de los extremos del pilote.

715.02 Pilotes de madera tratados

A no ser que estuviese especificado de otro modo, el pilotaje de madera tratada deberá ser de pino y deberán ser tratados con el preservativo que se exija en el Contrato, en conformidad con los requisitos mostrados en los planos o en las disposiciones especiales. Los pilotes marinos, deberán ser tratados con creosota de acuerdo con las disposiciones especiales. Deben cumplir con AASHTO M133.

715.03 Pilotes de concreto

El concreto deberá satisfacer los requisitos de la Sección 552 Concreto Estructural, y será de la Clase A, a no ser que en los planos se indique otra cosa. Los pilotes pretensados deben cumplir con Sección 553 Concreto preesforzado.

Las varillas de refuerzo, de acero de lingote y el de riel (relaminado), deberán satisfacer los requisitos de la Subsección 709.01 Acero de refuerzo. El acero para preesforzado deberá satisfacer los requisitos de la Subsección 709.03 Acero preesforzado.

715.04 Cascos de acero

Los cascos de acero deberán tener suficiente resistencia y rigidez para permitir su hincada y evitar la distorsión perjudicial causada por las presiones del terreno o por la hincada de pilotes contiguos, mientras son rellenados con concreto. Los cascos deberán estar suficientemente ajustados para que no penetre el agua durante la colocación del concreto. El diámetro de la punta no menor de 8 in (20,32 cm), y el diámetro del tope no deberá ser menor que el mostrado en los planos. Los cascos que tengan que ser hincados con mandril deberán estar equipados con puntas de hincamiento pesadas, de acero. Ni las puntas de hincamiento ni las soldaduras de conexión deberán sobresalir más allá del perímetro de las puntas de los pilotes. Se deben suministrar pilotes cilíndricos o cónicos de acero soldado en espiral, de

soldaduras rectas, o de acero sin soldadura. Se debe usar solamente un tipo de pilote de acero en toda la estructura y su espesor mínimo debe ser el siguiente:

Tipo de pilote	Espesor
Diámetro externo < 350 mm	6 mm
Diámetro externo ≥ 350 mm	10 mm
Pilote cónico	4,5 mm

(a) Conchas de acero hincadas sin usar un mandril

Se deben suministrar conchas segmentadas de acero de 300 mm de diámetro en su parte superior y 200 mm en la punta, para fabricar pilotes de concreto en sitio. Si se requiere construir pilotes de sección constante se debe suministrar una concha de 270 mm de diámetro nominal. Las conchas deben cumplir la norma AASHTO, M183 M.

(b) Conchas de acero hincadas usando un mandril

Se deben suministrar conchas de suficiente resistencia y espesor para resistir el proceso de hincada y la presión del suelo, una vez que se terminó el proceso. Las dimensiones de punta y parte superior del pilote se especifican en el contrato.

715.05 Tubos y placas de acero

Se deben suministrar tubos de acero que cumplan lo siguiente:

- | | |
|---|---|
| (a) Tubo de acero para ser llenado de concreto | ASTM A252 grado 2 o 3 |
| (b) Placas de cierra para pilotes cerrados | ASTM A572, ASTM A588 o ASTM A690 grado 50 (345) |
| (c) Tubos sin relleno para pilotes soldados y sin costura con propiedades químicas conforme a ASTM A53, grado B | ASTM A252 grado 2 o 3 |

715.06 Pilotes de acero estructural tipo H

Los pilotes de acero estructural deberán ser secciones de acero laminadas, del peso y forma indicados. Deberán de ser de acero estructural que satisfaga los requisitos de AASHTO M183 (ASTM A36), con tal que, cuando las disposiciones especiales indiquen acero estructural cuprífero, contengan no menos de 0,20 % ni más de 0,35 % de cobre, con

la excepción de que el acero, al ser colocado en las guías del martinete, no deberá exceder de la combadura y curvatura permitidas por la tolerancia del laminador. Los pilotes que se encuentren doblados o maltratados en alguna otra forma serán rechazados.

715.07 Tablestacas

Las tablestacas de acero que se suministren deben cumplir con la norma AASHTO M202M o M223M. Para otros tipos de tablestaca, se deben cumplir las especificaciones particulares del material. Las juntas a construir entre paneles deben ser impermeables.

715.08 Zapatas de pilotes

Se deben suministrar zapatas de apoyo para los pilotes de madera hechas de acero colado y que cumplan la norma ASTM A27M.

715.09 Traslapes

Los traslapes de pilotes de tubo de acero o de secciones "H" deben cumplir con la norma AASHTO M183M.

SECCIÓN 716 MATERIALES PARA ESTRUCTURAS DE MADERA

716.01 Maderamen y madera aserrada estructural

El maderamen estructural, la madera aserrada y el pilotaje, deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M168.

716.02 Herraje

Los pernos comunes, cabillas, y espigas, podrán ser de hierro forjado o de acero grado intermedio. Las arandelas deberán ser de hierro colado de segunda fusión o de fundición maleable, a no ser que en los planos se especifiquen arandelas cortadas de lámina de hierro forjado o de acero grado intermedio.

Los pernos deberán tener cabezas y tuercas cuadradas, a no ser que se estipule de otro modo. Los clavos deberán ser cortados o redondos, de forma estándar según lo especificado.

Todo el herraje deberá ser protegido adecuadamente contra la oxidación.

Los conectores de anillo o de plancha recortada para la madera deberán ser de diseño aprobado, que satisfagan los requisitos del artículo 16.2.6, de las Especificaciones estándar para puentes en carreteras, según AASHTO.

716.03 Madera estructural tratada

La madera estructural, la aserrada, y el pilotaje que tenga que ser tratado deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M133. El tipo de tratamiento que se empleará será indicado en los planos o en las disposiciones especiales.

716.04 Madera laminada estructural pegada (adherida)

Suministrar madera laminada estructural pegada con un adhesivo apropiado conforme con AITC 117. Fabricarla de acuerdo con la combinación y grado indicados en el Contrato. Fabricar los miembros de madera laminada estructural adherida de acuerdo con ANSI/AITC A190.1, Madera Laminada Estructural Adherida.

Fabricar los miembros con apariencia industrial, grado apto para condiciones de uso en ambientes húmedos, utilizando una resina tipo fenol-resorcinol; cubrir las piezas totalmente con el adhesivo. Usar piezas laminadas sencillas o múltiples, con juntas con bordes adheridos.

SECCIÓN 717 METAL DE USO ESTRUCTURAL

717.01 Acero estructural

(a) Acero estructural con carbono

Se deberá suministrar acero con carbono que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|---|--------------------------|
| (1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M270M grado 250T. |
| (2) Miembros críticos a fractura en puentes | AASHTO M270M grado 250F. |
| (3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M270M grado 250. |

(b) Acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA)

- | | |
|--|---|
| (1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M270M grado 345T, 345WT, 345ST o HPS 345 WT. |
| (2) Miembros críticos a fractura en puentes y miembros soldados críticos a la fractura | AASHTO M270M grado 345F, 345SF, 345WF o HPS 50SF. |
| (3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M270M grado 345, 345S, o 345W o HPS 345. |
- (c) Acero enfriado y atemperado de alta resistencia (QT)

Se debe suministrar acero temperado que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|---|--|
| (1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M270M grado 485WT, 690T o 690WT o HPS 690WT. |
| (2) Miembros críticos a fractura en puentes | AASHTO M270M grado 485WF, HPS 485WF 690F o 690WF o HPS 690WF |
| (3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M270M grado 485W, HPS 485W, 690, 690W o HPS 690W. |
| (4) Secciones estructurales huecas | ASTM A500, grado B, ASTM A501, ASTM A847 o ASTM A618 |

- (d) Pernos y tuercas.

Estos materiales deberán cumplir la norma ASTM F1554, grado 250 o ASTM A307, como se muestra en planos. Se proporcionarán las tuercas conforme a la norma ASTM A563 para el apropiado grado y tamaño del perno de anclaje. Se tratarán

térmicamente las tuercas a ser galvanizadas, al grado DH o al grado DH3. Se lubricarán las tuercas galvanizadas con un lubricante que contenga un tinte visible.

(e) Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia.

Deberán cumplir con la norma ASTM A325 o ASTM A490 según lo especificado. Se utilizarán pernos tipo 1 con otros aceros que no sean de acero resistente a la intemperie. Se utilizarán pernos tipo 3 con acero resistente a la intemperie.

Los pernos ASTM A325 tipo 1, pueden ser galvanizados por inmersión en caliente según lo establecido en la norma AASHTO M232 Clase C o, galvanizados mecánicamente según lo indicado en la norma ASTM B695 Clase 50. Se deberán ensayar nuevamente los pernos después de la galvanización, según lo indicado en la norma de ensayo ASTM A325. No se deberán galvanizar los pernos ASTM A490. Se galvanizarán las arandelas, las tuercas y los pernos de cualquier conjunto mediante el mismo proceso. Se apretarán las tuercas al mínimo requerido para el ensamblaje y lubrique con un lubricante que contenga un tinte visible.

Excepto por lo que se indica a continuación, para los pernos ASTM A325, se usarán tuercas que cumplan con la norma ASTM A563, grados DH, DH3, C, C3 o D. Para pernos ASTM A490, se usarán tuercas que cumplan con la norma ASTM A563, Grados DH o Grado DH3. Se deberán tratar térmicamente las tuercas para galvanizar al grado DH. Se lubricarán las tuercas galvanizadas con un lubricante que contenga un tinte visible.

Se deberán proporcionar tuercas planas con una dureza mínima de 89 HRB. Se utilizarán solo tuercas de grado C3 o grado DH3 que cumplan con ASTM A325, pernos tipo 3. Se utilizarán solo tuercas de grado DH3 con pernos tipo 3, que cumplan con ASTM A490. Se utilizarán arandelas que cumplan la norma ASTM F436.

717.02 Forjados de acero

Deben cumplir con la AASHTO M102 clases C, D, F y G.

717.03 Pines y rodillos

Se deben suministrar pines y rodillos de diámetro superior a 225 mm de acero forjado con carbono, enfriados lentamente que cumplan la norma AASHTO M102 clase C.

717.04 Colados

- (a) Aceros colados. Deben cumplir con la norma AASHTO M192M clase 485
- (b) Aceros con aleación de cromo. Deben cumplir con la norma AASHTO M163M grado CA-15
- (c) Colados de hierro gris. Deben suministrarse materiales que cumplan la norma AASHTO M105 clase 30B, a menos que se especifique otra cosa. Los colados deben hacerse sin fallas, porosidad, grietas, burbujas u otros defectos que puedan afectar la resistencia y su servicio. La superficie del colado puede ser tratada con chorro abrasivo de arena o pulida para que se entregue lisa, limpia y uniforme.
- (d) Colados de hierro maleable. Deben cumplir con la norma ASTM A47M grado 35018, a menos que se especifique otra cosa. Aplique los mismos procedimientos constructivos que en el apartado anterior.

717.05 Conectores de cortante

Deben cumplir con la norma AASHTO M169 y AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Division II, artículo 11.3.3, Conectores soldados de cortante.

717.06 Tubos de acero

Se debe suministrar tubos de acero galvanizado que cumplan con la norma ASTM A53 Tipo F, de peso estándar para la designación especificada en el Contrato.

717.07 Recubrimiento galvanizado

Se debe suministrar un recubrimiento galvanizado conforme a la norma AASHTO M111 cuando sea especificado.

717.08 Plomo en láminas

Se debe suministrar plomo que no contenga plata que cumpla la norma ASTM B29. Las láminas deben entregarse con espesor uniforme de 6 mm \pm 1 mm, libre de grietas, costuras, desprendimientos u otros defectos.

717.09 Mallas de acero para piso

Estas mallas deben cumplir la norma AASHTO M270M grado 250 o 345 W. El acero deberá tener un contenido mínimo de cobre de 0,20 % a menos que sea galvanizado. El acero debe ser galvanizado a menos que se especifique que debe ser pintado.

717.10 Apoyos

- (a) Apoyos elastoméricos simple o laminado. De acuerdo con la norma AASHTO M251.
- (b) Apoyos elastoméricos de carga alta de rotación confinada. De acuerdo con la Sección 18 Dispositivos de apoyo de las especificaciones AASHTO para el diseño y construcción de puentes por el Método de diseño por factores de carga y resistencia (AASHTO LRFD BCS, 2017).
- (c) Apoyo esférico de carga alta de rotación. De acuerdo con la norma ASTM D5977.

717.11 Politetrafluoroetileno (PTFE por sus siglas en inglés) Superficies para apoyos

Cuando las superficies de PTFE son especificadas para apoyos, estas según sea deberán cumplir con lo siguiente:

- (a) Resina de PTFE. Proporcionar resina virgen de PTFE de acuerdo con la norma ASTM D4894, ASTM D4895 y lo siguiente:

(1) Gravedad específica	2,13 a 2,19
(2) Punto de fusión	328 °C ± 1 °C.
- (b) Material de relleno. Proporcionar fibra de vidrio molido, carbón, u otro material inerte aprobado por la Administración.
- (c) Material adhesivo. Proporcionar adhesivo de resina epóxica de acuerdo con FSS MMM-A.134, película de propileno etileno fluorinado (FEP, por sus siglas en inglés), o uno equivalente aprobado por la Administración.
- (d) Lámina de PTFE sin relleno. Proporcionar una lámina de PTFE de relleno hecha de resina de PTFE uniformemente mezclado con material de relleno. Para las láminas que contienen fibra de vidrio o carbón, éstas se deben colocar de acuerdo con la Tabla 717-01 Láminas de llenado de politetrafluoroetileno.

(e) Tela que contiene fibras de PTFE. Proporcionar telas hechas de PTFE fluorocarbono con multifilamentos y otras fibras. Usar fibras de PTFE, de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Resistencia a la tracción, ASTM D2256 165 MPa mín.
- (2) Elongación, ASTM D2256 75 % mín.

Tabla 717-01

Láminas de llenado de politetrafluoroetileno

Propiedad	Método ASTM	15 % Fibra de Vidrio	25 % Carbón
Mecánico:			
Resistencia a la tracción mínima	D638	14 MPa	9 MPa
Elongación mínima	D638	150 %	75 %
Físico:			
Gravedad específica mínima	D792	2,20	2,10
Punto de fusión	D638	327 ± 10 °C	327 ± 10 °C

(f) Entrecruzamientos de bronce y los componentes de relleno de PTFE. Proporcionar una placa de bronce fosforado de acuerdo con AASHTO M108 con un espesor de capa de superficie porosa de bronce de 0,25 mm conforme a ASTM B103M en el que se impregna un compuesto de PTFE. Superponer la superficie con PTFE agravado no menos de 25 µm de espesor.

(g) Compuesto metálico de PTFE. Proporcionar un moldeado de PTFE virgen en cada lado y por completo a través de una lámina perforada de acero inoxidable conforme a la norma ASTM A240, tipo 304.

(h) Tratamiento de la superficie. Para la unión de epóxico, se deberá tratar un lado de la lámina de PTFE con un proceso de naftaleno de sodio o de amoníaco de sodio.

(i) Superficie de contacto de acero inoxidable. Deberá cumplir con la norma ASTM A240, tipo 304 y con lo siguiente:

- (1) Espesor 0,91 mm mín.
- (2) Acabado de la superficie 1,5-µm promedio de la raíz cuadrada máx.

Pulir la superficie de contacto de acero inoxidable según sea necesario para cumplir con las propiedades de fricción especificadas.

717.12 Rieles de aleación de aluminio para puentes

El material debe cumplir con las especificaciones aplicables de la Tabla 717-03 Aleaciones de aluminio para barandas de puentes.

717.13 Pernos y tuercas de aluminio

Debe cumplir con la norma ANSI B18.2.

717.14 Alambre de soldadura de aluminio

Debe cumplir con los requisitos que se presentan en la Tabla 717-02 Alambre para soldadura de aluminio.

Tabla 717-02

Alambre para soldadura de aluminio

Serie de la aleación	Especificación	Alambre
3xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 4043
3xxx, 5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5356
5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5556 o ER 5183

717.15 Sellos elastoméricos de juntas de compresión

Se deben suministrar sellos que cumplan la norma ASTM D2628.

Tabla 717-03

Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Planchas y láminas	Tubos estriados sin forma	Barras y alambre	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados	Tubería	Perfiles estructurales	Remaches y alambres para encabezamiento en frío	Piezas fundidas en arena	Piezas fundidas en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B 210	B 211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Postes y bases para postes. Estructural, forjados Fundidos				6061-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6			A444.0-T4
Postes ornamentales Forjados Fundidos				6063-T6	6063-T6			356.0-T6 356.0-T6	A356.0T-6 A356.0T-6
Rieles Estructurales Forjados		6061-T6 6063-T6		6061-T6 6063-T6 6351-T5	6061-T6 6063-T6	6061-T6			
Pernos y tornillos (2) (3) Aluminio Acero inoxidable Acero galvanizado Acero aluminizado			2024-T4 (4) 6061-T6 (5)						
Tuercas (2) 6 mm e inferiores (3) 5 mm y superiores			2024-T4 6061-T6 6262-T9	6061-T6	(7)				

Notas:

La designación "F" aplica para productos que adquieren algún estado o carácter diferente en el proceso de fabricación.

Tabla 717-03 (continuación)

Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Especificación ASTM	Planchas y láminas B 209	Tubos estirados sin forma B 210	Barras y alambre B 211	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados B 221	Tubería B 241	Perfiles estructurales B 308	Remaches y alambres para encabezamiento en frío B 316	Piezas fundidas en arena
Arandelas planas ⁽⁶⁾ Forjadas	Alclad 2020-T4 Anclad 2024-T3 ⁽⁸⁾								
Arandelas de rosca ⁽⁶⁾ Forjadas			7075-T6						
Remaches Forjados				6061-T6			6061-T6 6061-T4 ⁽¹⁾⁽¹⁰⁾		
Ajustadores o niveladores Forjados Fundidos		1100-0		6063-F	⁽¹⁾			443,0-F	
Relleno para soldaduras Forjadas									
Chapas o tapones forjados fundidos		6061-T6		6061-T6				356,0-F 356,0-F 443,0-F	

Notas:

- (1) Sólo composición química
- (2) Usar tuercas y arandelas compatibles inoxidables y con recubrimiento. No usar aluminio para anclar los pernos.
- (3) Recubrimiento con aleación 2024-T4 con 5 µm mínimo de espesor
- (4) Usar aleación 2024-T4 para pernos sometidos a esfuerzo
- (5) Usar aleación 6061-T6 como material alternativo para pernos menores
- (6) Usar con pernos y tornillos de aluminio. No usar aluminio para anclar pernos y arandelas
- (7) B 211 es una alternativa aceptable
- (8) Usar tipo T3 para espesores menores de 6 mm y usar T4 para espesores mayores de 6 mm
- (9) Usar para remaches en frío
- (10) Usar para remaches entre 530 - 565 °C

SECCIÓN 718 MATERIALES PARA SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN VIAL**718.01 Material retrorreflectivo**

Se utilizará material retrorreflectivo de conformidad con la norma INTE W36 (ASTM D4956), en su versión vigente.

718.02 Reservada**718.03 Paneles de plywood**

Se usará plywood, para forro de tipo B-B de alta densidad para uso exterior o mejor, de acuerdo con las especificaciones PS-1 del NIST para construcción o uso industrial. Para tableros con un área frontal de 0,4 m² o menos, y la dimensión horizontal no mayor que la vertical, se usará plywood de 13 mm de espesor. Para tableros mayores se usará plywood de 19 mm de espesor.

718.04 Paneles de acero

Se usará acero comercial en láminas lisas fabricadas por un proceso de laminación en frío. En caso de utilizar otro proceso de laminación diferente, el Contratista deberá demostrar que la superficie de la lámina es apta para la adherencia del material retrorreflectivo, así como su desempeño a lo largo de la vida útil de la señal. Para paneles de hasta 61 cm en su dimensión mayor se podrá usar, como mínimo, calibre 18 con un espesor de acero base de 1,20 mm y para paneles de mayores dimensiones se deberá utilizar calibre 16 con un espesor de acero base de 1,50 mm. Las láminas serán galvanizadas por medio de una capa continua que debe cumplir los requisitos de la INTE C405. El recubrimiento de zinc será el designado como R180 (equivalente a grado 60 o G60), correspondiente a 180 g/m² de zinc. Además, se le debe proveer a la lámina una protección pasivante. Tanto el recubrimiento como el proceso de pasivado deberán realizarse en fábrica. Bajo ninguna circunstancia se deberá permitir soldar los materiales de acero galvanizado, ya que se degrada su recubrimiento.

718.05 Paneles de aluminio

Las láminas podrán ser aleaciones de aluminio de 1200 con temple H14. Para tamaños mayores de tableros se deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM B209M, aleación 6061-T6 o 5052- H38. Las láminas tendrán un recubrimiento superficial que provea una base satisfactoria para el material retrorreflectivo, que será aplicada después. Ese

tratamiento químico de conversión brindará, además, resistencia contra la corrosión. Dicho recubrimiento se ajustará a la norma ASTM B449, Clase 2 (12 - 30 mg/m²). Los paneles cuadrados de 75 cm de lado, o menores, deberán ser de láminas de aluminio de 2 mm de espesor; para tamaños mayores, se usarán láminas de 3 mm de espesor.

718.06 Paneles de plástico

(a) Plástico no reforzado

Se podrá utilizar material de policarbonato resistente a la radiación ultravioleta, que permita colocar adhesivos, recubrimientos y materiales retrorreflectivos laminados. Los paneles cuadrados de 60 cm de lado, o menores, deberán ser de láminas de plástico de 2 mm de espesor; para tamaños mayores, se usarán láminas de 3 mm de espesor.

Los paneles deberán ser planos y libres de cualquier defecto en su superficie. No se permiten espacios entre los paneles adyacentes de más de 16 mm. Se deben instalar refuerzos en la parte posterior de los paneles de más de 60 cm de lado para mayor rigidez y soporte en el montaje.

(b) Plástico reforzado (fibra de vidrio)

Se podrá utilizar material de fibra de vidrio reforzado de poliéster acrílico modificado laminado, resistente a la radiación ultravioleta, que permita colocar adhesivos, recubrimientos y materiales retrorreflectivos laminados.

Estos paneles deben estar libres de grietas visibles, orificios, incrustaciones extrañas o arrugas en la superficie que pueden afectar su desempeño, las dimensiones específicas o su utilidad.

Los paneles de plástico reforzado deben cumplir con las siguientes propiedades mecánicas y físicas:

Resistencia a la tracción promedio, ASTM D638	69 MPa mín.
Módulo de tracción promedio, ASTM D638	8,3 MPa mín.
Resistencia a la flexión promedio, ASTM D790	140 MPa mín.
Módulo de flexión promedio, ASTM D790	8,3 GPa mín.
Resistencia a la compresión promedio, ASTM D695	220 MPa mín.

Módulo de compresión promedio, ASTM D695	9,7 GPa mín.
Punzonamiento, ASTM D732	90 MPa mín.
Espesor	3,4 ± 0,1 mm
Tamaño, dimensiones menores a 3,6 m, ASTM D3841	± 3 mm
Cuadrado de 3,6 m, ASTM D3841	± 3 mm
Superficies, superior e inferior	Lisas
Color, gris visualmente uniforme, sistema de color Munsell	N°. 7.5 a N°. 8.5
Coefficiente lineal térmico de expansión, ASTM D696	0,1 μm/mm/°C máx.
Resistencia a la llama (grado de quema), ASTM D635	25 mm máx.
Resistencia a la intemperie, ASTM D3841	Grado 1 o 2

(c) Plásticos reciclados

Se podrá utilizar plásticos reciclados, tal como el polipropileno reciclado u otros, previa aprobación de la Administración. En todos los casos, los plásticos reciclados deben ser resistentes a la radiación ultravioleta, a la deformación por cargas de viento, a los cambios de temperatura, a la humedad y a los agentes químicos. El material debe tener capacidad de recuperación elástica. El fabricante deberá demostrar las propiedades del material con ensayos por medio de una certificación vigente de tercera parte.

718.07 Paneles de aluminio extruido

Se usarán tableros conforme a la norma ASTM B221M de aleación de aluminio 6063-T6. La máxima desviación permisible para la superficie plana o cara del tablero será de 4 mm/m.

718.08 Postes para señales verticales

Los postes serán de madera, acero o aluminio, según esté indicado en las especificaciones del proyecto.

(a) Postes de madera

Los postes serán de madera seca y dura que cumpla los requerimientos de AASHTO M168.

(b) Postes de acero

Deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM A499, galvanizados de acuerdo con la norma ASTM A123M. El peso mínimo por metro lineal de poste o el calibre será el indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.

Los agujeros serán perforados o punzonados en fábrica antes de ser galvanizados. Si la perforación no se realiza en fábrica, se deberá aplicar una capa protectora anticorrosiva en el área de acero expuesto.

(c) Postes de aluminio

Estos serán hechos de los perfiles laminados estándar especificados de aleación de aluminio 6061-T6, 6351-T5, 6063-T6 o 6005-T5, de acuerdo con la norma ASTM B221M.

718.09 Reservada

718.10 Tornillería y elementos de sujeción

La tornillería y cualquier otro elemento de sujeción deberá ser de acero galvanizado o aluminio, según se requiera.

Para tornillería de acero de alta resistencia, referirse a lo establecido en la Sección 717.01(e) Acero estructural. Se deberán galvanizar todos los accesorios de acuerdo con la norma ASTM A153M o AASHTO M232.

Para tornillería de aluminio, referirse a lo establecido en la Tabla 717-03 Aleaciones de aluminio para barandas de puentes o la Sección 717.13 Pernos y tuercas de aluminio, según aplique.

718.11 Letras, números, flechas, símbolos y bordes

Las letras, números y demás elementos del mensaje tendrán una superficie plana libre de defectos como alabeo, ampollas, arrugas, rebabas, astillas, entre otros. Las características de estos elementos deberán ajustarse a lo establecido en la Subsección 633.03 General.

718.12 Reflectores para delineadores y marcadores de objeto

Las señales viales verticales con reflectores están especificadas en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA), en su versión vigente.

Se usarán reflectores que se encuentren listos para el montaje, sea de Tipo 1 o Tipo 2.

(a) Tipo 1: Lentes de plástico acrílico

Se usarán lentes de plástico acrílico con una dimensión mínima de 75 mm, con elementos ópticos prismáticos con una apariencia lisa, clara y transparente. Fabricar la parte posterior con un material similar y unir con los lentes alrededor de todo el perímetro para formar una unidad homogénea. Sellar todas las unidades para protegerlas contra el polvo, agua o aire. Los coeficientes mínimos de retrorreflectividad se muestran en la Tabla 718-01 Coeficientes mínimos de intensidad luminosa retrorreflectiva (RI), sin importar cuál sea el ángulo de orientación.

Tabla 718-01

Coeficientes mínimos de intensidad luminosa retrorreflectiva (RI).

Candelas por lux

Ángulo de observación (°)	Ángulo de entrada (°)	Blanco ⁽¹⁾	Amarillo	Rojo
0,1	0	10,7	6,5	2,8
0,1	20	4,2	2,3	1,1

Notas:

(1) Para la designación del color blanco es aceptable también cristal o material transparente.

(b) Tipo 2: Láminas retrorreflectivas

Se usarán láminas retrorreflectivas con dimensiones mínimas de 75 mm, con material adhesivo de Clase 1 o Clase 2, de conformidad con la norma INTE W36, en su versión vigente. Estas láminas se colocarán unidas al tablero de soporte de aluminio o plástico, según el tamaño y dimensiones especificadas.

718.13 Materiales para demarcación vial horizontal

Los materiales a utilizar deberán cumplir con la versión vigente de las siguientes normas INTE:

- Pintura base agua INTE Q44-1
- Pintura base solvente INTE Q44-2
- Material termoplástico INTE Q44-3
- Microesferas de vidrio INTE Q45

En el caso de la cinta preformada para demarcación vial horizontal permanente, se deberá seguir lo indicado en la Subsección 718.18 Cinta preformada para demarcación vial horizontal permanente. Para la cinta preformada temporal (removible), referirse a la Subsección 718.21 Demarcación vial horizontal temporal.

Los captaluces y sus adhesivos deberán seguir las especificaciones de las Subsecciones 718.20 Captaluces y 718.23 Adhesivos para colocación de captaluces.

Cualquier otro material para demarcación vial horizontal deberá cumplir con la normativa nacional vigente, o en su defecto, deberá ser aprobado por la Administración.

La demarcación vial horizontal debe cumplir con lo establecido en la Sección 634 Demarcación vial horizontal.

718.14 Reservada

718.15 Reservada

718.16 Reservada

718.17 Reservada

718.18 Cinta preformada para demarcación vial horizontal permanente

La cinta preformada para demarcación vial horizontal permanente deberá ser conforme a la norma INTE W41, en su versión vigente.

718.19 Reservada

718.20 Captaluces

Las especificaciones para captaluces deben estar conformes a la norma INTE W38 y la Guía para la colocación de captaluces de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, en sus versiones vigentes. En cuanto a los adhesivos para la colocación de los captaluces, referirse a la Subsección 718.23 Adhesivos para colocación de captaluces.

718.21 Demarcación vial horizontal temporal

Se podrá utilizar pinturas de tránsito para demarcación vial horizontal temporal durante la ejecución de trabajos en la vía o hasta tanto no se instale la demarcación vial horizontal permanente.

La demarcación vial horizontal debe cumplir con lo establecido en la Sección 634 Demarcación vial horizontal; sin embargo, cambios en las especificaciones o en los requerimientos podrán ser definidos por la Administración según las necesidades y particularidades de cada Proyecto.

En el caso de cinta preformada, solo podrá utilizarse de tipo temporal con un ancho de 100 mm conforme a la norma ASTM D4592, tipo I (removible). Los captaluces deberán seguir las especificaciones de la Subsección 718.20 Captaluces.

Durante la ejecución de trabajos en la vía se deberá seguir el Plan de Control de Tránsito en Obras (PCTO) previamente aprobado por la DGIT, de tal manera que los desvíos, rutas alternas y zonas de construcción estén debidamente demarcadas.

Se podrá utilizar otros materiales y elementos para demarcación vial horizontal temporal, previa aprobación por parte de la Administración.

718.22 Dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito

Los dispositivos de seguridad y control temporal del tránsito deberán seguir lo indicado en la Sección 635 Seguridad y control temporal del tránsito.

Se podrá utilizar otros dispositivos temporales de seguridad definidos en el Decreto Ejecutivo N°. 38799-MOPT, sus reformas o el decreto que lo sustituya. Los dispositivos de seguridad de uso temporal y los materiales que los conforman deberán cumplir la normativa nacional INTE vigente, según corresponda.

718.23 Adhesivos para colocación de captaluces

Las especificaciones de adhesivos para la colocación de captaluces deben estar conformes con la norma Captaluces retrorreflectivos para pavimento INTE W38, Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (equipo de anillo y esfera) INTE C338, Penetración de materiales bituminosos INTE C339, Ductibilidad de materiales bituminosos INTE C341 y cualquier otra normativa nacional vigente, así como con la Guía para la colocación de captaluces de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, en su versión vigente.

718.24 Captafaros y sistemas delineadores lineales

Los captafaros que se colocan principalmente en las vigas de las barreras de contención vehicular y sobre las barreras de contención de concreto, así como los sistemas

delineadores lineales para sistemas de contención vehicular deben contar con un material retrorreflectivo que cumpla con la normativa nacional INTE W36 o la norma europea UNE-EN 12899-3. Cualquier otro material o dispositivo bajo otra normativa internacional podrá ser aceptado por la Administración, siempre que los valores de retrorreflectividad no estén por debajo de los requisitos de las normas INTE W36 o UNE-EN 12899-3, aportando los certificados respectivos de cumplimiento de los requisitos de retrorreflectividad.

SECCIÓN 719 RESERVADA

SECCIÓN 720 MATERIALES PARA MUROS ESTRUCTURALES Y MUROS DE SUELO REFORZADO

720.01 Gaviones y colchonetas

720.01.01 Malla para canastas

Se doblará o soldará la malla fabricada con alambre de acero galvanizado que cumpla con el alambre clase 3 de las normas ASTM A641 M y ASTM A856/A856 M, o con alambre de acero aluminizado que cumpla con la norma ASTM A809. Se usará alambre que tenga una resistencia mínima a la tensión de 415 MPa, cuando se le ensaye de acuerdo con la norma ASTM A370. La galvanización o la aluminización podrá aplicarse después de fabricada la canasta.

Las aberturas de las mallas serán de una dimensión máxima menor de 120 mm y un área menor de 7000 mm², con un tamaño menor que la roca con que se rellenarán la canasta, gavión o colchoneta.

- (a) Canasta de gavión con dimensión vertical de 30 cm o más. Las canastas serán fabricadas de acuerdo con lo indicado en las normas ASTM A975 y ASTM D7014 sin excepción. Se fabricará la canasta con malla de alambre galvanizado o revestido con aluminio, con un diámetro nominal mínimo de 3 mm. Las mallas para canastas revestidas con PVC, serán de alambre de 2,7 mm de diámetro nominal o más.

Las canastas de los gaviones se fabricarán de acuerdo con las dimensiones requeridas, con una tolerancia de ± 5 %. Cuando la longitud de la canasta exceda 1,5 veces su ancho, se dividirá en celdas de igual largo, igual o menor que el ancho de la canasta, usando diafragmas de malla del mismo material y del mismo tipo y tamaño que el de los paneles de la canasta. Cada canasta deberá ser prefabricada

con los paneles y diafragmas necesarios, asegurados de tal manera que puedan rotar en su lugar.

- (1) Mallas con alambre retorcido. Las canastas serán fabricadas de acuerdo con lo estipulado en las normas ASTM A975 y ASTM D7014. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme, como mínimo con doble torsión o de triple torsión para que no se deshilachen los bordes. Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio se amarrará el borde del perímetro de cada panel, con alambre de 3,9 mm de diámetro o mayor. Para canastas revestidas con PVC, se atarán los bordes del perímetro de la malla a cada panel con alambre de 3,4 mm de diámetro. El alambre para orillas, deberá ser del mismo tipo del material usado en la malla y de la misma resistencia.
- (2) Malla de alambre soldado. Para canastas galvanizadas o recubiertas con aluminio de acuerdo con la norma ASTM A974, se soldará cada conexión de tal manera que se obtenga como mínimo una resistencia promedio al cortante en la soldadura de 2600 N, sin que haya valores de menos de 2000 N. Para canastas revestidas con PVC, se soldará cada conexión de manera tal que se obtenga una resistencia mínima promedio al cortante en la soldadura de 2100 N, sin que haya valores de menos de 1600 N.

El revestimiento con PVC deberá cumplir con lo establecido en la Tabla 720-01 Características del revestimiento con PVC del alambre para gavión. Se deberá usar un revestimiento ligado a fusión o extruido para revestir la malla galvanizada o recubierta con aluminio.

- (b) Canasta de gavión con dimensión vertical menor de 30 cm. La malla será fabricada con alambre de diámetro nominal mínimo de 2,2 mm y cumplir con lo establecido en las normas ASTM A975 y ASTM D7014. Las mallas para canastas revestidas con PVC, serán de alambre de 2,7 mm de diámetro nominal o más, de acuerdo con lo señalado en la norma ASTM A974.

Las canastas de los gaviones se fabricarán con las dimensiones requeridas, con una tolerancia en dichas dimensiones de $\pm 5\%$ en la longitud y el ancho, y de $\pm 10\%$ en la altura. Cuando la longitud de la canasta exceda 0,5 veces su ancho, se dividirá en partes iguales formando celdas iguales o menores que el ancho de la

canasta, usando diafragmas de malla del mismo material del mismo tipo y tamaño que los de los paneles de la canasta. Cada canasta deberá ser prefabricada con los paneles y diafragmas necesarios, asegurados de tal manera que roten en su lugar.

- (1) Mallas de alambre retorcido. Las canastas serán fabricadas acatando las normas ASTM A975 y ASTM D7014. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme como mínimo con doble torsión o de triple torsión para que no se deshilachen los bordes. Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio, se amarrará el borde del perímetro de cada panel, con alambre de 3,9 mm de diámetro o mayor. Para canastas revestidas con PVC, se atarán los bordes del perímetro de la malla a cada panel con alambre de 3,4 mm de diámetro. El alambre para orillas, deberá ser del mismo tipo del material usado en la malla y de la misma resistencia.
- (2) Malla de alambre soldado. Para canastas galvanizadas o recubiertas con aluminio. Se soldará cada conexión de tal manera que se obtenga como mínimo una resistencia promedio al cortante en la soldadura de 1300 N, sin que haya valores de menos de 1000 N. Para canastas revestidas con PVC, se soldará cada conexión de manera tal que se obtenga una resistencia mínima promedio al cortante en la soldadura de 2100 N, sin que haya valores de menos de 1600 N, según la norma ASTM A974.

El revestimiento con PVC deberá cumplir con lo establecido en la Tabla 720-01 Características del revestimiento con PVC del alambre para gavión. Se deberá usar un revestimiento ligado a fusión o extruido para revestir la malla galvanizada o recubierta con aluminio.

Tabla 720-01

Características del revestimiento con PVC del alambre para gavión

Propiedad	Norma ASTM	Requisito
Color	-	Negro o gris
Espesor	-	Mínimo 0,38 mm
Gravedad específica	D792	1,20 a 1,40
Resistencia a la tensión	D638	Mínima 15,7 MPa
Módulo de elasticidad	D638	Mínimo 13,7 MPa a 100 de fatiga
Dureza con émbolo tipo A	D2240	Mínimo 75
Temperatura de fragilidad	D476	Máximo -9 °C
Rociado con sal y exposición a la luz ultravioleta sin efecto visual utilizando equipo tipo E, a 63 °C por 3000 horas	B117 / D1499	(c) $\Delta < 6 \%$ (d) $\Delta < 25 \%$ (e) $\Delta < 5 \%$ (h) $\Delta < 10 \%$
Doblez en mandril a 360° a una temperatura de -18 °C, alrededor de un mandril 10 veces el diámetro del alambre	-	No se producen grietas o quiebres en el revestimiento

720.01.02 Sujetadores permanentes

- (a) Alambre para amarre. Se debe suministrar alambre de diámetro nominal de 2,2 mm del mismo tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.
- (b) Amarre en espiral. Se debe suministrar alambre del mismo diámetro, tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.
- (c) Sujetadores alternos. Los sujetadores deben guardar las mismas características y especificaciones de fabricación de las canastas, asegurando que cuando los cierres sean sometidos a una fuerza de tensión de 2600 N, confinen la estructura del gavión o colchoneta. El Contratista suministrará los resultados de las pruebas de los sujetadores.

720.01.03 Alambres internos de conexión

Se suministrará alambre de acuerdo con lo especificado en el inciso (a) de la Subsección 720.01.02 Sujetadores permanentes, antes descrita, o de textura alterna, de acuerdo a lo especificado por el fabricante de la canasta.

720.02 Materiales para muros de suelo reforzado

720.02.01 Fachadas

Las fachadas de los muros pueden ser cualquiera de las enumeradas a continuación:

- (a) Revestimiento con paneles de concreto. Deben cumplir con lo establecido en la Sección 552 Concreto estructural y lo siguiente:
 - (1) Se usará concreto de cemento hidráulico con resistencia mínima a la compresión uniaxial de 28 MPa a los 28 días.
 - (2) El encofrado y la obra temporal deberán cumplir con la Sección 562 Obras temporales y soportar plenamente las cargas hasta que el concreto alcance una resistencia mínima a la compresión de 7 MPa, conforme la Subsección 552.12 Manejo y colocación del concreto hidráulico. El encofrado podrá retirarse cuando el concreto alcance como mínimo una resistencia a la compresión de 24 MPa.
 - (3) El acabado de la cara frontal del panel debe ser de Clase 1, de acuerdo con lo establecido en la Subsección 552.17 Acabado de superficies encofradas. La cara posterior se deberá enrasar para eliminar agujeros abiertos y distorsiones superficiales que excedan 6 mm. Los paneles deberán colarse sobre un área plana. No se colocarán dispositivos de conexión o sujetadores galvanizados al acero de refuerzo de los paneles de revestimiento.
 - (4) Anotar claramente sobre una cara no expuesta del panel la fecha de fabricación, el lote de producción y la marca propia de la pieza.
 - (5) Se deberán manipular, transportar y almacenar todas las unidades, de tal manera que se eliminen los peligros de astillado, decoloración, agrietamiento, fractura y excesivo esfuerzo de flexión. Los paneles deberán almacenarse apoyados en superficies firmes, a fin de proteger los dispositivos de conexión y el acabado exterior del panel.
 - (6) Las unidades deberán fabricarse dentro de las siguientes tolerancias:

- i) Dimensiones del panel: Dentro de los 25 mm para la posición de los dispositivos de conexión del panel. Dentro de los 5 mm para las otras dimensiones.
- ii) Escuadra del panel: No deberá exceder 13 mm, determinada por la diferencia entre dos diagonales.
- iii) Acabado superficial del panel: Los defectos en superficies lisas de 1,5 m de longitud o más, no excederán los 3 mm. Los defectos en superficies con acabado texturado de 1,5 m de longitud o más, no excederán los 8 mm.

(7) Serán rechazados los paneles de concreto que muestren los siguientes defectos:

- i) Indicaciones de moldeo imperfecto.
- ii) Indicaciones de hormigueros.
- iii) Grietas y roturas.
- iv) Variación de color en su cara frontal debido a exceso de aceite en los moldes o a otras razones.

(b) Revestimiento con malla de alambre. La malla deberá fabricarse con alambre soldado de acuerdo con la norma ASTM A1064/A1064 M, excepto que el apartado 8.3 aplica para los tamaños de alambres longitudinales y transversales. Después de fabricado el alambre, debe ser galvanizado de acuerdo con lo establecido en la norma AASHTO M111 para el recubrimiento grado 85.

(c) Unidades de concreto seco (bloques de mampostería). Las unidades de concreto seco deben cumplir con las propiedades físicas establecidas en la norma ASTM C1372. Adicionalmente, estas unidades deben presentar una tolerancia de $\pm 3,2$ mm con respecto a la dimensión especificada para la obra específica.

720.02.02 Elementos de conexión

Cuando sean necesarios los elementos de conexión en la construcción de un muro, estos deben cumplir con lo siguiente:

(a) Colchón de respaldo. Deberá fabricarse con malla de alambre soldado que cumpla con ASTM A1064/A1064 M excepto que el apartado 8.3 aplica para los tamaños de alambres longitudinales y transversales. Después de fabricado el alambre, debe ser

galvanizado de acuerdo con lo establecido en la norma AASHTO M111 para el recubrimiento grado 85.

- (b) Grilletes o conectores de abrazadera. Serán fabricados con alambre de acero laminado o extruido en frío y alambre soldado que cumple con la norma ASTM A1064/A1064 M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M111 con grado 85 de recubrimiento.
- (c) Barras conectoras. Serán fabricadas de alambre de acero laminado o extruido en frío, que cumpla con la ASTM A1064/A1064 M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M111 con grado 85 de recubrimiento.
- (d) Pernos fijadores o sujetadores. Los pernos tendrán 13 mm de diámetro, cabeza hexagonal, tuercas, y arandelas que cumplan con ASTM A325M. Serán galvanizados de acuerdo con AASHTO M232.
- (e) Malla de acero. Será fabricada con alambre de acero galvanizado, tejida o soldada, con aberturas cuadradas de malla de 7 mm máximo, que cumplan con ASTM A740.

720.02.03 Refuerzo

Los refuerzos que se utilizan para los muros estructurales pueden ser de los siguientes tipos y deben cumplir con lo descrito en cada punto:

- (a) Malla de refuerzo. Será fabricada con alambre de acero laminado o extruido en frío y alambre soldado que cumple con la norma ASTM A1064/A1064M. La malla terminada también debe cumplir con lo estipulado en la norma ASTM A1064/A1064M. Después de fabricada, el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M111 con grado 85 de recubrimiento. Se debe reparar todo daño en el revestimiento galvanizado, antes de ser instalado.
- (b) Cintas o tiras de refuerzo. Las cintas de refuerzo, pueden ser de acero o de geosintéticos. A continuación, se indican los cumplimientos de los mismos.
 - (1) Acero estructural de alta resistencia: podrían fabricarse de aleación pobre que cumpla con AASHTO M223M de grado 450, tipo 3. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M111 con grado 85 de recubrimiento.

- (2) Geosintéticos: Pueden ser fabricadas con geosintéticos que cumplan con la función de refuerzo descritos en la Sección 714 Geosintéticos.
- (c) Cintas o tiras de amarre. Serán fabricadas de acero laminado en caliente, de acuerdo con la norma ASTM A1011, grado 50. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M111 con grado 85 de recubrimiento.

SECCIÓN 721 MATERIAL ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO

721.01 Material eléctrico

El material de los sistemas eléctricos debe cumplir con las siguientes especificaciones.

- (a) Tubería conduit. Debe cumplir con las siguientes normas según el tipo de tubería o lo que especifique el Contrato.
 - (1) Tubería y ductos de PVC. La tubería conduit de PVC rígido se usará para instalaciones subterráneas o aéreas sin recubrimiento de concreto. Debe cumplir con la norma UL-651. El cemento o pegamento de tubería debe cumplir con la norma ASTM D2564.
 - (2) Tubería metálica. Se debe suministrar tubería rígida galvanizada que cumpla con la norma UL-6. Los acoples también deben ser rígidos y galvanizados. Esta tubería se debe recubrir con una capa de mastique asfáltico o de PVC de 0,5 mm de espesor.
 - (3) Tubería flexible. Se deben suministrar tuberías metálicas flexibles que sean herméticas al agua y que cumplan la norma UL 360. También deben ser aceptables para polarizar a tierra los equipos. Los acoples también serán impermeables, galvanizados y aislados.
 - (4) Cajas y conectores. Deben ser piezas galvanizadas e impermeables conforme a la norma UL 514B.
- (b) Cajas y cubiertas. Las cajas formadas dentro del concreto se fabricarán con acero de 5 mm mínimo.

Las cajas estarán galvanizadas por ambas caras conforme al AASHTO M232.

- (c) Cable y alambre. Se deben suministrar conductores de cobre tejidos de 600 voltios, aisladores y abrazaderas. Se debe usar un código de colores para identificar cada tipo de cable y alambre.
- (d) Tableros de interruptores. Los interruptores termomagnéticos deben cumplir con las normas UL 489 y UL 67.
- (e) Interruptores de seguridad. Se debe suministrar interruptores de seguridad de alto rendimiento que cumplan la norma UL 98.
- (f) Conexión a tierra. Se debe suministrar una varilla de cobre de 16 mm de diámetro y 2,5 m de longitud con sus accesorios que sea conforme a la norma UL 467.
- (g) Contactores, transformadores, pararrayos, postes de servicio, medidores y cabinas de control. Deben satisfacer las exigencias o normas de la compañía local de servicio eléctrico o lo que determine el Contrato.

721.02 Material para alumbrado

Este material debe cumplir lo siguiente:

- (a) Postes. Los postes deben ser de concreto o de metal especialmente diseñados para el trabajo de soporte de las líneas y accesorios eléctricos. Deben cumplir con las siguientes cargas de trabajo.
 - (1) Una carga horizontal de 2,2 kN aplicada 450 mm de su parte superior en cualquier dirección sin que se produzca falla ni una deflexión superior a 7,5 % de la longitud.
 - (2) Una carga horizontal de 220 N aplicada en el punto de fijación de las luces en conjunto con una carga vertical de 130 N sobre el brazo de soporte de las luces para una deflexión máxima de 10 % de la longitud del brazo.
 - (3) Una carga vertical de 440 N aplicada en el punto de fijación de las luces con una deflexión máxima de 5,5 % de la longitud horizontal.
 - (4) Una carga vertical de 1,1 kN aplicada en el punto de fijación de las luces sin que se produzca ningún tipo de ruptura o deterioro en la estructura.

- (5) El peso del poste y de las luces debe tener una deflexión máxima permisible de uno por ciento de la longitud de deflexión vertical desde su parte superior. Los postes se deben proteger interna y externamente con pintura apropiada.
- (b) Brazos de soporte para luces
- (1) Material. Se deben suministrar brazos de acero o de aluminio. Debe usarse el mismo material del que está hecho el poste.
- (2) Tipo. Los brazos pueden ser de tipo armadura, de abrazadera o simples. El diámetro mínimo de la tubería de soporte será de 50 mm.
- (3) Conexión. La conexión del brazo al poste debe ser resistente al deslizamiento y a la intemperie. El Contratista debe suministrar todos los accesorios para las conexiones.
- (c) Bases de anclaje. Se deben suministrar bases dimensionadas para el soporte estructural del poste con sistemas de fijación empernados. El material de las bases será igual al de los postes y debe cumplir con las siguientes normas:
- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| (1) Aceros | AASHTO M103M grado 450-240 |
| (2) Placas de acero | AASHTO M183M |
| (3) Colados de aluminio | ASTM B26M aleación SG70A-T6 (356-T6) |
- (d) Pernos, tuercas y arandelas. Estos accesorios deben ser adecuados para el material del poste y cumplirán las normas AASHTO M183M.
- (e) Cubiertas de anclajes. Se deben suministrar cubiertas de acero inoxidable para los pernos y tuercas de fijación.
- (f) Lámparas. Se deben suministrar lámparas de los siguientes tipos:
- (1) Lámparas convencionales. Se deben suministrar lámparas de 100 voltios y 250 vatios de vapor de sodio y todos sus accesorios para instalación. El vidrio debe ser reflectivo y resistente al impacto térmico y el reflector metálico debe ser adecuado y resistente. Se deben suministrar también los empaques adecuados para el conjunto.
- (2) Lámparas para iluminación de señales. Se deben suministrar lámparas blancas de mercurio de 250 vatios con una vida prevista de 24000 horas. Se debe

suministrar todo el material y accesorios para su instalación completa. El vidrio será reflectivo y resistente al impacto térmico.

SECCIÓN 722 MATERIAL PARA ANCLAJES

722.01 Elementos para anclajes

Se deberán suministrar elementos para los anclajes de postensión, que sean capaces de mantener al acero de preesfuerzo con la carga producida por el esfuerzo, de no menos del 95 % de la resistencia a la tensión mínima garantizada para este acero.

Se debe usar una placa de acero para la distribución de los esfuerzos de compresión del dispositivo de anclaje hacia el concreto. Estas deberán cumplir lo siguiente:

- (a) Que el esfuerzo de compresión final sobre el concreto (punzonamiento), directamente debajo de la placa o el montaje, no exceda los 21 MPa.
- (b) No permitir que los esfuerzos de flexión inducidos por el preesforzado sobrepasen el punto de fluencia del material en las placas o conjuntos, o no provoquen una distorsión visible en la placa de anclaje cuando se aplica el 100 % de la carga nominal.

722.02 Anclajes

Deben suministrarse materiales que cumplan con los siguientes requisitos:

- (a) Acero preesforzado (tendón). Debe cumplir con las siguientes disposiciones:
 - (1) Torón de acero, sin recubrimiento de siete hilos para concreto hidráulico preesforzado, según AASHTO M203.
 - (2) Torón de acero, sin recubrimiento, de siete hilos, para concreto hidráulico preesforzado, según ASTM A779.
 - (3) Barra de acero de alta resistencia no recubierta para concreto hidráulico preesforzado, según AASHTO M275.
- (b) Acoples. Deben suministrarse acoples que tengan una capacidad mínima de desarrollar el 95 % de la resistencia última especificada para el tendón.
- (c) Encapsulamiento
 - (1) Para la longitud libre:

- i) Tubos de plástico de polietileno: tipo II, III y IV según ASTM D1248, con un espesor mínimo de pared de 1,5 mm.
 - ii) Tubos de polipropileno extruido por fusión en caliente: según INTE Q72 (ASTM D4101), con un espesor mínimo de pared de 1,5 mm.
 - iii) Tubo de polietileno extruido por fusión en caliente: según INTE C209 (ASTM D3350) y tipo III ASTM D1248 con un espesor mínimo de pared de 1,5 mm.
 - iv) Tubo de acero: según ASTM A500, con un espesor mínimo de pared de 5 mm.
 - v) Tubería de acero: según ASTM A53, cédula 40 como mínimo.
 - vi) Tubería de plástico: según INTE C175 (ASTM D1785), cédula 40 como mínimo.
- (2) Para la longitud de bulbo:
- i) Tubería corrugada de polietileno de alta densidad: según AASTHO M252, con un espesor mínimo de pared de 0,75 mm.
 - ii) Tubos corrugados de cloruro de polivinilo: según INTE Q73 (ASTM D1784), clase 13464B.
 - iii) Epóxicos para barras de refuerzo: según ASTM A775, con un mínimo de recubrimiento de 0,4 mm.
- (d) Inhibidores de corrosión. La grasa a usar deberá evitar la corrosión y brindar suficiente lubricación, así como cumplir con lo establecido por las recomendaciones del PTI DC35.1-14: Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors). Además, deberá ser conforme con cualquier otra norma establecida en el contrato.
- (e) Lechada. Se debe suministrar una mezcla de consistencia adecuada (trabajable para bombeo) de cemento hidráulico, arena (en caso de ser requerido), agua y aditivos preparado conforme a la Subsección 725.22 Lechada (relleno fluido).

- (f) Centralizadores y espaciadores. Se deben suministrar centralizadores y espaciadores de cualquier material excepto madera, que no produzcan deterioro del acero de preesfuerzo.
- (g) Dispositivos de anclaje. Deberán cumplir las normas AASHTO M183M y AASHTO M222M y las recomendaciones del PTI DC35.1-14: Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors).

Cuando se utilicen torones como tendones de anclaje, se deberán suplir dispositivos de anclaje que permitan realizar el ensayo de carga sin que el gato comprometa al torón.

Proporcionar placas de acero que cumplan con los requisitos de la norma INTE C410 (ASTM A36/A36M) o de la norma INTE C416 (ASTM A588) para las placas de apoyo. Si la inyección de la lechada se realiza posterior a la colocación de las placas, proveerlas con agujeros para colocar lechada.

722.03 Anclajes en roca

Los anclajes utilizados para rocas o macizos rocosos deben cumplir con lo establecido en la norma ASTM F432 y lo siguiente:

- (a) Tendón. Proporcionar barras que cumplan con los requisitos de la norma INTE C400 (ASTM A615) en su versión vigente. Grado 75 como mínimo, o bien torones que cumplan con los requisitos de las normas AASHTO M203 y ASTM A779.
- (b) Acoples. Deben suministrarse acoples que tengan una capacidad mínima de desarrollar el 95 % de la resistencia última especificada para el tendón.
- (c) Placas de apoyo. Si la inyección de la lechada se realiza posterior a la colocación de las placas, proveerlas con agujeros para colocar lechada.
- (d) Inhibidores de corrosión. La grasa a usar deberá evitar la corrosión y brindar suficiente lubricación, así como cumplir con lo establecido por las recomendaciones del PTI DC35.1-14: Recomendaciones para anclajes preesforzados en roca y suelo (PTI DC35.1-14: Recommendations for Prestressed Rock and Soil Anchors). Además, deberá ser conforme con cualquier otra norma establecida en el contrato.

- (e) Centralizadores y espaciadores. Se deberán suministrar centralizadores y espaciadores de cualquier material excepto madera, que no produzcan deterioro en el tendón.
- (f) Protección contra la corrosión. Proporcionar al acero la protección contra la corrosión indicada en la Subsección 722.02(c) Encapsulamiento. Si utiliza acero galvanizado, el recubrimiento debe cumplir con lo establecido en la norma ASTM A153 y tener un espesor mínimo de 0,1 mm.

722.04 Anclaje para suelo cosido

Deberán suministrarse materiales que cumplan con los siguientes requisitos:

- (a) Pernos. Se deberán proveer barras nuevas, rectas, continuas, sin daños, que pueden estar descubiertas, cubiertas con recubrimiento epóxico (cumpliendo con lo establecido en la norma ASTM A775) o encapsuladas (cumpliendo lo establecido en la norma AASHTO M252 o INTE Q73 (ASTM D1784), clase 13464).

Deben cumplir con lo establecido en las normas INTE C400 (ASTM A615) en su versión vigente para Grado 60 o Grado 75, o la norma ASTM A722, para grado 150.

- (b) Acoples. Deben suministrarse acoples que tengan una capacidad igual a la resistencia última especificada para el perno según lo certifique el fabricante.
- (c) Revestimiento epóxico. Si la protección contra la corrosión se realiza mediante la aplicación de un epóxico, este deberá ser conforme la norma ASTM A775, con excepción de los requisitos de la prueba de flexión. El espesor mínimo del recubrimiento deberá ser de 0,3 mm. Se puede omitir el recubrimiento en la longitud de rosca, en la placa y en la tuerca.
- (d) Centralizadores y espaciadores. Se deberán suministrar centralizadores y espaciadores de cualquier material excepto madera, que no produzcan deterioro en el tendón.
- (e) Encapsulamiento. Para los pernos de sacrificio, se deberá proporcionar un encapsulamiento en la longitud libre utilizando tubería de cloruro de polivinilo conforme la norma INTE Q73 (ASTM D1784).

SECCIÓN 723 RESERVADA

SECCIÓN 724 RESERVADA

SECCIÓN 725 MATERIALES DIVERSOS

725.01 Agua

El agua se suministrará de acuerdo a lo siguiente:

- (a) El agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento deberá estar limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial para el pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua potable apta para el consumo humano, la cual deberá cumplir con lo especificado en ASTM C1602, en su versión vigente.
- (b) Agua para el plantado o cuidado de vegetación. Suministrar agua que esté libre de sustancias peligrosas para la vida de las plantas como: aceites, ácidos, álcalis, o sales.
- (c) Agua para el movimiento de tierra, pavimentación y control de polvo. Se suministrará agua libre de sustancias que causen detrimentos en el trabajo.

725.02 Cloruro de calcio, cloruro de magnesio y lignosulfonato

(a) Cloruro de calcio líquido

Proveer en solución en agua de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| (1) Cloruro de calcio líquido | AASHTO M144, Tipo L |
| (2) Cloruro de calcio por peso | 35 % mín. |

(b) Cloruro de calcio en hojuelas

Proveer conforme AASHTO M144, Tipo S, Grado, 1, 2 o 3, Clase A.

(c) Cloruro de magnesio

Proveer en solución en agua de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|-------------------------------------|---------------|
| (1) Cloruro de magnesio por peso | 28 mín. |
| (2) Gravedad específica, ASTM D1298 | 1,290 a 1,330 |

(d) Lignosulfonato líquido

Proveer en solución en agua con un catión de base de amoníaco, calcio o sodio.
Debe cumplir con lo siguiente:

(1) Sólidos secos ⁽¹⁾	50 %
(2) Gravedad específica, ASTM D1475	1,200 mín.
(3) pH, ASTM E70	3,0 a 8,0

Nota:

(1) Utilizar el método de prueba estándar H.1 Determinación del contenido de sólidos de los efluentes de las fábricas de pasta y papel, de la Asociación Técnica de Pulpa y Papel de Canadá.

725.03 Cal

- (a) Cal para mampostería. Se suministrará cal hidratada de acuerdo con la norma ASTM C207 tipo N.
- (b) Cal para estabilización del suelo. Deberá usarse de acuerdo con la norma AASHTO M216.
- (c) Cal para mezclas asfálticas y materiales estabilizados con asfalto. Deberá usarse de acuerdo con la norma AASHTO M303.

725.04 Puzolanas

Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Cenizas finas AASHTO M295.
- (b) Acero de tierra AASHTO M302 grado 100 o 200.
- (c) Humos de silicio (microsilíce) AASHTO M307.

725.05 Relleno mineral

- (a) Al momento de utilizarse, el material mineral debe estar lo suficientemente seco para no aglomerarse.
- (b) El relleno mineral debe estar libre de material orgánico e impurezas.
- (c) El relleno mineral debe cumplir con las especificaciones que define la Tabla 725-01 Especificaciones del relleno mineral.

Tabla 725-01

Especificaciones del relleno mineral

Parámetro	Norma	Especificación
Índice de plasticidad	AASHTO T90	4 máximo
Pérdida por ignición	ASTM C311	12 % máximo

Fuente: AASHTO M17 Especificación Estándar del Relleno Mineral a usar en Mezclas Bituminosas

- (d) La granulometría debe cumplir con lo establecido en la Tabla 725-02 Especificaciones de la granulometría del relleno mineral.

Tabla 725-02

Especificaciones de la granulometría del relleno mineral

Tamaño del tamiz	Porcentaje pasando (%)
1,18 mm (Nº. 16)	100
600 µm (Nº. 30)	97 - 100
300 µm (Nº. 50)	95 - 100
75 µm (Nº. 200)	70 - 100

Fuente: AASHTO M17 Especificación Estándar del Relleno Mineral a usar en Mezclas Bituminosas

725.06 Concreto prefabricado

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Concreto: Sección 601 Concreto hidráulico para estructuras menores.
- (b) Acero de refuerzo: Subsección 709.01 Acero de refuerzo.

725.07 Ladrillos de arcilla y lajas

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Ladrillo, ASTM C32 grado SM.
- (b) Ladrillo de construcción, ASTM C62 grado SW.

725.08 Ladrillos de concreto

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM C55 grado N°. 1.

725.09 Bloques de mampostería de concreto

Se suministrarán bloques de concreto de mampostería. Debe estar de acuerdo con el capítulo de mampostería del Código Sísmico de Costa Rica.

725.10 Reservada

725.11 Anclajes prefabricados

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Esfuerzo a 28 días, AASHTO T22, 25 MPa mín.
- (b) Contenido de aire por volumen, cuando se requiera.
 - (1) 9,5 mm como tamaño máximo de agregado 5 % mín.
 - (2) > 9,5 mm como tamaño máximo de agregado 4 % mín.

Se curarán las unidades de acuerdo con la norma AASHTO M170 M.

Se colará una cantidad suficiente de cilindros de concreto para cada unidad, de forma que se permitan ensayos a la compresión a 7, 14 y 28 días. Se deberá preparar 3 cilindros para cada ensayo. Si los requerimientos para el esfuerzo son para 7 o 14 días, se deberá certificar la edad de los cilindros a los 14 días del colado.

No usar unidades de concreto prefabricado cuando:

- Un número representativo de los cilindros no cumple el esfuerzo requerido a los 28 días.
- Hay grietas o agujeros en áreas superiores a 0,02 m².

El concreto prefabricado reforzado deberá estar de acuerdo con la norma AASHTO M199M.

725.12 Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras

Se fabricarán escaleras de metal. Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| (a) Encofrados de acero | AASHTO M105 |
| (b) Encofrados de carbón | AASHTO M103M |
| (c) Acero estructural | AASHTO M183M |
| (d) Galvanizado | AASHTO M111 |
| (e) Encofrados de acero maleable | AASHTO A47M |
| (f) Escaleras de aluminio | ASTM B221M 6061 – T6 |
| (g) Encofrados de aluminio | ASTM B26M 356,0 – T6 |
| (h) Barniz de asfalto | FSS TT - V-51 |

725.13 Unidades de metal corrugado

Las unidades de metal corrugado deberán estar de acuerdo con la norma AASHTO M36M. Las unidades de aluminio corrugado, deberán estar de acuerdo con la norma AASHTO M196M. En el caso de los recubrimientos, deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

- | | |
|------------------------------------|--|
| (a) Unidades de cobertor asfáltico | AASHTO M190 tipo A |
| (b) Unidades de polímero | AASHTO M245M grado 250/250 |
| (c) Unidades de fibra | Subsección 707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada |

725.14 Recubrimientos de protección del concreto

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|--------------|-----------------------|
| (a) Aceite | ASTM D260 tipo I o II |
| (b) Petróleo | ASTM D235 |

725.15 Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| (a) Tubería de PVC | ASTM D1785 |
| (b) Cemento como solvente en tubería | ASTM D2564 |

725.16 Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM D2447 para las medidas de diseño y esfuerzos esperados.

725.17 Tubería de acero

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM A74 clase SV.

725.18 Tubería de cobre

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM B88 m tipo L

725.19 Revestimiento de plástico

Se suministrará una película que tenga un espesor de $175 \pm 25 \mu\text{m}$ y de acuerdo con una de las siguientes opciones:

- | | |
|---|-----------------------|
| (a) Película de plástico de cloruro polivinil | ASTM D1593 tipo II |
| (b) Película de plástico de polietileno | ASTM D2103 tipo 02000 |

725.20 Revestimiento sulfonado

Se suministrará una solución acuosa a base del catión amonio, calcio o sodio. Deberá estar de acuerdo con lo siguiente:

- | | |
|-------------------------|----------|
| (a) Sólidos | 50 % |
| (b) Gravedad específica | 1,25 |
| (c) pH, (AASHTO T210) | 4,5 mín. |

725.21 Adhesivos epóxicos de resina

De acuerdo la norma AASHTO M235

725.22 Lechada (relleno fluido)

Se deberá suministrar mezclas de lechada de acuerdo con los siguientes tipos o según las especificaciones indicadas en el Contrato.

- (a) Lechada de cemento hidráulico puro. Según su aplicación, este tipo de lechada se divide en dos clases:

(a.1) Lechada para anclajes, micropilotes y suelo cosido. Proporcionar una mezcla de consistencia adecuada (trabajable para bombeo) compuesta por cemento hidráulico, arena (en caso de ser requerido de acuerdo con el diseño de mezcla), agua y aditivos. Se debe utilizar cemento hidráulico que cumpla con la Sección 701 Cemento hidráulico, arena que cumpla con lo establecido en la Subsección 703.01 Agregados finos, y agua que se encuentre acorde con lo indicado en la Subsección 725.01 Agua. Se debe suministrar la mínima cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla trabajable respetando una relación agua - materiales cementicios máxima de 0,45 por masa.

Si se utilizan aditivos que controlen la exudación o retardantes de fragua, estos deben cumplir con lo establecido en la Subsección 711.03 Aditivos químicos, y ser mezclados según las recomendaciones dadas por el fabricante. No se deben utilizar aditivos que contengan trazas de impurezas (cloruros, fluoruros, aluminio, zinc o nitratos), en proporciones que se consideren como un constituyente del aditivo. Por ejemplo, la cantidad máxima de cloruro soluble en agua por masa de cemento es 0,06 % cuando sea ensayado por la norma ASTM C1218, Método de ensayo normalizado para cloruros solubles en agua en mortero y concreto (Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete).

La resistencia mínima a la compresión de la lechada, según su aplicación debe ser:

- (1) Anclajes: 25 MPa a 7 días.
- (2) Micropilotes: 17,5 MPa a 7 días y 35 MPa a 28 días.
- (3) Suelo cosido: 10,5 MPa a los 3 días y 21 MPa a los 28 días.

(a.2) Lechada para aplicaciones misceláneas. Proporcionar una mezcla de lechada compuesta por cemento hidráulico, agua y aditivos. La relación agua – materiales cementicios no debe exceder 0,44. Si se utiliza ceniza volante, ya sea en el cemento o como material cementicio agregado a la mezcla, el porcentaje en masa del mismo no debe exceder el 20 %. Se pueden agregar aditivos para reducir la cantidad de agua, para mejorar la trabajabilidad, para controlar la exudación o para controlar la contracción, según las recomendaciones dadas por el fabricante. No se deben utilizar aditivos que contengan trazas de impurezas (cloruros, fluoruros, aluminio, zinc o nitratos), en proporciones que se consideren como un constituyente del aditivo.

- (b) Lechada con contracción compensada. Esta debe cumplir con lo establecido en la norma ASTM C1107 Especificación estándar para empaçado en seco, lechada de cemento hidráulico (sin contracción) (Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink)). La resistencia mínima a la compresión debe ser 35 MPa a 3 días.
- (c) Lechada para estructuras preesforzadas. Estas deben cumplir con los requisitos establecidos por el Instituto de Postensión de los Estados Unidos de América, en su manual de especificaciones PTI M55.1-12 Especificación para Lechadas en

Estructuras Preesforzadas (Specification for Grouting of Post-Tensioned Structures).

- (d) Lechada de resina de poliéster. La resistencia mínima a la compresión debe ser 97 MPa, una resistencia mínima a la tensión de 17 MPa y una resistencia mínima al corte de 31 MPa cuando se encuentra completamente curada. Este tipo de lechada debe cumplir con lo indicado en la norma ASTM F432 Especificación estándar para pernos de cielo, roca y accesorios (Standard Specification for Roof and Rock Bolts and Accessories), o bien lo establecido por el fabricante o por el diseñador.

Proporcionar una lechada de resina de poliéster que consiste en una resina de poliéster no saturada, rellena uniformemente de un agregado de tamaño adecuado, no reactivo e inorgánico, y adicionalmente con un catalizador por separado, relleno con un material de relleno, inorgánico y no reactivo. Proveer la resina en cartuchos. La longitud y diámetro del cartucho deben cumplir con lo recomendado por el fabricante para cada agujero específico y tamaño de barra de refuerzo. Se deben proporcionar cartuchos de resina fácil e individualmente identificados e indicar sus respectivos tiempos de gel.

725.23 Adoquines

Los adoquines de concreto hidráulico deben cumplir los requisitos de resistencia, absorción, dimensiones, características físicas y geométricas de los adoquines establecidos en la norma INTE C129, y las especificaciones especiales del proyecto. Sin embargo, para cualquier caso el espesor debe ser al menos de 60 mm, para aceras, ciclovías y parqueos para vehículos livianos, y al menos de 80 mm para calles y carreteras con tránsito pesado y aplicaciones industriales.

El largo y el ancho nominal en los adoquines no deben ser mayores que 250 mm ni menores que 50 mm. La relación entre el largo y el espesor para calles y carreteras con tránsito pesado y aplicaciones industriales no debe ser mayor que 3 a 1. Para aceras, ciclovías y parqueos para vehículos livianos, no debe ser mayor que 4 a 1.

En caso de que el adoquín sea biselado, el bisel debe tener igual forma o perfil en toda su longitud, y su proyección horizontal tener un ancho nominal mínimo de 2 mm y máximo de 6 mm.

Los adoquines de concreto se deben muestrear y ensayar de acuerdo con lo indicado en el anexo A.4 de la norma INTE C50, que incluye los requisitos de prueba que son específicos para adoquines de concreto; entre los cuales destacan los siguientes:

- (a) Medición de dimensiones
- (b) Ensayo de resistencia a la compresión
- (c) Coronamiento
- (d) Ensayo de absorción

725.24 Color del recubrimiento

Se suministrará un cartucho que contenga las resinas que se van a usar, solventes y los pigmentos del tono del color suspendidos en una solución por un agente de suspensión químico. Los pigmentos deben consistir de silicatos laminares, dióxido de titanio y óxidos inorgánicos. Deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Peso por litro o galón, ASTM D147: 38 kg mín.
- (b) Sólidos por peso, ASTM D2369: 30 % mín.
- (c) Sólidos por volumen: 21 % mín.
- (d) Tiempo de secado, ASTM D1640: 30 minutos a 21 °C y 50 % de humedad máxima
- (e) Cambio de color, ASTM D822, 1000 h: Sin cambios apreciables
- (f) Resistencia a los ácidos, álcalis, gasolina ASTM D543
- (g) Transmisión de vapor de agua en el interior del concreto, ASTM D1653: capaz de transmitir
- (h) Absorción de humedad exterior dentro de los poros de la superficie del concreto FSS TT-C-555: Taza reducida
- (i) Oxidación en el tiempo: Ninguna

725.25 Explosivos y accesorios de voladura

Sólo se usarán explosivos y accesorios con menos de un año de antigüedad.

725.26 Lodos de perforación

- (a) Lodos minerales. Se suministrará bentonita de sodio o atapulgita en agua potable. Se utilizarán tamaños de granos minerales que permanezcan en suspensión con suficiente viscosidad y características de gel para transportar el material perforado fuera del agujero.

- (b) Polímeros. Se suministrarán lodos que sean compatibles con el tipo de suelo y la química del agua utilizada.

725.27 Encofrados

Se suministrará un producto de alta calidad con elementos de unión fáciles de manipular. Las formaletas que se usarán no compresionarán el concreto más de 6 mm a una tasa de 3650 kg/m².

725.28 Reservada

725.29 Fibras para refuerzo de concreto hidráulico

Para mejorar la resistencia a la flexión, al esfuerzo cortante y el módulo de elasticidad del concreto, o reducir el agrietamiento por contracción plástica y las grietas de asentamiento en la superficie, el Contratista podrá incorporar fibras a las mezclas de concreto, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y lo definido en el diseño de mezcla aprobado por la Administración, mediante los ensayos efectuados antes de su aplicación en la obra.

El Contratista deberá presentar una certificación en la cual indique que el empleo de esas fibras no ocasiona reacciones adversas en el concreto ni con los aditivos químicos que pudieren usarse.

Los requisitos para el concreto hidráulico reforzado con fibras son los estipulados en la norma ASTM C1116.

Las fibras podrán ser de los siguientes tipos y deben cumplir con las normas de especificación indicadas:

- Tipo I Fibras de acero: deben cumplir la norma ASTM A820.
- Tipo II Fibras de vidrio, álcali resistente: deben cumplir la norma ASTM C1666.
- Tipo III Fibras sintéticas como polipropileno, nailon, y otros: cuando las fibras contengan poliolefina: deben cumplir la norma ASTM D7508.
- Tipo IV Fibras naturales: cuando las fibras contengan celulosa, deben cumplir la norma ASTM D7357.

725.30 Rejillas para sumideros

Las rejillas serán fabricadas con acero laminado o fundido, su forma, tipo, dimensiones y el sitio de colocación, será de acuerdo con lo indicado en los planos constructivos del proyecto.

725.31 Unidades de concreto prefabricado y accesorios

(a) Secciones prefabricadas de concreto armado	AASHTO M199
(b) Barrera de concreto prefabricado	ASTM C825
(c) Unidades de concreto tipo rejilla para pavimentación	ASTM C1319
(d) Estructuras subterráneas prefabricadas de concreto	ASTM C858
(e) Estructuras para agua y agua residual de concreto prefabricado	ASTM C913
(f) Adoquines de concreto sólido	ASTM C936

725.32 Concreto y mortero con polímero

Se deberá proporcionar un aglutinante polímero y agregado fino en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero. Debe presentar una resistencia mínima a la compresión de 25 MPa en 4 horas. Adicionalmente, de cumplir con lo siguiente:

- (a) Mortero epóxico: Este debe cumplir con los requisitos establecidos en el ACI 503.4.
- (b) Otros concretos y morteros con polímeros: Deben cumplir con lo establecido por la norma de especificación ASTM C1438, tipo II



CR-2020



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LanammeUCR

LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES