

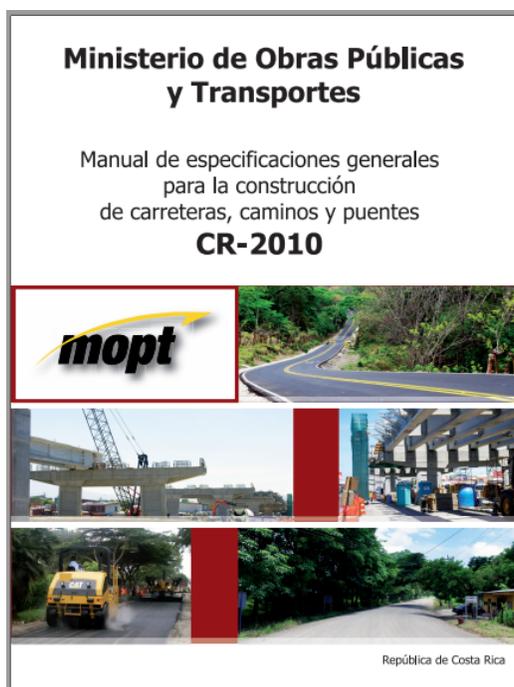
Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-UP-03-2013

Revisión de las especificaciones para construcción de puentes incluidas en el CR2010

Preparado por:

Unidad de Puentes



San José, Costa Rica
28 enero del 2013



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Página intencionalmente dejada en blanco



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

1. Informe: LM-PI-UP-03-2013		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Revisión de las especificaciones para construcción de puentes incluidas en el CR2010.		4. Fecha del informe 28 enero 2013
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias Ninguna.		
7. Resumen Este informe presenta la revisión de las especificaciones para la construcción de puentes incluidas en la división 550 y otras divisiones del CR2010. Para la selección de las divisiones correspondientes, se utilizó como referencia la publicación titulada: AASHTO 2010-LRFD <i>Bridge Construction Specifications</i> , el cual es un documento técnico americano exclusivo para la construcción de puentes.		
8. Palabras clave Puentes, CR2010, FP03, especificaciones, construcción	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 323
11. Informe por: Patricia Peralta (Editora) Asistente de Ingeniería y Candidata a Lcda. en Ingeniería Civil <hr/> Fecha: 28 / 01 / 2013		
12. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR <hr/> Fecha: 28 / 01 / 2013	13. Revisado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD. Coordinador Unidad de Puentes, LanammeUCR <hr/> Fecha: 28 / 01 / 2013	14. Aprobado por: Ing. Guillermo Loria Salazar, PhD Coordinador PITRA, LanammeUCR <hr/> Fecha: 28 / 01 / 2013



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Página intencionalmente dejada en blanco



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS.....	8
3. DIVISIONES DEL CR2010 CUBIERTAS EN ESTE INFORME	9
4. COMPARACION DEL CONTENIDO DEL CR2010 CON EL FP03	9
5. COMISIÓN REVISORA DEL CR2010.....	7
6. COMENTARIOS FINALES.....	9
ANEXO 1.....	11
ANEXO 2.....	19



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: 28 de enero 2012	Página 6 de 318
------------------------------	-------------------------------------	-----------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica,
Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



1. INTRODUCCIÓN

El *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*, CR2010, fue elaborado con el fin de sistematizar y uniformar los procedimientos empleados en el desarrollo y conservación de la red vial nacional. Para su preparación se utilizó como documento base la publicación titulada: *Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects*, denominada de aquí en adelante como el FP03.

El CR2010 provee, en su división 550 y en otras divisiones no referenciadas dentro de esta división, especificaciones para la construcción de puentes. Dado que la construcción de puentes es un tema de vital importancia para el desarrollo y conservación de la red vial nacional, se decidió realizar una revisión de las especificaciones relevantes para solucionar problemas de traducción y contenido.

Este informe presenta la revisión de las especificaciones para la construcción de puentes incluidas en la división 550 y otras divisiones del CR2010. Para la selección de las divisiones correspondientes, se utilizó como referencia la publicación titulada: *AASHTO 2010-LRFD Bridge Construction Specifications*, el cual es un documento técnico americano exclusivo para la construcción de puentes.

Las secciones extraídas del CR2010 fueron revisadas y comparadas con el contenido original del FP03. Lo anterior fue realizado con la intención de identificar errores de traducción o redacción y mostrar información que no fue incluida en el CR2010 pero que si aparece en el FP03 y además mostrar información del CR2010 que no aparece en el FP03.

La información contenida en este documento está dirigida a la subcomisión revisora de la división 550 del CR2010 para su respectiva revisión y discusión con el afán de mejorar las especificaciones correspondientes.

2. SUBCOMISIÓN DE REVISIÓN DE LA DIVISION 550 DEL CR2010

Desde el año 2009, el LanammeUCR ha venido realizando una importante labor en el área de la actualización y generación de nuevas especificaciones técnicas para la construcción de carreteras y puentes de Costa Rica. A la luz de esta labor y con el propósito de actualizar y mejorar las especificaciones contenidas en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica (CR 2010), la Comisión de Revisión Permanente (CRP) creada mediante el decreto ejecutivo N° 36388-MOPT y complementada por el decreto ejecutivo 37016-MOPT, decidió conformar un grupo de subcomisiones técnicas, que estarían encargadas de realizar la actualización y mejora del contenido del CR2010.



Reconociendo la importancia que tan trascendental labor tiene para el país y su indiscutible efecto en la urgente mejoría que deben tener las carreteras nacionales, es que la CRP conformó una subcomisión encargada de abordar la División 550 del CR 2010. Los miembros fueron seleccionados con base en el conocimiento, experiencia y formación integral en áreas afines al propósito perseguido con el objetivo principal de contar con un espacio de discusión permanente de alto nivel respecto de los aspectos técnicos relativos a la construcción de puentes.

Esta subcomisión cuenta con representantes del gobierno, universidades y el sector público la cual está conformada por los siguientes profesionales:

Roy Barrantes	Coordinador, UDAET, LanammeUCR
Rolando Castillo	Unidad de Puentes, LanammeUCR
Emilio Chaves	CODOCSA
Carlos Gamboa	PuentePrefa
Adriana Monge	CONAVI, Ministerio de Obras Públicas y Transportes
Luis Mariano Ocampo	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
Alvaro Poveda	Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica
Guillermo Santana	LanammeUCR, Universidad de Costa Rica

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este informe es revisar la traducción y el contenido de las especificaciones contenidas en el manual CR2010 relacionadas con construcción de puentes. Para realizar este trabajo se definieron los siguientes objetivos específicos:

1. Seleccionar las divisiones y subdivisiones relevantes para su revisión, tomando como base los temas tratados en la publicación AASHTO 2010-LRFD *Bridge Construction Specifications*.
2. Revisar la traducción del manual CR2010 con respecto al FP03 y comparar su contenido.
3. Presentar los hallazgos en un documento Word utilizando control de cambios para facilitar el manejo de documento por parte de los miembros de la subcomisión de puentes.



4. DIVISIONES DEL CR2010 QUE CUBRE ESTE INFORME

Las divisiones y subdivisiones del CR2010 cubiertas en este informe se presentan en el Anexo 1. Estas divisiones se seleccionaron al comparar el contenido del CR2010 con el contenido del AASHTO 2010-LRFD *Bridge Construction Specifications*, identificando aquellas donde se desarrollaran temas en común.

En el cuadro del anexo 1 se muestra en la columna izquierda las subdivisiones del CR2010 (subdivisiones específicas entre paréntesis) y en la columna derecha se muestra la sección o secciones del AASHTO 2010-LRFD *Bridge Construction Specifications* correspondiente.

5. COMPARACION DEL CONTENIDO DEL CR2010 CON EL FP03

De las divisiones seleccionadas (ver anexo 1), se revisó la traducción y contenido con respecto al documento base, FP03, señalando información faltante e incongruencias, así como verificando traducción y redacción. De esta forma, se resaltan los puntos donde el CR2010 difiere del FP03. Esto permitirá determinar si los cambios realizados aplican o no y si la información adicional incluida en el CR2010 pero no incluida en el FP03 es aceptada. Esta revisión se adjunta en el Anexo 2 de este documento.

6. COMENTARIOS FINALES

Este informe pretende facilitar la labor de la subcomisión revisora de las especificaciones para construcción de puentes incluida en la División 550 del CR2010 al identificar discrepancias con el documento base, FP03, ya sea por errores de traducción o por la omisión e inclusión de contenidos adicionales. De esta manera se puede determinar si las consideraciones tomadas inicialmente fueron las acertadas y si las correcciones propuestas son aceptadas.

Dado que el manual trata los temas de construcción de carreteras, caminos y puentes, sin hacer una distinción clara ni una referencia adecuada de los temas que le competen a cada uno, para determinar que secciones estaban sujetas a revisión se tomó como base los contenidos tratados en el documento exclusivo para la construcción de puentes titulado, AASHTO 2010-LRFD *Bridge Construction Specifications*.

En el proceso de revisión se identificaron errores de traducción y redacción, omisiones e inclusiones, para los cuales se propusieron soluciones para su aprobación. En el caso de los errores de traducción se propusieron correcciones, mientras que para las omisiones se agregaron los contenidos faltantes donde correspondía. En el caso de las inclusiones, estas fueron resaltadas para determinar posteriormente si se mantienen o si se eliminan.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

A partir de las discrepancias halladas en el CR2010, así como su ordenamiento poco referenciado y de difícil seguimiento en materia de puentes, creemos que el país debería contar con una especificación exclusiva para construcción de puentes. Como una posible alternativa, se recomienda utilizar como documento base el AASHTO 2010-LRFD *Bridge Construction Specifications* para la preparación de este documento. De esta manera se abarcarían de manera lógica todos los aspectos constructivos cerciorándose de la construcción de puentes seguros, funcionales y resistentes.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

ANEXO 1

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: 28 de enero 2012	Página 11 de 318
------------------------------	-------------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: 28 de enero 2012	Página 12 de 318
------------------------------	-------------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica,
Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr

Cuadro 1. Comparación de temas incluidos en el CR2010 y en AASHTO 2010 Bridge Construction Specifications

Tabla de Contenidos	
CR 2010	AASHTO
División 200. Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos (203)	Sección 2 Removal of existing structures (remoción de estructuras existentes)
División 200. Excavaciones y relleno para estructuras (208)	Sección 1 Structure excavation and backfill (excavación y relleno para estructuras) Sección 4 Driven foundation piles (hincado de pilotes de cimentación) Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 200. Excavaciones y relleno para otras estructuras (209)	Sección 22 Slope protection (protección de taludes)
División 200. Relleno permeable (210)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 250. Refuerzo de taludes y muros de retención (251-261)	Sección 4 Driven foundation piles (hincado de pilotes de fundación) Sección 22 Slope protection (protección de taludes)
División 250. Anclajes permanentes en suelo (256)	Sección 6 Ground Anchor (anclajes en suelo)
División 250. Refuerzo de taludes y muros de retención (255,257,258,259)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 550. Hincado de pilotes (551)	Sección 4 Driven foundation piles (hincado de pilotes de fundación)
División 550. Concreto estructural (552)	Sección 8 Concrete structures (estructuras de concreto)
División 550. Accesorios de anclaje (552.17)	Sección 29 Embedment anchors (anclajes de empotramiento)

Tabla de Contenidos	
CR 2010	AASHTO
División 550. Concreto pretensado (553)	Sección 10 Prestressing (pretensado)
División 550. Acero de refuerzo (554)	Sección 9 Reinforcing Steel (acero de refuerzo)
División 550. Estructuras de acero (555) (555.06,555.18,555.21,555.22)	Sección 11 Steel structures (estructuras de acero) Sección 12 Steel grid flooring (pisos de rejillas de acero)
División 550. Barandas para puentes (556)	Sección 20 Railing (barandas)
División 550. Estructuras de madera (557)	Sección 16 Timber Structures (estructuras de madera)
División 550. Impermeabilización (559)	Sección 21 Waterproofing (impermeabilización)
División 550. Obras temporales (562)	Sección 3 Temporary Works (trabajos temporales)
División 550. Pintura (563)	Sección 13 Painting (pintura)
División 550. Accesorios de apoyo (564)	Sección 18 Bearing devices (dispositivos de apoyo)
División 550. Pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio (565)	Sección 5 Drilled shafts (pilotes preexcavados)
División 550. Concreto lanzado (566)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos) Sección 24 Pneumatically applied mortar (mortero aplicado neumaticamente)
División 550. Juntas impermeabilizantes del agua (567)	Sección 19 Bridge deck joint seals (juntas expansivas impermeabilizantes)
División 550. Encofrados y andamiaje (569)	Sección 4 Driven foundation piles (hincado de pilotes de fundación)
División 600. Estructuras menores de concreto hidráulico (601)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)

Tabla de Contenidos	
CR 2010	AASHTO
División 600. Construcción con bloques de mampostería (604.05)	Sección 15 Concrete block and brick masonry (bloques de concreto y ladrillos)
División 600. Mampostería de piedra (620)	Sección 14 Stone Masonry (mampostería de piedra)
División 600. Mampostería de piedra (620.11, 620.12)	Sección 15 Concrete block and brick masonry (bloques de concreto y ladrillo)
División 650. Alcantarillas de tubo de concreto (651)	Sección 27 Concrete culverts (alcantarillas de concreto)
División 650. Alcantarillas de tubos de metal corrugado (652)	Sección 26 Metal culverts (alcantarillas metálicas)
División 650. Alcantarillas en túnel (653)	Sección 25 Steel and concrete tunnel liners (revestimiento de acero y concreto para túneles)
División 700. Materiales (704.04, 704.10, 704.12, 707.10, 709, 717)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 700. Pintura (708)	Sección 13 Painting (pintura)
División 700. Acero de refuerzo (709.01)	Sección 9 Reinforcing Steel (acero de refuerzo) Sección 15 Concrete block and brick masonry (bloques de concreto y ladrillos)
División 700. Acero de refuerzo y cables (709)	Sección 10 Prestressing (pretensado)
División 700. Mortero para juntas (712.02)	Sección 15 Concrete block and brick masonry (bloques de concreto y ladrillos)
División 700. Mortero para apoyos y juntas de mampostería (712.05)	
División 700. Pilotes (715.02, 715.05, 715.06)	Sección 4 Driven foundation piles (hincado de pilotes de fundación)
División 700. Materiales para estructuras de madera (716.01, 716.03, 716.04)	Sección 17 Preservative treatment of wood (tratamiento preservativo para la Madera)
División 700. Metal de uso estructural (717)	Sección 12 Steel grid flooring (pisos de rejillas de acero)

Tabla de Contenidos	
CR 2010	AASHTO
División 700. Muros de cajas metálicas tipos cribas (720.03)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 700. Material para anclaje (722)	Sección 10 Prestressing (pretensado)
División 700. Revestimiento de taludes (723)	Sección 22 Slope protection (protección de taludes)
División 700. Materiales (701.01,703.03,705.01,709.01,714.01,714.02,723.01,714.01-02)	Sección 22 Slope protection (protección de taludes) Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 700. Materiales diversos (725.06, 725.09, 725.10, 725.11)	Sección 7 Earth-Retaining Systems (sistemas de retención de suelos)
División 700. Ladrillos de arcilla y lajas (725.07)	Sección 15 Concrete block and brick masonry (bloques de concreto y ladrillos)
División 700. Ladrillos de concreto (725.08)	
División 700. Materiales diversos (725)	Sección 10 Prestressing (pretensado) Sección 23 Miscellaneous materials (materiales diversos)
No se incluye en el CR2010	Sección 28 Wearing Surfaces (superficies de desgaste)
No se encuentra sección similar en el CR2010	Sección 30 Thermoplastic pipe (tuberías termoplásticas)

Tabla de Contenidos	
CR 2010	AASHTO
<p>No existe una sección específicamente dedicada a Estructuras de Aluminio. Sin embargo, algunas subsecciones relacionadas son:</p> <p style="padding-left: 40px;">División 550.</p> <p>Barandas de aluminio (556.06)</p> <p style="padding-left: 40px;">División 700.</p> <p>Tubería corrugada de aleación de aluminio (707.03)</p> <p>Lámina estructural de aleación de aluminio (707.06)</p> <p>Aleación de aluminio para uso estructural (717.11)</p> <p>Rieles de aleación de aluminio para puentes (717.12)</p> <p>Pernos y tuercas de aluminio (717.13)</p> <p>Alambre de soldadura de aluminio (717.14)</p> <p>Tableros de aluminio (718.05)</p> <p>Tableros de aluminio extruído (718.07)</p>	<p>Sección 31 Aluminium estructures (estructuras de aluminio)</p>
No se incluye en el CR2010	Sección 32 Shock transmission units



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: 28 de enero 2012	Página 18 de 318
------------------------------	-------------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica,
Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

ANEXO 2

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: 28 de enero 2012	Página 19 de 318
------------------------------	-------------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: 28 de enero 2012	Página 20 de 318
------------------------------	-------------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica,
Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Sección 203.) ~~ELIMINACIÓN~~ REMOCIÓN 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.

Conforme a la Sección y Subsección siguientes:

Material de relleno 704.03

Estructuras menores de concreto 601

Requerimientos para la construcción

203.03 Material recuperado.

Se deberán recuperar, ~~con razonable cuidado~~ criterio razonable, ~~todos los materiales indicados por el Contratante o el ingeniero de proyecto.~~ todos los materiales que hayan sido designados para tal efecto, por el contratista o el ingeniero a cargo del proyecto.

Preferentemente, la recuperación ~~se puede aplicar~~ debe hacerse en secciones o piezas que sean ~~transportables~~ fáciles de transportar (dimensiones y peso adecuados). 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



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

piezas principales y utilizar cajas para empaclar 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 al contratante. 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.

Los escombros resultantes de la remoción parcial o total de estructuras deben ser manejados con adecuado control de forma que no obstruyan los desagües, las vías de tránsito u otras estructuras que se mantengan en servicio.

Comentario [TWW1]: Está en el FP03 pero no en el cr2010

A no ser que el Contratante 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 el Contratante, 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

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 22 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

para facilitar su montaje en el nuevo sitio. La operación de señalamiento de las partes podrá eliminarse por autorización del Contratante. Todo el material rescatado deberá almacenarse según queda especificado en la Subsección 202.02.

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 209.10. La compactación de los rellenos deberá realizarse según se establece en la Subsección 209.11.

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 el 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) anterior.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 23 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



(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 1m 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 remoción de estructuras y obstáculos se evaluarán bajo la Sección 106.02.

El proceso de relleno y compactación de los vacíos dejados por las estructuras removidas se hará según lo indicado por la sección 209.

El concreto se evaluará según la Sección 601.

~~La remoción de estructuras y obstáculos se evaluarán bajo la Sección 209. El concreto se evaluará según la Sección 601.~~

Comentario [TWW2]: Esto se incluye en el FP03 pero no en CR-2010

203.07 Medida.

La remoción de estructuras y obstáculos se hará en cada caso por metro lineal, por metro cuadrado, por ~~unidad~~ o por suma global. Se debe medir la remoción por metro o por metro cuadrado antes de que esta se realice. Ver subsección 109.02.

Comentario [TWW3]: Se incluye en el FP 03 pero no el CR-2010



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

203.08 Pago.



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 203.07, se pagarán de acuerdo con el precio unitario de Contrato usando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará del siguiente modo:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.203.01 Remoción (descripción)	Unidad (unid)
CR.203.02 Remoción (descripción)	Metro Lineal (m)
CR.203.03 Remoción (descripción)	Metro Cuadrado (m ²)
CR.203.04 Remoción (descripción)	Suma Golbal (gbl)
CR.203.05 Remoción de estructuras y obstáculos	Suma Golbal (gbl)
CR.203.06 Reubicación de tubería (descripción)	Metro Lineal (m)
CR.203.07 Tubería para agua potable (descripción)	Metro Lineal (m)



Sección 208.) EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES

208.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de estructuras mayores. El Contratante definirá, a criterio propio, cuándo proceden las disposiciones de esta Sección. El trabajo incluye la preservación de canales y contornos, apuntalamiento y arriostramiento, construcción de diques provisionales ataguías, el sellado de fundaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de fundaciones, los rellenos, y la remoción de dispositivos de seguridad y diques provisionales.

Comentario [p4]:
Cofferdam significa ataguía.
Ataguía es perpendicular al flujo, dique es paralelo.

208.01 Materiales.

De conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Relleno de fundación	704.01
Mortero de cemento Portland	725.22(e)
Sello de concreto	552
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

208.03 Preparación para excavación de superficie.

Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

208.04 General.

Se excavarán trincheras o fundaciones, en el ancho y longitud requeridos para preparar el espacio necesario para el trabajo. Cuando se complete la excavación, se requerirá la aprobación en cuanto carácter e idoneidad del material de relleno la fundación, por parte del Contratante. La fundación deberá ser firme y contar con una densidad uniforme, en toda el área definida.

Cuando sea necesario el uso de explosivos, se seguirán las disposiciones de la Sección 205.

Se seguirán las regulaciones de seguridad de las disposiciones OSHA (29 CFR, Apartado 1926, Subsección P, Excavación), para la preparación de los taludes de las paredes de la excavación, utilizando apuntalamiento y arriostramiento, aplicando, adicionalmente, los procedimientos de seguridad establecidos por el Contratante. Cuando las paredes de la excavación tengan pendientes de inclinación suaves, de acuerdo con las consideraciones de seguridad, se suministrará una copia del diseño con la indicación de los medios de seguridad a aplicar, con el propósito de demostrar la conformidad con las regulaciones de la OSHA. Se presentarán los esquemas constructivos de acuerdo con la Subsección 104.03 105.03,

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 26 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



indicando todas las medidas de seguridad, como sistemas de soporte, barreras protectoras, y otros; además el diseño del apuntalamiento debe estar de acuerdo con la Sección 562. Los esquemas constructivos deberán evidenciar conformidad con las regulaciones que el Contratante defina.

Cuando los dispositivos de seguridad ya no sean requeridos, se deberán remover, de acuerdo con los criterios establecidos, para tal fin, por el Contratante. Remueva el apuntalamiento y arriostramiento al menos 50 cm debajo de la superficie del terreno terminado.

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 el Contratante, en la colindancia con el área de trabajo, previo a la excavación.

Cuando el material excavado sea apropiado para relleno estructural deberá conservarse. No se depositará el material excavado en las cercanías de sistemas de drenaje o de conducción de aguas. No se deberá apilar el material excavado, ni permitir la operación de equipos a una distancia de menos de 60 centímetros 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 204.14. El Contratante podrá definir los usos alternativos para los materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso.

El agua en el área de trabajo será removida en caso de necesidad para la adecuada ejecución de las obras.

208.05 Preservación de canales.

Los trabajos a realizar en la proximidad de sistemas de drenaje o conducción de aguas serán desarrollados en la forma descrita a continuación:

(a) Se excavará dentro de diques provisionales ataguías u otros medios de separación como bolsas de arena, a definir por el Contratante.

(b) No deberá alterarse la estructura de soporte de los sistemas de drenaje o conducción de agua adyacentes al área de trabajo.

(c) Deberá rellenarse la excavación con relleno estructural hasta alcanzar el nivel de rasante existente de previo a los trabajos.

208.06 Diques provisionales Ataguías.

Se usarán cuando se requiera excavar en un medio húmedo, caso, por ejemplo, de excavaciones por debajo del nivel freático. Bajo el agua o cuando la excavación sea afectada por agua subterránea.

Los esquemas constructivos deberán proponer el diseño de diques provisionales, así como los detalles constructivos pertinentes de acuerdo con la Subsección 104.03 y la Sección 562. Se apuntalarán y construirán los diques provisionales ataguías de acuerdo con los estándares de los diques provisionales ataguías. Los encofrados deberán:

(a) Extenderse por debajo del fondo del cimiento.



- (b) Estar arriostrados para soportar la presión confinante sin deformarse.
- (c) Estar asegurados en la posición requerida, para prevenir el movimiento.
- (d) Ser resistentes a la entrada del agua.
- (e) Proveer suficiente espacio para la colocación de formaletas, y para la inspección de sus exteriores.
- (f) Proveer medios de drenaje.
- (g) Proteger el concreto hidráulico recién colado, contra daños por incrementos súbitos en la cantidad-elevación del agua.
- (h) Prevenir el daño por erosión de la fundación.

Cuando los diques provisionales, las ataguías ya no sean requeridos, requeridas, se deberán remover todo el material de la ataguía hasta el nivel freático alcanzar el lecho natural del cuerpo de agua. Se removerán todos los materiales de desecho hasta una profundidad mínima de 50 centímetros por debajo del nivel de rasante terminado.

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.

Se colocará y dará acabado al sello de concreto de acuerdo con la Sección 552. Mientras se está colocando un sello de fundación, se mantendrá el nivel de agua dentro del dique provisional de la ataguía, por debajo del nivel de fundación, haciendo un sumidero del agua, fuera del mismo al mismo nivel del 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 por debajo del dique provisional, en el nivel mínimo.

No deberá bombearse el agua en un dique provisional hasta que el sello de fundación de concreto hidráulico tenga una resistencia suficiente para soportar la presión hidrostática.

Comentario [p5]: *vent or part* the cofferdam al low water level

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 el Contratante, 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 deterioro 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 dará el nivel especificado al corte de la excavación, de acuerdo con la técnica autorizada por el Contratante. Se deberá limpiar la superficie del fondo de la excavación, removiendo los restos de suelo o material



desintegrado, o cualquier otro material producto de las operaciones de excavación y conformación. Se limpiará y sellará todas las juntas y grietas.

(b) Cimientos colocados en una superficie excavada distinta a un lecho rocoso. No deberá alterarse el fondo de la excavación. Deberá removerse el material de fundación y compactarse, al nivel y la pendiente de fondo requeridas por el Contratante, inmediatamente antes de colocar el concreto hidráulico.

(c) Cimientos anclados en materiales inalterados. Se excavará y compactará la fundación hasta un nivel uniforme para los cimientos. Cuando las paredes de la excavación no sean verticales, se rellenará todo el espacio entre los cimientos y el material inalterado, con concreto hidráulico. Si la excavación alcanza un nivel inferior a la parte superior de los cimientos, está por debajo de la parte superior de la cimentación, se rellenará únicamente hasta alcanzar al nivel superior de la excavación. Cuando el concreto hidráulico sea colado contra pilotes recubiertos con láminas de acero en ataguías, se considera que está en un medio inalterado.

(d) Material con poca capacidad de soporte por debajo de la elevación de los cimientos. Se deberá excavar el material con poca capacidad de soporte y se reemplazará con relleno de fundación. Se colocará el relleno de fundación en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deberán exceder una profundidad de 150mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 208.11.

(e) Fundación usando pilotes. Se excavará a la profundidad de la fundación y se hincarán los pilotes. Se removerán los restos de la excavación y se conformará la superficie del fondo al nivel requerido por los esquemas constructivos. Se nivelará y compactará el fondo de la fundación de previo a la construcción de los cimientos.

208.10 Relleno.

Relleno con material de relleno para estructuras estructural.

Se colocará el relleno en capas horizontales, que no deberán exceder una profundidad de 150mm en espesor compactado. Se compactará cada capa de conformidad con la Subsección 208.11.

Se extenderá cada capa colocada hacia los límites naturales de la excavación, de una manera uniforme. 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 para estructuras en contacto con concreto con menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance el 90% de la resistencia de diseño.

208.11 Compactación.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 29 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



Se determinará el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad de acuerdo con el método C de AASHTO T 99. 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 T 238 y AASHTO T 239, u otro método aprobado por el Contratante.

208.12 Aceptación.

El material de relleno para estructuras será evaluado de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Véase la Tabla 208-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

La excavación para la estructura y las obras de relleno será evaluada de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Véase la Tabla 208-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

Los apuntalamientos, arriostres y diques provisionales ataguías serán evaluados de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La limpieza será evaluada de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

El sello de concreto será evaluado según la Sección 552.

208.13 Medida.

Se medirá la excavación por metro cúbico en sitio, en su ubicación original. No se incluirán los siguientes volúmenes:

(a) El volumen de material excavado afuera de planos verticales paralelos, localizados hasta 450 milímetros en dirección hacia las líneas rectas de cimentación o fundación 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 reconformado re-manipulado, excepto cuando el Contrato especifica que se requiera la excavación antes de la construcción de muros excavaciones luego de la colocación del terraplén.

~~Se medirá el relleno de fundación por metro cúbico en sitio.~~



Se medirá el relleno de fundación y el relleno estructural para estructuras por metro cúbico en sitio. Se limitará el volumen de relleno estructural medido, a aquel colocado dentro de planos verticales localizados hasta 450 milímetros 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, diques provisionarios y obras conexas por el método indicado por el Contratante en los términos de Contrato.

Se medirá el sello de concreto hidráulico de acuerdo con la Sección 552.

208.14 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección las Subsecciones 208.13 y 110.02, serán pagadas según el precio de Contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del Contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subseccion 110.05.

El pago para excavación, arriostres, apuntalamientos, diques provisionarios y otras obras conexas será la compensación por la excavación a una profundidad de 2 metros debajo de la menor elevación indicada en los esquemas constructivos para cada estructura de fundación. Cuando la excavación exceda una profundidad de 2 metros, el Contratante podrá tramitar un ajuste de precio equitativo para la profundidad en exceso de 2 metros.

El pago se realizará de acuerdo con:



Tabla 208-1.
Muestreo y ensayo

Tabla 208-1.
Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedades o característica	Métodos de ensayo o especificación	Frecuencia	Punto del muestreo
Relleno para estructuras	Granulometría	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Límite líquido	AASHTO T 89	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define qué se considera un tramo)	Material compactado
Relleno de fundación	Clasificación	AASHTO T 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define qué se considera un tramo)	Material compactado

Comentario [p6]: Distinto al del FP03. Relleno de fundación no incluye granulometría ni especifica punto de aplicación ni tiempo de reporte. No indica puntos por proctor (nota)

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



Table 208-1
Sampling and Testing Requirements

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Foundation fill (704.01)	Measured and tested for conformance (106.04)	Classification	—	AASHTO M 145	1 per soil type	Source of material	Yes, when requested	Before using in work
		Gradation	—	AASHTO T 27 & T 11	"	"	"	"
		Moisture-density	—	AASHTO T 99, method C ⁽¹⁾	"	"	"	"
		Compaction	—	AASHTO T 310 or other approved procedures	1 per 250 m ³	In-place	—	Before placing next layer
Structural backfill (704.04)	Measured and tested for conformance (106.04)	Gradation	—	AASHTO T 27 & T 11	1 per soil type	Source of material	Yes, when requested	Before using in work
		Liquid limit	—	AASHTO T 89	"	"	"	"
		Moisture-density	—	AASHTO T 99, method C ⁽¹⁾	"	"	"	"
		Compaction	—	AASHTO T 310 or other approved procedures	2 per lift	In-place	—	Before placing next layer

(1) Minimum of 5 points per proctor.

Con formato: Fuente: +Cuerpo, 12 pto, Negrita, Color de fuente: Énfasis 5





Sección 209.) EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS

209.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de todos los tipos de estructuras, excepto los indicados en la Sección 208. El trabajo incluye la preservación de canales, la construcción de arriostramientos y apuntalamientos, el sellado de fundaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de fundaciones y la conformación de superficie para la fundación y el relleno.

209.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Material de base	704.02
Estructuras menores de concreto	601
Relleno de fundación	704.01
Sello de concreto	552
Préstamo no clasificado	704.06

Requerimientos para la construcción

209.03 Preparación para excavación de superficie.

Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

209.04 General.

Se excavarán trincheras o fundaciones de acuerdo con la Subsección 208.04. Se excavará 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 compactará la superficie para la fundación.

209.05 Preservación de canales.

Se preservarán los canales de acuerdo con la Subsección 208.05, exceptuando el apartado 208.05 (a).

209.06 Sello de fundación.

Cuando sea necesario, se construirá un sello de fundación de acuerdo con la Subsección 208.07.



209.07 Remoción de aguas.

Cuando sea necesaria la remoción de aguas, se procederá de acuerdo con la Subsección 208.08.

209.08 Preparación de la fundación.

Se excavará 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 la Subsección 208.09 (d).

Cuando se requieran cimientos para anclajes con materiales inalterados, se preparará una fundación y se construirán los cimientos de acuerdo con la Subsección 208.09 (c).

209.09 Construcción de camas o lechos de fundación.

Se construirán los lechos de la manera descrita a continuación:

(a) Estructuras que no son alcantarillas de tubería ni de caja. Se construirán los lechos cuando sean requeridos por el Contrato. Se colocarán y conformarán los lechos de material el material del lecho en capas que, cuando son compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11. Cuando no se especifique la clase de material para los lechos se aplicará el material para lechos clase B.

(b) Alcantarillas de tubería. Las alcantarillas serán colocadas sobre fundaciones preparadas. Se usará una de las siguientes clases. Cuando no se especifique la clase en los términos del Contrato, se considerará el tipo C.

(1) Clase A. Se colocará un lecho de material clase A. Se tenderán los subdrenajes mientras el concreto hidráulico es aún plástico. No se hará el relleno hasta que el concreto alcance la cura inicial.

(2) Clase B. Se colocará una capa de 150 mm de espesor de material clase B. Se colocará y conformará cualquier material de lecho para cubrir al menos un 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocarán las alcantarillas en el lecho. Se extenderá el material de fundación hacia los lados de la alcantarilla, para cubrir un 30 % de su altura.

(3) Clase C. Se colocará una capa de material clase C en un espesor igual, al menos, al 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocará y conformará material de relleno adicional para completar al menos el 10 % de la altura de la alcantarilla.

Nivele la fundación. Coloque material del lecho sin compactar sobre la fundación en una capa de espesor uniforme. Para tubería con diámetros de 300 a 1350 mm, el lecho tendrá un espesor de 100 mm. Para tubería con diámetros mayores a 1350 mm, el peso del lecho será de 150 mm. Para juntas tipo campana, prepare el lecho para recibir las juntas. Coloque la alcantarilla en una capa del lecho sin compactar. Rellene de acuerdo con la sección 209.10(b).

Comentario [p7]: Esta información no aparece en el FP03

209.10 Relleno.

Se colocará el relleno como se describe a continuación:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 35 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



(a) General. Se colocará un relleno en capas horizontales, de manera que el espesor compactado de cada uno no exceda una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Se aplicará el material de relleno de una forma uniforme en todos los lados de la estructura, con desplazamiento extendiendo cada capa hacia los límites del área de excavación.

No se colocarán rellenos contra concreto hidráulico de menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance un 90 % de la resistencia de diseño.

(b) Alcantarillas. Cuando se instalen tuberías plásticas, se usarán materiales de relleno de conformidad con AASHTO M 145, grupos de clasificación A-1, A-2 y A-3, a aplicar según criterio del Contratante.

Se colocará y compactará el material de relleno por debajo de las partes expuestas de la alcantarilla. Se extenderá cada capa hacia los lados de la excavación, la superficie de rasante del terreno, o una distancia equivalente a 3 veces la longitud de la tubería, lo que sea menor. Se repetirá el proceso de colocación y compactación hasta un mínimo de 300 mm sobre la superficie de la tubería.

Se completará el relleno de las trincheras con las prácticas adecuadas de excavación y relleno. Se colocará el material en capas que, cuando estén compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Para casos de instalación múltiple, se colocará y compactará cada capa de material de relleno a ambos lados de cada tubería.

Coloque y compacte el material en capas uniformemente balanceadas en cada lado de la alcantarilla de tubería. Rellene de acuerdo a uno de los siguientes puntos:

(1) Alcantarillas de tubería con relleno compactado. Coloque y compacte el material de relleno a una altura de 300 mm por encima de la parte superior de la tubería. Complete el relleno de la trinchera con material de una excavación para carreteras adecuada o de un préstamo no clasificado.

Coloque el material en capas que cuando sean compactadas no excedan un espesor de 150 mm. Compacte cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

(2) Alcantarillas de tubería con un relleno de concreto pobre. Coloque y asegure por medio de estacas la tubería para prevenir su flotación y movimiento. Rellene usando concreto pobre de acuerdo con la Sección 614.

(c) Alcantarillas de arco con cabezales. Se construirá un relleno de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

(1) Antes de que los cabezales estén colocados. Se colocará y compactará el primer relleno con material entre los extremos del arco. Se colocará y compactará el relleno en capas sobre a ambos extremos del arco, para determinar formar una rampa estrecha como sea posible. Se construirá la rampa nivelada en ambos lados, hasta llegar al nivel superior del arco. Se

Comentario [p8]: Esta información no se incluye en el FP03



colocará el resto del material de relleno desde la superficie- parte superior de la rampa, trabajando hacia los extremos. Se compactará el material de relleno de manera uniforme, en capas a ambos lados del arco.

(2) Después de colocados los cabezales, alrededor- Alrededor de las estructuras, el material granular de relleno debe ser permeable y colocado en capas horizontales que no excedan 150 mm de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno. Cada capa debe humedecerse o secarse, según sea necesario, y compactarse con equipo apropiado. Coloque y compacte el material del primer relleno adyacente a uno de los cabezales. Se colocará y compactará el material de relleno simultáneamente y a la misma altura en ambos lados del arco hasta alcanzar la parte superior de éste. Se colocará y compactará el resto del relleno alrededor y sobre el arco, hasta el otro cabezal, en capas uniformes a ambos lados del arco.

Comentario [p9]: Esta información no aparece en el FP03

(d) Bacheo de áreas de pavimentos existentes. Se colocará un relleno de 375 milímetros de espesor, con un espesor de 300 mm de piedra quebrada de acuerdo con la Sección 301 y un espesor de 75 milímetros de concreto asfáltico, de acuerdo con las Secciones 401, 402 ó 410, 404 ó 417

Comentario [p10]: No viene en el CR2010. Mezclas asfálticas en frío para aplicaciones misceláneas

209.11 Compactación.

El contenido de humedad y la densidad máxima serán determinados de acuerdo con la norma AASHTO T 99, método C. 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 y 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 T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados.

No aplique los requerimientos de densidad establecidos en AASHTO T 310 a materiales que son incapaces de ser ensayados o compactados a los valores máximos determinados por AASHTO T 99. Para esos materiales, rellene los vacíos alrededor de la roca en cada capa con tierra u otro material fino. Compacte cada capa, en todo su ancho, hasta que ya no haya evidencias visibles de consolidación adicional.

209.12 Aceptación.

Los materiales de relleno, del lecho y del relleno de fundación serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04, excepto el concreto para sellado o relleno, que será evaluado de acuerdo con la Sección 601. Ver la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo

La excavación y el relleno para las estructuras serán evaluados según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El apuntalamiento, el arriostamiento y tablestacado serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La limpieza y el desmonte se evaluarán de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 37 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



El concreto para sellado será evaluado de acuerdo con la Sección 552.

209.13 Medida y Pago.

Ver la Subsección 110.05.

No se tomará medida para pago respecto a la excavación y relleno para estructuras.

Se medirá el concreto clase A colocado en el lecho de acuerdo con la Sección 601.

Se medirá el relleno para fundación de acuerdo con la Sección 208.

Se medirá el concreto para sello de acuerdo con la Sección 552.

Tabla 209- 1.
Muestreo y Ensayo

Tabla 209- 1.
Muestreo y Ensayo

Material o producto	Propiedades o característica	Métodos del ensayo o especificaciones	Frecuencia	Localización del muestreo
Material de relleno Material de préstamo Material clase C Relleno de fundación	Clasificación	AASHTO T 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajo
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado	1 para cada 0,5 m de profundidad pero no menos de 2 por cada instalación	Material compactado
Material clase B	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Fuente de material
Relleno estructural Material granular de relleno Relleno para muro de criba	Graduación Límite Líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajo
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 para cada 0,5 m de profundidad pero no menos de 2 por cada instalación	Material compactado

Comentario [p11]:

- Materiales agrupados de manera incorrecta.
- Hay materiales extra
- Especificación para verificar compactación y la frecuencia no es la indicada en FP03
- No se especifica si la muestra se lleva a la ruptura
- Localización del muestreo y tiempo de reporte agrupados en una sola columna lo que dificulta su comprensión
- Ver abajo las tablas que aparecen en el FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 209-1
Sampling and Testing Requirements

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Backfill material (704.03)	Measured and tested for conformance (106.04)	Gradation	—	AASHTO T 27 & T 11	1 per soil type	Source of material	Yes	Before using in work
		Moisture-density	—	AASHTO T 99, method C ⁽¹⁾	"	"	"	"
		Compaction	—	AASHTO T 310 or other approved procedures	2 per lift	In-place	—	Before placing next layer
Bedding material (704.02)	Measured and tested for conformance (106.04)	Moisture-density	—	AASHTO T 99, method C ⁽¹⁾	1 per soil type	Source of material	Yes	Before using in work
		Compaction	—	AASHTO T 310 or other approved procedures	2 per lift	In-place	—	Before placing next layer

(1) Minimum of 5 points per proctor.

Comentario [p12]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 209-1 (continued)
Sampling and Testing Requirements

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Foundation fill (704.01)	Measured and tested for conformance (106.04)	Moisture-density	—	AASHTO T 99, method C ⁽¹⁾	1 per soil type	Source of material	Yes	Before using in work
		Compaction (204.11)	—	AASHTO T 310 or other approved procedures	2 per lift	In-place	—	Before placing next layer
Unclassified borrow (704.06)	Measured and tested for conformance (106.04)	Moisture-density	—	AASHTO T 99, method C ⁽¹⁾	1 per soil type	Source of material	Yes	Before using in work
		Classification	—	AASHTO M 145	"	"	"	"
		Compaction	—	AASHTO T 310 or other approved procedures	2 per lift	In-place	—	Before placing next layer

(1) Minimum of 5 points per proctor.

Comentario [p13]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



Sección 210.) RELLENO PERMEABLE

Comentario [p14]:

•Esta sección no aparece en el FP03 pero el tema si aparece incluido en la especificacion para construcción de puentes AASHTO LRFD 2010

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 Material.

El material de relleno permeable debe cumplir con lo estipulado en las siguientes Subsecciones:

Geotextil tipo I	714.01
Agregado para relleno permeable	703.04
Relleno estructural	704.04

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, usando un método que evite que el relleno para estructuras se mezcle con el relleno permeable.

210.04 Aceptación.

El material de relleno permeable debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver Tabla 210-1 para el mínimo de muestreo y pruebas requeridas.

La colocación del relleno permeable debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El geotextil debe evaluarse de acuerdo con la Sección 207.

El relleno para estructuras debe evaluarse de acuerdo con la Sección 208.

210.05 Medida.

La medida del relleno permeable se debe hacer de acuerdo con los metros cúbicos de material colocado satisfactoriamente.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

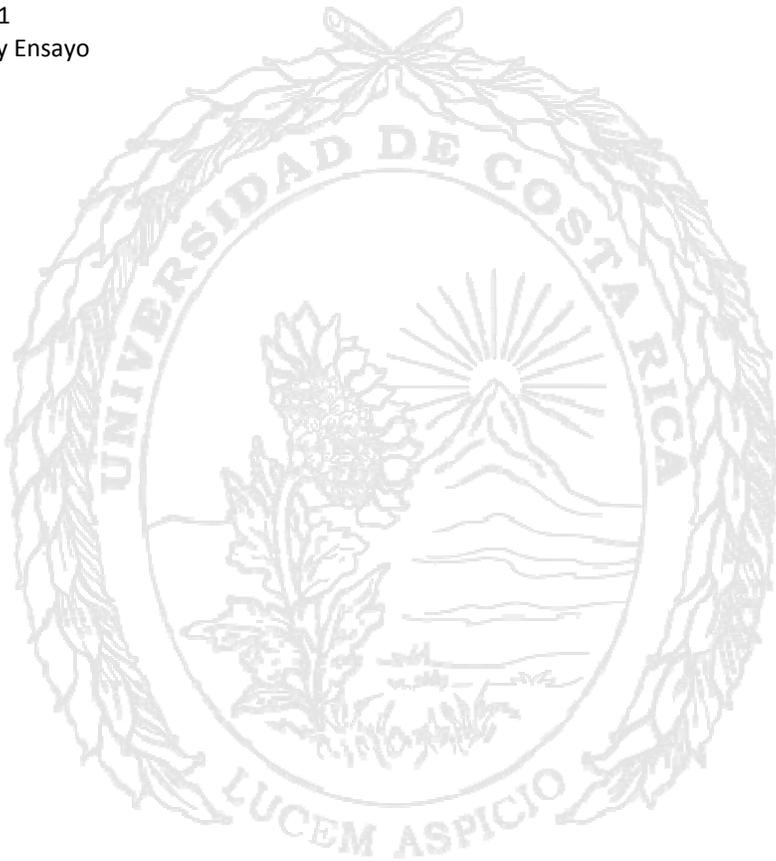


PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

210.06 Pago.

El pago debe hacerse por el número de metros cúbicos medidos como se indica en la Subsección 210.05, al precio unitario de Contrato, correspondiente a relleno permeable, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

Tabla 210-1
Muestreo y Ensayo





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 ríos, protección de taludes, de estructuras de drenaje y control de la erosión.

Los tipos de escolleras se denominan tal como se muestra en la Tabla 705-1.

251.02 Material.

Conforme a las Subsecciones siguientes:

Geotextil Tipo IV	714.01
Mortero	712.02 (e)
Roca para escolleras	705.02

Requerimientos para la construcción

251.03 General.

El trabajo debe realizarse de acuerdo con la Sección 209. El talud debe recubrirse de manera que se produzca una superficie lisa. Si el trabajo incluye un geosintético, el Contratista debe colocarlo de conformidad con la Sección 207.

251.04 Enrocado Colocado.

El enrocado a utilizar consistirá en roca colocada sobre una superficie previamente preparada de manera que forme una masa bien graduada.

El enrocado debe colocarse con su espesor total en una sola operación, para evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe colocarse el material del enrocado 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 Enrocado entrabado.

Las escolleras entrabadas están constituidas por trozos de roca colocadas sobre una superficie preparada los cuales se colocan en su lugar mediante la presión de impactos. Los trozos de roca para el enrocado entrabado deben colocarse de conformidad con la Subsección 251.04. Las escolleras deben colocarse en su lugar mediante la presión de impactos, golpeando con una herramienta pesada como un cubo hidráulico o con una masa de cara plana de aproximadamente 2000kg. Los golpes deberán ser aplicados de hasta que la roca esté entrabada firmemente en su lugar y forme una superficie uniforme, sin que se reduzca su tamaño efectivo. La presión de impactos no debe usarse en escolleras bajo la superficie del agua.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 42 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



251.06 Enrocado con mortero.

El enrocado con mortero es roca colocada o entrabada sobre una superficie preparada, con los vacíos llenos con mortero de cemento hidráulico.

Las rocas para las escolleras con mortero deben colocarse de conformidad con ~~la~~ sección 251.04 las secciones 251.04 y 251.05. Antes de colocar el mortero, las rocas deben humedecerse exhaustivamente, lavando el exceso de finos existentes en el enrocado o en su ~~la~~ parte inferior del enrocado. El mortero debe colocarse únicamente cuando la temperatura sea superior a 1º C en los vacíos cercanos a la superficie del enrocado. Se debe colocar el mortero de manera que se prevenga su segregación. Se debe iniciar colocando el mortero en la parte más baja del enrocado. Se deben llenar todos los vacíos sin mover o desplazar a las rocas. No se debe exceder un espesor de 1,5 m en cada capa de enrocado con mortero. Deben transcurrir 3 días de curado antes de agregar la siguiente capa de enrocado y mortero. Se deben dejar agujeros a través del enrocado para permitir el drenaje de agua ("lloraderas"), según se requiera. Se debe mantener humedecido el enrocado con mortero durante 3 días después de que el trabajo haya sido terminado y protegerlo de las temperaturas bajas extremas durante al menos 7 días después de la colocación.

251.07 Aceptación.

La roca para las escolleras será evaluada de conformidad con la Subsección 107.02.

La colocación de la roca para las escolleras será evaluada según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados según la Sección 209.

Los geosintéticos serán evaluados bajo la Sección 207.

El material para el mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. La colocación del mortero será evaluada bajo la Subsección 107.02. La Tabla 251-1 muestra los requerimientos mínimos de muestreo y ensayos.

251.08 Medida.

El enrocado se mide por metro cúbico colocado en sitio y en condición terminada.

251.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista en la Subsección 251.08, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medición para los renglones de pago enumerados abajo, cuando estén mostrados en la oferta.

Tabla 251-1
Muestreo y Ensayo

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 43 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



- (1) La muestra consiste de 2 testigos de ensayo.
- (2) La resistencia a la compresión será el promedio de 2 testigos de ensayo.

Tabla 251-1
Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Propiedad o Característica	Método de especificación de ensayo	Frecuencia de Muestreo	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte
Enrocado (405.02)	Medida y probada para conformidad (107.04)	Gravedad específica aparente y absorción	AASHTO T 85	1 muestra por instalación ⁽¹⁾	Fuente de material	Sí	Antes de usar en trabajo
		Índice de durabilidad gruesa	AASHTO T 210				
		Resistencia a sulfatos de sodio	AASHTO T 104				
		Abrasión de LA	AASHTO T 96				
Mortero	Medida y probada para conformidad (107.04)	Confección de especímenes de ensayo Resistencia a compresión ⁽²⁾	AASHTO T 23 & T 22	1 muestra por diseño de mezcla ⁽¹⁾	---	Sí, cuando se requiera	Antes de usar en trabajo

(1) La muestra consiste de 2 testigos de ensayo.
(2) La resistencia a la compresión será el promedio de 2 testigos de ensayo.

Comentario [p15]: El número de la sección del enrocado es incorrecta: Debería ser 705.02

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 251-1
Sampling and Testing Requirements

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Riprap (705.02)	Measured and tested for conformance (106.04)	Apparent specific gravity & absorption	—	AASHTO T 85	1 per material type	Source of material	Yes	Before using in work
		Coarse durability index	—	AASHTO T 210	"	"	"	"
		Sodium sulfate soundness	—	AASHTO T 104	"	"	"	"
		LA abrasion	—	AASHTO T 96	"	"	"	"
Mortar	Measured and tested for conformance (106.04)	Making test specimens Compressive strength	—	AASHTO T 23 & T 22	1 per mix design	—	Yes, when requested	Before using in work

Comentario [p16]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Sección 252.) PEDRAPLENES ESPECIALES Y CONTRAFUERTES DE ROCA



252.01 Descripción.

El trabajo de pedraplén especial consiste en el suministro y colocación de rocas en secciones de relleno, depositadas a mano o por medios mecánicos. El trabajo de contrafuerte o sostén de roca consiste en el suministro y colocación de rocas en secciones de corte, depositadas a mano o por medios mecánicos.

Los pedraplenes especiales y los contrafuertes de roca se designan ~~como suministro y colocación de rocas~~, colocados ~~a mano~~ manualmente o ~~colocados por medios mecánicos~~ mecánicamente.

252.02 Materiales.

Conforme a las Subsecciones siguientes:

Roca para contrafuertes	705.05
Roca para pedraplenes especiales	705.04

Requerimientos para la construcción

252.03 Colocación de la roca.

El trabajo se realizará de acuerdo con las Secciones 204 ó 209 según sea requerido.

La roca se colocará con una orientación estable y con un volumen de vacíos mínimo. Los trozos de roca se deberán acomodar de manera que se produzca un patrón aleatorio. Los pedazos de roca producto del resquebrajamiento que fueran menores que el tamaño mínimo de roca establecido, se usarán para acuñar sólidamente las piezas más grandes en posición y para llenar los vacíos entre ellas. La cara expuesta de la masa de roca debe construirse razonablemente uniforme, sin protuberancias sobre la línea neta de la ladera por encima de 300 mm, en el caso de la roca mecánicamente colocada, o 150 mm para la roca colocada manualmente.

252.04 Aceptación.

La roca para el pedraplén especial y para el contrafuerte será evaluada bajo la Subsección 107.02.

La colocación de la roca para el pedraplén especial y el contrafuerte será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno para las estructuras serán evaluados bajo la Sección 209.

252.05 Medida.

Se medirán los rellenos especiales y los contrafuertes de roca por metro cúbico colocado en su lugar.

252.06 Pago.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 45 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista según la Sub-sección 252.05, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago enumerados abajo, cuando sean indicados en la oferta. El pago será la remuneración total por el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago será realizado bajo:



Sección 253.) GAVIONES Y COLCHONES DE REVESTIMIENTO

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 46 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



253.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de gaviones y colchones para revestimientos hechos con rocas o piedras de río en celdas de malla de alambre, incluyendo el transporte, suministro, manejo y almacenamiento de las canastas de alambre y colocación de material pétreo dentro de las mismas de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos o determinados por el ingeniero

Comentario [p17]: Esta información no se incluye en el FP03

253.02 Materiales.

Se da el nombre de gaviones a celdas de malla de alambre de dimensiones variadas, rellenas con fragmentos de roca o gravas.

Comentario [p18]: No se incluye en el FP03

Los materiales deben satisfacer los requerimientos de las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03	
Material para gaviones y colchones de revestimiento		720.02
Roca para gaviones y colchones de revestimiento	705.01	
Geotextil de tipo IV	714.01	
Relleno estructural	704.04	

Requerimientos para la construcción

253.03 General.

El Contratista hará el levantamiento topográfico, verificará los límites de la instalación del muro y someterá a la aprobación del Contratante los planos de instalación, de acuerdo con la Sección 152 y con la Subsección ~~104.03~~ 105.03. Realizará los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con las Sección 209.

253.04 Ensamble de la celda.

El Contratista no debe dañar el revestimiento de los alambres durante el ensamble de la celda, la erección 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. Se podrán usar sujetadores temporales para el ensamble de la celda, si son sustituidos durante la erección de la estructura por sujetadores permanentes, de acuerdo a la Subsección 253.05.

Se deben colocar los diafragmas en su posición y unir las orillas verticales, de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 253.05.

253.05 Erección de la estructura.



El Contratista colocará las celdas de los gaviones vacías sobre la cimentación fundación, 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 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 alternativos, colocados en cada abertura de la malla, separados no más de 150 mm entre sí Espaciados cada abertura de malla y no más que 150 mm entre sí

Comentario [p19]: Suena mejor

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 coser (trenzar) 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-abultamiento de las mismas y minimizar la formación de agujeros-vacios 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. Las superficies expuestas de las celdas deberán quedar lisas y nítidas, sin filos agudos bordes afilados de piedra proyectados hacia afuera de la malla de alambre.

253.07 Relleno de la estructura.

Se deberá colocar un geotextil sobre la parte trasera de la estructura del gavión. Conjuntamente con la operación de llenado de las celdas, se deberá rellenar el área trasera de la estructura del gavión con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. Cada capa será compactada de acuerdo con la Subsección 209.11, excepto que se deberá usar un compactador mecánico liviano o un compactador vibratorio, dentro de una banda de un metro, en la franja cercana a la estructura del gavión, dentro de un metro de la estructura del gavión

Comentario [p20]: Suena mejor



253.08 Colchones de revestimiento.

Sobre la superficie preparada, se colocará un geotextil de acuerdo con la Sección 207. Luego se construirá el colchón de revestimiento de acuerdo con las Subsecciones 253.04 a 253.06. 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 de revestimiento se deberán sobrellenar en 30 a 50 milímetros.

253.09 Aceptación.

Se debe consultar la Tabla 209-1 para los requerimientos mínimos de muestreo y ensayo en el laboratorio.

El material para las estructuras de gaviones y colchones de revestimiento será evaluado visualmente y mediante certificados de calidad y manufactura expedidos por los fabricantes, y de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de estructuras de gaviones y colchones de revestimiento será evaluada visualmente y a través de mediciones y pruebas de laboratorio de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Se evaluarán los levantamientos topográficos realizados por el Contratista, mediante operaciones de campo, de conformidad con la Sección 152.

Los geotextiles serán evaluados según la Sección 207.

La excavación estructural, el relleno estructural y el material de relleno serán evaluados bajo la Sección 209.

253.10 Medida.

Los ítems de la Sección 253 listados en el cartel de licitación se deberán medir de acuerdo con la Subsección 110.02 y las siguientes cuando sean aplicables.

Los gaviones serán medidos en metros cuadrados de cara frontal de muro, o por metros cúbicos de la estructura. Los colchones de revestimiento serán medidos en metros cuadrados. El relleno de fundación será medido según la Sección 208.13.

253.11 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medición de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

Los pagos serán efectuados para los siguientes conceptos:

Sección 254.) MUROS DE CONTENCIÓN MODULARES

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 49 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



254.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención modulares de concreto hidráulico, metal o madera tratada.

254.02 Materiales.

Los materiales se ajustarán a lo estipulado en las siguientes Secciones y Subsecciones:

Base de apoyo	704.09	
Concreto hidráulico	601	
Relleno para muros de contención	704.12	
Elementos para estructuras de madera		716.02
Muros metálicos de construcción	720.03	
Unidades prefabricadas de concreto	725.11	
Acero de refuerzo	709.01	
Relleno estructural	704.04	
Madera estructural tratada	716.03	

Requerimientos para la construcción

254.03 General.

~~El Contratista hará el levantamiento topográfico para verificar los límites de la instalación del muro y someterá a la aprobación del Contratante los planos de instalación de acuerdo con la Sección 152. El levantamiento topográfico se realizará de acuerdo con la Sección 152 para verificar los límites del muro. La preparación y aprobación de los planos de instalación se realizarán de acuerdo con la subsección 105.03.~~ El trabajo de excavación y relleno se hará de conformidad con la Sección 209. ~~El trabajo se realizará de acuerdo con la Sección 104.03.~~ Cuando el muro se asienta sobre una fundación de roca, debe colocarse una capa de apoyo de 200 milímetros de espesor debajo de los elementos de la base del muro.

254.04 Ensamblaje.

El Contratista deberá suministrar todos los pernos, tuercas y herraje necesarios para el completo ensamblaje de las unidades que deben conectarse para formar un muro continuo. Se debe ensamblar el muro de contención de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En las partes curvas debe obtenerse ~~el alabeo apropiado~~ la curvatura apropiada de la superficie del muro, mediante el uso de elementos más cortos en los paneles de la cara frontal, o de la parte trasera; según sea el caso. El muro debe construirse con una tolerancia de desviación de 25 mm en 3 m, con respecto al trazado y elevaciones mostradas en los planos.

(a) Muro modular de concreto. Se deben quitar y reemplazar todos aquellos miembros de concreto que estén agrietados o dañados.

Comentario [p21]: La palabra alabeo da una conotación de deformación, no de curvatura



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

(b) Muro modular de metal. Se deben apretar los pernos de los muros modulares metálicos a, por lo menos, 34 Newton-metro.

(c) Muro modular de madera (“corral”). Se deben construir los muros modulares de madera, de acuerdo con la Sección 557.

254.05 Rellenado.

Se deben rellenar los módulos con relleno especial para muros de este tipo, según la Subsección 209.10. Se deben rellenar la parte trasera de los módulos con relleno estructural, según la Subsección 209.10. El relleno dentro y detrás del módulo debe mantenerse al mismo nivel durante el proceso de relleno. Se debe compactar cada capa de acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 209.11, excepto que se deberá usar un compactador mecánico o vibratorio de peso liviano aceptable dentro de un metro de la cara frontal.

254.06 Aceptación.

El material para el muro será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se exigirá una certificación del fabricante para cada embarque de los siguientes renglones:

- (a) Muros modulares de metal.
- (b) Unidades de concreto prefabricadas.
- (c) Acero de refuerzo.
- (d) Madera estructural tratada.

La construcción de muros de retención modulares de concreto, metal o madera, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La labor de levantamiento topográfico se realizará de acuerdo con la sección 152.

La excavación estructural, los materiales para rellenar, el relleno estructural y de capa de apoyo, serán evaluados según la Sección 209. En la Tabla 209-1 se muestran los requerimientos mínimos para el muestreo y ensayos.

El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 601.

Los elementos de madera serán evaluados de acuerdo con la Sección 557.

254.07 Medida.

Se deben medir los ítems de la Sección 254 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo siguiente, cuando sea aplicable.

Se medirán los muros encibados en metros cuadrados de superficie frontal de muro.

Se medirá el material de relleno colocado en muros modulares en metros cúbicos.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

254.08 Pago.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 51 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 254.07, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:



Sección 255.) MUROS CON SUELO REFORZADO

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 52 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



255.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de muros de tierra estabilizada por medios mecánicos (suelo reforzado).

255.02 Materiales.

Se debe dar conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Capa niveladora de concreto hidráulico	601
Geotextil tipo IV	714.01
Tierra estabilizada por medios mecánicos	720.01
Relleno con material granular selecto	704.10
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

255.03 General.

Se deberá hacer el levantamiento topográfico del sitio de las obras de acuerdo con la Sección 152 y se verificarán los linderos del muro a construir. Se prepararán y remitirán los planos de construcción de acuerdo con la Subsección ~~104.03~~ 105.03. Se desarrollarán los trabajos de acuerdo con la Sección 209. Se construirá una fundación con un ancho de 0,50 m en exceso respecto a la longitud de los elementos de refuerzo. Cuando el muro sea soportado por una cimentación en roca, se deberá colocar un espesor de 150 mm de relleno con material granular selecto de previo a la colocación de la malla de refuerzo.

En los muros revestidos con concreto hidráulico, se deberá proveer una capa niveladora de concreto hidráulico reforzado o no reforzado colado en sitio, sobre las caras de la plataforma a recubrir, de acuerdo con el criterio del Contratante. Las capas niveladoras de concreto hidráulico coladas en sitio deberán ser curadas por un período de al menos 12 horas de previo a la colocación de los paneles de muro.

255.04 Construcción de muros.

Los muros se deberán construir de acuerdo con los planos constructivos y las recomendaciones técnicas del fabricante previamente aprobadas por el Contratante. Cuando el Contratante lo disponga en el contrato, se requerirá la supervisión permanente de un profesional con una amplia experiencia en la construcción de muros de sistemas patentados.

(a) Muros con paredes de concreto hidráulico. Se deberán ensamblar los paneles de muro con aparatos elevadores (grúas) conectados al borde superior del panel o a través de los medios aprobados por el Contratante. 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 3m.

Los anchos de junta serán de 19 ± 6 milímetros. 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 de 300 mm de ancho; las bandas adyacentes de geotextiles serán traslapadas en un ancho mínimo de 100 mm.

Los paneles serán mantenidos en su posición, durante las operaciones de relleno y nivelación, mediante cuñas o riostras temporales autorizadas por el Contratante. Se construirán los muros de manera que la tolerancia vertical (de la superficie a la base) no exceda la relación de 13 mm por cada 3 m de altura.

(b) Muros con paredes alambradas. Se colocarán capas de soporte y mallas de alambre de 6mm en izadas horizontales sucesivas, conforme avanzan los trabajos de relleno. Se conectarán, tensarán y anclarán elementos de refuerzo en las caras del muro, antes del relleno. No deberán excederse las tolerancias verticales para la izada de incrementos individuales que defina el Contratante y deberá respetarse una tolerancia vertical total (de la altura máxima a la base) de menos de 25 mm por cada 3 m de altura. Se colocarán elementos de refuerzo dentro de 25 mm verticales sobre la elevación de la conexión correspondiente en la cara del muro. No se deben colocar elementos de refuerzo bajo la elevación de las conexiones correspondientes. No podrá haber desviaciones de la inclinación del muro de más de 25 mm en 3 m de altura. No podrá haber desviaciones en ningún punto sobre el muro de más de 50 mm respecto a un cordal recto de 3m colocado de forma horizontal sobre el plano teórico de diseño para las caras de las paredes.

(c) Muros con paredes de gaviones. Se colocará una capa de relleno antes de la colocación de la primera hilera de gaviones. Los gaviones serán construidos de conformidad con la Sección 253. 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 Contratante, en espaciamiento nominal de 100 mm, alternando amarres simples y dobles. Se tensará y anclará la malla de refuerzo antes de la colocación de relleno adicional.

255.05 Relleno.

El volumen estabilizado deberá ser ocupado por un relleno de material granular selecto, de acuerdo con la Subsección 209.10. Deberá asegurarse que no existan cavidades por debajo de las mallas de refuerzo. Cada capa deberá ser compactada de conformidad con la Subsección 209.11, excepto en lo referente al equipo requerido, el cual deberá ser aceptado de previo por el Contratante; debiendo, en todo caso, disponerse de un compactador liviano mecánico o vibratorio, el cual será operado hasta una distancia de 1 m de la cara del muro. En zonas donde el volumen estabilizado soporte elementos estructurales, deberá compactarse el espesor superior, hasta 1,5 m, al 100 % de la densidad máxima correspondiente.

No deberán aplicarse operaciones constructivas que puedan dañar o alterar los elementos de paredes o mallas de refuerzo. No deberá operarse ningún equipo directamente

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 54 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



sobre la superficie de las mallas 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 ~~de trás del la superficie del~~ volumen estabilizado con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. 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 hacia afuera, a fin de que el agua superficial se aleje del muro en dirección opuesta a las paredes, con el propósito de protegerlas de la contaminación con material del relleno.

No deberá permitirse, bajo ninguna circunstancia, la contaminación del área de construcción de las paredes del muro con material de relleno por escorrentía superficial.

255.06 Aceptación.

El material para muros de tierra armada listado en la Subsección 720.01 será evaluado de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Deberá suministrarse un certificado de producción con cada embarque de paneles para paredes de concreto hidráulico.

La construcción de muros de tierra armada y los trabajos conexos serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Las evaluaciones del sitio de las obras serán de conformidad con la Sección 152.

La tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 207.

La excavación, relleno con material granular selecto y el relleno estructural serán evaluados según la Sección 209. Véase la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

Los gaviones serán evaluados de acuerdo con la Sección 253.

La capa niveladora de concreto hidráulico será evaluada según la Sección 601.

255.07 Medida.

Se medirán los muros de tierra armada por metro cuadrado en la pared frontal.

Se medirá el material de relleno granular selecto en el volumen estabilizado por metro cúbico colocado y compactado en sitio.

Se medirá la capa niveladora de concreto hidráulico por metro cúbico.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

255.08 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 255.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección.

El pago se realizará de acuerdo con:

Tabla 255-2

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Comentario [p22]: Tabla está acorde con FP03

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 55 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

(1) Mínimo de 5 puntos por Ensayo Proctor.



Sección 256.) ANCLAJES PERMANENTES EN SUELO

Comentario [p23]: En una sección aparte del LRFD (Sección 6). Se continúa en la sección 257

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 56 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

256.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de anclajes al terreno de carácter permanente.

256.02 Materiales.

Deberán conformar con la siguiente Subsección:

Anclajes al terreno	722.02
Mortero	722.02(e)

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 haber completado, a satisfacción del Contratante, al menos cinco proyectos de construcción de anclajes al suelo de carácter permanente durante los tres años precedentes a la obra específica. Se deberá remitir una breve descripción de cada proyecto de experiencia previa, durante los tres años precedentes, incluyendo el nombre, dirección y el número de teléfono del Contratante respectivo.

El Contratista o Subcontratista a cargo de las obras deberá contar con un profesional en Ingeniería con al menos tres años de experiencia en el diseño y construcción de anclajes al suelo de carácter permanente. Se deberán habilitar supervisores de proyecto y operadores de equipos de excavación con al menos un año de experiencia en la instalación de anclajes permanentes en suelo. Con anticipación de 30 días naturales al inicio de las obras, se deberá identificar al equipo profesional, los supervisores de proyecto y los operadores de los equipos de excavación asignados al proyecto, y se adjuntará un resumen sobre la experiencia profesional de cada uno.

256.04 Planos constructivos.

Se deberán proveer los planos constructivos del proyecto, de conformidad con la Subsección 104.03, al menos con una anticipación de 30 días al inicio de las obras. Se deberá presentar, al Contratante, lo siguiente:

- (a) Programación detallada de actividades, incluyendo:
- Cantidad de anclajes al suelo.
 - Carga de diseño de los anclajes al suelo.
 - Tipo y tamaño de los tendones.
 - Longitud mínima de anclaje.
 - Longitud mínima de adherencia.
 - Longitud mínima de adherencia para el tendón.
 - Longitud mínima adicional a la de adherencia.
- (b) Planos esquemáticos del sistema de anclaje al suelo, incluyendo:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 57 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



- Cantidad y ubicación de los espaciadores.
- Cantidad y ubicación de los centralizadores.
- Sistema de protección para la corrosión en la longitud sin adherencia.
- Sistema de protección para la corrosión en la longitud de adherencia.
- Transición entre los sistemas de protección para la corrosión entre la longitud de adherencia y la longitud adicional sin adherencia.
- Sistema de anclaje y trompas
- Sistema de protección para la corrosión en los anclajes.

256.05 Fabricación de los tendones.

(a) Generalidades. Los tendones serán fabricados en una planta o en el sitio del proyecto, conforme sea especificado en los planos constructivos. Las dimensiones de los tendones 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 para la falla del tendón por tracción, no deberá exceder el 80 % de la resistencia última a la tracción del tendón, según los ensayos de laboratorio que se practiquen.

(b) Longitud de adherencia. Se deberá determinar la longitud de adherencia necesaria para alcanzar la resistencia indicada en los planos constructivos. Se utilizará una longitud mínima de adherencia, para los tendones, de 3 metros en roca, y 4,5 m en suelos. Se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud de adherencia con un recubrimiento de mortero de cemento hidráulico.

Cuando sea requerido por el Contratante, la longitud de adherencia del tendón será protegida a la corrosión, a partir del encapsulado en plástico corrugado con relleno de mortero de cemento hidráulico, tubería de acero corrugada, o por recubrimiento con epóxico de fusión adherido. Se aplicará el mortero 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 2,5 milímetros de recubrimiento con mortero de cemento hidráulico.

(c) Espaciadores y Centralizadores. Se utilizarán espaciadores a lo largo de la longitud de adherencia 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 mortero de cemento hidráulico de 13 milímetros de espesor a lo largo de la longitud de adherencia, o un encapsulado en la longitud de adherencia, como sea requerido por el contrato. Se deberán utilizar centralizadores que no impidan el libre flujo del mortero de cemento hidráulico a lo

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha de emisión: Enero, 2012	Página 58 de 325
------------------------------	-------------------------------	------------------



largo del orificio de la excavación. Los centralizadores serán posicionados de manera que la distancia entre sus respectivos centros no exceda los 3 metros.

El centralizador superior estará a una distancia máxima de 1,5 m de la parte superior de la longitud de adherencia del tendón. El centralizador inferior estará a una distancia máxima de 300 mm respecto a la parte inferior de la longitud de adherencia del tendón.

Los centralizadores no se requieren en los tendones con inyección a presión si el anclaje se instala en suelos de grano grueso usando presiones de mortero superiores a 1 megapascal.

Los centralizadores no se requieren en tendones colocados con perforadores de barra hueca si el anclaje es recubierto con mortero a través del perforador y el agujero se mantiene lleno de un mortero rígido durante la extracción del perforador. Un mortero es considerado "rígido" si su revenimiento es inferior a 225 mm.

En caso de que el tipo y la disposición de los tendones no requieran el uso de centralizadores, corresponderá al Contratante autorizar la no utilización de los mismos, cuando, a su criterio, tal práctica proceda.

(d) Longitud sin adherencia. Se deberá proveer una longitud mínima de anclaje de 4,5 m, adicional a la longitud de adherencia.

(1) Si la totalidad del agujero excavado se llena con mortero de cemento hidráulico en una sola operación, se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud sin adherencia, utilizando una envoltura rellena con grasa inhibidora de la corrosión, sistemas de tuberías recubiertos con adhesivos elásticos u otro material alternativo aprobado por el Contratante. Si se utiliza una envoltura rellena con grasa inhibidora de la corrosión, se deberá recubrir completamente la longitud sin adherencia 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 mortero o pegamento, se deberá colocar un material separador especial a lo largo de la longitud sin adherencia del tendón.

(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 adherencia es rellenada con un mortero de cemento hidráulico después de la fijación de los anclajes, se deberá utilizar una segunda envoltura para dar recubrimiento adicional al tendón con mortero de cemento hidráulico.

Donde se usen anclajes "re-tensables", se deberán proveer amarres para anclajes "re-tensables", compatibles con el sistema de post-tensión provisto.

Si se utilizan tendones multi-elementos, se deberán apoyar las cuñas en la forma apropiada, siguiendo las recomendaciones dadas para el sistema de posttensión.

(e) Placas de soporte. Las placas de carga deberán dimensionarse para que cumplan con los siguientes requisitos:



- (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 por ciento la resistencia del tendón mínima especificada; y
- (2) El esfuerzo soportado por la placa de soporte no excederá lo recomendado en la sección 317 del PTI, especificación para la postensión de materiales.

256.06 Almacenamiento y manejo.

Se deben 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 forraje o envoltura. Se debe desengrasar la longitud de adherencia de los tendones y eliminar los residuos de cualquier disolvente antes de la instalación.

256.07 Instalación.

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 tendón. El anclaje en el terreno se instalará de manera que su eje longitudinal no difiera 3 grados de la inclinación especificada. El anclaje en el terreno se deberá instalar con una desviación del ángulo horizontal inferior a 3 grados 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.

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.

Se deberá usar una bomba de desplazamiento positivo para inyectar el mortero dentro de los agujeros perforados usando un mortero de cemento neto o un mortero de cemento y arena. Se deberá usar una bomba equipada con un medidor de presión capaz de medir presiones de por lo menos 1 megapascal o el doble de la presión real de inyección, la que sea mayor. Se deberá usar un mortero bien mezclado que esté libre de grumos o de otras evidencias de hidratación previa del cemento. Se deberá mover el mortero continuamente durante su colocación. El mortero se deberá colocar en una sola operación continua.

El mortero se deberá inyectar desde el punto más bajo del agujero perforado. El mortero puede ser colocado antes o después de la inserción del tendón. Se deberá registrar la cantidad de mortero y la presión del mortero para cada anclaje en el terreno. Se deberá controlar la presión de inyección para evitar el abultamiento excesivo o la fractura del terreno.

Exceptuando lo indicado más adelante, el mortero que se coloque sobre el límite superior de la longitud de adherencia puede ser colocado al mismo tiempo que el mortero de

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 60 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



la longitud de adherencia, pero no debe ser colocado bajo presión. No se deberá colocar mortero en el extremo superior del agujero perforado, en contacto con el reverso 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 el mortero sobre el extremo superior de la longitud de adherencia después de que el anclaje haya sido probado y tensado. El agujero perforado completo se puede llenar con mortero en una sola etapa si se demuestra que el anclaje no desarrollará una porción significativa de su capacidad máxima de carga en el suelo ubicado fuera de la longitud de adherencia.

Se deberá usar mortero presurizado para tendones protegidos anclados en roca. Después de sellar el agujero perforado, se deberá inyectar mortero presurizado hasta que se mantenga una presión de 0,3 megapascales en el extremo superior del agujero durante 5 minutos.

Si el tubo de suministro de mortero va a permanecer dentro del agujero después de alcanzada la longitud de adherencia, se deberá llenar con mortero en su totalidad. Se deberá esperar un mínimo de 3 días antes de cargar el tendón.

Se deberá extender la protección contra la corrosión que rodea la longitud sin adherencia más allá del sello inferior de la trompeta o 300 mm dentro de la trompeta si el sello no se provee.

Se deberá recortar la protección contra la corrosión que rodea la longitud sin adherencia del tendón como sea necesario para que no haga contacto con la placa de soporte de la cabeza del anclaje durante las pruebas y el tensado.

La placa de soporte y la cabeza del anclaje se deberán colocar de manera que el eje del tendón tenga una inclinación máxima de 3 grados con respecto a una línea perpendicular a la placa de soporte y el eje deberá pasar a través del centro de la placa de soporte para evitar curvar el tendón.

Si se utilizan tendones protegidos o encapsulados con epóxicos de adherencia por fusión, se deben aislar electrónicamente la placa de soporte, la cabeza del anclaje y la trompeta del concreto que las rodea, de los pilotes soldados o de cualquier elemento metálico empotrado en la estructura.

La grasa de la trompeta se deberá colocar en cualquier momento durante la construcción. El mortero 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.

256.08 Ensayos.

Se probará cada anclaje en el terreno usando una carga máxima que no exceda el 80 por ciento de la resistencia última a la tensión mínima del tendón. Se aplicarán

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 61 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



simultáneamente la carga al tendón entero y a todos los elementos de tendones compuestos.

(a) Equipo de prueba. El equipo de prueba consistirá en:

(1) Una galga de dial o un medidor de vernier, con una precisión de 0,025 mm. Se deberá usar un medidor de desplazamiento que tenga una amplitud de escala al menos igual a la elongación elástica teórica del anclaje completo en la carga de prueba máxima. Se deberá usar un aparato con suficiente amplitud de escala para que se pueda medir todo el desplazamiento del anclaje sin necesidad de reajustes durante la prueba.

(2) Un gato hidráulico y una bomba. Se usará un gato hidráulico y una galga de presión calibrada para medir la carga aplicada requerida por la prueba. El gato hidráulico y la galga de presión deberán tener una calibración hecha dentro de los 45 días anteriores al inicio del trabajo de anclaje, por un laboratorio o firma independiente del Contratista. Se deberán usar galgas de presión que estén graduadas en incrementos de 1 megapascal o menos. Se deberá usar un gato hidráulico que tenga una amplitud de recorrido igual a la elongación elástica teórica del anclaje en su longitud total sometido a la carga máxima de prueba.

(3) Una galga de referencia calibrada. Se deberá tener la galga de referencia calibrada con el gato hidráulico y la galga de presión y mantenerla en el sitio del proyecto.

(b) Pruebas de desempeño. Se colocará el equipo de la prueba de tensión sobre el anclaje en el terreno, de modo que el gato, las placas de soporte, las celdas de carga y el anclaje tensor estén alineados axialmente con el tendón y el tendón esté centrado con el equipo.

Se deberá realizar la prueba de desempeño a un mínimo del 5 % de los anclajes en el terreno o a un mínimo de 3 anclajes, el número que sea mayor, en cada estructura individual. El Contratante seleccionará los anclajes en el terreno que serán probados en su desempeño.

La prueba de desempeño se realizará según lo indicado en la Tabla 256-1.

Una vez que se registra el desplazamiento del anclaje, se aumentará el valor de la carga según los incrementos indicados en la Tabla 256-1. Se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje en el terreno con una precisión de 0,025 mm, con respecto a un punto de referencia fijo independiente con la carga del alineamiento y en cada incremento de la carga de diseño. Se medirá continuamente la carga con una galga de presión. Se conectará la galga de presión de referencia en serie con la galga de presión durante cada prueba de desempeño. Si la carga medida por la galga de presión y la carga medida por la galga de presión de referencia, se diferencian más de 10 por ciento, se deberá volver a calibrar el gato, la galga de presión, y la galga de presión de referencia. En los incrementos de carga que no sean la carga máxima de prueba, se deberá mantener la carga solamente el tiempo necesario para obtener la lectura de desplazamiento.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Tabla 256-1

Secuencia de Carga de la Prueba de Desempeño



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Nota: A = Alineamiento (ajuste)
D = Carga de diseño

La carga máxima de la prueba debe mantenerse por un mínimo de 10 minutos. Para mantener la carga constante se deberá revisar continuamente la presión del gato hidráulico. El periodo de carga sostenida se deberá iniciar tan pronto como se alcance la carga máxima de la prueba.

Se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje en el terreno en 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 10 minutos. Si el desplazamiento del anclaje en el terreno en el período de 1 a 10 minutos excede 1 milímetro, se deberá mantener la carga máxima de la prueba y registrar el desplazamiento del anclaje en el terreno en 15, 20, 25, 30, 45, y 60 minutos.

Se deberá graficar el desplazamiento del anclaje en el terreno contra la carga máxima de cada secuencia de carga de la Tabla 256-1, y graficar el desplazamiento residual del tendón en cada carga de alineamiento, contra la carga más alta aplicada previamente.

(c) Pruebas de conformidad. Se deberá probar la conformidad de todos los anclajes en el terreno que no hayan sido sometidos a pruebas de desempeño. Las pruebas de conformidad se deberán realizar según se indica en la Tabla 256-2.

La carga se deberá aumentar de un incremento al siguiente inmediatamente después de registrar el desplazamiento del anclaje en el terreno. Se deberá medir y registrar el desplazamiento del anclaje con una precisión de 0,025 mm con respecto a un punto de referencia fijo independiente en cada carga de alineamiento o ajuste y en cada incremento de carga. Se deberá mantener un registro continuo de la carga con una galga de presión.

La carga máxima de prueba se deberá sostener durante un mínimo de 10 minutos. Para mantener la carga constante se deberá revisar continuamente la presión del gato hidráulico. El periodo de carga sostenida se deberá iniciar tan pronto como se alcance la carga máxima de la prueba.

Se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje en el terreno en 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 10 minutos. Si el desplazamiento del anclaje en el terreno en el período de 1 a 10 minutos excede 1 milímetro, se deberá mantener la carga máxima de la prueba y registrar el desplazamiento del anclaje en el terreno en 15, 20, 25, 30, 45, y 60 minutos.

Tabla 256-2

Secuencia de Carga de la Prueba de Conformidad

Nota: A = Alineamiento (ajuste)
D = Carga de diseño

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 63 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Se deberá graficar el desplazamiento del anclaje en el terreno contra la carga máxima de cada secuencia de carga de la Tabla 256-2.

(d) Fijación. Después de completar las pruebas 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 soporte. Después de transferir la carga y antes de retirar el gato, 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 fijación especificada, se deberá reinstalar el sistema de fijación y volver a medir la carga de sustentación. Este proceso se repetirá cuantas veces sea necesario para cumplir con el requisito.

256.09 Aceptación.

Se deberá consultar la Tabla 256-3 para las especificaciones del muestreo y los ensayos de materiales.

El material para los anclajes en el terreno será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de los anclajes en el terreno será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los anclajes instalados serán evaluados con base en los resultados de alguna de las siguientes pruebas de desempeño o de conformidad y de acuerdo con los siguientes criterios:

(a) Después de un período de carga sostenida de 10 minutos, el anclaje en el terreno debe resistir la carga máxima del ensayo con menos de 1mm de desplazamiento, dentro del lapso de 1 a 10 minutos, y el desplazamiento total con la carga máxima excede el 80 % de la elongación elástica teórica de la longitud sin adherencia.

(b) Después de un período de prueba de 60 minutos, el anclaje en el terreno deberá resistir la carga máxima con una tasa de deformación plástica que no exceda una tasa de 2 mm por ciclo logarítmico de tiempo, y el desplazamiento total con la carga máxima excede el 80 % de la elongación elástica de teórica de la longitud sin adherencia.

Se deberán sustituir todos los anclajes en el terreno que obtengan resultados inaceptables en las pruebas de desempeño o conformidad. No se deberán ensayar nuevamente los anclajes que hayan fallado.

256.10 Medida.

Se deberán medir los ítems de la Sección 256 que aparezcan en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y las siguientes. Se contarán los anclajes en el terreno por unidad.

Deben ejecutarse los ensayos de desempeño que indiquen que la instalación es aceptable.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 64 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

256.11 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato para el renglón de pago, según la lista indicada en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

Tabla 256-3
Requisitos de Muestreo y Ensayos



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA





Sección 257.) MUROS DE RETENCIÓN ALTERNATIVOS

257.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de varios tipos de muros de retención como opciones del Contratista. Los tipos de muro alternativos son de gaviones, muro claveteado (cosidos), muros con suelo reforzado, muros con anclajes permanentes en el terreno y muros de concreto reforzado.

257.02 Material.

Se deberán utilizar materiales, conformes con las siguientes Secciones:

Gaviones	253
Muros claveteados (cosidos)	254
Muros con suelo reforzado	255
Anclajes permanentes en el terreno	256
Muros de retención de concreto reforzado	258
Pilotes hincados	551
Concreto estructural	552
Acero de refuerzo	554

Requerimientos de Construcción

257.03 General.

El diseñador o proveedor del muro propuesto será responsable de la estabilidad interna y externa del mismo. No se calificará la responsabilidad por el diseño ni se restringirá el uso de los planos o memorias de cálculos de las alternativas propuestas. Se indemnizará al Contratante de todos los reclamos por infracción de los derechos de propiedad u otros, de utilizarse sin el consentimiento de los poseedores de las patentes o derechos de autor.

257.04 Entrega.

Se deberá remitir una propuesta que utilice cualquiera de los tipos de muro enumerados. Las propuestas se deberán entregar en forma separada para cada sitio a tratar. Se podrán utilizar diferentes soluciones en lugares distintos del proyecto.

Se deberán realizar los levantamientos topográficos de acuerdo con la Sección 152, para verificar los límites de la construcción de los muros. Se deberán proveer planos constructivos del muro propuesto de acuerdo con la Subsección ~~104.03~~ 105.03, dentro de los 120 días posteriores a la notificación del inicio y al menos 90 días antes del comienzo de la construcción del muro.

Todos los planos deben ser firmados por un ingeniero civil.

Deben incluirse todos los detalles, dimensiones, cantidades, perfiles del terreno, y secciones transversales, necesarios para construir el muro. Los cálculos del diseño se



presentarán en láminas de 200 por 300 mm de tamaño, con el número del proyecto, localización del muro, designación, fecha de preparación, iniciales del diseñador y supervisor, y el número de página, en la parte superior de la misma.

Se debe incluir un índice con los cálculos del diseño. Los planos deben contener, pero no limitarse a, los siguientes elementos:

(a) Dibujos en planta y elevación para cada pared, los cuales deben comprender:

(1) Una vista en planta del muro identificando:

Separación desde la línea de centro de la construcción a la cara del muro, a su base, y a todos los cambios con respecto al alineamiento horizontal.

Límites de la sección más ancha, malla, aditamentos para el encofrado bandas, o anclajes; y Línea de centro de cualquier estructura de drenaje o tubería debajo, a través de o sobre el muro.

Comentario [p24]: Bandas o tiras metálicas

(2) Una vista en elevación del muro, identificando:

Elevación al tope del muro, en todos los puntos de quiebre horizontales y verticales, y en los últimos al menos cada 10 metros de longitud de muro;

Elevaciones en la base del muro, en la parte superior de las almohadillas- capas de nivelación y en el cimiento o en la losa de amarre de los pilotes la parte inferior del pilote soldado;

Comentario [p25]: Soldado no es de soldadura sino de Soldier Pile.
<http://www.deepexcavation.com/uploads/soldierpile.jpg>

Ancho- Inclinación del muro a colar;

Distancia en todas las etapas, a lo largo de la cara del muro de los escalones (desniveles) de a la base, zapatas, almohadillas- capas de nivelación o desniveles encofrados;

Tipo de formaleta- panel o profundidad del módulo o desniveles encofrado;

Comentario [p26]: Lagging:
<http://www.deepexcavation.com/uploads/soldierpile.jpg>

Longitud y tipo de malla, aditamentos para el encofrado bandas o anclajes;

Distancia a lo largo de la cara del muro a donde cambie en largo la malla, banda, o anclajes, y Línea original y final del terreno.

(3) Notas generales para la construcción del muro.

(4) Datos de la curvatura horizontal y vertical que afectan al muro. Líneas de referencia o detalles para relacionar el estacionamiento del muro con el de la línea de centro de la vía.

(5) Una lista con el sumario de cantidades en la vista en elevación de cada muro.

(b) Dimensiones y especificaciones- tabulaciones para todo el acero de refuerzo incluidas las barras de refuerzo, los detalles de doblado, dovelas, y tacos para definir la cara del muro.

(c) Detalles y dimensiones para fundaciones y almohadillas- capas de nivelación incluyendo desniveles en las zapatas o almohadillas de nivelación.

(d) Detalles y dimensiones para todo:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 67 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



- (1) Paneles, módulos, ~~cabezas de pilotes~~ pilotes soldados y desniveles encofrados, necesarios para construir el elemento.
- (2) Acero de refuerzo en el elemento;
- (3) Localización de la malla, aditamentos para ~~el encofrado~~ bandas, o dispositivos de anclaje embebidos en los paneles; y
- (4) Anclajes y pilotaje ~~en la cimentación~~, incluyendo el espaciado y tamaño de ~~los~~ los pilotes y el espaciado y el ángulo de los anclajes.

(e) Detalles para construir paredes ~~y~~ alrededor de las elementos de drenaje.

(f) Detalles para el terminado de los muros y de la construcción de los taludes adyacentes.

(g) Detalles de tratamiento arquitectónico.

(h) Notas de diseño incluyen una explicación de cualquier símbolo o programa de computadora usado en el diseño de los muros. Especifique los factores de seguridad para deslizamiento, ~~arranque~~ desprendimiento y volcamiento. Especificar la presión de carga en el cimiento bajo el muro, volumen de tierra ~~a estabilizar~~ estabilizada o pilotes ~~de cimentación~~ soldados

(i) Verificación del criterio de diseño para la ubicación específica del muro con procedimientos de las pruebas, resultados e interpretaciones. Incluir resultados de fluencia, durabilidad, daños inducidos por la construcción y resultados de las pruebas de esfuerzo en las juntas.

(j) Otros cálculos de diseño.

Encause todas las propuestas a través del Contratista a menos que éste le de permiso escrito al diseñador/suplidor del muro y al Contratante para comunicarse directamente.

Envíe 3 juegos de planos con la propuesta inicial. Un juego será devuelto con cualquier corrección indicada. Si las revisiones son necesarias, haga las correcciones ~~necesarias~~ pertinentes y reenvíe 3 juegos de planos revisados.

Cuando los planos sean aceptados, elabore 5 juegos en papel más un juego de planos en sepia, para uso del Proyecto.

257.05 Construcción.

Construya la pared de acuerdo a los planos aceptados y a las siguientes secciones, según sean aplicables:

Gaviones.

253.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha de emisión: Enero, 2012	Página 68 de 325
------------------------------	-------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Muros de contención modulares.	254.
Muros con suelo reforzado.	255.
Anclajes permanentes en muros.	256, 551 y 552.
Muros de contención de concreto reforzado.	258.

Revisar los planos cuando las dimensiones deben ajustarse a las condiciones del terreno o por otras razones.

257.06 Aceptación.

El material para muros de retención alternativos será evaluado según las subsecciones 107.02, 107.03, o 107.04, de acuerdo a las secciones aplicables listadas en la Subsección 257.05.

La construcción de muros de retención alternativos y los servicios involucrados serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04, de acuerdo con las secciones aplicables listadas en la Subsección 257.05.

La excavación para la estructura y el relleno serán evaluados según la 209.

Requerimientos de construcción

257.07 Medición.

La sección 257, renglones de pago listados en el cartel, deben estar de acuerdo con la Subsección 110.02 y siguientes, según sea aplicable.

La medición del relleno de fundación debe hacerse según la Sección 208.

257.08 Pago.

Las cantidades aceptadas deben ser pagadas según el precio del contrato por unidad de medida conforme a la sección 257, renglones de pago listados en el cartel. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta sección. Vea Subsección 110.05.

Cuando las dimensiones en planta son cambiadas por el Contratante durante la construcción para ajustarse a las condiciones del terreno, el precio por sumaalzada será ajustado aplicando un cálculo por metro cuadrado con un factor de ajuste de costo al muro agregado o reducido según el área de la cara.

El factor de ajuste debe ser determinado dividiendo el precio por sumaalzada entre cada muro según su área estimada.

Un muro de retención alternativo por sumaalzada será pagado en base al progreso del trabajo según esta sección.

Sección 258.) MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO

258.01 Descripción.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 69 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención de concreto reforzado.

258.02 Material.

Debe cumplir con las Secciones y Subsecciones siguientes:

Concreto hidráulico	552
Formaleta y obra falsa	562
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Acero de refuerzo	709.01
Relleno estructural	704.04
Barras de unión, pasajuntas y ganchos de anclaje	709.01

Requerimientos para la construcción

258.03 General.

La topografía debe llevarse a cabo de conformidad con la Sección 152, a efecto de verificar los linderos del muro requerido. El Contratista debe preparar y someter a aprobación del Contratante los planos de la formaleta y de la obra falsa, de acuerdo con la Sección 562. El trabajo debe llevarse a cabo de acuerdo con la Sección 209.

258.04 Acero de Refuerzo.

El Contratista debe someter a aprobación del Contratante todas las listas de pedido y los diagramas de doblado del acero de conformidad con lo establecido en las Subsecciones ~~104.03~~ 105.03 y 554.03. El refuerzo de acero debe elaborarse conforme a la Subsección 554.05. El envío y la protección del material deben realizarse según las Subsecciones 554.04 y 554.06. El acero de refuerzo debe colocarse, sujetarse y empalmarse, de conformidad con las Subsecciones 554.08 y 554.09.

258.05 Concreto Estructural.

La mezcla de concreto hidráulico debe diseñarse según la Subsección 552.03. El almacenaje, manejo, mezclado, composición y la entrega del concreto debe llevarse a cabo según las Subsecciones 552.04 a 552.08. El control de calidad debe hacerse según la Sección 153 y la Subsección 552.09. La construcción del muro debe realizarse según las subdivisiones 552.10 a 552.16.

258.06 Rellenado.

El área detrás del muro debe rellenarse con relleno estructural de acuerdo con la Subsección 209.10. Cada capa debe compactarse de acuerdo con la Subsección 209.11,



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

excepto que debe usarse un compactador mecánico o vibratorio liviano, debidamente aprobado por el Contratante.

258.07 Aceptación.

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.
- Los planos conteniendo el diseño propuesto para la formaleta y la obra falsa serán evaluados con la Sección 562.
- La excavación y relleno estructural serán evaluados bajo la Sección 209.
- El concreto hidráulico será evaluado bajo la Sección 552.
- El acero de refuerzo será evaluado bajo la Sección 554.
- El material para relleno de juntas, sellantes, barras de unión, barras pasajuntas (dovelas) y ganchos de anclaje serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03.

258.08 Medida.

Los muros de retención reforzados deben medirse en la estructura misma, en metros cúbicos, metros cuadrados o metros lineales. Cuando la medición es en metros cúbicos, debe incluirse el volumen de la cimentación. El área en metros cuadrados debe determinarse con la longitud de la cara de la pared frontal y la altura, excluyendo la cimentación. La longitud en metros se determina a lo largo de la corona del muro. El relleno de fundación se mide bajo la Sección 208.

258.09 Pago.

Las cantidades aceptadas y medidas como se establece en la Subsección 258.08, serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición, para los renglones de pago listados abajo, que estén mostrados en el cartel de la licitación. El pago será la compensación total del trabajo prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

El pago será hecho bajo los siguientes renglones:

Las cantidades aceptadas para los muros de concreto reforzado serán pagadas por el precio establecido en el contrato multiplicado por un factor de ajuste de pago (PFA).

Donde:

PF = factor de pago para el concreto determinado según la sección 552

Sección 259.) MUROS DE RETENCIÓN DE SUELO CLAVETEADO (COSIDO)

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 71 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



259.01 Generalidades

La técnica del suelo claveteado (cosido) tiene por finalidad reforzar el suelo existente al aumentar su resistencia al corte y su estabilidad interna. Esto se alcanza mediante la incrustación de una densa cantidad de barras de refuerzo, separadas muy estrechamente entre sí (entre 1 y 2 metros) y ligeramente inclinadas con la horizontal. Se logra formar así una masa de suelo reforzado, coherente, que tiene por dimensiones la altura del corte y la profundidad de las barras. Es estable por gravedad al igual que cualquier muro de gravedad convencional y además es capaz de proveer suficiente seguridad frente a los movimientos de deslizamiento, vuelco, hundimiento de los apoyos y estabilidad global.

Este tipo de estructura de contención se diferencia de los muros anclados en que los refuerzos o tendones no son postensionados como los tirantes de dichos muros y es por esto que son llamados pasivos. Los tendones desarrollan su tensión en la medida que el terreno se deforma lateralmente según avanza la excavación.

Las barras de refuerzos o tendones utilizados generalmente son de acero con resistencia $F_y=4200 \text{ kg / cm}^2$, y tienen un diámetro entre 20 mm y 50 mm. Para la colocación de las barras de refuerzo se ejecutan de previo perforaciones en el terreno con un diámetro desde 7,5cm hasta 10cm, en donde se alojan las barras y finalmente se inyecta lechada de agua-cemento para llenar toda la longitud de la perforación. Normalmente la longitud de las barras está entre un 65 % y 70 % de la altura de la excavación.

El muro, o revestimiento de la superficie lateral del talud, se hace comúnmente colocando una capa delgada de concreto lanzado de aproximadamente 10 cm de espesor y se refuerza con una malla de acero electrosoldada.

Este sistema de retención puede ser temporal o permanente, según se establezca en el proyecto de obra, y puede ser construido en franjas sucesivas, según avance la excavación.

Aplicaciones:

- Contención de tierra en excavaciones verticales o ligeramente inclinadas, que se construyen de arriba hacia abajo en proyectos de carreteras y en proyectos urbanos.
- Mejoramiento de la estabilidad de taludes existentes.
- Reparación de deslizamiento de taludes.
- Reparación de muros de contención existentes.
- Ampliación de vías bajo puentes de carreteras.

259.02 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de muros de retención de suelo claveteado (cosido).

Comentario [p27]: No se incluye en el FP03

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 72 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



259.03 Materiales.

Deben ser conformes con la siguientes Secciones y Subsecciones:

Tornillos y tuercas	717.01(d)
Espaciadores	722.02(f)
Laminas drenantes de geocompuesto	714.02(b)
Mortero	722.02(e)
Concreto lanzado	566
Varillas de acero para el claveteado	722.02 (a)
Relleno estructural	704.04
Acero estructural (placas de apoyo)	717.01(a)
Conectores para metal estructural	717.05

Requerimientos de construcción

259.04 Capacidad del personal.

El Contratista o subcontratista deberá demostrar la realización satisfactoria, hasta su conclusión, de al menos 5 proyectos permanentes de muros de retención de suelo claveteado (cosido) durante los últimos 3 años, que totalicen al menos ~~100~~ 1000 m² de área de muro y la construcción de al menos 500 refuerzos o tendones permanentes. Deberá remitir una breve descripción de cada proyecto, incluyendo el nombre de la oficina contratante, persona de contacto y número telefónico.

Deberá aportar un ingeniero profesional con experiencia en construcción de al menos 3 muros de retención de suelo claveteado (cosido) dentro de los 5 años anteriores. Deberá proveer supervisores en el sitio y operadores de taladro con experiencia en la construcción de suelo claveteado (cosido) permanente al menos en 3 proyectos en los últimos 5 años. Dentro de los 30 días anteriores al inicio del trabajo, debe someter a aprobación el ingeniero, los supervisores de campo y los operadores del taladro propuestos para el proyecto, remitiendo un sumario de la experiencia individual de cada uno.

259.05 General.

La topografía necesaria debe llevarse a cabo de acuerdo con la Sección 152, verificando los alineamientos para la construcción del muro.

259.06 Programa de Construcción.

Al menos 30 días antes del inicio del trabajo del muro con suelo claveteado (cosido), de acuerdo con la Subsección 104.03 el Contratista debe remitir lo siguiente:

(a) Fecha de inicio y secuencia propuesta para la construcción del muro de retención. Deberá incluirse además el método de excavación ~~propuesta~~ propuesto para garantizar la estabilidad del talud y del muro.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 73 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



(b) Métodos y equipo de perforación. Incluyendo el diámetro del tendón (varilla) necesario para alcanzar los valores especificados de resistencia a la extracción. Cualquier variación del diámetro de la perforación o de la resistencia especificada a la extracción del tendón del muro deberán someterse de previo a la aprobación del Ingeniero.

(c) Diseño de la mezcla del mortero a inyectar, procedimientos de colocación y detalle del equipo a emplear. Debe incluir los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con AASHTO T 106, llevados a cabo por un laboratorio calificado, verificando la resistencia a la compresión a los 3 días y a los 28 días. Son aceptables ensayos realizados con el mismo mortero dentro del año precedente.

(d) Métodos de suelo claveteado (cosido) a emplear y detalle del montaje del equipo.

(e) Número de identificación y resultados de los ensayos de calibración de cada gato hidráulico, medidor de presión y célula de carga. El gato de ensayo y el medidor de presión deben calibrarse como una sola unidad. Los resultados de los ensayos de calibración, realizados por un laboratorio independiente, deben remitirse con una antelación de 90 días.

(f) Resistencia última de los tendones para el suelo cosido propuesto.

259.07 Excavación.

De previo deberá completarse cualquier limpieza y excavación sobre el área del muro de acuerdo con las Secciones 201 y 204, antes de iniciar la excavación requerida para éste. No deberá llevarse a cabo ninguna excavación ~~en el área después para el muro antes~~ de iniciada la construcción del muro. Debe proveerse un banco de trabajo para el equipo de perforación enfrente del área del muro, formado con material excavado en cualquier sitio del proyecto.

Se debe realizar la excavación para el muro simultáneamente con la confección del suelo claveteado (cosido) y aplicación del concreto lanzado. No se debe dejar expuesta -sin soporte- la pared de la excavación en una altura que exceda el espaciado vertical del cosido o la altura límite del terreno para mantenerse en pie, cualquiera que sea menor. Se debe completar la excavación hasta la superficie límite establecida y aplicarle el concreto lanzado en la misma jornada de trabajo. La colocación del concreto lanzado puede ser demorada hasta 24 horas si se puede demostrar que el retraso no afectará adversamente la estabilidad de la pared de la excavación. Puede ser colocada una berma estabilizadora fabricada con suelo, ~~o dejada en el lugar durante el trabajo~~, para sostener la superficie de la excavación durante la instalación de los tendones claveteados (cosidos).

No debe excavar a un nivel inferior hasta que la instalación de los tendones del suelo claveteado (cosido), aplicación del concreto lanzado, acople de las placas de apoyo y ~~tuercas, otros detalles hayan sido concluidos en el tramo de trabajo~~, así como que el claveteado (cosido) haya sido ensayado y aceptado en la franja ~~anterior- actual de trabajo~~ del muro. El mortero inyectado y el concreto lanzado deben curarse al menos por 72 horas para obtener el esfuerzo a la compresión especificado a 3 días, antes de excavar la siguiente capa inferior del muro.



259.08 Instalación de los Tendones de Acero.

(a) Almacenaje y manipulación. Almacene y maneje los tendones de varilla de acero para el suelo claveteado (cosido) de manera que se evite el daño o la corrosión. Deben reemplazarse los tendones que muestren abrasiones, cortes, empalmes soldados, corrosión o cavidades. Debe repararse o reemplazarse cualquier tendón que exhiba daños en el encapsamiento o recubrimiento epóxico.

(b) Fabricación. Deben proveerse tendones (varillas de acero) roscados un mínimo de 150 mm para permitir el acoplamiento apropiado de las placas de apoyo y las tuercas. Las roscas ~~deben~~ pueden ser ~~una~~ corrugada en forma de espiral ~~proveida por la deformación de la varilla o puede ser cortada en la varilla de refuerzo~~. Use el tamaño siguiente mayor de barra si el roscado está ~~encajado~~ cortado en la varilla de refuerzo. Cuando sea oportuno, debe repararse el recubrimiento epóxico con una capa de en un mínimo ~~de~~ 0,3 mm de espesor.

Deben proveerse centralizadores para posicionar los tendones dentro de los 25 mm del centro del hueco perforado. Los centralizadores deben colocarse separados un máximo de 3 m y dentro de los 600 mm de la parte superior y base del tendón. Los centralizadores que se usen no deben impedir el libre flujo del mortero dentro del hueco perforado.

(c) Perforación. Los huecos para los tendones deben perforarse en los sitios y con la orientación mostrada en planos. Deben seleccionarse el equipo de perforación y los métodos de trabajo apropiados para las condiciones del terreno. No debe usarse agua, barro de perforación u otros fluidos para taladrar o remover lo cortado. Si se encuentra terreno inestable, usar métodos de perforación encamisados para soportar las paredes de la circunferencia de los huecos perforados. No son aceptables tendones autoperforantes.

(d) Aplicación de la lechada. Inserte el tendón dentro del hueco y aplique la lechada (mortero) en la perforación dentro de las 2 horas siguientes luego de completar la perforación. Inyecte la lechada ~~hasta~~ en el extremo inferior de cada hueco mediante un tubo, ~~o~~ manguera, o broca hueca, específicos para esta tarea. Llene completamente el hueco perforado con el mortero en una operación continua. Para prevenir vacíos, mantenga la salida de la manguera de aplicación del mortero por debajo del relleno que se está trabajando, hasta que éste sea concluido. Se permiten juntas frías en la columna del mortero solamente en la parte superior del tendón de prueba.

Se debe mantener libre el tramo temporalmente sin empotrar de los tendones de ensayo para la sucesiva aplicación del mortero. Si dicha sección no puede ser satisfactoriamente embebida en el mortero luego del ensayo, se debe instalar un nuevo tendón en ese lugar y descartar el de prueba.

259.09 Tendones de ensayo.

Se deben llevar a cabo ensayos tanto ~~la prueba~~ de verificación como de prueba ~~la de~~ de la resistencia a la extracción en los tendones designados al propósito de ensayo. No debe

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 75 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



probarse ningún tendón hasta que el mortero y el concreto lanzado en la cara exterior del muro hayan tenido una cura de al menos 72 horas y alcanzado la resistencia a la compresión especificada a los 3 días.

(a) Equipo de ensayo. Se deben suministrar dos relojes de medición, el correspondiente soporte, el gato y el medidor de presión, la célula electrónica de carga y un marco de reacción. Solamente se requiere verificar, mediante ensayo, la célula de carga.

Se deben utilizar medidores de presión graduados que muestren incrementos no mayores a 500-kPa. Se debe medir el movimiento de la cabeza del tendón con un mínimo de dos relojes medidores con una precisión de 0,025 mm.

(b) Ensayos de Verificación. Se deben realizar ensayos de verificación en tendones de "sacrificio" sacrificables en los sitios mostrados en los planos. Lleve a cabo los ensayos de verificación antes de la instalación de los tendones "productivos" de producción para verificar los métodos de perforación e instalación, resistencia a la extracción y asunciones del diseño.

Deben proporcionarse tendones de ensayo para verificación con un tramo embebido y otro libre. La longitud mínima sin empotrar debe ser de 1m y la mínima embutida de 3 m. Determine la longitud máxima a empotrar con base en la verificación del grado estructural de resistencia y tamaño de la varilla para evitar exceder la carga permisible en la varilla durante el ensayo. Suministre tamaños mayores de varillas, si se requiere, para disponer seguramente de los 3 metros de longitud mínima para la prueba de adherencia, y ensaye aplicando el doble de la resistencia a la extracción solicitada.

Use la siguiente fórmula para determinar la longitud máxima de adherencia:

donde:

L_{BVmax}	=	Longitud (m) máxima de verificación de los tendones
C	=	0,9 para varillas de grados 420 y 520 y 0,8 para varillas de grado 1035
f_y	=	Esfuerzo último o de fluencia de la varilla (kN/m ²)
A_s	=	Área de la varilla de acero (m ²)
Q_d	=	Resistencia permisible a la extracción (kN/m)

Determine la carga de diseño mediante la siguiente ecuación:

donde:

DTL	=	Carga de diseño para la prueba (kN)
L_{BV}	=	Longitud (m) empotrada para la prueba tal "como se construyó"
Q_d	=	Resistencia a la extracción permisible (kN/m)



Realice los ensayos incrementando la carga en los tendones de verificación tal como se indica en la Tabla 259-1. Mida y registre cada movimiento del tendón en todo incremento de la carga.

La carga de alineamiento es la mínima requerida para alinear el aparato de ensayo y no deberá exceder el 5 % de la carga de diseño. Fije el dial de los relojes de medición en “cero” luego de aplicar la carga de alineamiento. Continúe con la aplicación de la carga máxima, luego redúzcala a reduciendo la carga de alineación, registrando este dato la posición permanente.

Mantenga cada incremento de carga por lo menos 10 minutos. Observe si hay movimientos lentos fluencia del tendón en el incrementos de la carga de 1,50 DTL, midiendo y registrando movimientos del tendón a 1, 2, 3, 5, 6, 10, 20, 30, 50, y 60 minutos. Mantenga la carga durante el ensayo de fluencia dentro del 2 por ciento de la carga prevista para el uso de la celda.

Tabla 259-1

Esquema de Verificación del Ensayo de Carga

Comentario [p28]: Tabla está acorde con FP03

Nota: AL = Carga de alineación; DTL = Carga de diseño para el ensayo.

(c) Ensayo de comprobación-prueba de los tendones producidos de producción. Realice ensayos de comprobación-prueba en los tendones “productivos” de producción en los sitios seleccionados por el Ingeniero. Deben efectuarse ensayos de comprobación exitosos en el 5 % de los tendones “productivos” de producción en cada una de las filas, como mínimo 1 por fila.

Deben suministrarse tendones “productivos” de producción para los ensayos de comprobación-prueba, con longitudes empotradas y un tramo temporalmente sin empotrar. La longitud mínima temporalmente sin empotrar debe ser de 1 m. Determine la longitud máxima empotrada con base en los tendones “productivos” de producción según diámetro y grado de la varilla de acero para evitar exceder la carga máxima estructural de la varilla durante la prueba. Suministre una longitud empotrada de tendón para el ensayo de 3 m o LBP_{max}, cualquiera que sea menor.

Use la siguiente fórmula para determinar la longitud máxima adherida:
donde:

L_{BPmax} = Longitud (m) máxima del tendón para el ensayo de comprobación

C = 0,9 para varillas de grado 60 (420 MPa) y 75 (520 MPa) y 0,8 para varillas de grado 150 (1035 MPa)

f_y = Esfuerzo último o de fluencia de la varilla (kN/m²)

A_s = Área de la varilla de acero (m²)

Q_d = Resistencia permisible a la extracción (kN/m)



Determine la carga de diseño mediante la siguiente ecuación:

donde:

DTL = Carga de diseño para la prueba (kN)

L_{BP} = Longitud (m) empotrada para la prueba tal "como se construyó"

Q_d = Resistencia a la extracción permisible (kN/m)

Realice los ensayos de ~~comprobación-prueba~~ incrementando la carga en los tendones de ~~verificación-prueba~~ en un 150 % de la carga de diseño tal como se indica en la Tabla 259-2. Mida y registre el movimiento del tendón en cada incremento de la carga.

Tabla 259-2

Esquema de Verificación del Ensayo de Carga

Nota: AL = Carga de alineación; DTL = Carga de diseño para el ensayo.

Tabla 259-2
Esquema de Verificación del Ensayo de Carga

Incrementos del ensayo de carga	Tiempo de Aplicación (minutos)
AL (0,05 DTL máx.)	Hasta que esté estable
0,25 DTL	Hasta que esté estable
0,50 DTL	Hasta que esté estable
0,75 DTL	Hasta que esté estable
1,00 DTL	Hasta que esté estable
1,25 DTL	Hasta que esté estable
1,50 DTL (ensayo de fluencia)	Vea nota

Nota: AL = Carga de alineación; DTL = Carga de diseño para el ensayo.

Comentario [p29]: Carga máxima

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro



Table 259-2
Proof Test Load Schedule

Test Load Increment	Hold Time (minutes)
AL (0.05DTL max.)	Until stable
0.25DTL	Until stable
0.50DTL	Until stable
0.75DTL	Until stable
1.00DTL	Until stable
1.25DTL	Until stable
1.50DTL (maximum load)	See below

Note: AL = Alignment load; DTL = Design test load.

Comentario [p30]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

La carga de alineación deberá ser la carga mínima requerida para alinear el aparato de ensayo y no deberá exceder el 5 % de la carga de diseño para la prueba. Coloque el dial de medición en “cero” después de que la carga de alineación ha sido aplicada.

Lleve a cabo ensayos de ~~escurrimiento lento~~ (fluencia) ya sea a 10-minutos o 60-minutos con la carga máxima. Empiece a medir el período de ~~movimiento lento~~ fluencia después de que la carga máxima es aplicada. Mida y registre el movimiento del tendón a 1, 2, 3, 5, 6, y 10 minutos. Cuando el movimiento del tendón entre 1 minuto y 10 minutos excede 1 milímetro, mantenga la carga máxima de prueba un período adicional de 50 minutos, registrando movimientos a 20, 30, 50, y 60 minutos. Mantenga todos los incrementos de carga dentro del 5 % de la carga prevista.

259.10 Red de drenajes del muro.

Instale bandas de drenaje, tubos conectores de PVC, drenajes al pie del muro y orificios de drenaje (lloraderos), como se muestran en los planos. Con exclusión de los drenajes al pie del muro, instale todos los elementos de la red de drenaje según sea adecuado, antes de la capa de concreto lanzado.

Instale las bandas de drenaje de lámina de geocompuesto ~~drenantes~~ centradas entre las columnas de los tirantes con la cara del geotextil contra el suelo. Añada tiras de drenaje ~~drenantes~~ adicionales en los lugares en donde la filtración es obvia. Asegure las franjas bandas a la cara excavada para prevenir que el concreto lanzado contamine el lado del geotextil que da al suelo. Construya los empalmes de las franjas tiras de drenaje ~~drenantes~~ con un traslape de 300 mm, de manera que el drenaje sea verticalmente continuo y el traslape no impida el flujo de agua. Instale una placa drenante y un tubo conector en la base de cada franja.

Coloque secciones de tubo PVC, según sea necesario, para actuar como agujeros ~~drenantes~~ lloraderos a través de la superficie de concreto lanzado construida.

Instale drenajes de pie en la base del muro de acuerdo con la Sección 605.



259.11 Construcción del Muro.

Coloque la malla de acero electrosoldada y el acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554.

Construya la superficie de concreto lanzado de acuerdo con la Sección 566. Rellene completamente la parte superior de las perforaciones hechas, empotrando los tirantes, o cualesquiera otros vacíos con concreto lanzado.

Coloque una placa de apoyo y una tuerca en la cabeza roscada de cada tendón. Mientras el concreto lanzado esté plástico, asiente la placa uniformemente apretando la tuerca con una llave de mano. Cuando no puede ser alcanzado un contacto uniforme entre el concreto lanzado y la placa, asiente la placa en una cama de mortero y apriete la tuerca con la llave de mano después de que el mortero se ha asentado por 24 horas.

Las tolerancias de construcción para los elementos del muro se muestran en la Tabla 259-3.

Tabla 259-3

Tolerancias de Construcción para los Elementos del Muro

Comentario [p31]: Tabla está acorde a FP03

259.12 Cara Exterior Permanente del Muro.

Construya la cara exterior permanente del muro de acuerdo con lo que le sea aplicable de la Subsección abajo indicada. Cuando proceda, acabe la superficie con mampostería de piedra simulada, de acuerdo con la sección 613.

(a) Muros terminados con superficie de concreto lanzado. Construir la superficie de los muros con concreto lanzado conforme a la Sección 566. Las tolerancias de construcción para las superficies permanentes de concreto lanzado se muestran en la Tabla 259-4.

(b) Muros terminados con superficie de concreto. Construya de acuerdo con la Sección 258.

Tabla 259-4

Tolerancias para la Construcción de Superficies Permanentes de Concreto Lanzado

Comentario [p32]: Tabla está acorde a FP03

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, rellene con relleno estructural conforme a la Subsección 209.10. Compacte el relleno de acuerdo con la Subsección 209.11 en el metro por detrás de la cara del muro usando compactadores ligeros.

Comentario [p33]: Backfilling Behind Wall Facing Upper Cantilever Section. ???

259.14 Aceptación.

El material del muro de retención de suelo claveteado (cosido), las operaciones de construcción y los servicios serán evaluados como sigue:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 80 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

- El trabajo de topografía será evaluado bajo la Sección 152.
- El material para el suelo claveteado (cosido) será evaluado bajo la Subsecciones 107.03 y 107.04.
- La construcción de los tendones y los servicios serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.
- La instalación de los tendones será evaluada con base en el criterio de la Tabla 259-5.

Tabla 259-5

Criterio de Aceptación de los Tendones

- (1) La razón de fluencia es lineal o decreciente a lo largo del ensayo durante el período de carga sostenida.
- (2) Porcentaje de la elongación elástica teórica en la longitud sin empotrar del tendón de ensayo.
- (3) La falla a la extracción es definida como la incapacidad para incrementos adicionales de carga en la prueba, mientras continua el movimiento de extracción del tendón de ensayo. Debe registrarse la carga de falla a la extracción como parte de los datos del ensayo.

Si un ensayo de verificación falla, deben proponerse métodos alternativos de instalación antes de colocar tendones adicionales y reemplazar el tendón de verificación.

Si el ensayo de un tendón de prueba falla, deben reemplazarse algunos o todos los tendones de producción instalados entre el fallado y el próximo a ensayar en la fila, según se ordene. Alternativamente, instale tendones de prueba adicionales dentro del área para asegurar que el criterio de aceptación se está cumpliendo dentro de este tramo. Deben proponerse métodos alternativos antes de la instalación de tendones adicionales.

259.15 Medición.

Mida los renglones de la Sección 259 listados en la oferta de acuerdo a la Subsección 110.02 y siguientes, según sea aplicable.

Mida los muros de suelo claveteado (cosido) en metros cuadrados en la superficie de la cara frontal.

Mida los tendones de ensayo para verificación en unidades. No incluya en la medición los tendones de ensayo de verificación que fallaron o los adicionales instalados para verificar métodos alternativos de instalación propuestos por el Contratista.

Mida los tendones de producción en metros. Hágalo a lo largo de la barra central, de la línea de excavación en la cara del muro a la punta del tendón.

No mida las bermas de estabilización temporales.

No mida la excavación del muro.

Comentario [p34]: Tabla está acorde a FP03

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 81 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



259.16 Pago.

Las cantidades aceptadas serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición para los renglones de pago de la Sección 259, listados en el contrato. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.



Tabla 259.6 y Tabla 259.6 (cont.)

Tabla 259.6
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Métodos de ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	División de la muestra	Tiempo de reporte
Centralizadores	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 722.02 (f)	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Tendones	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 722.02 (a)	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Recubrimiento epóxico	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 554.07	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Láminas drenantes de geocompuesto	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 714.02 (b)	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Diseño de la mezcla de mortero	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 259.05	1 por fuente de material	---	---	30 días antes, de que el tendón trabaje

Comentario [p35]: Tabla está acorde a FP03

Comentario [p36]: En el caso de tendones la información incluida en la sección remitida es incompleta. El caso de recubrimiento epóxico se hace referencia a una sección completamente diferente a la indicada en el FP03.

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



Table 259-6
Sampling and Testing Requirements

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Centralizers	Certification of compliance (106.03)	Quality & performance	—	Subsection 722.02(f)	Each shipment	Source	—	Before using in work
Soil nails	Certification of compliance (106.03)	Quality & performance	—	Subsection 722.04	Each shipment	Source	—	Before using in work
Epoxy coating	Certification of compliance (106.03)	Quality & performance	—	Subsection 722.04(c)	Each shipment	Source	—	Before using in work
Geocomposite sheet drain	Certification of compliance (106.03)	Quality & performance	—	Subsection 714.02(b)	Each shipment	Source	—	Before using in work
Grout mix design	Certification of compliance (106.03)	Quality & strength	—	Subsection 259.05	1 per source of material	—	—	30 days before beginning soil nail work

Comentario [p37]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro





Sección 260.) PERNOS PARA USO COMO ANCLAJES MECÁNICOS EN ROCA

Generalidades

Los pernos para roca, mecánicamente anclados o embebidos en lechada de cemento, son usados extensamente como anclajes en muros de contención en suelo rocoso y en el soporte de excavaciones subterráneas (túneles).

Comentario [p38]: No se incluye en el FP03

260.01 Descripción.

Este trabajo consiste en suministrar e instalar pernos para roca, tensionados.

260.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Lechada	722.02 (e)
Anclajes	722

Requerimientos de Construcción

260.03 Presentación de Información.

Al menos 14 días antes de la instalación de los pernos para roca, el contratista deberá enviar la siguiente información:

- (a) Evidencia de que el capataz tiene como mínimo 1500 horas y el operador de la perforadora un mínimo de 1000 horas en trabajos similares satisfactorios en la instalación de pernos para roca post-tensionados.
- (b) Secuencia de construcción y programa de trabajo.
- (c) Método de perforación y tipo de equipo a emplear.
- (d) Pernos para roca propuestos, conectores, placas de apoyo, unidad de anclaje, arandela plana y especificaciones de los materiales, incluyendo hojas de datos de los fabricantes y especificaciones para cualquier artículo adicional de **ferretería maquinaria**.
- (e) Si se usan cartuchos de resina de poliéster adhesiva, se debe incluir la respectiva ficha técnica de los fabricantes y procedimientos de colocación.
- (f) Diseño de la mezcla propuesto para la lechada.
- (g) Datos de calibración para cada una de las llaves de torque a ser **usadas utilizadas**.

El contratista debe presentar resultados de los ensayos de calibración llevados a cabo por un laboratorio de ensayo independiente en los últimos 60 días.

Se establecen 7 días para aceptación o rechazo. No debe empezarse el trabajo hasta que los documentos presentados hayan sido aprobados.

260.04 Pernos para roca.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 84 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



El diámetro del perno debe ser el requerido para que la carga de diseño no exceda el 60 % del esfuerzo mínimo garantizado a la tensión. Seleccione y fabrique los pernos para soportar las cargas especificadas.

Solamente se pueden acoplar secciones de pernos que van a quedar embebidas en lechada, y cuando se excedan los largos comercialmente disponibles. Proporcionar una unión central para conectar las secciones a empalmar, de manera que cada una de ellas tenga igual longitud. Deben utilizarse secciones de perno de igual resistencia última, garantizada por el fabricante. No realice acoples que de alguna manera interfieran con el flujo de la lechada.

260.05 Manejo y almacenaje.

Proteja los pernos de la suciedad, lodo, agua y otras sustancias dañinas, para evitar daño y corrosión. No use pernos para roca que estén muy corroídos, picados, dañados consecuencia de soldadura o que muestren signos de abrasión, cortes o muescas.

260.06 Instalación.

Perfore agujeros en la roca en los sitios y orientaciones mostrados en los planos, o según sea ordenado por el Ingeniero, y con el diámetro especificado por el fabricante del perno. Limpie los agujeros de todos los rebordes producto de los cortes del taladro, residuos y escorias antes de que sea insertado el perno o sea inyectada la lechada en el agujero. Inserte el perno dentro del agujero. Coloque la placa de apoyo, arandela y tuerca al perno, debiendo prolongarse este- el extremo exterior tratado más allá de la tuerca al menos 50 mm.

En el caso de los pernos ~~embebidos en~~ anclados en lechada, inyecte suficiente material dentro del agujero perforado para llenar la zona de adherencia alrededor del mismo. Aplique tensión al perno después del tiempo de cura de la lechada especificado en la Tabla 260-1.

Tabla 260-1

Tiempo de Cura de la Lechada

Comentario [p39]: Tabla está acorde a FP03

En el caso de los pernos anclados con resina de poliéster, en la zona de adherencia deben usarse los cartuchos que contienen este material de fraguado rápido y en la zona de no carga, los de fraguado lento, aplicando gel apropiado para con tiempos de gelificación consistentes con una instalación rápida. Selecciones los diámetros de los cartuchos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para asegurar el encapsulamiento completo del perno y una mezcla en el agujero satisfactoriasatisfactorio del perno en la lechada inyectada en el agujero. Rompa y mezcle los cartuchos de resina retorciendo el perno como si fuera insertado dentro del agujero perforado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

En el caso de los pernos de vástago hueco, mecánicamente anclados, la tensión al perno debe ser aplicada antes de inyectar la lechada. Después de la inyección, inyecte



lechada adicional a través del vástago hueco del perno, o a través del tubo de aplicación de la lechada, hasta que el espacio entre el perno y la pared del agujero perforado esté lleno y la lechada sea forzada afuera por el tubo aireador, en la parte exterior del agujero.

260.07 Tensionado.

Aplice tensión al perno con una llave de torque calibrada hasta el 125 % de la carga de diseño. Después de tensarlo, asegure el mismo a la carga especificada de diseño.

Deben tensionarse los pernos anclados en resina de poliéster inmediatamente después de que la de endurecimiento rápido ha sido aplicada en el área de adherencia y antes de que la de endurecimiento lento en la zona de no adherencia se haya gelificado.

Aplice tensión a los pernos en lechada una vez que la longitud a adherir haya sido empotrada y la lechada haya sido inyectada fraguado, pero antes que la sección no adherida sea impregnada.

Tensiones los pernos mecánicamente anclados inmediatamente después de la inserción dentro del agujero perforado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Deje que el perno permanezca en el lugar si:

(a) El perno pudo ser tensionado al 125 % de la carga de diseño y ésta se pudo mantener por 10 minutos.

(b) La carga de diseño se mantuvo después de que la lechada final fue aplicada con suceso exito.

Reemplace cualquier perno que no cumpla con (a) o (b), de un modo y ubicación aprobados por el Ingeniero.

260.08 Aceptación.

El material para los pernos será evaluado bajo la Subsección 107.02 y 107.03.

La instalación de los pernos de roca será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

260.09 Medición.

Mida los renglones listados en la Sección 260 consignados de acuerdo con la Subsección 110.02.

260.10 Pago.

Las cantidades aceptas serán pagadas al precio unitario del contrato por unidad medida para los renglones de pago de la Sección 260, renglones de pago listados en el cartel de la licitación. El pago es la compensación total por el trabajo realizado prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

Sección 261.) DOVELAS PARA ROCA (PASADORES DE FIJACIÓN)

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 86 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------



Generalidades

Las dovelas para roca se utilizan para estabilizar bloques claves de roca o para fortalecer masas de piedra, proveyendo así un soporte inicial adicional.

Comentario [p40]: No se incluye en FP03

261.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de dovelas para roca.

261.02 Materiales.

Conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto	601
Lechada	722.02 (e)
Acero de refuerzo	709.01 (b)
Concreto lanzado	566

Suministrar el acero de refuerzo para las dovelas en la forma de varillas deformadas o barras con rosca.

Requisitos de Construcción

261.03 General.

Instale dovelas en los lugares y a las profundidades mostradas en los planos o indicadas por el Ingeniero.

261.04 Perforaciones.

Perfore agujeros para las dovelas perpendiculares a la superficie de la roca soportante y tan cerca como sea posible de la roca que va a ser soportada. Perfore los agujeros para las dovelas un mínimo de 25 mm ~~mayores~~ más que el diámetro de la dovela.

261.05 Instalación.

Llene parcialmente el agujero de la dovela con lechada. Coloque y centre la dovela en el agujero perforado. Inyecte suficiente lechada para llenar el remanente del agujero. Encajone el tramo de la dovela que sobresale del agujero con una cantidad suficiente de concreto lanzado, o colocado y presionado a mano, para encapsular completamente la dovela y llenar el espacio entre la dovela y la superficie de la roca a ser soportada. Coloque formaletas según sea necesario para contener el concreto (lanzado o a mano) hasta que endurezca.

261.06 Aceptación.

El material para las dovelas será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de las dovelas será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha de emisión: Enero, 2012	Página 87 de 325
------------------------------	-------------------------------	------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

261.07 Medición.

Mida los renglones enumerados en la Sección 261 y listados en la oferta de acuerdo con la Subsección 110.02.

261.08 Pago.

Las cantidades aceptadas serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medida según los renglones de pago listados en la Sección 261 y en la oferta. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.





Sección 551.) HINCA DE PILOTES

551.01 Descripción.

Este trabajo consiste en ~~la provisión proveer e hincado de hincar~~ pilotes. Este trabajo también comprende el suministro ~~y y~~ la colocación del acero de refuerzo y ~~de el~~ concreto, ~~tanto~~ en pilotes con cubierta de acero rellenos con concreto ~~y, como~~ en pilotes de tubo rellenos con concreto.

Comentario [LGA41]: La redacción de la oración es inadecuada, se propone una a criterio propio bajo el documento original

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 prefabricados, pilotes de concreto preesforzados, tablestacas, y pilotes de madera. Las pruebas de carga en los pilotes se especifican como estáticas o dinámicas.

551.02 Material.

Debe estar en conformidad con las siguientes secciones y subdivisiones:

Pilotes de concreto	715.03
Lechada	725.22 (b)
Pintura	708
Zapatas de pilotes	715.08
Acero de refuerzo	709.01
Tablestacas	715.07
Empalmes	715.09
Pilotes H de acero	715.06
Pilotes de acero	715.05
Láminas de acero	715.04
Concreto estructural	552
Pilotes de madera tratada	715.02
Pilotes de madera no tratada	715.01

Requerimientos para la construcción

551.03 Equipo para la hincado 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, y se limitará la altura de caída a 4,5 metros. 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 diesel de final abierto: Los martinetes de diesel 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. Presente un gráfico provisto por el fabricante donde se relacione el impacto y los golpes por minuto del martinete utilizado. Si se aprueba, deberá usarse una velocidad contra la carrera del émbolo puede utilizarse una calibración de velocidad contra impacto.~~

(3) Martinetes de diesel de final cerrado: Se debe presentar un gráfico, calibrado al funcionamiento actual; ~~para calibrar el funcionamiento efectivo~~ del martinete dentro de ~~durante~~ 90 días de uso, igualando el rebote en la cámara de presión a la energía equivalente o a la ~~carrera del émbolo del martinete.~~ Equipe el martinete con un medidor dial visible desde el nivel del suelo para medir la presión en la cámara de rebote ~~Se usará un medidor visible desde el nivel de suelo. Se calibrará el medidor dial para permitir pérdidas en la manguera 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 que el levantamiento del cilindro se da cuando la presión en la cámara de rebote es consistente con la energía máxima dada en las especificaciones del martinete ~~asegurando la consistencia del rebote del martinete (cuando se levanta) en la cámara de presión, cuando se dé la máxima energía, de acuerdo a las especificaciones del martinete.~~ No se usarán martinetes de diesel 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. ~~alcancen la energía máxima en la cámara de presión cuando se levante el cilindro.~~

(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.

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,

Comentario [LGA42]: El FP003 indica que se debe calibrar para permitir pérdidas.



cuando se hincan pilotes definitivos. Se debe efectuar la calibración de presión contra velocidad, para condiciones específicas de hincadura hincado, 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 utilicelo 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 utilizando martinetes vibratorios, por medio del consumo de energía, la velocidad razón de penetración, la elevación del extremo especificada de la punta, o cualquier otro método aceptable, que garantice la obtención de la capacidad requerida de carga del pilote requerida. Se debe hincar uno de cada 10 pilotes, con un martinete de impacto, con energía adecuada para verificar si se está obteniendo la capacidad requerida del pilote. En uno de cada 10 pilotes hincados es recomendable golpear con un martinete de impacto de energía adecuada para garantizar la obtención de la capacidad requerida en el pilote.

(6) Martinetes hidráulicos: Se debe proveer al martinete una planta con la capacidad suficiente de volumen y presión especificada por el fabricante. Equipe la planta y el equipo con manómetros de presión precisos y accesibles para el CO.

(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.

El Contratante 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, a menos que el contrato especifique el uso de la formula dinámica para la obtención de la capacidad ultima de hincado de la pila u otro método aceptado.

Se requieren pruebas de carga dinámica cuando la capacidad fundamental del pilote excede 2400 kilogramos, o cuando se usen pilotes de concreto prefabricado y pre esforzado. 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 551-1. La aceptación

Comentario [p43]: El orden presente en este párrafo no es el mismo que el presentado en el FP 03, sin embargo todo el contenido está presente

Comentario [p44]: Esta información no se presenta en el FP03



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

de un martinete en relación con el esfuerzo (del daño) de hincado 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 el Contratante.

- (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. Se presentará la siguiente información sobre el equipo de hincado al contratante, al menos 30 días antes del hincado de los pilotes. 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. Si las pruebas de carga dinámica no son requeridas, el Contratante realizará el análisis por ecuación de onda. Incluya un análisis de la ecuación de la onda para el sistema de hincado, a menos que el contrato especifique el uso de la fórmula dinámica para determinar la capacidad última de hincado del pilote. Para realizar el análisis de la ecuación de la onda utilice un ingeniero con al menos tres años de experiencia en este tipo de análisis. Presente un informe de la aprobación del ingeniero~~

~~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. Si las pruebas de carga dinámica no son requeridas, el Contratante realizará el análisis por ecuación de onda.~~

(1.1) 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.

(1.2) Martinete: Se indicarán el fabricante, modelo, tipo, número de serie, energía nominal (____ a ____ longitud de carrera) y modificaciones.

(1.3) Amortiguador del martillo: Se indicarán material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 92 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



(1.4) Cabezal de martinete. Se indicarán, masa del cabezal y sus accesorios.

(1.5) Amortiguador del pilote: Se indicarán el material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

(1.6) 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 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.

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 pilotea los cuales el daño del pilote es inminente. El punto de posible daño, es definido para acero, concreto, y madera como sigue:

(2.1) Pilotes de acero: Esfuerzo de compresión del hincado, limitado Se limita el esfuerzo de compresión del hincado a 90 % del esfuerzo máximo de cedencia, del acero del pilote.

(2.2) Pilotes de concreto: Los esfuerzos de hincadura en tensión (TS) y compresión (CS) limitados a:

$$TS \leq 0,25 f_c' \frac{1}{2} + EPV$$

$$CS \leq 0,85 f_c' - EPV$$

donde:

f_c' = esfuerzo de compresión de diseño del concreto a los 28 días, en mega Pascales.

EPV = valor del preesfuerzo efectivo.

(2.3) Pilotes de madera: Limitar Se limita el esfuerzo de compresión de hincadura a 3 veces el esfuerzo permitido para diseño estático.

(3) **Energía mínima del martinete:** La energía del equipo de hincadura presentada para aprobación y fijada por el fabricante, debe ser al menos, la energía especificada en Tabla 551-2, que corresponde a la capacidad última requerida del pilote.



(c) Accesorios para el hincado

(1) (1) Amortiguador del martinete: Se debe proveer todo el equipo de hincado 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 materiales procesados y durables, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes. No se debe usar madera, pita recubrimiento de cables o asbesto en los amortiguadores. Se colocará una placa de cerrojo golpe en el amortiguador, como lo recomienda el fabricante del martinete, para asegurar una compresión uniforme del material. Se realizará una inspección del amortiguador del martinete, en la presencia del Contratante, al inicio de la hincadura de pilotes en cada estructura, o después de cada 100 horas 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) (2) Cabezal del pilote: Se deben proveer cabezales adecuados para los martinetes de impacto, y también cabezales apropiados, mandril y u otros aditamentos accesorios 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 la transferencia de fuerzas torsionales de torsión durante la hincadura, mientras se mantiene un alineamiento apropiado del martinete y el pilote.

(3) (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 o 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 en caso de contar con pilotes inclinados estos se deben calzar con un brazo horizontal entre la guía y las guías. 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.

Comentario [p45]: El documento de FP03 dice "wire rope", por lo tanto se colocó esta como la traducción más adecuada



~~(4)~~ ~~(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)~~ ~~(5)~~ **Chorro a presión (Jet):** No se usarán chorros de agua a presión para perforación si no son previamente aprobados por escrito ~~por el Contratante~~. 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 kilo ~~p~~ Pascales, con dos boquillas de chorro a presión de 20 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 sobre la elevación prescrita, ~~e~~ se hincará el pilote hasta la capacidad última requerida con un martinete de impacto. Si es necesario se debe controlar, tratar y ~~botar~~ desechar toda el agua del chorro a presión en una forma aprobada.

~~(6)~~ ~~(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 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.

~~(4)~~ ~~(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 creosote - coal a todos los agujeros, cortes y casquillos de hincado.

Comentario [p46]: El documento dice creosote –coal. Cuya traducción no se encontró, por lo tanto no se puede comprobar si se trata o no de alquitrán

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. Se debe incrementar además la longitud para proveer un nuevo rumbo y para el método de operación utilizado. 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, y 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 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 porción o toda la longitud restante del pilote de prueba 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 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)~~ **(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 dentro** de 1,5 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 el Contratante.

~~(a)~~ **(b) Fórmula dinámica.** Se deben hincar los pilotes a la penetración necesaria para obtener la capacidad última del pilote según la siguiente ecuación:

~~donde~~ **Donde:**

R_u = capacidad última de pilote en kilo ~~n~~ Newtons

E = energía del ~~martillo de golpe del espolón~~ **martillo en el máximo recorrido de la carrera** observado o medido en campo según el fabricante, en ~~J~~ joules

$\log(10 N)$ = el logaritmo de base 10 de 10 multiplicado por N

N = El número de golpes del martillo por 25 milímetros en la penetración final.

Resolviendo para N:

$$N = 10^x$$

Factor de seguridad = 3,0

~~(1)~~ **(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 ~~de impacto~~ (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 ~~de impacto~~, se deben instalar los pilotes restantes en cada grupo o en cada cimiento, a profundidades similares y usando métodos similares. Se

Comentario [p47]: Se busco "ram stroke" y se traduce como recorrido vertical, por lo tanto se coloca como el golpe del maso en su máxima capacidad al máximo de la carrera



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

confirmará el alcance de la capacidad última requerida usando la fórmula dinámica.

(2) — ~~(2)~~ **Condiciones para la fórmula dinámica:** La fórmula dinámica es aplicable únicamente si lo siguiente es válido:

- (2.1) El martinete está en buena condición y operando en forma satisfactoria
- (2.2) El mazo del martinete cae libremente
- (2.3) No se usa un seguidor
- (2.4) 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 m de espesor se perfora el agujero del pilote hasta alcanzar la tierra natural. Se perforan los huecos con un diámetro de 150 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 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.

Comentario [p48]: En el documento solo se menciona "hardpan", no se habla directamente de suelos rígido o arcillas

Para pilotes que no son hincados en roca, suelo rígido o arcilla compacta se detendrá la perforación por lo menos a 1,5 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 mientras estos permitan~~ 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

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 98 de 325
------------------------------	--------------------------------	------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



estructuras instaladas previamente, se debe 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. 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 mm de la ubicación mostrada en los planos a la elevación del corte para ~~cascos doblados~~ cortes sobre el suelo y a 150 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 mm de ninguna cara del casco. Se hincarán pilotes de manera que el alineamiento axial esté dentro de los 20 mm por metro del alineamiento requerido. El Contratante 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 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 del corte de elevación designado. Se reemplazarán los pilotes dañados durante la operación de manejo o hincado. Se obtendrá aprobación de los métodos propuestos para reparar y corregir deficiencias.

(a) ~~(a)~~ Pilotes de madera: No deben usarse pilotes de madera con grietas de más de 15 mm de ancho. Se usarán pilotes de madera tratada, hincados dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento. La manipulación y cuidado de los pilotes tratados a presión se hará de acuerdo al estándar M4 de la AWWA.

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.

Comentario [LGA49]: Todo el párrafo anterior no está incluido en el FP03



(b) Pilotes de acero: Se deben usar pilotes de longitud total ~~requerida~~, sin empalmes, para longitudes de hasta 18 metros. 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, ~~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 contra flecha 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 como un 100 % de~~ la capacidad última requerida por pruebas de carga. Las pruebas de carga se efectuarán sin costo alguno para ~~el Contratante el gobierno~~.

(c) Pilotes de concreto prefabricado y pre esforzado: 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 del pilote~~. 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 sus~~ bordes.

Se protegerán las cabezas de los pilotes de concreto con un amortiguador de por lo menos 100 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 astillado~~ y grietas, o defectos internos como cavidades reveladas con pruebas no destructivas.

(d) Pilotes tubulares o de corazas rellenas de concreto: Se ~~deben usar~~ ~~usaran~~ y manejarán 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.

Comentario [LGA50]: Se especifica en el FP03 como government no como CO que es usualmente como designan al contratista

Comentario [LGA51]: Información no presente en el FP03



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 dentro~~ de 5m 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 rellenado 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. Alinee y conecte las secciones del pilote de manera que el eje del pilote empalmado este recto. y se cumplirán las especificaciones siguientes:

~~(a)~~ ~~(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 puede~~ ser cortado con oxi acetileno. ~~vaciado Cincelado~~ con arco de carbón, cortado o esmerilado, también pueden ser usados para preparar las juntas.

~~E~~ 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 soldaduras de penetración~~, 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 consoldaduras de~~ penetración total.

~~(a)~~ ~~(b)~~ **Empalmes de pilotes de concreto:** 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 dental~~ los agujeros para proporcionar un enlace mecánico apropiado. Separar los extremos de los pilotes por lo menos 13 milímetros. Se limpian todas las superficies y agujeros del pasador o dovela. Aplicar lechada para fijar los pasadores en

Comentario [LGA52]: Se especifica que "Carbon-Arc gouging, chipping or grinding may be used" no se encuentran traducciones satisfactorias a estos verbos

Comentario [LGA53]: La palabra cerrate se puede traducir a estos significados, sin embargo me parece más entendible la palabra dentado



su lugar y esperar a que la lechada cure. Colocar formaleta en el empalme e ~~inyecte~~ ~~coninyectar~~ un adherente capaz de soportar el impacto y las fuerzas ~~impulsoras de~~ ~~hincado, debiendo esta debe~~ 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.

(c) ~~(c)~~-Extensión de pilotes de concreto

(1) ~~(1)~~-Pilotes de concreto prefabricados: Se extenderán los pilotes de concreto prefabricado removiendo el concreto al final del pilote y dejando 40 diámetros de armadura de acero expuesto. 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. Se colocará encofrado en la extensión para prevenir derrames ~~de mortero~~ a lo largo del pilote.

Inmediatamente antes de vaciar el concreto, humedecer ~~completamente~~ ~~a fondo~~ la parte superior del pilote, y cubrir con una capa delgada de cemento puro, un mortero mezclado o cualquier otro material adecuado para adherencia ~~del material~~. 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

(2) ~~(2)~~-Pilotes de concreto pre_esforzado: Extender los pilotes de concreto pre_esforzado 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 pre_esforzado con extensión.

(d) 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 debe revisar el levantamiento del pilote durante la operación del hincado.~~ Se tomará una lectura del nivel inmediatamente después de que cada pilote es hincado (y también después del ~~que hincado de~~ pilotes ~~que han sido hincados~~ dentro de un radio de 5 metros). Se re_hincarán con la resistencia y penetración especificada los pilotes que se eleven más de 5 ~~milímetros 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) ~~(a)~~ Pruebas de carga dinámica: Se debe ~~contratar a un consultor~~ consultar a un especialista en pilotes, con al menos 3 años de experiencia ~~por lo menos,~~ en pruebas de carga dinámica para que efectúe pruebas ~~y las analice, el análisis~~ de acuerdo con el programa de análisis CAPWAP y ~~la ecuación de hincadura~~ el análisis de la ecuación de la onda, incluyendo el análisis inicial de la ecuación de la onda especificado en la Subsección 551.03 b. Se debe presentar ~~el currículum vitae del consultor especialista, para su aprobación previa.~~ un informe del especialista consultado para su aprobación.

Se usará un refugio para proteger y resguardar el equipo para pruebas de carga dinámica. Se situará el refugio dentro de 15 metros del sitio de prueba. El refugio tendrá piso de un tamaño mínimo de 6 metros cuadrados y una altura al cielo raso de 2 metros. Se mantendrá la temperatura interior entre 10 y 35 °C.

Comentario [LGA54]: Información no presentada en el FP03

Se debe usar el equipo y realizar las pruebas de carga dinámica de acuerdo con la norma ASTM D 4945, bajo la supervisión del Contratante.

Los pilotes designados como pilotes para prueba de carga se colocarán en posición horizontal y sin contacto con los otros pilotes. Se deben ~~P~~erforar agujeros para montar los instrumentos cerca de la corona del pilote. ~~Montear~~ los instrumentos y ~~tomear~~ 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 con una baranda de seguridad de 1,1 metros, 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(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 hinca no axial, ~~se realinea~~ inmediatamente el sistema de hinca.

Por lo menos 24 horas después del hincado inicial, se debe re-hincar cada pilote de prueba dinámica con el instrumental adherido. ~~Calentar~~ Calienter el martinete antes de re-hincar, aplicando al menos 20 golpes a otro pilote. Seguidamente se Rre-hincar el pilote de prueba dinámica con una penetración máxima de 150 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 para pilotes de acero; 8 golpes por 25 milímetros, para pilotes de concreto; y 5 golpes por 25 milímetros, para pilotes de madera.

Verificar las suposiciones usadas inicialmente en el análisis de la ecuación de onda propuesta de acuerdo con la Sub_sección 551.03(b), usando CAPWAP. Analizear un golpe de la hincadura original, y un golpe de rehincadura por cada pilote probado.

~~Efectuar~~ Efectue análisis de ecuación de onda adicionales con ajustes, basados en los resultados CAPWAP. ~~Proveer~~ Provea un gráfico ~~que muestre, mostrando~~ el conteo de golpes contra la capacidad final. Para martinetes de diesel de final abierto, se ~~efectuará un conteo de golpes contra un gráfico de golpes a su capacidad última~~ proveerá un gráfico de conteo de goles contra carrera del martinete para la capacidad última. Se ~~efectuarán~~ debe proveer los esfuerzos de hincadura, energía transferida y capacidad del pilote, como una función de profundidad para cada prueba de carga dinámica.

Comentario [LGA55]: Se toma la palabra stroke como la carrera del martinete como se ha hecho anteriormente

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 se especificaran o pediran 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) ~~(b)~~ **Prueba de carga estática:** Se realizarán pruebas de carga estática de acuerdo a ASTM D 1143, usando el método de prueba rápida de carga, excepto ~~como se indica posteriormente que modificado en este documento~~. Se ~~someterán~~ presentarán planos del aparato propuesto de carga, para su aceptación de acuerdo con lo siguiente:

Comentario [LGA56]: "Modified herein"

(1) ~~(1)~~ Planos preparados por un Ingeniero profesional.

(2) ~~(2)~~ Provisión de un sistema de carga capaz de aplicar 150 % de la capacidad última del pilote o 9000 kilonewtons, cual quiera que sea menor.



~~(3) (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) estos, se colocarán en el lugar de los pilotes permanentes, cuando sea factible. No deben usarse pilotes cónicos o de madera instalados en lugares permanentes, como pilotes de tensión. Se harán pruebas de caída émbolo de fallo o se medirá la capacidad de carga del sistema, cualquiera que ocurra primero.

Comentario [LGA57]: Se especifica como plunging failure, a falta de una traducción certera se optó por colocar caída de la falla

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 mm o menos de diámetro o de ancho en diagonal, la carga que produce falla de la cabeza del pilote debe ser: un asentamiento en la falla de la corona del pilote es igual a:

$$S_f = S + (3,8 + 0,008 D)$$

• Para pilotes con un diámetro o un ancho diagonal mayor de 600 mm debe ser:

$$S_f = S + D/30$$

En donde:

S_f = Asentamiento de caída en la falla en milímetros
 D = Diámetro del pilote o ancho diagonal en milímetros
 S = Deformación elástica del pilote en milímetros

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 re-hincará a la elevación original cualquier pilote que se eleve más de 6 milímetros.

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 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~~ lista de orden y criterios de producción de hincado pueden ser aprobados y los cortes de elevación dados, o pueden ser especificados pruebas de carga. 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.

Se debe ~~C~~ortar las cabezas de los pilotes permanentes y las corazas de los pilotes a la elevación requerida. Estos se deben cortar limpia, recta y paralelamente a la cara del miembro estructural en el cual los pilotes son empotrados. ~~Eliminar los cortes~~ Los sobrantes de los cortes se deben desechar de acuerdo a la Subsección 203.05 (a).

~~(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 a lo especificado en Sección 563. Se deben pintar los pilotes antes de hincarlos. 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 en campo.

~~(b) (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) — (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 alternas~~ de tela ~~de algodón tejida~~ suelta ~~o~~ y asfalto caliente o ~~alquitrán brea~~, en forma similar a una membrana a prueba de agua, usando 3 capas de asfalto o ~~alquitrán brea~~ y 2 capas de tela ~~de algodón~~. La tela deberá ser por lo menos 150 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

Comentario [LGA58]: Creosote-coal tar solution

Comentario [LGA59]: Tar, puede ser alquitrán o brea



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

3 milímetros. Aplicar luego una capa final de asfalto o alquitrán brea, para cubrir el alambre. Recortar limpiamente la tela debajo de los alambres.

~~(1)~~(2) ~~—~~ ~~(2)~~ Cubrir la superficie aserrada dentada con 3 aplicaciones de una mezcla caliente de 60 % de creosota y 40 % de alquitrán caliente impermeabilizante de techo 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.

Comentario [LGA60]: Roofing pitch

551.13 Pilotes rechazados.

Se deben ~~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 es necesario 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 ~~un~~ equipo apropiado para inspeccionar interiormente la superficie completa de la coraza o pilote tubular hincado, inmediatamente antes de vaciar el concreto.

~~(a)~~ ~~(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.

~~(b)~~ **Concreto:** El concreto se preparará de acuerdo con la Sección 552. Se debe ~~colocar~~ en una operación continua desde el fondo hacia arriba del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto se deben compactar-consolidar los 3 metros ~~de~~ Amarrar firmemente los espaciadores de concreto, o cualquier otro espaciador aprobado en 5 puntos alrededor del perímetro de la jaula de acero de refuerzo. Se deben ~~instalar~~ espaciadores a intervalos que no excedan de 3 metros medidos a lo largo de la longitud del encofrado.



Se debe 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 de la ubicación vertical requerida. Soportar la jaula desde arriba hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote.

(a)(b) superiores del pilote de concreto usando un equipo vibratorio que haya sido aprobado.

551.15 Aceptación.

El material de los pilotes será evaluado en las Subsecciones 1076.02 y 1067.03.

Se deben proveer certificaciones de producción con cada embarque de los siguientes:

- Pilotes prefabricados de concreto.
- Pilotes de cubierta de acero, perfil H, cubiertas de acero, y tubos de acero.
- 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 1076.02 y 1076.04.

El concreto para corazas de acero y pilotes tubulares serán-sera evaluados según la Sección 552.

Acero de refuerzo para corazas de acero o pilotes tubulares será evaluado con la Sección 554.

551.16 Medida.

La medición de los pilotes se hará de conformidad con los ítems de la Sección 551 enumerados en la oferta según la Subsección 110.02 por metro o por unidad. Cuando la medida sea por metro, se medirá la longitud del pilote desde el corte de elevación hasta la punta. Se mediran los ítems listados en la sección 551 de acuerdo con la sub sección 109.32 y lo siguiente será aplicable.

Cuando la medida es por metro, se debe medir el largo del pilote desde el corte hasta la punta.

Se deben medir los empalmes requeridos para hincar los pilotes más profundo que la elevación estimada de la punta.

Se medirán las pruebas de carga de pilote por unidad o por suma global.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

~~Se medirá la perforación previa por metro.~~

~~Se medirán los empalmes por unidad, si son requeridos para hincar pilotes en exceso de la elevación estimada de la punta.~~

~~Se medirán los pilotes de prueba por metro o por unidad.~~

551.17 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se detalla anteriormente, serán pagadas al precio del contrato por unidad ~~de medida de los renglones de pago descritos abajo, mostrados en el cartel de licitación para los ítems listados en la oferta según la sección 551,~~ excepto el concreto de relleno de corazas de acero y pilotes de acero, que será ajustado de acuerdo a la Sub sección 107.05. El pago será la remuneración total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Sub sección ~~440109.05~~).

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:

$$PFa = 1 - 0,5 (1-PF)$$

en d~~o~~nde:

PF = Factor de pago por concreto, como se determina en la Sección 552.

~~Los pagos se efectuarán como sigue:~~

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.551.01 Pilotes hincados	Metro lineal (m)
CR.551.02 Pilotes hincados	Unidad (Und)
CR.551.03 Pilotes de prueba de carga	Unidad (Und)
CR.551.04 Pilotes de prueba de carga	Suma global (gbl)
CR.551.05 Perforación previa	Metro lineal (m)
CR.551.06 Emplames cada	Unidad (Und)
CR.551.07 Pilotes de prueba	Metro lineal (m)
CR.551.08 Pilotes de prueba	Unidad (Und)

Comentario [LGA61]: El CR2010 presenta una tabla con los principales renglones de pago, mientras que el FP03 solo referencia el pago de los materiales enlistados al inicio de la sección.

Sección 552.) CONCRETO ESTRUCTURAL

552.01 Descripción.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 109 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Este trabajo consiste en proveer, colocar, acabar y curar concreto en puentes, alcantarillas y otras estructuras.

La clase de concreto estructural es designada como se muestra en la Tabla 552-1.

552.02 Materiales.

Estarán de acuerdo con las Subsecciones siguientes:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Agregados químicos	711.03
Agregados gruesos para concreto de cemento Pórtland	703.02
Recubrimientos de color	725.24
Materiales para el curado	711.01
Almohadillas elastoméricas de soporte	717.10
Sellos elastoméricos de juntas a compresión	717.15 40
Agregados finos para concreto de cemento Pórtland	703.01
Puzolanas	725.04
Relleno minerales de hierro y escorias	725.05
Rellenos y selladores de juntas	712.01
Modificador de látex	711.04
Recubrimientos de protección para concreto	725.14
Cemento hidráulico	701.01
Vapores de sílice (microsílice)	725.04
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto).

Las mezclas de concreto serán diseñadas y producidas en conformidad con la Tabla 552-1 para la clase de concreto especificada. Se determinarán los valores del esfuerzo de diseño de acuerdo con la norma ACI 318. El concreto estructural deberá cumplir las siguientes especificaciones ACI:

- ACI 211.1 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto normal, pesado y masivo.
- ACI 211.2 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto estructural liviano
- ACI 211.3 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto sin revenimiento.

Tabla 552-1

Composición del concreto de acuerdo con su clase

Comentario [JAMM62]: 1° Fila, 2° columna, dicta:
"Contenido máximo min. (kg/m3)"

Debería decir:
"Contenido mínimo de cemento (kg/m3)"

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 110 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Clase de concreto	Contenido máximo mín. (kg/m ³)	Razón máxima A/C	Revenimiento (mm) ⁽¹⁾	Contenido de aire ⁽²⁾ (%)	Agregado grueso AASHTO M43
A	360	0,49	50 a 100		Nº 57
A (AE)	360	0,44	25 a 100	5,0	Nº 57
B	310	0,58	50 a 100		Nº 357
B (AE)	310	0,58	50 a 100	4,0	Nº 357
C	390	0,49	50 a 100		Nº 7
C (CE)	390	0,44	25 a 100	6,0	Nº 7
D (AE) ⁽³⁾	360	0,40	25 a 75	4,0	Nº 57
E (AE) ⁽⁴⁾	360	0,40	100 a 150	3,0	Nº 7
P	390	0,44	0 a 100		Nº 67
Sellos	390	0,54	100 a 200		Nº 57

Con formato: Fuente: +Cuerpo, 12 pto

Notas:

- (1) El revenimiento máximo es de 200 mm si el diseño de mezclas aprobado incluye un reductor de agua.
- (2) Concreto con aditivo reductor y retardador de acuerdo al AASHTO M194 tipo D.
- (3) Concreto modificado con látex con 0,31 litros de modificador por kilogramo de cemento.
- (4) Medir el revenimiento 4 a 5 minutos después de que el concreto sea descargado de la mezcladora.



Table 552-2
Minimum Air Content for Air Entrained Concrete

Nominal Maximum Aggregate Size	As Delivered Minimum Air Content ⁽¹⁾ (%)
75 mm	3.0
63 mm	3.5
50 mm	3.5
37.5 mm	4.0
25 mm	4.5
19 mm	4.5
12.5 mm	5.5

(1) These air contents apply to the total mix. When testing these concretes, aggregate larger than 37.5 millimeters is removed by handpicking or sieving, and air content is determined on the minus 37.5-millimeter fraction of the mix. Air content of the total mix is computed from the value determined on the minus 37.5-millimeter fraction.

Se deben presentar los diseños de mezcla de concreto de acuerdo con la norma FHWA Form. 1608

Verificar el diseño de mezcla por medio de mezclas de prueba preparadas de acuerdo al ACI 318, con material de la misma fuente propuesta para los agregados a usarse. Se someterán diseños escritos de mezclas de concreto para aprobar con por lo menos 36 días antes de iniciar la producción. Cada diseño de mezcla debe incluir lo siguiente:

- (a) Identificación del proyecto.
- (b) Nombre y dirección del contratista y del productor de concreto.
- (c) Designación de los diseños de mezcla.
- (d) Clase de concreto y uso especificado.
- (e) Proporciones del material.
- (f) Nombre y lugar de las fuentes del material para agregados, cementos, aditivos y agua.

(g) Tipo de cemento y tipo de sustituto del cemento si se usara. La puzolana, relleno mineral o humo sílice, pueden reemplazar parcialmente al cemento en cualquier diseño de mezcla, tal como se indica a continuación, excepto en el concreto preesforzado:

1. Puzolanas.

Comentario [JAMM63]: No se incluyó en el documento del CR10 esta tabla. La misma hace referencia a la cantidad mínima de contenido de aire en el concreto en relación con el tamaño máximo de agregado

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



1.1 Clase F: no más del 20 % del mínimo del peso de cemento Pórtland de Tabla 552-1 se puede reemplazar con puzolana clase F, en proporción de 1,5 partes de puzolana por 1 parte de cemento.

1.2 Clase C: no más de un 25 % del mínimo del peso de cemento Pórtland de Tabla 552-1 puede ser reemplazado por puzolana clase C, en proporción de 1 parte de puzolana por 1 parte de cemento.

2. Escoria de horno o Relleno mineral: no más de un 50 % del mínimo del peso de cemento Pórtland que aparece en Tabla 552-1 puede ser reemplazado con relleno mineral o escorias de hornos, en proporción de 1 parte de relleno por 1 parte de cemento.

3. Vapores de sílice (microsílice): no más de 10 % del mínimo del peso de cemento Pórtland en Tabla 552-1 puede ser reemplazada con sílice firme, en proporción de 1 parte de sílice firme por 1 parte de cemento.

La relación agua/cemento para concreto modificado es la proporción del agua y los pesos combinados del cemento Pórtland y el sustituto del cemento.

(h) Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de concreto.

(i) Pesos de agregados gruesos y finos, saturado superficie seca, en kilogramos por metro cúbico de concreto.

(j) Contenido de agua (incluyendo humedad libre en el agregado más agua en el tabor, excluyendo la humedad absorbida en el agregado) en kilogramos por metro cúbico de concreto.

(k) Medida de la relación agua / cemento.

(l) Dosificación de aditivos. Aire atrapado puede ser obtenido por medio de cemento Pórtland con inclusores de aire o por el uso de aditivos inclusores de aire. No se deben usar aditivos para acelerar la fragua del concreto si se usa concreto Clase P (preesforzado). Cuando el contratista lo solicite, se debe proveer una persona calificada por el fabricante de los aditivos para que ayude a establecer la dosificación apropiada. No deben mezclarse aditivos químicos de diferentes fabricantes juntos en una misma mezcla a menos que sean compatibles. No deben usarse reductores de agua de alto rango para las losas de los puentes.

(1) Aditivos inclusores de aire. El aire atrapado puede ser obtenido con el uso de cemento hidráulico con inclusores de aire o bien mediante un aditivo incluso de aire.

(2) Aditivos aceleradores del fraguado. No utilice aceleradores de cloruro. No utilice aditivos para acelerar la fragua del concreto si se usa concreto clase P (preesforzado).

(3) Aditivos estabilizadores de la hidratación. Los aditivos estabilizadores de la hidratación pueden ser utilizados para extender el tiempo de entrega admisible del concreto. Base la dosificación en el tiempo necesario para retrasar el fraguado inicial del concreto para la entrega y descarga en la zona de trabajo. Incluya el límite de tiempo de la descarga de diseño en la presentación de la dosificación. El tiempo máximo aceptable de descarga de diseño es de 3,50 horas.

(m) Análisis de granulometría de agregados finos y gruesos.

(n) Absorción de agregado fino y grueso.

Comentario [JAMM64]:

-La corrección que se hizo aquí está basada en la redacción original del documento del FP.

-La redacción del CR10 es compatible con la información del FP, sin embargo deja por fuera el siguiente texto:

“(3) Hydration stabilizing admixtures may be used to extend the allowable delivery time for concrete. Base the dosage on the time needed to delay the initial set of the concrete for delivery and discharge on the job. Include the design discharge time limit in the dosage submittal. The maximum allowable design discharge time is 3.50 hours.”

Se recomienda analizar la importancia de contar con esta información.



(o) Gravedad específica ~~bruta~~ aparente (seca y saturada superficie seca) de los agregados fino y grueso.

(p) Pesos unitarios secos envarillados de agregado grueso, en kilogramos por metro cúbico.

(q) Módulo de finura (FM) de agregado fino.

(r) Certificaciones de calidad para cemento, aditivos y agregados.

(s) Valores objetivo del revenimiento del concreto con ve sin reductores de agua de alto rango.

(t) Valores objetivo 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. Prover 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.

(u) Peso unitario del concreto.

(v) Resistencia específica de diseño ($f'c$) y resistencia promedio requerida ($f'cr$) para la mezcla de concreto a los 28 días, con base en la norma ACI 318. Cuando no hay datos suficientes disponibles se selecciona ($f'cr$) de la Tabla 552-2. 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 por ciento de la resistencia promedio requerida ($f'cr$) a los 28 días.

Tabla 552-2
Resistencia promedio requerida

(w) Resultados de la prueba de resistencia a los 7 y 28 días. Cada prueba de resistencia a la compresión consiste en la prueba de dos o más cilindros de la misma edad, de acuerdo con la norma AASHTO T 22.

(x) Muestra de materiales si fuera necesario.

Se inicia la producción únicamente después de que el diseño de mezcla es aprobado.

Si existe un cambio de fuente del material o si el módulo de finura del agregado fino cambia en más de 0,20, se realiza un nuevo diseño de mezcla para ser aprobado

552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales.

Se almacenará y manipulará todo el material de manera que se prevenga la segregación, contaminación, o cualquier otro efecto dañino. No se usará cemento o puzolana que contenga evidencias de contaminación por humedad. Se almacenarán y manipularán los agregados de manera que se asegure un contenido de humedad uniforme en el momento de mezclarlos.



552.05 Medida de materiales.

El concreto se dosificará ~~con el~~ acuerdo al diseño de mezcla aprobado y a las siguientes tolerancias:

Tabla 552-3

Tolerancias en la dosificación en la mezcla de concreto

Puede usarse un sistema volumétrico calibrado si se mantienen las tolerancias especificadas.

552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores.

Usar plantas de dosificación, mezcladoras y agitadoras conforme a AASHTO M157. El equipo de mezclado volumétrico continuo debe ~~estar conforme a~~ cumplir con AASHTO M241.

552.07 Mezcla.

Mezclar el concreto en una planta mezcladora central o en camiones mezcladores. Operar todo el equipo dentro de la capacidad recomendada por el fabricante. Producir concreto de una consistencia uniforme.

(a) Planta central de mezclado: ~~Agregar~~ Dispense aditivos líquidos por medio de un medidor de fluidos controlado. Usar dispensadores con la suficiente capacidad suficiente para medir, de una sola vez la cantidad completa de aditivo requerido para cada bache. Si se usa más de un aditivo, se debe dispensar cada uno con equipo separado.

Cargar primero el agregado grueso, un tercio del agua y todo el aditivo inductor de aire dentro de la mezcladora, y luego se agregará el material restante.

Mezclar por lo menos durante 50 segundos. Iniciar el conteo del tiempo de mezcla 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 entre tambores de mezcladoras de tambor múltiple se incluye en el tiempo de mezcla. El tiempo termina cuando se abre el conducto de descarga.

Se removerá 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 respecto a la altura original de fábrica. No se usarán mezcladoras y agitadores con concreto endurecido o con mortero acumulado en el tambor de la mezcladora.

Se cumplirán las siguientes acciones:

- 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.

Comentario [JAMM66]:

“Batch”

Se recomienda utilizar otro termino para referirse a esta palabra. A saber: tanda, ciclo.

De realizarse el cambio de término, se debe verificar el cambio en todo el documento buscando y reemplazando la palabra “**bache**” por el término seleccionado.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 115 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

- Mezclar cada tanda de concreto de acuerdo con la norma AASHTO M 157.

552.08 Entrega.

La producción y entrega del concreto debe permitir una colocación continua que no alcance el fraguado inicial del concreto restante, que será vaciado adyacentemente a él. Se usarán métodos de entrega, manejo y colocación que minimicen la remezcla del concreto, y prevengan cualquier daño a la estructura.

No se colocará concreto que haya desarrollado un fraguado inicial. Nunca se remezclará el concreto agregándole agua.

Si es aprobado un aditivo a usarse en la mezcla de concreto, a efecto de estabilizar la hidratación, debe entregarse y colarse el concreto dentro del límite de tiempo de diseño aprobado para la descarga. Se limita las pérdidas de revenimiento a no más de 50 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 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, 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.

Tabla 552-4

Tiempos límite de remezclado y de descarga del concreto

(1) AASHTO M 85, tipo III.

(b) Equipo sin agitación: Se podrá usar equipo sin agitación para transportar concreto, si la descarga del concreto se concluye en el transcurso de 20 minutos, desde el inicio de la adición del cemento al tambor de la mezcladora. Usar contenedores metálicos, lisos y herméticos, que sean capaces de descargar el concreto a una velocidad controlada, sin segregación. Usar cobertores cuando se necesiten para su protección.

552.09 Control de calidad de la mezcla.

Suministrar y seguirá un plan de control de calidad de acuerdo con las Secciones 153 y 154 según sea pertinente y considerando además, lo que sigue:

(a) Mezcla: Se debe asignar un técnico en concreto hidráulico, experimentado y competente, para que permanezca en la planta mezcladora a cargo de las operaciones y que sea responsable de la totalidad del control de calidad, incluyendo:

- 1 Correcto almacenamiento y manejo de todos los componentes de la mezcla.
- 2 Correcto mantenimiento y limpieza de planta, camiones y otro equipo.
- 3 Pruebas de gradación de agregados finos y gruesos.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 116 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



- 4 Determinación del módulo de finura del agregado fino.
- 5 Medición del contenido de humedad de los agregados y ajuste de las proporciones de la mezcla requeridas, antes de la producción de cada día o más a menudo si fuera necesario, para mantener la relación agua/cemento ~~ajustada~~ requerida.
- 6 Cálculo de los pesos de bache, para la producción de cada día y la revisión de la calibración de la planta, cuando fuera necesario.
- 7 Confección de tiquetes de despachos que incluyen la siguiente información:
 - 7.1 Suplidor del concreto.
 - 7.2 Tiquete con el número de serie.
 - 7.3 Fecha y número de camión
 - 7.4 Nombre del Contratista.
 - 7.5 Estructura o sitio de la colocación.
 - 7.6 Diseño de mezcla y clase de concreto.
 - 7.7 Cantidades de los componentes y volumen total del concreto.
 - 7.8 Correcciones por humedad para la humedad del agregado.
 - 7.9 Agua total de la mezcla en planta.
 - 7.10 Tiempo de procesamiento y tiempo de finalización de la descarga.
 - 7.11 Cantidad máxima de agua que se debe agregar a la mezcla en el proyecto.
 - 7.12 Si se utiliza un aditivo estabilizador de la hidratación, se debe registrar el revenimiento en la planta después de agregar el mismo.

Se debe proporcionar el equipo necesario para las pruebas y controles antes mencionados. Se entregarán copias de las hojas de trabajo para a.3, a.4, a.5 y a.6 según sean llenadas.

(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, 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.

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.

3 Suministrar todo el equipo y efectuar las mediciones de temperatura, peso unitario, contenido de aire, revenimiento y otras pruebas que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones antes y durante cada operación de colocación ~~se registran y presentan los resultados a la Administración.~~

Si se utiliza aditivo estabilizador de la hidratación, se debe determinar el revenimiento antes de la colocación. No se debe utilizar el concreto con una pérdida de revenimiento de más de 50 milímetros con respecto al revenimiento registrado en la planta.

Se debe muestrear cada lote después de descargar al menos 0,2 m³, y antes de colocar cualquiera de los lotes en los encofrados. Cuando se utiliza el mezclador continuo, se



muestra aproximadamente cada 7,5 m³. Se hace la prueba del contenido de aire de acuerdo con AASHTO T 152 o T 196.

Las pruebas de masa unitaria, revenimiento, y temperatura deben estar en conformidad con la Subsección 552.19.

Si tres (3) muestras sucesivas son sometidas a prueba y cumplen con las especificaciones indicadas, las pruebas pueden ser reducidas a una frecuencia aprobada. Se reasumirá la frecuencia inicial de pruebas, si una prueba no cumple con lo requerido en temperatura, contenido de aire, revenimiento o cuando se indique.

b.4 Se tomarán muestras de lotes especificados de acuerdo con la norma AASHTO T 141. No se requieren muestras compuestas. El punto de muestreo es en la descarga, en el punto de colocación. Se proveerán moldes cilíndricos. Efectuar por lo menos 4 pruebas a la compresión de cilindros, a los que se le proporcionará el curado inicial apropiado y se transportarán cuidadosamente al sitio de curado preparado en el proyecto. Dos de los 4 cilindros se usarán para las pruebas de compresión a los 28 días. 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 entre 10 °C y 30 °C, justo antes de la colocación, con excepción del concreto para las cubiertas de puentes, que se debe mantener entre 10 °C y 25 °C.

(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 medianoche a medianoche es menor que 5 °C y (2) la temperatura del aire no es mayor que 10 °C para más de la mitad de cualquier período de 24 horas.

Cuando se espera clima frío, o se ha producido dentro de los 7 días anteriores a la colocación del concreto, se debe preparar un plan para la producción, transporte, colocación, protección, cura y monitoreo de temperatura del concreto, durante el período. Puede utilizarse el ACI 306 como guía para el desarrollo del plan. Se incluirán procedimientos para actuar en cambios abruptos en la condición del tiempo. No se debe iniciar la colocación hasta que el plan sea aceptado. La aceptación del plan tomará por lo menos 1 día.

Tener disponible todo el material y el equipo requeridos para protección contra el frío en o cerca del proyecto, antes de iniciar la colocación de concreto en clima frío.

Tabla 552-5
Temperatura superficial del concreto en clima frío



(b) Clima caliente: Se considera clima caliente cualquier momento durante la colocación del concreto en que la temperatura ambiente en el sitio de trabajo esté sobre 35 °C.

En clima caliente se deben enfriar todas las superficies en contacto con la mezcla a menos de 35 °C. Se enfriará cubriendo con ~~esteras-trapos o estopas~~ mojas o bien ~~petates manteados~~ de algodón, rociando con agua, cubriendo con cubiertas protectoras, o con cualquier otro método aprobado.

Durante la colocación se debe mantener la temperatura del concreto 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.

(c) Evaporación: Cuando se coloque concreto en la losa de los puentes o en otras losas expuestas, se debe limitar la evaporación esperada a una razón menor de 0,5 kilogramos por metro cuadrado por hora, como se especifica en Figura 552-1.

Cuando es necesario, se sigue una o más de las acciones siguientes:

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 según lo indicado anteriormente en (b).

(d) Lluvia: Siempre durante e inmediatamente después de la colocación se debe proteger al concreto de la lluvia.

552.11 Manejo y colocación del concreto.

Efectuar el trabajo especificado en Sección 208. Se prepararán el acero de refuerzo, el acero estructural, los dispositivos de apoyo, el material de juntas y los artículos misceláneos necesarios, de acuerdo a las Secciones correspondientes.

(a) General: Se debe diseñar y construir el andamiaje y los encofrados de acuerdo a la Sección 562. Se debe manipular, colocar, y compactar el concreto siguiendo métodos que no causen segregación y que produzcan concretos 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. Se colocará y compactará el concreto antes de la fragua inicial. No se debe remezclar el concreto agregando agua a la mezcla.

No se colocará el concreto hasta que los encofrados y todos los accesorios que quedan recubiertos, hayan sido inspeccionados.

Comentario [JAMM67]:

"wet burlap or cotton mats"

La corrección hecha trata de usar términos más comunes en el país.



Se removerá todo el mortero, escombros, y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto. Se humedecerán los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto sea colocado. Las formaletas temporales Los dispositivos temporales separadores de encofrados se pueden dejar en el lugar hasta que no sean necesarios para el colado, después de lo cual serán removidos.

Comentario [JAMM68]:
"Temporary form spreader devices"

Se colocará el concreto 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 fresco sea siempre colocado y vibrado contra concreto 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 no se debe perturbar el concreto colado anteriormente, o afectar la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo. Se debe mantener a los trabajadores fuera de las zonas con concreto fresco. No se deben apoyar plataformas o andamios ni equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto es colocado no se deben disturbar los encofrados, o el acero de refuerzo del concreto 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 pilas de columna múltiple, pilares de columna simple o estribos bastiones hasta que los resultados de los cilindros del mismo concreto, curado bajo las mismas condiciones que el elemento de subestructura, indiquen que todo el concreto tiene por lo menos 80 % del esfuerzo a la compresión requerida a los 28 días.

Comentario [JAMM69]:
"Bents. piers"
"pilas de columna múltiple, pilas de columna simple"
Se recomienda revisar que estos términos sean igualmente utilizados a nivel general del CR10.

2. Miembros verticales: Para miembros verticales de más de 5m de altura se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 124 horas antes de vaciar concreto para los miembros horizontales integrados. Para los miembros verticales de menos de 5 m de altura se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 30 minutos. No se deben apoyar cargas de miembros horizontales hasta que los miembros verticales hayan alcanzado la resistencia requerida y hayan estado en su lugar por al menos 7 días.

No instale collares de fricción o apoyos de andamios en miembros verticales hasta que el concreto se haya curado por al menos 7 días o hasta que haya alcanzado la resistencia especificada.

Comentario [JAMM70]:
"falsework brackets"

3. Superestructuras: No se debe colocar concreto en la superestructura, hasta que los encofrados de subestructura hayan sido desmontados lo suficiente como para determinar la aceptabilidad del concreto de la subestructura de soporte. ~~No se debe colocar concreto en la superestructura hasta que ésta haya alcanzado la resistencia requerida.~~

El concreto para vigas tipo T o vigas de tablero de más de 1,2 metros de altura se colocará en dos (2) 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.



El concreto 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 indica 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 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 antes de construir el resto de la alcantarilla. Para alturas de paredes de 1,5 m o menos, las paredes laterales y las losas superiores deben ser coladas en una operación continua. Para paredes de más 1,5 m de altura, pero de menos de 5 m de altura, se dejará fraguar el concreto de las paredes laterales por lo menos 30 minutos antes de colar el concreto en la losa superior. Para paredes de 5 m o más altas se dejará fraguar el concreto de las paredes laterales por lo menos 12 horas, antes de colar concreto en la losa superior.

6. Elementos prefabricados: Se colará y consolidará el concreto 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 fresco colocado. No se deben usar equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto. Se deben remover los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación.

Colocar el concreto lo más cerca posible de su posición final. No se debe colocar concreto en capas horizontales de más de 0,5 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 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 sin confinamiento más de 2 m. El concreto 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. ~~Este~~ Esto no se aplica al vaciado de pilotes cuando la colocación de concreto se completa antes que ocurra el fraguado inicial en el concreto colocado anteriormente.

Comentario [JAMM71]:

"tube fitted with a hopper head"

Figura 552.1.

Razón de evaporación de humedad superficial.

Se operarán las bombas de concreto 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 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 caiga verticalmente.

(d) Compactación: Tener suficientes vibradores internos manuales que sean adecuados para las condiciones de la colocación del concreto. Los vibradores deben cumplir con la Tabla 552-6. Tener vibradores con cubierta de hule cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico.

Proveer un número suficiente de vibradores para consolidar cada bache a medida que va vaciándose. Se tendrá un vibrador de repuesto en el lugar, para el 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 con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación. Operar los vibradores de manera que trabajen adecuadamente el concreto alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas, y ángulos en los moldes. No se debe provocar segregación. No se debe vibrar el concreto colocado bajo agua. Se suplirán, si es necesario, acomodo y compactación adicionales del concreto 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.

Tabla 552-6

Requisitos para vibradores manuales

Diámetro de corona (milímetros)	Frecuencia vibraciones / minuto	Radio de acción (milímetros)
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	180 a 485

Comentario [JAMM72]:
Frecuencia
(vibraciones / minuto)

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

El concreto se vibrará en el punto de depósito y en puntos espaciados uniformemente, a no más de un 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. Los vibradores se insertarán verticalmente y lentamente. La vibración debe ser de duración e intensidad suficientes para consolidar completamente el concreto 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 bajo el agua es permitida únicamente para el concreto de sellos y en el relleno de pilotes excavados. Para propósitos ajenos al sello de concreto se debe aumentar el contenido mínimo de cemento en un 10 %. Usar embudos con tubo confinante, bombas de concreto y otros métodos de colocación aprobados.



1. Embudos con tubería confinante: Usar embudos con tubería confinante impermeables con un diámetro de 250 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.

Al iniciar la colocación de concreto se debe sellar el final de la descarga y rellenar el tubo con concreto. Mantener la tubería llena de concreto 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 hasta que la colocación finalice.

2. Bombas de concreto: 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. Cuando se inicie el flujo del concreto se mantendrá el final de tubo de descarga lleno de este material y debajo de la superficie del concreto ya depositado hasta que la colocación se complete.

El concreto bajo el agua se colocará continuamente, desde el inicio hasta el final, en una masa densa. Colocar cada capa subsiguiente de concreto 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 lo más horizontalmente posible. No se debe alterar el concreto después de la colocación. Se mantendrá el agua en reposo en el punto de descarga.

Desaguar después que las pruebas de las muestras curadas bajo condiciones similares indiquen que el concreto tiene suficiente resistencia para soportar las cargas esperadas. Se removerá la lechada y todos los materiales insatisfactorios del concreto expuesto.

(f) Barandas y parapetos de concreto: Usar encofrados lisos, herméticos y rígidos. Las esquinas serán bien pulidas y perfiladas. Colocar el concreto 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. Acabar 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 este 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 552.15 (b). El período de curado se puede acortar, según lo aprobado, usando vapor y / o agentes reductores de agua o cemento tipo III.

552.12 Juntas de construcción.

Usar juntas de construcción en los sitios señalados en los planos. Es requerida la aprobación escrita para cualquier junta de construcción adicional. Extienda el acero de refuerzo sin interrupción a través de la junta de construcción. No realice traslapes (empalme o mecánico) de acero de refuerzo en juntas de construcción. Los traslapes deben colocarse

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 123 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



embebidos dentro del concreto. No utilice pasadores. En las juntas de construcción horizontales colocar tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar juntas en línea recta.

Cuando la junta se encuentre entre dos coladas frescas de concreto, dé un acabado áspero a la superficie dejando la junta en una condición rugosa. Mantenga la superficie de la junta saturada. Justo antes de colocar el concreto nuevo, presione con fuerza la formaleta al concreto previamente colocado y, donde sea accesible, cubra completamente la superficie de la junta con una capa muy delgada de mortero.

Cuando la junta se encuentra entre una colada nueva y un concreto existente, debe limpiarse con chorro abrasivo u otro método aprobado para remover toda la lechada y material extraño. Esto con el fin de dejar expuesto y limpio el agregado, y áspera la superficie de la junta. Antes de colocar el concreto, aplique a la superficie de la junta un producto adherente aprobado, de acuerdo con la recomendación del fabricante.

Las juntas de construcción deben ser, limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco adyacente. Inmediatamente antes de colocar concreto nuevo, los encofrados deberán ser fuertemente presionados contra el concreto ya colocado inmediatamente antes de colar el concreto 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 a las juntas de construcción.

552.13 Juntas de expansión y contracción.

(a) Juntas abiertas: Construir juntas abiertas con una tira de madera, placa de metal u otro material aprobado. El retiro del molde se deberá hacer sin astillar ni quebrar las esquinas del concreto. 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 a las recomendaciones del fabricante. Después de retirar los moldes, remover y cortar cuidadosamente cualquier concreto o mortero que hubiese escurrido a través de las juntas. Se rellenarán todas las aberturas de las juntas de 3 mm a más 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 otras formas y perfiles estructurales, de acuerdo a la superficie del concreto. Se fijarán las aberturas de las juntas a la temperatura ambiente de acuerdo con la hora en que va a ser colado el concreto. Asegurar bien las juntas para mantenerlas en posición correcta. Mantener una abertura sin obstrucción en la junta durante la colocación de concreto.

(d) Juntas impermeabilizantes: Estas deberán ser colocadas de acuerdo a los requisitos de la Sección 560.

Comentario [JAMM73]: Este párrafo trata de resumir los párrafos ingresados anteriormente los cuales son la traducción estricta del FP. Se debe definir cuál de las dos redacciones es más apropiada.



(e) Sellos en las juntas en compresión: Se usará un sello de compresión de una sola pieza para juntas transversales. Las juntas longitudinales deben ser lo más largas posible. Se deben limpiar y secar las juntas y remover astillas e irregularidades. Aplicar un lubricante – adhesivo como capa protectora en ambos lados del sello justo antes de su colocación. ~~Comprima el sello y colóquelo en la junta y se colocarán 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. 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 las juntas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos.

552.14 Acabado de concreto plástico.

Acabar las superficies de concreto que no quedan en contacto con encofrados, usando un acabado con flota o llaneta. Remover cualquier exceso de concreto o mortero fino. Acabar cuidadosamente, con herramienta manual, todos los bordes no biselados. Dejar expuestos los bordes de las juntas rellenas. Proteger la superficie contra la lluvia.

Acabar todas las superficies de concreto usadas por el tráfico con un material resistente al deslizamiento o patinaje. Proveer por lo menos 2 puentes de trabajo ~~adecuados y convenientes.~~ capaces de soportar a los trabajadores y al equipo durante la colocación, el curado y acabado sin producir hundimiento o vibraciones. Coloque el puente de trabajo a una altura razonable sobre la superficie del concreto de manera que no impida el buen rendimiento y sin tocar la superficie de concreto acabada o fresca.

(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.

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, sin aprobación previa.

Instalar 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 los rieles más allá de ambos finales de la colocación de concreto establecida, para permitir que la maquinaria termine de colar el concreto.

Colocar rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura.

Ajustar 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 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.

Después de iniciada la colocación del concreto, se operará la máquina de acabado sobre el concreto según sea necesario para obtener el perfil y la sección transversal requeridos. Mantener un pequeño exceso de concreto enfrente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado o encofrado y luego remover y eliminar. Ajustar los rieles, según sea necesario, para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas.

Remover los soportes de rieles empotrados en el concreto, por lo menos 50 mm bajo la superficie terminada y se llenará y acabará cualquier hueco en el concreto fresco. Limpiar los vacíos de polvo y escoria utilizando aire comprimido u otro método. Aplicar un producto adherente aprobado en los vacíos. Se llenarán y acabarán los vacíos con concreto fresco del mismo tipo y propiedades que el colocado anteriormente. Se acabará la superficie con una llana, rodillo u otro aparato aprobado, según sea necesario, para remover todas las irregularidades locales.

Remover todo el exceso de agua, lechada o material extraño traído 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, 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 de largo. Se traslapará el paso del codal en por lo menos la mitad de la longitud previamente alineada.

Corregir desviaciones que excedan 3 mm del borde del codal.

Para las superficies de losas que van a recibir una sobrecapa, corregir las desviaciones de más de 6 mm.

(c) Texturización: Aplicar luego del llaneteado o en el momento en que el procedimiento no desplace agregados. Se obtendrá una textura en la superficie que sea resistente y antideslizante acanalada, en todas las áreas de operación vehicular. Usar uno de los siguientes acabados o una combinación de éstos, según se requiera:

1. Textura estriada: Usar un rastrillo que tenga una sola fila de agujas o una máquina diseñada y aprobada especialmente para marcar canales en pavimentos de concreto. Las líneas de las estrías en el concreto deben estar espaciadas a 10 a 20 mm centro a centro. Hacer los canales de 2 a 5 mm de ancho y de 3 a 5 milímetros de profundidad. Estriar perpendicularmente a la línea del centro sin rasgar la superficie de concreto ni perder agregado desde ella.

Si las estrías son aserradas, cortar las estrías de aproximadamente 5 mm de ancho espaciándolas de 15 a 25 mm.



En la calzada de puentes, terminar la estriación a 300 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~~ ligeramente traslapadas. Se producirán corrugados regulares que no tengan más de 3 mm de profundidad, sin rasgar el concreto.

Cuando el concreto 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 de acanalar aprobada.

3. Acabado con llana y cepillado: Se usará una paleta 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 los moldes o el pavimento existente (Dejar los bordes redondeados) No se ribetearán/afilarán las juntas transversales en una línea de colado continuo ni las longitudinales en una línea dual de colado continuo.

Tan pronto como el concreto se endurezca lo suficiente para prevenir que partículas de grava sean desalojadas, se debe barrer o cepillar la superficie. Se usarán cepillos de cerda dura, previa aprobación del Contratante. Se cuidará de prevenir que la superficie se descascare o agriete en los bordes de las juntas. Si se aprueba por el Contratante, se aplicará un ~~rociador liviano~~ rocío ligero 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. 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 granulado 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 a Subsección ~~501.10~~ 552.15(b) o (c), lavar la superficie con cepillo y agua para remover toda lechada y cemento del agregado expuesto.

(d) Superficie debajo de los apoyos: Se acabarán todas las superficies de los apoyos, dentro de los 5 mm de la elevación de planos. Cuando una placa de mampostería se van a colocar directamente sobre el concreto o sobre un material de relleno se van a colocar directamente sobre el concreto, de menos de 5 mm de espesor, se acabará la superficie con una llana, a una elevación ligeramente sobre la elevación de planos. Después del fraguado del concreto, se esmerilará o pulirá la superficie, según sea necesario, para obtener un soporte total y parejo.

Comentario [JAMM74]:
"Troweled and brushed finish"

Comentario [JAMM75]:
"edge"

Comentario [JAMM76]:
"light spray of retardant"

Comentario [JAMM77]: Esta referencia también es válida, sin embargo el documento original hace referencia a la Subsección 552.15(b) o (c) que son parte de la misma sección 552.

La sección 501 Pavimento de Concreto Hidráulico, en su artículo 501.10 Curado, muestra información aplicable al tema en cuestión, por lo que es válido su uso como referencia en este punto en particular.



Cuando se va a colocar una placa de mampostería sobre material de relleno de entre 5 y 15 mm de espesor, se acabará la superficie con una llana de acero y luego se esmerilará la superficie de modo que no exista una diferencia entre los bordes de más de 2 mm en ninguna dirección.

Cuando se va a colocar una placa de mampostería sobre material de relleno mayor a 15 mm de espesor o cuando se utilice una almohadilla de cojinete elastomérico, se acabará dejando la superficie plana y libre de crestas.

Cuando se requiera colocar un apoyo acolchado elastomérico se debe usar mortero en proporción de 1 parte de cemento Pórtland 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 minutos. Curar el mortero por lo menos durante 3 días y sin aplicar cargas, por lo menos durante 48 horas. ~~No se debe mezclar ni usar mortero mientras existan condiciones de congelamiento.~~ La arena de mortero debe cumplir con la norma AASHTO M 45.

552.15 Curado del concreto.

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 empieza a secarse antes de comenzar el uso del método elegido de curado, se mantendrá húmeda la superficie de concreto usando un rociador de ~~neblina-agua~~ 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 curación inmediatamente después del acabado. La cura con agua se aplicará 4 horas después del acabado.

Curar todo el concreto ininterrumpidamente durante por lo menos 7 días. Si se ha usado puzolana con exceso de 10% por peso de cemento Pórtland, 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. Si se van a remover los encofrados para facilitar el acabado afinado, retirar solo las bandas de aquellas áreas listas para ser acabadas al mismo tiempo. Durante el acabado, ~~se~~ deben mantener húmedas las superficies expuestas. Luego de concluido el acabado, continúe el proceso de curado utilizando el método del agua, ~~o usar una membrana de curación 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 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. Cubrir el material de cobertura con una lámina impermeable que prevenga la pérdida de humedad del concreto. Se usarán las láminas más anchas que sean prácticas. Se traslaparán

Comentario [JAMM78]:
Este párrafo no existe en el FP. Se debe determinar su relevancia en el documento.

Comentario [JAMM79]:
"fog spray"



las láminas adyacentes en por lo menos 150mm y se sellarán todas las juntas con cinta a presión, masilla, goma o cualquier otro método aprobado. 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.

Comentario [JAMM80]:
"mastic"

(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 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.

Mezclar las soluciones de membrana líquida de cura que contengan pigmentos antes de usarlas. Continuar agitando durante la aplicación. Usar un equipo capaz de producir un rociado fino. Aplicar el compuesto de curación en proporción mínima de 0,25 l/m² 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.

552.16 Acabado de superficies encofradas.

Remover, recolocar y reparar, con la aprobación del Contratante todos los hormigueros en el concreto. Acabar las superficies de concreto encofradas como sigue:

(a) Clase 1 - Acabado ordinario: Acabar las siguientes superficies con 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.

Comentario [JAMM81]:
El FP no incluye esto

2 Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.

Comentario [JAMM82]:
"...between superstructure girders"

3 En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, que no son visibles desde un trillo o sendero.

Inicia 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 protuberancias y desalineamientos con discos o piedras de carborundo.

Comentario [JAMM83]: "bulges"

Remover las bolsas de piedras pobremente adheridas al concreto. Se identificarán las bolsas de piedras pobremente adheridas y hormigueros localizados en el concreto y se repararán con concreto o mortero, de una manera aprobada.

Comentario [JAMM84]: También se puede usar el término "carburo de silicio"

Limpiar los agujeros de los anclajes o separadores de los encofrados, huecos, esquinas y bordes quebrados y cualquier otro defecto y se saturará el área con agua. Acabar el área con mortero que tenga menos de 1 hora de fabricado. Después de que el mortero fragüe, se



realizará el acabado (si se requiere) y se continuará el curado. Nivelar las superficies expuestas con el concreto de su alrededor.

Remover, con una herramienta adecuada, el mortero suelto de los encofrados y las juntas de expansión. ~~Dejar las juntas por ser llenadas, expuestas y limpias en su longitud total con bordes perfectos.~~ Dejar el relleno de juntas expuesto en toda su longitud con bordes limpios y vivos.

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 artículo "b" que sigue:

(b) Clase 2 - Acabado afinado: Acabar las siguientes superficies con 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, ~~líderes bastiones~~ y muros de retención, sobre el terreno natural y al menos 300 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. Dentro de las superficies de la cubeta de las alcantarillas más altas de 1 m, que sean visibles desde la carretera. Se acabará dentro de la cubeta en una distancia por lo menos igual a la altura de la alcantarilla.
7. Todas las superficies de los barandales.

Se completará un acabado Clase 1 de acuerdo con el inciso "a", mencionado anteriormente. Se saturará la superficie de concreto con agua. Se afinará la superficie con una piedra de carborundo de grosor medio usando una cantidad pequeña de mortero en la cara. Se usará mortero compuesto de una mezcla de cemento y arena fina en las mismas proporciones del concreto que se está acabando. Continuar el afinado hasta que las marcas de los encofrados, ~~proyecciones protuberancias~~ 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 fragüe por lo menos durante 14 días para evitar que partículas del agregado salgan a la superficie. Se usarán herramientas de aire como martellina o picos. 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.

Comentario [JAMM85]:

"Leave joint filler exposed for its full length with clean, true edges."

Comentario [JAMM86]:

"projections,"



(d) Clase 4 - Acabado con chorro de arena: Se dejará que el concreto fragüe por lo menos durante 14 días. Se protegerán las superficies adyacentes, que recibirán este acabado. Inicie con un área pequeña para su aprobación antes de proceder. 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. No remueva el mortero más allá de un tercio del diámetro del agregado grueso.

(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 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 por 1,0 metros con muestras de concreto de color, para relacionar el color aceptado por el Contratante. 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 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 con agua limpia.

Usar papel, tela o cualquier otro medio para proteger las superficies que no recibirán un acabado de color. Aplicar el acabado a la superficie de concreto seca cuando la temperatura de la superficie y la del aire a la sombra sean de 4 °C o mayor, durante 24 horas después de 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 descolgarse~~ sobre la superficie.

Limpiar las áreas de concreto que no serán cubiertas con el acabado, usando un método aprobado.

(g) Clase 7 - Acabado martelinado: No utilice bloques de mortero o alambres para fijar el acero de refuerzo cerca de la superficie formada de zonas a ser martelinadas. Se dejará que el concreto fragüe por lo menos durante 14 días. Realice el acabado en un área pequeña para su aprobación antes de proceder. Ajuste el procedimiento para producir un acabado satisfactorio, y utilice el mismo procedimiento para el martelinado de las áreas designadas.

Comentario [JAMM87]:

"runs and sags"



552.17 Accesorios de anclaje.

Usar mortero, compuestos químicos o accesorios de anclaje colados en sitio, para fijar equipos o alguna instalación en el concreto.

Someter los siguientes renglones a aprobación del Ingeniero:

- (a) Muestra de accesorios de anclaje al concreto.
- (b) Instrucciones del fabricante para su instalación.
- (c) 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. Se suplirán todos los dispositivos de anclaje completos con todos sus accesorios metálicos.

Para anclajes químicos o con morteros, 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 552-7 por un período de por lo menos 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 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 o del mortero o el concreto.

Instalar en el concreto los dispositivos de anclaje recomendados por el fabricante, de manera que los elementos o el equipo fijado se mantengan firmes en el concreto. Se aplicarán instalarán las tuercas con los valores de momento torsional especificados en Tabla 552-8, a no ser que se den otras instrucciones específicas por el fabricante. Se colocarán los pernos de anclaje de los soportes, de acuerdo a los requisitos de Sección 564.

Tabla 552-7

Valores del ensayo de carga sostenida.

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M 20	24,0
M 12 16	18,3
M 12	12,7
M 8	7,1

En presencia del Contratante, 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

Comentario [JAMM88]:

"fixures"

Comentario [JAMM89]: Cambiar "Accesorios de anclaje tamaño perno" por "Tamaño del dispositivo de anclaje"

"Anchorage Device Stud Size"

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



contra una arandela indicadora de la carga, aplicando una carga de tensión directa al anclaje o mediante cualquier otro método aprobado por el Contratante. Después de realizar pruebas de carga, se aflojará la carga en el anclaje y se ajustarán hasta alcanzar la carga especificada en la Tabla 552-8 o de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Tabla 552-8
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

Comentario [JAMM90]: Error similar a tabla anterior

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

552.18 Cargas en estructuras nuevas de concreto.

No se debe aplicar ninguna carga en pilares o bastiones hasta que las pruebas en concreto en cilindros vaciados del mismo concreto y curados bajo las mismas condiciones de los elementos de subestructura, indiquen que el concreto 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 de la superestructura completa haya alcanzado su esfuerzo a la compresión de diseño y haya estado en su sitio por ~~21~~ 14 días, a lo menos.

Para secciones de viga múltiple de concreto prefabricado, no se permitirán vehículos en ningún tramo hasta que el mortero haya obtenido un esfuerzo de 20 megapascuales y los tirantes hayan sido bien apretados.

Para estructuras de concreto post-tensado no se permitirán vehículos de más de 2000 kilogramos 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 megapascuales y los tirantes deben estar bien apretados. Vehículos que pesen menos de 2000 kilogramos pueden transitar en los tramos en que el diseño de andamiaje haya previsto ese peso.

Comentario [JAMM91]: "precast concrete multi-beam sections"

552.19 Aceptación.

El material de concreto será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. Debe proveerse un certificado de producción para el cemento Pórtland.



El revenimiento de la mezcla de concreto, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 552-1 para las especificaciones). (Ver Tabla 552-9 para el mínimo de muestras y prueba-s).

El esfuerzo de compresión del concreto será evaluado bajo la Subsección 107.05. (Ver Tabla 552-9 para el mínimo de pruebas y muestras). El límite mínimo especificado es el mínimo esfuerzo a la compresión requerido a 28 días (f_c') especificada en el contrato. El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión, es el promedio de dos cilindros vaciados de la misma batida y fallada a los 28 días. (Ver Tabla 552-9 para la categoría requerida de calidad aceptada).

Se removerá y reemplazará el concreto representado por cilindros que tengan un esfuerzo de compresión de 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.

La construcción (incluyendo bache, colocación, acabado y curado) de las estructuras de concreto será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los andamiajes y formaleas serán evaluados bajo la Sección 562.

552.20 Medición.

Medir el concreto estructural y sellar el concreto por metro cúbico en la estructura.

552.21 Pago.

Las cantidades aceptadas y medidas como se dispone anteriormente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida, para los renglones de pago descritos más adelante, indicados en la licitación, excepto el precio de la unidad de concreto estructural, que será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será una compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago del concreto estructural será determinado por el precio unitario de la licitación multiplicado por el factor de pago del esfuerzo a la compresión y debe hacerse como sigue:

Tabla 552-9
Muestreo y prueba
TABLA ORIGINAL

Comentario [JAMM92]: Tabla solo incluye concreto, la tabla original es mucho más grande



Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Aggregate source quality (703.02)	Measured and tested for conformance (106.04 & 105)	Quality	—	AASHTO M 80	1 per material type	Source of material	Yes	Before producing
Concrete composition (mix design)	Measured and tested for conformance (106.04 & 105)	All	—	Subsection 552.03	1 per mix design	Source of material	Yes	Before producing
Produced aggregate (fine & coarse)	Measured and tested for conformance (106.04)	Gradation	—	AASHTO T 27 & T 11	1 per day	Flowing aggregate stream (bin, belt, discharge conveyor belt, or stockpile)	Yes, when requested	Before batching
		Fines modulus	—	AASHTO T 27	—	"	"	"
		Moisture test	—	AASHTO T 225	—	"	"	"

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Concrete (552.09(b)(3))	Measured and tested for conformance (106.04)	Unit mass	—	AASHTO T 121	1 per load	Point of discharge	—	Upon completing tests
		Air content	—	AASHTO T 152 or AASHTO T 196	"	"	—	"
		Slump	—	AASHTO T 119	"	"	—	"
		Temperature	—	Field measured	"	"	—	"
Structural concrete (552.09(b)(3))	Statistical (106.05)	Compressive strength ⁽³⁾	II	AASHTO T 23 & T 22	1 set per 25 m ³ but not less than 1 per day	Discharge stream at point of placing	Note 4	See Subsection 552.09(b)(4)

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

TABLA INCLUIDA EN EL CR10





Material o producto	Propiedades o características	Categoría de pago	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Lugar de muestreo
Concreto	Revenimiento	---	AASHTO T 119	1 por carga (1)	Descarga en sitio de colocación (2)
	Contenido de aire	---	AASHTO T 152 ó AASHTO T 192	1 por carga (1)	Descarga en sitio de colocación (2)
	Peso unitario	---	AASHTO T 121	1 por carga (1)	Descarga en sitio de colocación (2)
	Temperatura	---	Termómetro	Primera batida	Descarga en sitio de colocación (2)
	Fabricar especímenes de prueba para esfuerzo a la compresión (3)	II	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 or cada 25 m ³ pero no menos de 1 muestra por día (4)	Descarga en sitio de colocación (2)

Notas:

- (1) Muestrear de acuerdo a AASHTO T 141.
- (2) Ver Subsección 552.09 b 3.
- (3) Colar por lo menos 4 cilindros de prueba y transportarlos cuidadosamente al sitio de curado en el proyecto.
- (4) Una prueba de esfuerzo de compresión es el resultado del promedio de 2 cilindros fundidos del mismo bache y probado a los 28 días.

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Comentario [JAMM93]: "the same lead"

553.01 Descripción.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 136 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Este trabajo consiste en preesforzar concreto pretensado-precolado 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.

Conformarán las siguientes Secciones y Subsecciones:

Dispositivos de anclaje	722.01
Concreto	552
Soportes de almohadillas elastoméricas	717.10
Mortero	725.22
Acero de preesfuerzo	709.03
Acero de refuerzo	709.01

Requerimientos para la construcción

553.03 Método de aprobación.

Se realizará el pretensado-presforzado por medio del método para esa operación de pretensado o post-tensado. 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-presforzado. Lo siguiente debe ser mostrado:

- Método y secuencia del esfuerzo.
- Especificaciones completas, detalles y resultados de pruebas para el acero pretensado y los dispositivos de anclaje.
- Esfuerzos de anclajes.
- Disposición del acero pretensado en los miembros.
- Cálculo de la elongación de los elementos de tensión (torones) de acuerdo con los procedimientos de tensado con gatos hidráulicos que se usarán.
- Número, espaciamiento y método para colgar los torones de pretensado.
- Otros cálculos para el método de pretensado.
- Tipo de conductos de torones para el post-tensado.
- Morteros de inyección y equipo de post-tensado.
- Muestras de alambres o torones, tomadas de acuerdo a Subsección 709.03.

Para el colado en sitio se presentarán planos que muestren diagramas, el nivel nivelado anticipado o las alteraciones del lugar. Después de terminado el colado limpiar-despeje la zona del equipo y desechos bien el equipo y devolver-devolverlo a una condición aceptable.

553.04 Acero de preesfuerzo.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 137 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



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-torón 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.

Se permite un empalme por torón cuando se utiliza gatos hidráulicos para un solo torón. Cuando se utiliza gatos hidráulicos para múltiples torones, empalme todos los torones o no más del 10% de los torones. Use torones que tengan propiedades similares, de la misma fuente, y que tengan el mismo trenzado o dirección de giro. Ubique los empalmes fuera del encofrado y entre los elementos.

No se soldarán ni conectar a tierra el equipo de soldadura dentro del encofrado o cualquier otro acero después de que haya sido instalado el acero de preesfuerzo.

La falla de un alambre entre en un torón de preesfuerzo de 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-torones de una viga individual.

Las barras se extenderán usando aparatos de acoplamiento, que al ser montados tengan una esfuerzo de tensión no menor del esfuerzo de tensión de las barras.

Proteja todo el acero de preesfuerzo contra daño físico, herrumbre, o corrosión en todo momento. No use acero de preesfuerzo dañado.

553.05 Concreto.

Preparar concreto preesforzado de acuerdo con la Sección 552 y acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554.

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 relajación 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 la relajación de esfuerzos de compresión junto con los miembros-elementos de concreto que representan.

Dejar áspera la superficie superior de los miembros elementos, contra la cual se va a colar concreto. Las superficies que serán cubiertas con una membrana impermeable para sellar losas no deben ser texturizadas, sino deben tener un acabado liso, libre de ondulaciones y otras proyecciones.

Comentario [p94]: No se incluye en el FP03

Comentario [p95]: Casting bed

Comentario [p96]: No se incluye en el FP03

Comentario [p97]: Release strength test

Comentario [p98]: Waterproofing membrane deck seal



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~~ mediante tuberías de circulación de vapor, 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 552.15. Aplicar un “chorro de arena” (sand blast) 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.

Para el curado con aire caliente, ~~El~~ el Contratante 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) Embeber un termopar (enlazado a un termómetro con una precisión de ± 3 °C) de 150 a 200 mm desde la ~~parte superior~~ parte superior o desde el fondo de la viga en su línea de centro y cerca de su punto medio.

(c) 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.

(d) El registro de la temperatura debe estar siempre disponible para información del Contratante.

(e) Se calentará el concreto a no más de 38 °C durante las primeras 2 horas siguientes a la colada del concreto, y luego se aumentará la temperatura en no más de 14 °C por hora, hasta un máximo de

~~80~~ 65 °C.

(f) Se enfriará el concreto después de que el curado se haya terminado, a no más de 14 °C por hora y hasta 38 °C.

(g) 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.

Comentario [p99]: Release strength

Comentario [p100]: Release compressive strength



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 medidor.

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 una consistencia precisa 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 mm.

Medir la fuerza inducida en el acero de preesfuerzo usando manómetros calibrados en los gatos, celdas de carga o dinamómetros calibrados; y tomando medidas a las elongaciones del acero pretensado. Determine la elongación requerida dde las curvas promedio de carga-elongacion para los tendones presforzdos utilizados.

-Para elementos pretensados, Si si hay una discrepancia de más de 7 5%, entre la elongación medida y la fuerza presión esperada de los gatos en tendones de más de 15 metros de longitud o de 7% en tendones de 15 metros o menos de longitud, se revisará la operación completa para determinar las razones de la discrepancia y corregir antes de continuar. No se permitirán que las discrepancias en elementos postensados superen el 7%. 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 de alivio automática 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 se deben exceder los esfuerzos temporales de tensión sobre el acero de preesfuerzo del 80 % del esfuerzo último de tensión mínimo del acero presforzado. Anclar el acero de preesfuerzo en un esfuerzo inicial que resulte de la suma retención del de un esfuerzo de trabajo luego de que y todas las pérdidas, no mayores que aquellas requeridas.

En elementos pretensados, no se debe permitir que el esfuerzo de relajación inicial luego de acentado, y antes de otras perdidas, exceda el 70% del esfuerzo último de tensión mínimo especificado del acero presforzado para stress-relieved strands y 75% para low-relaxation strands.

Comentario [p101]: No se incluye en el FP03

Comentario [p102]: Stress-relieved strands

Comentario [p103]: Low-relaxation strands

553.07 Miembros pretensados.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 140 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Moldear los miembros pretensados según las tolerancias permitidas en Tabla 553-1.

(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 va a estar~~ expuesta al ambiente por más de 36 horas antes de colar el concreto.

Liberar todos los torones de ~~dobletes y torceduras retorcimientos, enredos y cocas~~. Se mantendrá con precisión el acero pretensado en la posición y tensión señaladas en la Subsección 553.06. 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 torones~~ el alargamiento por deslizamiento del anclaje, deslizamiento en las uniones, movimiento horizontal ~~en sitio del empotramiento elemento estructural durante la operación del presfuerzo~~, y cambios de temperatura en el acero pretensado, entre la hora de tensado y la hora de fragua inicial del concreto. Todos los cálculos deben ser preparados por un ingeniero profesional.

Mantener las camas de los encofrados, ~~cables torones~~ 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 torones~~ con ~~foldanas rodillos en puntos~~ de cambio de dirección ~~en los extremos cuando los torones son tensados en una posición drapeada (colgada)~~. Se usarán rodillos que se muevan libremente, con fricción mínima. Inicialmente cuando los ~~cables torones~~ 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 torón~~ para mantener el perfil de colgado. Si la carga de un ~~cable torón~~ 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 el torón por los dos extremos de la cama. Determinar Haga que la carga, como la calculada por la suma de las elongaciones producidas en los dos extremos tensados por el gato, la cual debe quedar concuerde dentro del 5 % de la carga solicitada del gato.

Antes de colocar el concreto, revisar la tensión en los ~~cables torones~~ pretensados, con anticipación de tres horas. El método y el equipo para revisar la pérdida de pretensión deben estar ~~sujetas sujetos~~ a la aprobación del Contratante. Si los ~~cables torones~~ son tensados individualmente, revisar la pérdida de tensión de cada ~~cable torón~~. Se retensarán todos los ~~cables torones~~ que presenten una pérdida de preesfuerzo en exceso de 3 %. Si los ~~cables torones~~ 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 torón~~ individual mostrara una diferencia notable respecto al resto de los ~~cables torones~~ 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. No exponga el concreto a temperaturas congelantes por al menos 7 días después de colado. Cortar o soltar

Comentario [p104]: No tiene sentido

Comentario [p105]: rollers

Comentario [p106]: Draped position



los ~~cables- torones cuya de manera tal que se minimice la~~ excentricidad lateral ~~disminuya de~~ 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 concreto, 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, ~~losas y cajones precoladas y preesforzadas precolados y presforzados, 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 post-tensados.

Se fabricarán piezas post-tensadas de acuerdo con las tolerancias indicadas en Tabla 553-1. Se construirá un andamiaje de soporte de manera que la superestructura pueda ser izada libre de los andamios y ~~del efecto de acortamiento producido que pueda deformarse~~ (acortarse) libremente durante el post-tensado. Detallar los encofrados que queden dentro de las vigas cajón para soportar la losa superior, ~~para que la viga ofrezca ofreciendo~~ una resistencia mínima al encogimiento de la viga producido por la ~~contracción- retracción y el~~ del post-tensado.

(a) Conductos: Usar conductos ~~de metal galvanizado y~~ herméticos al mortero, ~~fabricados ya sea galvanizados, soldados o entrelazados y~~ que sean suficientemente ~~fuertes- rígidos~~ para conservar ~~su forma y el~~ alineamiento durante la colocación del concreto ~~y mortero~~, con ~~una~~ pared de espesor mínimo ~~de pared~~ como ~~sigue se establece a continuación:~~

- | | |
|--|---------|
| (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- proveerán~~ conductos con un diámetro interno mínimo de al menos 6 milímetros mayor que el diámetro exterior de la barra de preesfuerzo. Para tendones de alambres, barras o ~~filamentos~~ ~~tendones~~ múltiples se proporciona un área interna nominal de sección transversal del

Comentario [p107]: En el document establece: 7 días de colado excepto las secciones de losas tipo bulb-T que deben tener al menos 10 días.



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 positivas metálicas~~ apropiadas para unir ~~los las secciones de~~ 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 protegerá los ductos contra impactos, dobleces excesivos, contaminación por suciedad y elementos corrosivos durante su transporte, almacenaje y manipulación.

En caso de que se dañen los conductos, séllos con cinta o empálmelos con acopladores de conductos en las secciones comprometidas para formar un sello que prevenga que la pasta de concreto entre al ducto durante la colocación del concreto y que impida las filtraciones durante la inyección de lechada.

Se proveerán todos los conductos o montajes de anclaje con ~~entradas apropiadas~~ ~~tubos de metal u otro tipo de conexión apropiado~~ para la inyección del mortero, después del pretensado. Asimismo, se les proveerán salidas que permitan el escape de aire, agua, mortero y agua de sangrado.

Proveer ~~conductos~~ ~~entradas y salidas~~ con un diámetro interior ~~minimo de 20 mm para tendones conformados por torones o de al menos 10 mm más grande que el diámetro nominal de un solo alambre, barra o tendones de cables.~~ para tendones conformados por una barra. Extienda la longitud de las salidas una distancia suficiente fuera del elemento de concreto para permitir un sellado apropiado de las salidas.

Coloque entradas y salidas al menos en las siguientes ubicaciones:

- El área de anclaje del tendón;
- Todos los puntos altos del conducto, cuando la distancia vertical entre el punto más alto y el más bajo es de más de 0,5 m;
- Coloque una entrada en los puntos más bajos o cerca de ellos;
- Coloque una salida de drenaje libre en los puntos más bajos;
- En los puntos donde hay cambios significativos de la sección transversal del conducto como acopladores y anclajes; y
- Una salida a una distancia menor a 1 m aguas debajo de las salidas en los puntos más altos.

Muestre todas las entradas y salidas en los planos.

Suministre válvulas de cierre mecánicas positivas para todas las entradas y salidas. Provea entradas y salidas con válvulas, tapones u otros dispositivos capaces de soportar la presión del mortero.

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

Comentario [p108]: Positive joints

Comentario [p109]: Referencia al document PTI Guide Specification for Grouting of Post-tensioned Structures



~~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.

Conecte las entradas y salidas al conducto con sujetadores estructurales metálicos o plásticos.

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 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 post-tensado 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 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 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. Soplar el agua con un compresor de aire libre de grasa.

Para los miembros post-tensados 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 al Contratante, 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 para alambre de preesfuerzo ~~de alambre~~, por medio de una arandela de tensión, un anillo de soporte desenhebrado, o una placa, de por lo menos 6 milímetros de la raíz de cualquier fibra, o al borde de cualquier anillo, placa o arandela.

Se debe anclar en ~~sus los~~ extremos el acero preesforzado post-tensado, por medio de ~~un~~ anclaje ancaljes permanentes ~~capaz~~ capaces 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~~ distribuye efectivamente la carga de anclaje al concreto, pueden omitirse las placas de distribución ~~de acero~~ o montajes.

Comentario [p110]: Tratan superficialmente las salidas, su ubicación y materiales, diferente al FP03



Recubra los anclajes para tendones de lazo en los conductos a lo largo de su longitud total.

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-adverso en el acero, en el concreto o en la su adherencia del acero al concreto.

Si se usa instala el acero de preesfuerzo en los conductos dentro de los 10 días después de que el del curado, el post-tensado y la inyección de mortero 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. Demuestra- Demuestre que el acero pretensado está libre y sin pegarse- adherirse 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 post-tensado.

Registrar permanentemente la presión del manómetro y la elongación del acero pretensado presforzado permanentemente mientras se esté tensando éste. Estos registros deberán ser entregados al Contratante.

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- Especificaciones estándar- Estándar para puentes- Puentes de autopistaAutopista. Usar tablillas adecuadas o aparatos ya aprobados, para alcanzar el nivel de anclaje especificado.

(f) Lechada: Unir todo el acero de presfuerzo pretensado y post-tensado al concreto llenando el espacio vacío entre el conducto y el tendón con lechada. Prover un mortero clase A, B, C o D según se especifique y acero pretensado- de presfuerzo para unirlo al concreto, el cual debe estar libre de suciedad, herrumbre, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

Realice todas las operaciones de inyección de lechada usando personal con experiencia en inyecciones de esta clase en proyectos de tipo y magnitud similares. Ejecute las operaciones bajo la supervisión directa de un individuo hábil en varios aspectos del proceso y que se encuentra certificado. Proporcionar el nombre del supervisor de las operaciones de inyección y compruebe su certificación y experiencia al Constructor antes de comenzar el proceso.

Tenga disponible en el sitio, antes de comensar con las inyecciones, el equipo de prueba necesario para revisar la trabajabilidad del mortero (Ensayo de revenimiento), temperatura y otros ensayos especificados.

Comentario [p111]: Loop tendon anchorages



Utilice un equipo de lechada capaz de mantener una operación continua con pequeñas variaciones en la presión, el cual también incluye un sistema de recirculación de mortero mientras la inyección no está en proceso. Use un equipo de lechada capaz de mantener una presión en los conductos completamente llenos de mortero y ajustados con una válvula que puede ser cerrada sin perder presión en el conducto.

Proporcione una certificación escrita de todos los ingredientes usados en el mortero de acuerdo con los requerimientos de ASTM contenidos en el PT1 *Práctica Recomendada para Lechada de Concreto Postensado y Pretensado*. Esto incluye, pero no se limita a lo siguiente:

- Informes de ensayos del molino de cemento;
- Informes de ensayos de aditivos minerales;
- Informes de aditivos químicos; e
- Informes de cualquier otro ingrediente utilizado en el mortero

Para morteros pre-empacados, proporcione el certificado actual del fabricante del ensayo del molino para el producto.

No use aire comprimido para ayudar en el proceso de bombeo de mortero.

Usar equipo de lechada (bomba de mortero de desplazamiento positivo) capaz de ~~sedimentar~~ proporcionar un flujo constante de lechada y capaz de mantener una presión de salida a una presión de por lo menos 0,7 1 megapascales con un calibrador de presión que tenga una escala completa de lectura de no más de 2,04 megapascales. 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~~ Determine la facilidad de bombeo de la lechada de acuerdo a FLH T502 ASTM C939. El tiempo de emanación de una prueba de lechada, inmediatamente después de mezclada, ~~no~~ debe ser ~~menor de~~ entre 11 y 30 segundos. No comience con la inyección hasta que se haya aprobado esta prueba. Cuando imperen temperaturas ambientales elevadas ~~se que puede producir~~ 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 condiciones de tiempo helado durante y después de la colocación de la lechada, se ~~la~~ le debe proteger para que no se dañe, de acuerdo con el manual de post-tensado PT1 "Práctica Recomendada para Lechada de Concreto Postensado y Pretensado", Sección 3.3.7, 5ª edición.

Proveer un equipo de limpieza por inyección de agua potable capaz de desarrollar una presión de bombeo de 1,7 megapascales 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

Comentario [p112]: No se incluye en el FP03



compresor de aire libre de grasa. Se revisará la capacidad de aceptar la inyección de lechada de todas las entradas y salidas de los conductos, soplando aire comprimido libre de grasa a través del sistema y probando a su vez cada entrada y salida.

Pasar/Pase toda la lechada a través de un cedazo con agujeros de 2-3 mm máximo antes de que entre a la bomba. Abra todas las salidas de mortero antes de comenzar la inyección. Se llenará completamente el conducto, del desde el extremo inferior más bajo del tendón en dirección ascendente, con lechada bajo presión. Bombear la lechada continuamente a través del conducto y se desechará en el desagüe la salida hasta que no se vea agua o expulsión de aire, asi como que: ~~El~~ tiempo de emanación de lechada no debe ser menor a los este entre 11 y 30 segundos.

Se cerrarán ~~todos todas los conductos y aberturas~~ las salidas de manera similar, una tras otra en la dirección del flujo. Para las salidas colocadas a una corta distancia aguas debajo de un punto elevado, se debe cerrar antes de la salida en el punto elevado asociadas a ellas, y se Se aumentará la presión de lechada en el extremo de la inyección a por lo menos 0,7 megapascales manteniéndola por lo menos por 10 segundos. No se deben remover o abrir las válvulas y tapas hasta que la lechada haya fraguado.

Limpiar la superficie de concreto del descanso de las piezas de anclaje con un soplete abrasivo. Rellenar el descanso del anclaje con concreto de acuerdo con los requisitos para la estructura y su acvabado y se limpiará con agua.

Remover los extremos de las salidas y ventilaciones de ventilación hasta 25 mm bajo la superficie de la carretera después de que la lechada ha concluido. Sellar permanentemente todas las areas de descanso.

No retirar los andamios debajo de la losa soportante de la superficie hasta por lo menos 48 horas después de la lechada del acero post-tensado 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 pintarán los extremos de acero pretensado-presforzado expuestos, los montajes post-tensados de las cabezas de los anclajes post-tensados y una tira de 25 mm de concreto de unión.

Se mezclará la pintura de zinc conforme a FSS TT-P-641 y pintar 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 553-1

Tolerancias de miembros de concreto pretensado

Notas:

(1) Normas AASHTO Vigas tipo I y vigas tipo T.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 147 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



(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.

Tolerancias de miembros de concreto pretensado

Descripción	Tolerancia
Vigas prefabricadas con losa fundida en sitio ⁽¹⁾	
Longitud	± 10 mm / 10 m ± 25 mm max
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 max
Variación de la contraflecha, de la contraflecha de diseño	+ 3 mm / 3 m
	± 15 mm máx. 25 m longitud
Posición de los cables: Individual	± 5 mm - atados
	Atados
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 la conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de artefactos: Paralelo a la longitud	± 150 mm
	Transversal a la longitud
Posición de estribos o aros: Espaciamiento longitudinal	± 50 mm
	Proyección sobre la parte superior
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.

Comentario [p113]:

- Mal traducido de cast-in place: colada en sitio
- Mal traducido end squerness: perpendicularidad del extremo.
- Mal traducido strands: torones
- Mal traducido bundled: agrupados
- Mal traducido tipping and flushness: inclinación y alineación
- Mal traducido position of inserts: posición de los insertos
- Mal traducido handling devices: dispositivos de manipulación
- Mejor traducción para smoothness: lisura.

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

**Table 553-1
Prestressed Concrete Member Tolerances**

Description	Tolerance
Precast Girders With Cast-In-Place Deck⁽¹⁾	
Length	±10 mm/10 m, ±25 mm max.
Width (overall)	+10 mm, -5 mm
Depth (overall)	+15 mm, -5 mm
Depth (flanges)	-5 mm
Width (web)	+10 mm, -5 mm
Sweep ⁽²⁾	3 mm/3 m
Variation from end squareness or skew	±15 mm/m, ±25 mm max.
Camber variation from design camber	±3 mm/3 m ±15 mm, max. ≤ 25 m length ±25 mm, max. > 25 m length
Position of strands:	
Individual	±5 mm
Bundled	±15 mm
Position from design location of deflection points for deflected strands	±500 mm
Position of plates other than bearing plates	±25 mm
Position of bearing plates	±15 mm
Tipping and flushness of plates	±5 mm
Tipping and flushness of bearing plates	±5 mm
Position of inserts for structural connections	±15 mm
Position of handling devices:	
Parallel to length	±150 mm
Transverse to length	±25 mm
Position of stirrups:	
Longitudinal spacing	±50 mm
Projection above top	±20 mm
Local smoothness ⁽³⁾	±6 mm in 3 m any surface

(1) AASHTO I Beams and Bulb Tee Girders.

(2) Variation from straight line parallel to centerline of member.

(3) Does not apply to top surface left rough to receive a topping or to visually concealed surfaces.

Comentario [p114]: Tabla FP03

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

Tabla 553-1 (Continuación)

Tolerancia de miembros de concreto pretensado



Tabla 553-1 (Continuación)

Tolerancia de miembros de concreto pretensado

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 artefactos:	
Paralelo a la longitud	± 150 mm
Transversal a la longitud	± 25 mm

Notas:

(4) Vigas de cajón, losas, entrepisos nervados y vigas múltiples T.

(5) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

Comentario [p115]:

- Mal traducido used in multi-beam decks: usada en losas con vigas múltiples
- Mal traducido from end squerness or skew: de la perpendicularidad del extremo o sesgo.
- Mal traducido strands: torones
- Mal traducido bundled: agrupados
- Mal traducido plates: placas
- Mal traducido tipping and flushness: inclinación y alineación
- Mal traducido position of inserts: posición de los insertos
- Mal traducido handling devices: dispositivos de manipulación

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



**Table 553-1 (continued)
Prestressed Concrete Member Tolerances**

Description	Tolerance
Precast Girders Used In Multi-Beam Decks ⁽⁴⁾	
Length	±20 mm
Width (overall)	±5 mm
Depth (overall)	±5 mm
Depth (top flange)	±15 mm
Depth (bottom flange)	+15 mm, -5 mm
Width (web)	±10 mm
Sweep ⁽⁵⁾	
Up to 12 m member length	±5 mm
12 to 18 m member length	±10 mm
Greater than 18 m member length	±15 mm
Variation from end squareness or skew	±10 mm/m
Horizontal	±15 mm max.
Vertical	±15 mm
Camber variation from design camber	±3 mm/3 m, ±15 mm max.
Differential camber between adjacent members of the same design	6 mm/3 m, 20 mm max.
Position of Strands:	
Individual	±5 mm
Bundled	±5 mm
Position from design location of deflection points for deflected strands	±500 mm
Position of plates other than bearing plates	±25 mm
Tipping and flushness of plates	±5 mm
Position of inserts for structural connections	±15 mm
Position of handling devices:	
Parallel to length	±150 mm
Transverse to length	±25 mm

(4) Box beams, slabs, decked bulb tee, and multi-stem girders.

(5) Variation from straight line parallel to centerline of member.

Comentario [p116]: Tabla del FP03

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro



Notas:

- (4) Vigas de cajón, losas, entrepisos nervados y vigas múltiples T.
- (5) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

Tabla 553-1 (continuación)

Tolerancia de miembros de concreto pretensado

Nota 6: No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

Tabla 553-1 (continuación)
Tolerancia de miembros de concreto **pretensado**

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 e vigas de área de apoyo	± 5 mm
Posición d tubería apernada	± 15 mm
Posición de 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 frente adyacente al bloque extremo	± 25 mm
Regularidad local ⁽⁹⁾	± 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

Nota 6: No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

Comentario [p117]:

- Mal traducido tipping of beam seat bearing areas: inclinación del asiento de las vigas en el area de apoyo.
- Mal traducido tie rod tubes: tubos acopladores.
- Mal traducido smoothness: lisura
- Mal traducido plates: placas
- No se marca titulo de Miembros postensados

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



Table 553-1 (continued)
Prestressed Concrete Member Tolerances

Description	Tolerance
Precast Girders Used In Multi-Beam Decks	
Position of stirrups: Longitudinal spacing Projection above top	±25 mm +5 mm, -20 mm
Tipping of beam seat bearing area	±5 mm
Position of dowel tubes	±15 mm
Position of tie rod tubes: Parallel to length Vertical	±15 mm ±10 mm
Position of slab void: End of void to center of tie hole Adjacent to end block	±15 mm ±25 mm
Local smoothness ⁽⁶⁾	±6 mm in 3 m any surface
Post-Tension Members	
Position of post tensioning ducts	±5 mm
Position of tendon anchorage bearing plates	±5 mm

(6) Does not apply to top surface left rough to receive a topping or to visually-concealed surfaces.

Comentario [p118]: Tabla FP03

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

553.11 Aceptación.

Ver las Tablas 552-9 y 553-2 para los requerimientos de muestreo y ensayo.

Acero ~~pretensado~~ presforzado, acero de refuerzo, dispositivos de anclaje, soportes elastoméricos y materiales para concreto y para lechada deben ser evaluados según Subsección 107.03. Proveer certificados de producción para los siguientes materiales:

- (a) Cemento Pórtland
- (b) Acero de preesfuerzo.
- (c) Acero de refuerzo.

La lechada será evaluada en las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 553-2 para los requisitos de muestreo y pruebas).

El concreto para elementos de concreto prefabricado y ~~los miembros de concreto~~ presforzado serán evaluados en las Subsecciones 107.02, 107.03 y 107.04. (Ver Tabla 552-9 para los requisitos de muestreo y pruebas).

El concreto para post-tensado, preparado en el sitio será evaluado en la Sección 552.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

La construcción de miembros de concreto prefabricado y preesforzado y miembros de concreto postensado colado en sitio se evalúa en las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El acero de refuerzo se evalúa bajo la Sección 554.
Los andamiajes y encofrados, en la Sección 569.

553.12 Medición.

Medir los miembros estructurales de concreto prefabricado y preesforzado por unidad o por metro. 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 global.

Se medirá el concreto para post-tensado, y las estructuras de concreto coladas colado en su lugar sitio, de acuerdo con la Sección 552. El acero reforzado para post-tensado y las estructuras de concreto fundadas colado en sitio se mide en según la Sección 554 y los pilotes pretensados en la Sección 551.

553.13. 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 descritos a continuación y mostrados en el pliego de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago se hará como sigue:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 154 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Sección 554.) ACERO DE REFUERZO



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

554.01 Descripción.

Este trabajo consiste en proveer y colocar el acero de refuerzo para el concreto.

554.02 Materiales

Conforme a la Subsección:

Acero de refuerzo 709.01

Requerimientos para la construcción

554.03 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. Entregar al Contratante todas las listas de pedido y ~~diagramas de dobladuras~~ bending diagrams para su aceptación. La aprobación de las listas y diagrama no exoneran al contratista de su responsabilidad en cuanto a la comprobación de su exactitud.

No se deben ordenar materiales hasta que las listas y diagramas sean aceptados.

No se debe preparar el acero de refuerzo vertical para columnas, paredes, estribos y pilas hasta que las elevaciones de las fundaciones sean establecidas en el campo.

554.04 Identificación.

Despachar las varillas de refuerzo en ~~atados estándar~~ paquetes estándar, etiquetados y marcados de acuerdo con CRSI, "Manual de práctica estándar".

554.05 Dobladura.

Fabricar las varillas de refuerzo de acuerdo con ACI SP 66. 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 más de 0 milímetros o menos de 6 milímetros. Las varillas de acero no se deben doblar una vez que están parcialmente empotradas en el concreto, excepto cuando se muestre así en los planos o sea permitido por el Contratante.

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.

554.06 Protección del material.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 155 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Se almacenará el acero de refuerzo sobre el nivel del terreno en plataformas, vigas de asiento o cualquier otro tipo de soporte. Se protegerá de daños físicos, herrumbre y cualquier otro deterioro superficial.

Se colocará el acero de refuerzo solamente cuando la superficie esté limpia y las dimensiones mínimas, área de sección transversal y propiedades de tensión cumplan con requisitos físicos para el tamaño y grado del acero especificado.

No se debe usar acero de refuerzo que esté agrietado, laminado o cubierto con suciedad, herrumbre, escamas sueltas, pintura, grasa, aceite, o cualquier otro material perjudicial.

554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico.

Se colocarán las barras recubiertas en áreas de contacto acolchadas que serán obligadas para todos los atados. Las barras se levantarán con soportes múltiples o con una plataforma puente. Se evitará la abrasión producida entre barras y se evitará que los atados 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 al-la norma AASHTO M 284M. 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.

Las varillas serán reparadas rápidamente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la resina y se operará-debe actuar antes de que ocurra una oxidación perjudicial. Se traslapará el material de remiendo con la capa original de recubrimiento en 50 milímetros, o como lo recomiende el fabricante. Se proveerá un mínimo de 200 micrómetros de grueso de una capa seca en las áreas reparadas.

Deben tomarse las medidas necesarias para minimizar el daño en el recubrimiento de las barras instaladas y al instalarlas. 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 repuestas con piezas nuevas. Un recubrimiento con daño severo se define como un recubrimiento con un área total dañada de 0,5 metros 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 M 284 M sobre remiendos en daños de recubrimientos epóxicos.



554.08 Colocación y fijación.

Se soportarán las varillas en bloques de concreto prefabricados, o en soportes metálicos, de acuerdo al “Manual de práctica estándar del Instituto de Concreto Reforzado”. Se fijarán los bloques de concreto de soporte con alambres ubicados en el centro de cada bloque. Se usarán soportes de metal en contacto con las superficies de concreto expuesto, Clase 1 (protector de plástico) o Clase 2, tipo B (protector de acero inoxidable). Se usará acero inoxidable de acuerdo con ASTM A 493, Tipo 430.

Se revestirán con un material dieléctrico los asientos, alambres de amarre y otros elementos usados para ~~dar soporte, para dar~~ posición o sujetar el acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. No se usarán soportes plásticos.

Los soportes de las varillas para losas no deben espaciarse a más de 1,2 metros transversal o longitudinalmente. No se usarán soportes de varillas que directa o indirectamente sostienen rieles, o guías de carretillas, o cargas de construcción similares.

Se espaciarán varillas paralelas con una precisión de 38 milímetros del lugar requerido. No se deben acumular las variaciones de los espacios. El promedio de cualquiera de los dos espacios adyacentes, no debe exceder el espacio requerido de 38 mm.

Se dejarán 50 milímetros de recubrimiento libre para todo el refuerzo excepto si se especifica en planos de otra manera.

Se colocará acero reforzado en las losas de cubierta con una precisión de 6 milímetros dentro del sitio vertical de ubicación indicado. Se amarrará el acero de refuerzo de losas de puentes en todas las intersecciones, excepto cuando la separación sea de menos de 300 mm en ambas direcciones en cuyo caso las intersecciones alternas pueden ser amarradas. Se revisará el recubrimiento sobre el acero de refuerzo de losas usando una plantilla ~~y~~ antes de colar-colocar el concreto, además se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún miembro hasta que la colocación del acero de refuerzo haya sido aprobada.

554.09 Empalmes.

Los empalmes, con excepción de los mostrados en los planos, no son permitidos sin aprobación. La longitud de los traslapes ~~es~~ debe ser la mostrada en los planos. Se empalmarán las varillas de refuerzo sólo cuando se muestren en los planos o en diagramas aceptados previamente aprobados. No se deben colocar varillas de losa ~~empalmadas con traslapes con empalmes mecánicos~~ adyacentes una a la otra.

Los empalmes traslapados deben hacerse colocando las varillas de refuerzo en contacto y uniéndolas con alambre, de manera que ellas mantengan el alineamiento y posición.

Si es permitida la soldadura de acero de refuerzo en el contrato, las soldaduras deben cumplir con AWS D 1.4. No se debe soldar el acero de refuerzo, si la composición química del acero excede los porcentajes de Tabla 554-1.





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Los soldadores deben ser debidamente certificados. Cuando se requiera en el contrato, se probará cada soldadura usando partículas magnéticas, radiografía o cualquier otra técnica no destructiva.

Tabla 554-1
Componentes del acero reforzado

Se pueden usar acoples mecánicos en lugar de soldaduras, si así es aprobado. Se usarán acoples con una resistencia de por lo menos 125 % del esfuerzo de fluencia requerido para el acero de refuerzo.

Si la malla electrosoldada es ~~embarcada-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 50 mm. Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas.

554.10 Aceptación.

Acero de refuerzo y materiales de recubrimiento epóxico son evaluados en las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se exigirá certificado de producción con cada embarque de acero de refuerzo.

La colocación de acero de refuerzo es evaluada en las Subsecciones 107.02 y 107.04.

554.11 Medición.

Se medirá el acero de refuerzo por kilogramo, excluyendo traslapes agregados por conveniencia del contratista.

554.12 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio del contrato de acuerdo con los renglones de pago enseguida descritos y mostrados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).



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 montaje del acero estructural y así como la construcción de imprevistos de metal.

555.02 Materiales.

De conformidad a las siguientes Secciones y Subsecciones:

- Accesorios de apoyo 564
- Pernos y tuercas 717.01 (d)
- Acero colado 717.04
- Sellos elastoméricos de juntas en compresión 717.15
- Encofrado y andamiaje 569
- Recubrimientos galvanizados 717.07
- Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia 717.01 (e)
- Pintura 563
- Pasadores y rodillos 717.03
- Cubierta laminada 717.08
- Acero forjado 717.02
- Mallas de acero para pisos 717.09
- Tubería de acero 717.06
- Acero estructural 717.01
- Conectores soldados para cortante 717.05

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 soldadores de acuerdo a lo provisto en ANSI/ AASHTO/AWS "Soldadura de Puentes Código D1.5".

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 159 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

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.

Deben inspeccionarse con ultrasonido todas las alas de las vigas, antes de la fabricación, de acuerdo a ASTM A 578M, 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-taller~~ 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 el Contratante, 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~~ 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.

555.06 Planos de taller, planos de ~~erección-montaje~~ y transporte.

Se deben preparar y presentar los planos de acuerdo con la Subsección 104.03. La aceptación de los planos por el Contratante incluye únicamente los requisitos de resistencia y ~~detallado~~ otros detalles específicos. El Contratante no se asume ninguna responsabilidad por errores en las dimensiones.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 160 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



(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, etc).

Cuando se requiere una orientación específica de las planchas de acero, se debe mostrar la dirección de laminado o moldeado de las plachas. 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 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 montaje. 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 montaje, la localización de grúas y barcasas, 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 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 pre-ensamblado de la estructura como se requiere en la Subsección 555.15.

(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



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

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 del Contratante.

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 proporcionar 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 código de colores mostrado en la Tabla 555-1.

Tabla 555-1

Código de colores de identificación del acero

Para otros aceros (excepto acero grado 250) no mostrados en la Tabla 555-1 o incluidos en la norma AASHTO M 160M, 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 mm. Se utiliza una herramienta que produce tamaños de caracteres según los radios de superficie como se muestra en la tabla

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 162 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



555-2. Se deben evitar las impresiones cerca de los bordes de las láminas [a-sometidas a esfuerzos de](#) tensión.

Tabla 555-2

Tamaño de los marcas de estampado del acero

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 [el proceso de](#) 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 sea aprobado por escrito.

(b) [Láminas-Placas](#).

(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 15mm hasta una profundidad de 5 mm con respecto al borde originalmente cortado o más allá de cualquier corte entrante producido por el [cortecizamiento](#). 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 D15".

(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-Placas](#) para alas de vigas. Se proveen láminas para alas ya sea con bordes cortados con oxígeno, con esquinas biseladas por lo menos 2 mm por esmerilado o, alternativamente, placas de laminado universal, a menos que se requieran los bordes cortados con oxígeno.

(c) [Láminas-Placas](#) de alma de vigas. Se corta con oxígeno las [láminas-placas](#) 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 preveer todas las pérdidas debidas a la soldadura, cortes, etc.

(d) Elementos de armaduras. Se deben preparar, por medio de corte con oxígeno, todos los bordes longitudinales de todas las [láminas-placas](#) 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 2 mm.

(e) Atiesadores y platinas-placas de conexión. Se pueden suministrar atiesadores y platinas rigidizadores y placas 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 20 mm. Se puede utilizar láminas-placas de fabricación con Molino Universal si el espesor no excede los 25 mm. Se deben suministrar otros atiesadores y platinas y placas 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 10 mm. Se pueden proveer las placas de unión lateral empernadas atornilladas con bordes cortados con guillotina, siempre que el espesor sea menor o igual a 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-placas 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 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 555-3 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 a la práctica estándar del fabricante.



Radio de doblado

(1) Radio de doblado para todos los grados de acero estructural

(c) Ajuste de atiesadores. Se deben fabricar (en [molino fresado](#), 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 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 554-4.

Tabla 555-4

Valores de regularidad superficial definidas por ANSI

Se fresan los apoyos deslizantes que tienen una regularidad superficial mayor de 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 1mm. 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 fresadas](#), a excepción de las superficies de deslizamiento de las placas de asiento.

No se [labran fresan](#) las superficies de los elementos fabricados hasta que toda la elaboración de ese ensamblaje particular o subensamblaje se haya completado. Se [labran fresan](#) los componentes metálicos que van a ser tratados térmicamente después de ese tratamiento.

(f) Enderezado del material. Si se aprueba por parte del Contratante, 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 bajo supervisión de manera tal que no se excedan los límites establecidos de temperatura localizada permitida.~~

Se usan procedimientos controlados ~~rígidamente-rigurosamente~~ y no se exceden las temperaturas especificadas en la Tabla 555-5 cuando se está enderezando con calor elementos de acero de los grados 485W, 690 y 690W.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 165 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Temperaturas de enderezado térmico

En los demás aceros, en el área calentada no debe exceder los 650 °C. Se debe controlar el nivel de temperatura por medio del uso de lápices indicadores de temperatura, líquidos o termómetros bimetálicos.

Deben mantenerse las partes que van a ser tratadas térmicamente, y 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 A 919. 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) 2 mm más anchos que el diámetro nominal de los pernos, cuando el espesor del material no es mayor de 20 mm para el acero estructural, 15 mm para el acero de alta resistencia o 15 mm para los aceros de aleación, a menos que se requiera un ensanchamiento según (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 20 mm para el acero estructural, 15 mm para el acero de alta resistencia o 15 mm para aceros templados de aleación; se pueden taladrar o ensanchar todos los **huecos agujeros** al tamaño total.

Si se requiere, se puede subperforar o subtaladrar (perforar a menor diámetro si la limitación del espesor lo indica) 5 mm más pequeño y después de ensamblado se ensancha 2 mm o se taladra del tamaño total hasta 2 mm más ancho que el diámetro nominal de los pernos.

(a) ~~Agujeros horadados con punzón~~ **Orificios perforados**. Se debe usar un diámetro de dado que no sea más de 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- escariados o perforados~~. Se deben ~~ensanchar-escariar o se taladran-perforar~~ los agujeros de forma que sean cilíndricos y perpendiculares al elemento. Cuando sea práctico, se ensancha directamente por medios mecánicos. Se deben remover las ~~relieves-rebabas~~ en las superficies exteriores en el borde del agujero. Se hace el escariado (ensanchar) 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 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~~ **perforadora**. El ancho de los agujeros con ranuras producidos por corte con llama o mediante una combinación de taladrado o ~~horadado-barrenado~~ y corte con llama, no deben ser mayor en más de 1 milímetro 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 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 orificios** 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 5 mm menor, en diámetro, que el diámetro nominal.

Después de ensanchados, se permite un máximo de 85 % de agujeros descentrados 1 milímetro, de cualquier grupo de agujeros contiguos, a través de espesores adyacentes de metal.

(e) Precisión del grupo de agujeros después de ~~ensanchar-escariar~~. 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 1 milímetro.



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 225 mm. Los pasadores y rodillos con un diámetro igual o menor de 225 mm pueden forjarse y recocerse o darles un acabado en frío a los ejes de acero al carbono.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 168 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



En los pasadores con un diámetro mayor de 225 mm, se debe perforar un agujero con un diámetro no menor de 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 0,50 mm para los pasadores de diámetros de 125 mm o menores, o en 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 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 35 mm, se deben proveer seis roscas cada 25 mm.

555.12 Barra de ojo.

Los agujeros de los pasadores se pueden cortar con llama con un diámetro por lo menos 50 milímetros más pequeño que el diámetro final del pasador. Se sujetan ~~justas~~ 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 empacar y marcar las barras de ojo para el envío y ~~erección-montaje~~.

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 5,25 milímetros por metro.

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~~ los relieves 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~~ del montaje 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 preensablado para la aprobación

Se utiliza métodos y detalles de preensamblado que sean consistentes con el procedimiento de montaje 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 ensablaje. 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 adicionados en el extremo de avance. Para estructuras con un largo mayor de 50 metros, se hace cada ensamble con una



longitud no menor de 50 metros, 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 montaje**, 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 **de fabrica**) 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~~terminar, torneados o nervados.

Se utilizan pernos sin torneear, torneados o nervados, cuando se especifica, conforme la norma ASTM A 307 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 3 micrómetros 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, 2 milímetros 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 M 164 M o M 253 M, o fijadores equivalentes, ajustados a ~~gran~~ alta 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~~ los relieves 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 25 milímetros 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 555-6 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 555-6

Tensión mínima de pernos y tornillos (1)

(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 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 555-6 después que los pernos y tornillos sean ~~apretados~~ajustados.

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 10 segundos.

No se deben reutilizar pernos o tornillos AASHTO M 253M y pernos y tornillos galvanizados AASHTO M 164M. Si se aprueba, se puede reutilizar una vez otros pernos AASHTO M 164M. 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 en la Tabla 555-7.

Tabla 555-7

Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste



(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.

~~(2)~~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 M 164M 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 555-7, 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 555-6.

(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:

$$\text{Fuerza de torsión} = 0,34 PD$$

Donde:

Fuerza de torsión = Fuerza de torsión medida en Newtons por metros

P = Fuerza de tensión del perno medida en Newtons

D = Diámetro nominal del perno en milímetros

Para las pruebas de capacidad de rotación se usan arandelas aunque su uso puede no ser requerido en la instalación real.

~~(3)~~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 a AASHTO M 293M.

Cuando sea necesario, se pueden sujetar las arandelas en un lado a una distancia no menor de $\frac{7}{8}$ del diámetro del perno, medida desde el centro de la arandela.

No se requieren arandelas endurecidas para las conexiones utilizando pernos AASHTO M 164M 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 M 253M en un material que tiene un punto de cedencia menor de 275 megapascales, sin importar el método que se utilice para ajustar.

(c) Se debe utilizar una arandela endurecida según la norma ASTM F 436M cuando se instalan pernos AASHTO M 164 M de cualquier diámetro o pernos AASHTO M 253M 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 F 436 M, excepto con un espesor mínimo de 8 mm, debajo de la cabeza y la tuerca en lugar de las arandelas endurecidas de espesor estándar, cuando se instalan pernos AASHTO M 253 M 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 M 164 M de cualquier diámetro o pernos AASHTO M 253 M 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 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 M 253 M sobre M 24 en agujeros con ranura larga en capas exteriores, se debe utilizar una arandela endurecida individual según ASTM F 436 M 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 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 F 436 M, satisfacen los requisitos para arandelas establecidos aquí y pueden utilizarse sin arandelas.

(3) ~~Ajustado mediante giro de tuerca~~ Instalación utilizando tuercas. 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 555-6. 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 555-7.

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 555-6. 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 555-7. 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 555-6.

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 F 959M, 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 555-6 y son conformes con la Subsección 717.01, 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 555-6. 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 del Contratante. 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 5 **grados**, aproximadamente 30 mm en un radio de 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 todas 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-Montaje de la estructura.

Los andamios y enconrados deben cumplir con la Sección 569. 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. 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 montaje.

(1) Conformidad con los planos. La erección el montaje debe ser de acuerdo con los planos de erección armado aprobados. Las modificaciones o desviaciones del procedimiento aprobado de erección montaje requieren la revisión de los planos y la verificación de los esfuerzos y de la geometría.

(2) Esfuerzos de erección montaje. Se permiten los esfuerzos de erección armado inducidos en la estructura como resultado del uso de un método de erección montaje 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 el armado.

(3) Mantenimiento de la alineación y de la contraflecha. Durante la erección el montaje, 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 el proceso de armado para proveer estabilidad y asegurar la geometría correcta. Según sea necesario, se debe proveer arriostamiento temporal en cualquier etapa de l montaje. 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 establecidas. 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 para armado 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-armado 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-pasadores de erección-montaje 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-montaje y se reemplazan por pernos ajustados.

Se retiran los apoyos temporales de erección-montaje 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-armado.

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-montaje cilíndricos con un diámetro 1 mm más grande-largos 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/los-rebordes 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.

El material (excepto dispositivos de apoyo y pintura) para las estructuras de acero se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.03. 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 y 107.04.

Los dispositivos de apoyo serán evaluados de acuerdo con la Sección 564.

La pintura será evaluada según la Sección 563.

555.21 Medición.

Se miden los ítems de la Sección 555 enumerados en el horario de la oferta según la Subsección 110.02 y lo siguiente, si aplica.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 180 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

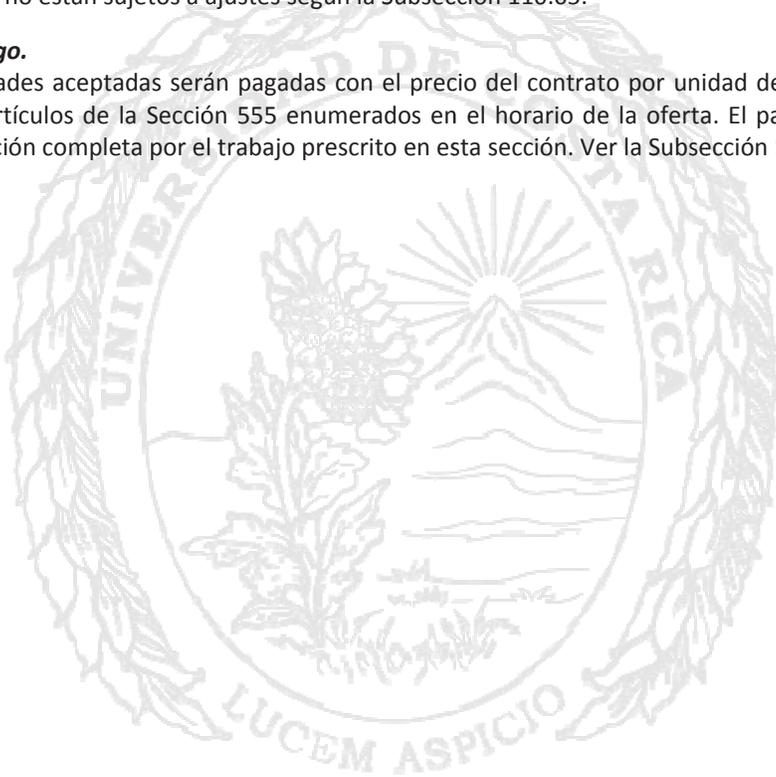
PITRA

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.

555.22 Pago.

Las cantidades aceptadas serán pagadas con el precio del contrato por unidad de medición para los artículos de la Sección 555 enumerados en el horario de la oferta. El pago será la remuneración completa por el trabajo prescrito en esta sección. Ver la Subsección 110.05.



Sección 556.) BARANDAS PARA PUENTES

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 181 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



556.01 Descripción.

Este trabajo consiste en suministrar, erigir, remover y colocar las barandas para puentes.

Las barandas para puentes se clasifican de acuerdo con el material predominante que contenga la baranda: concreto, acero, aluminio o madera. Las barreras de contención vehicular deben registrarse mediante las secciones 617 y 618.

556.02 Material.

Debe estar conforme con las siguientes secciones y subsecciones:

Pernos y tuercas de aluminio	717.13
Aleación de aluminio para barandas para puentes	717.12
Componente sellador impregnado de aluminio	725.28
Alambre de soldadura de aluminio	717.14
Baranda tipo guardacamino (viga cajón)	710.07
Concreto	552
Pintura	563
Acero de refuerzo	709.01
Acero estructural	555
Madera	557

Requerimientos constructivos

556.03 Generalidades.

Colocar los pernos de anclaje de manera precisa para proveer un alineamiento correcto de la baranda. Al colocar los pernos de anclaje, se debe asegurar que no sobresalgan más de 10 mm de la tuerca cuando esta se ajusta. Biselar o redondear, esmerilando o limando todos los bordes filosos de metal expuesto.

La baranda no se debe erigir hasta haber removido la cimbra o formaleta para el soporte del claro. La baranda se debe construir de manera que no siga cualquier irregularidad en el cordón, acera o muro que soporta la baranda. La baranda debe presentar una apariencia uniforme en su posición final. Todos los postes deben colocarse verticalmente.

556.04 Barandas de concreto.

Se deben construir de acuerdo con la Sección 552.

556.05 Barandas de acero.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 182 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Se deben construir de acuerdo con la Sección 555.



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

556.06 Barandas de aluminio.

Se deben construir en lo que corresponda con la Sección 555, excepto por lo que se indica a continuación:

(a) Corte. El material con un espesor de 13 mm, o menor a este, se puede cortar con tijeras, sierra o guillotina. Si el espesor del material es mayor de 13 mm se debe aserrar o guillotinar. No se debe utilizar llama (acetileno) para cortar el material. Los cortes se deben hacer de manera que los bordes queden uniformes, lisos y libres de ~~rebabas~~ imperfecciones o melladuras excesivas. Los cortes entrantes se deben achaflanar con barreno antes de cortar.

(b) Doblado. El material se puede calentar a un máximo de 200 °C por un período que no exceda 30 minutos para facilitar el doblado.

(c) Agujeros para remaches y pernos. Los agujeros para remaches y pernos se deben taladrar al tamaño de acabado o se pueden subpunzonar a un diámetro más pequeño que el del diámetro nominal del perno o remache y rimar al tamaño requerido. El tamaño del agujero subpunzonado debe ser por lo menos un cuarto del espesor de la pieza más pequeño que el tamaño de acabado. Los diámetros acabados de los agujeros deben hacerse de manera que sean mayores que 7 % del diámetro nominal del remache o perno excepto cuando:

1. Los agujeros con ranura para pernos se fabrican como se especifica.

2. Los agujeros para los pernos de anclaje sean hasta 25 % mayores que el diámetro nominal del perno, sin exceder 15 mm el diámetro nominal del perno.

(d) Soldadura. Se debe soldar de acuerdo con “AWS Structural Aluminum Welding Code D1.2” (Código de Soldadura para Aluminio Estructural de la Sociedad Americana de Soldadura).

(e) Contacto con otro material. No se deben colocar aleaciones de aluminio en contacto con cobre, aleaciones a base de cobre, plomo o níquel. Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con otros metales, se deben revestir completamente las superficies de contacto con un componente sellador impregnado de aluminio o colocar un empaque de neopreno entre las superficies.

Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con concreto o piedra, se deben revestir las superficies de contacto con un componente sellador impregnado de aluminio. Cuando se requiere adherencia entre las superficies de aluminio y concreto, el aluminio se debe revestir con una pintura de cromato de zinc y se debe dejar que seque antes de la instalación.

Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con madera, se debe revestir la superficie de madera con tres (3) revestimientos de pintura de acuerdo con la Sección 563 y la superficie de aluminio se debe revestir con un componente de sellador de aluminio.

556.07 Barandas de madera.

Se deben construir de acuerdo con la Sección 557.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 183 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



556.08 Remover y colocar las barandas para puentes.

Las barandas y aditamentos existentes se deben remover y almacenar. Todas las barandas, soportes y aditamentos dañados durante la remoción, almacenamiento y colocación se deben reemplazar.

556.09 Pintura.

Cuando se requiera por contrato, se debe pintar de acuerdo con la Sección 563.

556.10 Aceptación.

Los materiales (excepto concreto, pintura, acero de refuerzo, acero estructural y madera) de las barandas para puentes serán evaluados de acuerdo con la Sección 107.03. Se debe suministrar un certificado de producto con cada envío de barandas para puentes.

El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 552 excepto la resistencia a la compresión que será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.04.

La pintura será evaluada de acuerdo con la Sección 563.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554.

El acero estructural será evaluado de acuerdo con la Sección 555.

La madera será evaluada de acuerdo con la Sección 557.

La construcción de las barandas para puentes será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

556.11 Medición.

La medición de los ítems de la Sección 556 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

556.12 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 556 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

Sección 557.) ESTRUCTURAS DE MADERA

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 184 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

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 Material.

Debe estar conforme con las siguientes secciones y subsecciones:

Accesorios	716.02	
Pintura	563	
Madera estructural laminada y encolada		716.04
Madera estructural tratada	716.03	
Madera estructural no tratada		716.01

Requerimientos constructivos

557.03 Generalidades.

Excavar y rellenar de acuerdo con la Sección 209.

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 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 Estructural Laminada y Encolada 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 empaques de cinta para proteger las esquinas de la madera para construcción liviana.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 185 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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 de diseño. Taladre todos los agujeros desde las caras coincidentes.

Comentario [JAMM119]: ¿de o desde? "From"

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 naftanato 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 tratados con preservante.

557.05 Agujeros para pernos, pasadores, barras y tornillos tirafondo.

Todos los agujeros se deben taladrar antes de tratar la madera con el preservante. Los agujeros para pines y pasadores redondos deben tener el mismo diámetro que el pin o el pasador. Los agujeros para pines y pasadores cuadrados deben tener la misma dimensión del lado que la del pin o el pasador.

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).

Comentario [JAMM120]: También válido "Tornillo de tracción" o "Tornillo de fijación"

Comentario [JAMM121]: Evaluar el cambio y corregir para el resto del documento.
Dovela → Pasador

557.06 Pernos y arandelas.

Los accesorios y los sujetadores, incluyendo clavos, espigas, pernos, arandelas y conectores para madera deben ser galvanizados. Los accesorios y los sujetadores de hierro forjado o hierro fundido 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

Comentario [JAMM122]: "spikes"



el terreno, se deben utilizar arandelas de hierro fundido. Utilizar arandelas cuadradas sólo cuando se indica en los planos contractuales.

Los pernos con una longitud en exceso de 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. Las cavidades 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 pilas de columna múltiple.

Asentar las soleras de fundación firmemente y alineadas 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 150 mm por encima de la parte superior de los pedestales. Acabar de manera cuidadosa los pedestales de concreto que soportan las pilas arriostradas de columna múltiple de manera que las soleras inferiores o los postes descansen alineadamente sobre los pedestales.

Se debe proveer un asentamiento firme y alineado para las soleras de fundación. Las soleras inferiores deben descansar alineadamente sobre las soleras de fundación, pilotes o pedestales. Los pernos de las soleras inferiores se deben introducir de manera que se extiendan en las soleras de fundación o pilotes al menos 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 todas las pilas de columna múltiple.

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 todas las pilas de columna múltiple con pernos colocados aproximadamente en el centro y extendiéndose en los postes o pilotes al menos 230 milímetros.

557.11 Riostras.

Comentario [JAMM123]: "Los rebordes"

Comentario [JAMM124]: "recesses"

Comentario [JAMM125]: "Bent"

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 187 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Los extremos de las riostras se deben empernar a través del pilote, poste, cabecero o solera inferior. Arriistrar las intersecciones intermedias con postes o pilotes mediante pernos o clavos con alambre o clavos para embarcaciones de acuerdo a lo requerido. En todos los casos, utilizar clavos galvanizados además de los pernos.

Todas las riostras deben quedar sujetas 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 25 mm fuera de su línea cuando se aprietan los pernos de las riostras.

Cuando el espacio entre la riostra y el cabecero o pilote es menor que 25 mm, no se necesita utilizar cuñas. Cuando el espacio entre la riostra y el cabecero 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 cabecero o pilote es mayor que 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 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 juntas 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 entrepiso o cabecero en cada extremo. Los traslapes en los extremos de largueros no tratados se deben separar al menos 15 milímetros 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

Comentario [JAMM126]: cap

Comentario [JAMM127]: "blocking"



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 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. 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 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 de la capa superior en cada extremo de la estructura.

557.14 Cubiertas de láminas clavadas transversalmente.

Utilizar láminas de 50 mm de espesor nominal, con un borde de la superficie reducido 3 mm ("SIE-H or M 3 millimeter scant") y una cara reducida 3 mm ("SIS-H or M 3 millimeter scant"). Colocar las láminas de lado 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 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. 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, 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 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 curvatura correcta. No se deben realizar cortes disperejos o ásperos en los puntos de apoyo.

Comentario [JAMM128]: "surface one edge hit or miss 3 millimeters scant"

Comentario [JAMM129]: "hit or miss 3 millimeter scant"



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

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.

557.19 Aceptación.

El material para las estructuras de madera (excepto la pintura) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. 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 y 107.04.

La pintura se debe evaluar de acuerdo con la Sección 563.

557.20 Medidas.

Medir los ítems listados en el programa de licitación de la Sección 557 de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Medir la madera estructural tratada y no tratada en la estructura por metro cúbico.

Calcule las cantidades de acuerdo a 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.

Mida las barandas de madera para puentes de acuerdo con la Sección 556.

557.21 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados en el programa de licitación en la Sección 557. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

Sección 559.) IMPERMEABILIZACIÓN (agua)

559.01 Descripción.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 190 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA



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 Material.

Debe estar conforme con las siguientes subsecciones:

Asfalto	702.065 (b)
Asfalto laminado	702.065 (e)
Asfalto laminado en rollo para techos	702.065 (ef)
Relleno para juntas	712.01
Mortero	702.065 (d)
Sellador	702.065 (a)
Tela impermeable	702.065 (c)
Tela de alambre soldado	709.01

Comentario [JAMM130]: En la sección que se hace referencia (702.06 (a)) se le denomina "Imprimador"

Requerimientos constructivos

559.03 Membrana impermeable.

Hace 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



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

manera que cubra la primera franja por al menos 100 mm. Continuar este proceso de sobreponer cada franja de tela al menos 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 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 5 litros por metro cuadrado de superficie horizontal acabada y no menor que 6 litros por metro cuadrado de superficie vertical. 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 300 mm. Sellarse 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.

Cubrir completamente la membrana, excepto en superficies sin acabar, con una capa de mortero reforzado.

Utilizar una capa de mortero reforzado de 50 milímetros de espesor con una malla electrosoldada de 152 milímetros por 152 milímetros (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 72 horas.

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.

Comentario [JAMM131]: Flashing "Tapajuntas"

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 192 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Construya la membrana impermeable con protección de asfalto laminado de acuerdo con la Subsección 559.03.

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.

El material para la impermeabilización debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La aplicación de la impermeabilización debe ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

559.07 Medición.

Medir los ítems de la Sección 559 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

559.08 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 559 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

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](#)

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 193 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



provisionales incluye todas las instalaciones temporales utilizadas en la construcción que no se conviertan en parte de la estructura permanente. 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 dispositivo manufacturado, se debe asegurar que la carga de diseño sobre el dispositivo 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 tramo ("span") 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 de revestimiento ("sheathing")): $1/360$ de la luz bajo la carga muerta del concreto únicamente o la presión lateral del concreto fluido únicamente.

(c) Encofrados (forros revestimiento ("sheathing")): 3 milímetros ó $1/270$ de la distancia de centro a centro entre pies derechos, vigas, rigidizadores y conectores del encofrado o largueros clavos ("studs"), viguetas, rigidizadores de formaleta, sujetadores de formaleta o ("wales").

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 150mm de un ala o atizador rigidizador. Distribuir las cargas de manera que no produzcan distorsión local del alma. Arriostre o amarre vigas exteriores, sobre las cuales se cuelgan angulares soportes ("brackets are hung") 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

Comentario [p132]: Traducción libre de : "camber strips"



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 soportes de formaleta ("form brackets") 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. 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 dispositivos manufacturados como parte de las obras temporales, proveer un catálogo o datos equivalentes indicando la capacidad de carga segura recomendada para ese artefacto dispositivo.

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 los cimientos de la obra falsa, la compensación o ajuste de la junta y las deflexiones de las vigas.

Para la erección colocación de las vigas de acero, entregue el procedimiento de erección colocación, 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 colocación sin tener que sobreesforzar el acero estructural y para producir la geometría estructural final requerida, la continuidad indicada destinada y la acción estructural.

No empezar ninguna obra temporal para la cual se requiera planos hasta que el inspector haya aceptado los planos.

Requerimientos constructivos

562.05 Fundaciones.

Determinar la capacidad admisible de soporte del material de fundación sobre el cual se descansarán los soportes de las obras temporales. Realizar pruebas de carga para verificar los valores de capacidad soportante propuestos que estén en duda, marginal o en otras

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 195 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



~~situaciones de alto riesgo. 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 y verifique la capacidad soportante del material colocado.

No colocar el borde de ~~las zapatas los cimientos~~ a menos de 300 mm de la intersección entre la terraza y la parte superior ~~de la pendiente del talud (slope)~~. A menos que un apuntalamiento adecuado soporte la excavación para las fundaciones, no colocar el borde de ~~las zapatas los cimientos~~ a menos de 1,2 metros 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 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 a 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 dispositivos~~ 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 de formaleta~~ para superficies expuestas con anchos uniformes y no menores a 1 metro y con longitudes uniformes y no menores a 2 metros excepto cuando el ancho del miembro encofrado es menor a 1 metro. 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 la cimentación~~. Alinear de manera precisa los



paneles ~~de formaleta para encofrados~~ a cada lado de la junta del panel por medio de soportes o conectores comunes para ambos paneles.

Se pueden introducir ~~aparatos dispositivos~~ en el concreto para uso posterior en el soporte de encofrados o para levantar miembros prefabricados. No utilizar ~~aparatos paradispositivos de perforación~~ para unir encofrados o soportes de encofrados al concreto. Utilice amarres ~~para formaleta como que consistan en~~ pernos ~~para encofrados~~, prensas u otros ~~aparatos dispositivos~~ 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 descendan 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 (~~"chords"~~) cortas si todo lo siguiente aplica:

- (a) Las cuerdas en el panel tienen todas la misma longitud;
- (b) Las cuerdas no se desvían de una curva por más de 15 mm en cualquier punto;
- (c) Todos los nudos están sobre la curva.

Proporcionar indicadores para control (~~"tell-tales"~~), 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 2 mm más cercanos.

Descontinuar la colocación del concreto y tomar las acciones correctivas si ocurren asentamientos o deflexiones que se desvían más de 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 dispositivo~~ ~~manufacturado~~ 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 24 horas antes de iniciar cada colocación de concreto o antes de permitir que la gente ingrese a ~~un dique provisorio una ataguía provisoria~~ 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 las ataguías provisorios provisorias~~, el apuntalamiento, las estructuras de soporte para excavación y los sistemas de soporte para las pruebas de carga antes de cargar.

Comentario [p133]: Traducción libre:
"twisted wire loops"

Comentario [p134]: Traducción libre:
"rustication"



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 la~~ colocación del concreto, antes de permitir que la gente ingrese a ~~una ataguía provisoria~~ una ataguía provisoria ~~o 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 300 mm por debajo de la subrasante dentro del lecho ("roadbeds") de la vía, 600 mm por debajo del terreno original o rasante terminada fuera del lecho de la vía. o 600 mm por debajo de los límites establecidos de cualquier canal de navegación;
- (b) Formaletas para ~~zapatillas~~ cimientos cuando su remoción podría poner en peligro la seguridad de ~~los diques provisionales~~ ataguías provisionales 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 24 horas 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 3,5 Megapascuales. Cuando las formaletas se remueven antes de 7 días de haber colocado el concreto, curar el concreto de acuerdo con la Subsección 552.15.

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 tramo~~ claro tramo de un puente ~~simple un solo tramo~~ simple un solo tramo 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 tramo~~ claro tramo de un puente continuo o de marcos rígidos sólo se puede remover cuando el concreto en ese ~~claro tramo~~ claro tramo y el concreto en las porciones adyacentes de cada ~~claro tramo~~ claro tramo adyacente con una longitud de por lo menos la mitad del



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

~~claro tramo~~ donde se va a remover la obra falsa, cumpla con los requerimientos para puentes de ~~claros simples~~ un solo tramo. No remover obra falsa para ~~porciones secciones~~ 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~~ tramos 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 más pronunciada que~~ 1:1 es removida antes de colocar el concreto de la ~~losa de la cubierta~~ cubierta de la losa. 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~~ cubierta de la losa. 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.

Las obras temporales serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 y 107.04.

~~Medir la demolición hidráulica por metro cúbico en su posición original.~~

Comentario [p135]: No aparece en el documento original

562.10 Medición y Pago.

Ver la Subsección 110.05. No medir las obras temporales para 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 Material.

Debe estar conforme con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Aceite de linaza	725.14
Solventes minerales	725.14
Pintura	708
Agua	725.01

Requerimientos de construcción

563.03 Protección al público, propiedades y trabajadores.

Para pintar estructuras de acero deben cumplirse las recomendaciones de la guía 3 [de Steel Structures Painting Council's](#) (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~~ [Estándares de la Industria de la Construcción para plomo.](#)



- 40 CFR 50.6 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios, de calidad-Calidad del aire-Aire, para material en partículas.
- 40 CFR 50.12 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios de calidad-Calidad del aire-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:

- Información del fabricante sobre seguridad e información del producto para todos los productos de limpieza y pintura que serán usados.
- 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.
- Un plan detallado de la disposición de los materiales removidos, los productos de limpieza y los desechos de pintura.
- Medidas de seguridad específicas para proteger a los trabajadores de los riesgos en el sitio, incluyendo caídas, gases, fuego o explosiones.
- 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.
- Procedimientos de emergencia en caso de derrames.
- 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:

- Experiencia mínima de 2 años en pintura en el área industrial.
- Experiencia mínima de 90 días en supervisión en campo o en gestión de proyectos de remoción de pintura.
- 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 producto 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.

Comentario [p136]: Faltan dos requisitos más que no aplican a CR:
(1) An SSPC Competent Person Certificate;
(2) A certificate of completion of 29 CFR 1926.62 Lead in Construction training;

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 201 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



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 al 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 E 337.
- (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-profesional 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 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 D 4285. Se debe utilizar los tamaños de las boquillas de las pistolas rociadoras y las presiones recomendadas por el fabricante.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 202 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



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 del levantamiento 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 563-1.

(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 563-2 o un procedimiento para estructuras de acero aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

Por lo menos 14 días antes de dar el orden de pintar, se debe verificar la compatibilidad del sistema de la pintura propuesto con la-el existente como sigue:

(a) Se debe seleccionar un área de prueba de por lo menos 3 metros cuadrados que presente una condición representativa de la condición de la estructura. Se debe producir- desempeñar 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 D 3359, 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 D 4285. 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 25 a 50 micrómetros, 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 D 4417.

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 - 1

Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida

(1) Los sistemas 1, 2 o 3 son para protección a la corrosión de hierro o acero en ambientes 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.

Comentario [p137]: Tape method

Comentario [p138]: Nota de la table 563-1

Tabla 563 - 1

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 aeco
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 aeco
Superior	Uretano alifático 50-75 µm seco	Uretano alifático 50-75 µm seco	Uretano curado húmedo 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm aeco
Espesor total	200-275 µm seco	200-275 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 563-1
Structural Iron and Steel Coating Systems for
New Surfaces and Surfaces with All Existing Paint Removed

Coat	Paint System ⁽¹⁾				
	1	2	3	4	5
	Aggressive Environments (Salt)	Aggressive Environments (Salt)	Aggressive Environments (Salt)	Less Aggressive Environments (No Salt)	Less Aggressive Environments (No Salt)
Primer	Inorganic zinc type I 75-100 µm dry	Zinc-rich epoxy 75-100 µm dry	Moisture-cured urethane 50 - 75µm dry	Acrylic latex 50-75 µm dry	Low VOC alkyd 50-75 µm dry
Intermediate	Epoxy 75-100 µm dry	Epoxy 75-100 µm dry	Moisture-cured urethane 50 - 75 µm dry	Acrylic latex 50-75 µm dry	Low VOC alkyd 50-75 µm dry
Top	Aliphatic urethane 50-75 µm dry	Aliphatic urethane 50-75 µm dry	Moisture-cured urethane 50 - 75 µm dry	Acrylic latex 0-75 µm dry	Low VOC alkyd 50-75 µm dry
Total Thickness	200-275 µm dry	200-275 µm dry	150-225 µm dry	150-225 µm dry	150-225 µm dry

(1) System 1, 2, or 3 is for the corrosion protection of iron and steel in aggressively corrosive atmospheric environments such as marine, industrial, high humidity, or structures exposed to deicing salts. System 4 or 5 is for use in those environments free from high concentrations of salts or pollutants that cause aggressive corrosion environments.

Comentario [p139]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Tabla 563 - 2

Comentario [p140]: Tabla acorde al FP03



Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies con pintura existente en buen estado

(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 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 (Comercial Blast Clearing), para remover la suciedad, herrumbre suelta o pintura que no está firmemente adherida a la superficie subyacente (~~Comercial 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 herrumbran 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 563-3 para otros metales.

Comentario [p141]: Nota de la table 563-2

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 206 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Tabla 563-3
Sistemas de recubrimiento para otras estructuras

- (1) Para la madera sin tratar, se debe diluir la base con 0,1 litros de aguarrás y 0,1 litros de aceite de linaza por cada litro de pintura.
- (2) Para las superficies galvanizadas, se debe usar una base epóxica (35-45 micrómetros de espesor seco) o una base de vinilo (7-13 micrómetros de espesor seco)

Comentario [p142]: Notas de la Tabla 563-3

Comentario [p143]: Mal traducido Metal primer: Base para metal

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pts, Color de fuente: Negro

Tabla 563-3
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 aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	130 - 170 µm seca
Madera áspera	Látex o álcalis de exteriores (2) 35-50 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	105 - 150 µm seca
Concreto	Una sola capa de epóxico 80-100 µm seca. Para acabado brillante, Acabar con poliuretano alifático (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 aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	120 - 160 µm seca
Aluminio	Base de metal (2) 30-40 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	100 - 140 µm seca
Otros metales	Base de metal (2) 35-45 µm seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 µm aeca	105 - 145 µm seca

(1) Para la madera sin tratar, se debe diluir la base con 0,1 litros de aguarrás y 0,1 litros de aceite de linaza por cada litro de pintura.

(2) Para las superficies galvanizadas, se debe usar una base epóxica (35-45 micrómetros de espesor seco) o una base de vinilo (7-13 micrómetros de espesor seco)

Table 563-3
Coating Systems for Other Structures

Substrate	Paint Coatings			
	Primer	Intermediate	Finish	Total
Smooth Wood	Exterior wood primer ⁽¹⁾ 60-70µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	130-170µm dry
Rough Lumber	Exterior latex or alkyd ⁽¹⁾ 35-50µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	105-150µm dry
Concrete	Epoxy single coat 80-100µm dry. For gloss finish, finish with aliphatic-polyurethane (50µm dry).			80-150µm dry
Masonry Block	Masonry block filler 50-60µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	120-160µm dry
Aluminum	Metal primer 30-40µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	100-140µm dry
Other Metals	Metal primer ⁽²⁾ 35-45µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	Exterior latex or alkyd 35-50µm dry	105-145µm dry

(1) For untreated wood, thin the primer with up to 0.1 liter of turpentine and 0.1 liter of linseed oil per liter of paint.

(2) For galvanized surfaces, use an epoxy primer (35-45 micrometers dry thickness) or a vinyl wash primer (7-13 micrometers dry thickness).

Comentario [p144]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

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 563-3. La base debe aplicarse antes ~~de~~ de del levantamiento 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 563-3. 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.

El material de pintura será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. 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 y 107.04. 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 D 4138. Si se utilizan métodos destructivos, se deben reparar los puntos de prueba de una manera aprobada.

563.12 Medición.

Se deben medir los ítems de la Sección 563 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

563.13 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 563 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.



Sección 564.) ACCESORIOS DE APOYO

564.01 Descripción

Este trabajo consiste en la proveeduría e instalación de apoyos para puentes. Los accesorios de apoyo se designan como: elastoméricos, balancines, rodillos, placas deslizantes, apoyos ~~tipo "pot"~~ de confinamiento, esféricos y de disco.

564.02 Material

Debe estar conforme con las siguientes subsecciones:

Almohadillas de apoyo elastoméricas	717.10
Revestimientos galvanizados	717.07
Lechada que no sufra contracción	725.22(c)

Superficies TFE para apoyos

Comentario [LGA145]: Material excluido en el CR2010, este tiene asignada la sección 717.11 en el FP03

Requerimientos constructivos

564.03 Generalidades

- (a) **Planos.** Se deben preparar y presentar los planos de los apoyos de acuerdo con la Subsección 104.03 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 (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.



- (c) 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.

- (d) 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 al Contratante 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.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

564.04 Apoyos elastoméricos.



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Estos apoyos incluyen las almohadillas no reforzadas (formadas únicamente por elastómero) y los apoyos reforzados con láminas de acero o con tejidos laminados.

Se deben reforzar en todo el espesor los apoyos elastoméricos que tengan un espesor mayor de 15 milímetros con láminas colocadas cada 15 milímetros.

Se deben fabricar los apoyos elastoméricos de acuerdo con AASHTO M 251. Se deben utilizar materiales que cumplen con los requerimientos de tolerancia de impurezas², 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 M 251.

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 partidalote, 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 milímetros 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 TFE se deben utilizar revestimientos conformes con la Sección 564.07.

Se deben fabricar los apoyos oscilantes, de rodillo y deslizantes de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y a la Sección 555. 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).

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 212 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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 pre_ esfuerzo. 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 M 270M, grado 250.

Se fabricará y se dará el acabado al acero de acuerdo con la Sección 555. 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. Cuando las placas se encuentran embebidas en concreto se deben tomar provisiones para mantenerlas en la posición correcta conforme el concreto se coloca.

564.07 Superficies de Tetrafluoroetileno (TFE) para los apoyos.

Se debe proveer material de TFE 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 TFE a una platina rígida sustrato rígido. Se debe utilizar una tela capaz de resistir cargas de 70 megapascales sin fluir en frío. Se usará un adherente tela-platina-sustrato 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 450 kilonewtons.

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 25 milímetros por minuto. El coeficiente de fricción no debe exceder el coeficiente especificado en la Tabla 564-1 o el especificado por el fabricante.

Se debe proporcionar una lista de los números de los apoyos individuales.

564.08 Pernos de anclaje.

Se proveerán pernos de anclaje estampados o torneados conformes con ASTM A 307 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 un mortero de cemento que no sufra retracción o con un adhesivo químico aprobado. Si se utiliza el mortero de cemento, se deben perforar los agujeros con un diámetro 25 milímetros 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 AASHTO 18.4.10 según lo indique el Contratante.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

564.10 Aceptación.

Los accesorios de apoyo serán evaluados de acuerdo con las Sub_secciones 107.02 y 107.03. 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 Sub secciones 107.02 y 107.04.

564.11 Medición

Se medirán los ítems de la Sección 564 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Sub_sección 109.02.

564.12 Pago

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 564 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

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 conformes con las siguientes secciones y subsecciones:

[Acero estructural 717.01](#)

Mortero de cemento puro 725.22 (f)

Lechada mineral 725.26

Acero de refuerzo 709.01

Concreto estructural 552

Requerimientos constructivos

565.03 Calificaciones y presentación de documentos.

La siguiente información se debe presentar para su aprobación, 30 días antes del inicio de la construcción de los pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio. La aceptación del personal del Contratista, del plan de instalación y de los pilotes de prueba, no exime al Contratista de la responsabilidad de obtener los resultados requeridos.

(a) Personal

(1) Personal de construcción. Se debe emplear personal con una experiencia mínima de 3 años en la construcción de pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio. Se deben proporcionar los currículos de la experiencia laboral, descripción del proyecto, el nombre del propietario y su número de teléfono actual, el nombre del Contratista y su número de teléfono actual para el cual el empleado trabajó durante la construcción de los pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio.

(2) Personal de ensayo. Se debe encargar la realización de los ensayos de campo y la interpretación de las mediciones registradas a un ingeniero con una experiencia mínima de dos años en el método no destructivo de registros sísmicos cruzados para pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio. Se debe proporcionar un currículo de la experiencia laboral, descripción del trabajo, nombre del propietario y su número de teléfono actual. Se debe suministrar apoyo de mano de obra experimentada, necesaria para realizar de forma adecuada los ensayos requeridos.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 216 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



(b) Plan de instalación. Se debe proporcionar lo siguiente:

- (1) Una descripción en la cual se incluyan las capacidades del equipo propuesto para ser utilizado, tales como grúas, taladros, equipos de perforación, barrenos, cubetas y el equipo de limpieza final. Se debe incluir una explicación de la selección del equipo y una descripción de la conveniencia del equipo para el sitio y para las condiciones del subsuelo previstas. Se debe incluir un registro de los proyectos en los que se ha utilizado el equipo de perforación, que demuestre su uso exitoso en pilotes preexcavados y colados in situ de igual tamaño o superior en condiciones similares del subsuelo.
- (2) Se debe demostrar el conocimiento de las condiciones del subsuelo en el sitio. Se debe hacer referencia a la información disponible proporcionada en los registros de los sondeos del contrato y en el informe geotécnico preparado para el proyecto.
- (3) Detalles de la secuencia de la construcción general y la secuencia de la construcción de los pilotes en grupos.
- (4) Detalles de los métodos de excavación de los pilotes incluyendo: los métodos de perforación propuestos, los métodos para extraer los materiales de los pozos, los métodos para mantener el alineamiento horizontal y vertical correcto y un plan de disposición del material excavado.
- (5) Cuando se requiera lodo mineral, se deben incluir los métodos de mezcla, circulación, uso, mantenimiento y remoción del lodo. Se debe suministrar un diseño de mezcla ~~del lodo~~ detallado de la lechada o suspensión para sellado que se va a utilizar y se debe discutir su conveniencia para las condiciones del subsuelo.
- (6) Detalles de los métodos empleados para asegurar la estabilidad del pozo durante la excavación y la colocación del concreto. Se debe incluir un estudio de la conveniencia del método para las condiciones del sitio y condiciones del subsuelo previstas. Si se proponen o se requieren además, se deben proveer sus dimensiones y procedimientos detallados para la instalación permanente, para la instalación temporal y para la remoción.
- (7) Detalles de la colocación del refuerzo, incluyendo el arriostamiento, alineamiento, centralizadores y los métodos de izaje y de soporte.
- (8) Detalles de la colocación del concreto, incluyendo los procedimientos de operación propuestos para caída libre, tolva o bombeo.
- (9) El método utilizado para formar una junta de construcción horizontal de emergencia durante la colocación del concreto.

565.04 Pilotes preexcavados de prueba.

Cuando en el contrato se requieren pilotes preexcavados de prueba, se debe realizar el trabajo de acuerdo con los requisitos de la Subsección 565.05 y lo siguiente:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 217 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Antes de realizar la perforación para la construcción de los pilotes, se debe demostrar que los métodos propuestos y el equipo son adecuados, por medio de la perforación de un pilote preexcavado de prueba adyacente a los pilotes en un sitio aprobado. La separación de centro a centro entre el pilote de prueba y los pilotes debe ser por lo menos 3 veces el diámetro del pilote o 2 veces el diámetro de la campana, el que sea mayor.

El pilote preexcavado de prueba se debe construir con el mismo tamaño y elevación de la punta que el pilote de mayor profundidad indicado en los planos. Cuando se especifica campanas para los pilotes, se debe incluir una campana en el pilote de prueba al final, para comprobar la factibilidad de hacer la campana en el estrato de soporte especificado.

Si el material se derrumba dentro del pozo perforado o se deforma excesivamente, se debe ademar la perforación. Cuando se utilice ademes, éstos se deben afianzar según sea necesario para evitar derrumbes y para permitir la extracción de agua de la excavación. Se debe extraer todo el material dentro del pozo. Se debe mantener el ademe dentro de la perforación por lo menos 4 horas, mientras se extrae el agua. Se debe llevar un registro de la razón de infiltración de agua en la excavación. Después de este período de 4 horas, se debe llenar la perforación con arena saturada para simular la operación del colado del concreto y la remoción del ademe en la construcción de los pilotes preexcavados. En los pilotes preexcavados de prueba no se requiere el concreto o el acero de refuerzo.

Si se determina que el pilote preexcavado es insatisfactorio, se deben modificar los métodos de construcción y el equipo. Se debe proponer un nuevo plan de instalación y se debe perforar un nuevo pozo de prueba, a costo del Contratista.

Una vez que se ha dado la aprobación para la construcción de los pilotes preexcavados, no se permite cambios en el plan de instalación sin aprobación previa.

565.05 Pilotes preexcavados y colados en sitio.

(a) Excavación. Durante por lo menos 20 horas, no se deben excavar pilotes adicionales, permitir cargas vehiculares excesivas o permitir vibraciones excesivas a 5 m ó 3 veces el diámetro del pilote, el que sea mayor, de un pilote recién construido. Se debe realizar la excavación de las estructuras de fundación que van a estar apoyadas sobre los pilotes y se debe construir los rellenos antes de perforar. Se deben colocar los pilotes preexcavados a menos de 75 mm de la posición requerida en un plano horizontal de la parte superior de la elevación del pilote.

Se deben excavar los pozos de acuerdo con el plan de instalación aceptado. No se permite que el alineamiento de un pozo-eje para pilote vertical varíe con respecto al alineamiento requerido por más de 20 mm por metro de profundidad. No se permite que el alineamiento de un pozo inclinado varíe por más de 40 mm por metro de profundidad con respecto al alineamiento inclinado requerido de inclinación requerida.

Se debe proveer equipo con capacidad de excavar pozos-ejes 20 % más largos y del mismo diámetro que los indicados en los planos.



Se debe conservar un registro del material excavado del pozo que incluya 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 material rocoso.
- Elevación y tasa aproximada de infiltración o agua subterránea encontrada.
- Equipo utilizado, tiempo requerido para perforar un pilote, los cambios de las barrenas, averías y otras dificultades encontradas.
- Observaciones

Cuando se determina que las paredes de la excavación se han ablandado a causa de los métodos de excavación, han sufrido hinchamiento por las demoras en la colocación del concreto o se han degradado por la acumulación de lodo aglutinado, se deben sobreexcavar las paredes laterales como mínimo 15 mm o 75 mm como máximo dentro del material sano.

En el momento de la colocación del concreto se debe limpiar la perforación de forma que no más del 50% del fondo de cada perforación tenga más de 10mm de sedimentos y que la profundidad máxima de sedimentos en cualquier punto del fondo del agujero no exceda 40 mm. Para los pozos secos, se debe reducir la profundidad del agua a 75mm o menos, antes de colocar el concreto.

(1) Método seco. Se debe utilizar el método seco en los sitios donde el nivel del agua subterránea y las condiciones del suelo son apropiados para construir el eje del pilote en una excavación relativamente seca y donde las paredes y el fondo del pilote pueden ser inspeccionados visualmente antes de colocar el concreto. El método seco consiste en perforar el pozo, extraer el agua acumulada, remover el material suelto de la excavación, colocar la armadura y colocar el concreto en una excavación relativamente seca.

El método de construcción seca puede utilizarse únicamente cuando en la excavación del pozo de prueba se demuestra lo siguiente:

- (a) Se acumula menos de 300 mm de agua en el fondo del pozo por 1 hora cuando durante la cual no se permite bombeo.
- (b) Las paredes y el fondo de la perforación permanecen estables, sin socavarse, derrumbarse o sufrir hinchamiento durante un período de 4 horas después de la finalización de la excavación.
- (c) El material suelto y el agua pueden ser extraídos satisfactoriamente antes de la inspección y de colocación del concreto.

(2) Método húmedo. Se debe utilizar el método de construcción húmedo o método de construcción ademada para los pozos que no cumplen los requerimientos anteriores del método de construcción seco. El método húmedo consiste en utilizar



agua o ~~lodos-lechadas~~ minerales para mantener la estabilidad del perímetro de la perforación conforme se avanza la excavación hasta la profundidad final, en la colocación de la armadura y en la colocación del concreto del pilote.

El método húmedo implica el siguiente trabajo:

- (a) Desarenar y limpiar ~~el lodo de la lechada~~.
- (b) Realizar la limpieza final de la excavación utilizando cubetas, elevador neumático, bombas sumergibles u otros aparatos aprobados.
- (c) Colocar el concreto mediante una tolva o bombeo desde el fondo del ~~eje para el pozo~~ pilote preexcavado y colado en sitio.
- (d) Suministrar, según se requiera, los ademes temporales para ayudar a mantener el alineamiento y posicionamiento del pilote.
- (e) Suministrar los ademes temporales para evitar el derrumbamiento de la parte superior de la excavación del pilote a menos que se pueda demostrar satisfactoriamente que no se requieren.

Cuando los pilotes preexcavados se localizan en áreas inundadas, se debe extender el ademe exterior sobre la elevación del agua y dentro del terreno, para proteger el concreto del pilote de la acción del agua durante la colocación y el curado del concreto. Se debe instalar el ademe de manera que se produzca un cierre hermético en la parte inferior del ademe, para evitar ~~el bombeo de las filtraciones de~~ agua o entrada de materiales de la excavación del pilote.

(b) ~~Lodos-Lechadas~~ minerales. Se debe mezclar ~~el lodo de la lechada~~ mineral con agua limpia de acuerdo con las instrucciones del fabricante para permitir la hidratación, antes de la introducción en la excavación del ~~pozo~~ eje del pilote. Se deben utilizar tanques de capacidad adecuada para la circulación, almacenamiento y ~~tratamiento del lodo~~ manipulación de la lechada. No se deben utilizar hoyos excavados o la excavación del ~~eje del~~ pilote para mezclar ~~el lodo de la lechada~~. No se permite agregar los componentes minerales directamente dentro de la excavación del ~~pozo~~ eje del pilote.

Se debe suministrar equipo para limitar el contenido de arena en el lodo a menos del 4 % ~~por~~ del volumen en cualquier punto ~~del pozo perforado del eje perforado para el pilote preexcavado~~. No se requiere desarenar para colocar los ademes temporales, los postes de las señales o para las fundaciones de los postes de iluminación.

Durante la perforación, se debe mantener la superficie ~~del lodo de la lechada~~ dentro del pozo con un nivel de por lo menos un metro sobre el nivel piezométrico ~~del de la presión del~~ agua y a un nivel lo suficientemente alto para evitar el derrumbe del pozo.

Cuando exista una pérdida significativa ~~del lodo del pozo de la lechada en la perforación~~, se debe detener la perforación y se debe tomar medidas correctivas para evitar la pérdida del lodo. Se debe evitar el asentamiento ~~del lodo en el pozo de la lechada en el eje del pilote preexcavado~~. Si en algún momento, el método de construcción con ~~lodos-lechada~~ no



produce los resultados finales deseados, se debe suspender el uso y utilizar un método alternativo aprobado.

Durante la excavación del pozo y hasta la colocación del concreto, se debe mantener la densidad, viscosidad y pH ~~del lodode la lechada~~ mineral dentro de los rangos aceptables mostrados en la Tabla 565-1. Se deben extraer muestras ~~del lodode la lechada~~ utilizando una herramienta de muestreo aprobada. Se deben extraer muestras de la base del pozo y a 3 metros de la base ~~del pozode la perforación~~. Se deben realizar 4 grupos de pruebas durante las primeras 8 horas de uso ~~del lodode la lechada~~. Cuando los resultados son aceptables y consistentes se puede reducir la frecuencia de ensayos a una prueba por cada 4 horas de uso ~~del lodode la lechada~~.

Tabla 565-1
Rangos de valores aceptables para los lodos minerales

Propiedad	En el momento de introducir el lodo	En el agujero, en el momento de la colocación del concreto de prueba	Método
Densidad (kg/m ³)	1030 - 1110	1030 - 1200	Balance de densidad
Viscosidad (s/L)	30 - 48	30 - 48	Cono Marsh
pH	8 - 11	8 - 11	Papel pH o medidor de pH

Comentario [TWW146]: Esta tabla está bien. De ahora en adelante sólo se incluirán las tablas en las que haya algún cambio recomendado en su contenido.

Nota: Los valores de densidad mostrados son para el agua dulce. Se deben incrementar los valores de densidad 30 kg/m³ para el agua salada. Se deben realizar los ensayos cuando la temperatura ~~del lodode la lechada~~ está por encima de 4 °C. Si se requiere desarenar, el contenido de arena no debe ser mayor que 4 % ~~por del~~ volumen en cualquier punto de la perforación de acuerdo con el ensayo de contenido de arena del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute).

Cuando una muestra ~~del lodode lechada~~ es inaceptable, se deben hacer las correcciones necesarias para hacer que ~~se encuentre dentro de~~ cumpla con las especificaciones. No se debe colocar el concreto hasta que los resultados del nuevo muestreo y ensayo indiquen valores aceptables.

Se debe desechar ~~el lodode la lechada~~ en una manera ambientalmente aceptable en un lugar ~~aprobado~~ permitido.



(c) Ademes. Se deben utilizar ademes de acero que sean lisos, limpios e impermeables, con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos de manipulación e instalación y las presiones del concreto y de la tierra circundante. Todos los diámetros de los ademes indicados en los planos son los diámetros exteriores.

El diámetro de un ademe debe cumplir con las tolerancias aplicables para la tubería de acero regular del Instituto Americano de Tuberías (American Pipe Institute). El diámetro exterior del ademe no debe ser menor que el tamaño especificado ~~del~~ para el pilote.

Se deben instalar los ademes para producir un cierre hermético en el fondo que evite ~~el bombeo~~ la filtración de agua u otros materiales dentro o fuera de la perforación. Si se necesita extraer un ademe y sustituirlo por otro más largo o de mayor diámetro en suelos colapsables, se debe estabilizar la excavación con ~~un lodo~~ una lechada o relleno antes de instalar el nuevo ademe. Se puede emplear otros métodos aprobados para controlar la estabilidad de la excavación y para proteger la integridad de los suelos de la fundación.

Todos los ademes subterráneos se considerarán temporales, a menos que en el contrato se señalen como permanentes. Se debe retirar el ademe antes de concluir la colocación del concreto en cualquier pilote que requiera ademado. Durante la extracción del ademe, el nivel del concreto fresco se debe mantener como mínimo 1,5 metros por encima del nivel del agua circundante o del fluido de perforación. Durante la extracción del ademe, se debe tener cuidado de mantener un nivel adecuado de concreto dentro del ademe, de forma que el líquido atrapado detrás del ademe sea desplazado hacia arriba y sea descargado en la superficie del terreno sin contaminar o desplazar el concreto del pilote.

Aquellos ademes temporales, que se han atascado o dañado durante la construcción del pilote y no pueden ser removidas de manera práctica, se consideran como un defecto en el pilote preexcavado. Se debe corregir los pilotes preexcavados defectuosos, usando métodos aprobados. Las acciones correctivas pueden consistir, pero no están limitadas a lo siguiente:

- (1) 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.
- (2) Ampliar el pozo a ambos lados para compensar la pérdida de capacidad.
- (3) Proporcionar un pilote de reemplazo.

Cuando un ademe se designa como permanente, se debe cortar en la elevación requerida y dejarlo en el sitio.

565.06 Acero de refuerzo para pilotes preexcavados y colocación de los tubos de acceso para la prueba de registros sínicos cruzados.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 222 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Se debe realizar el trabajo del acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554. Se debe amarrar firmemente con alambre, los empalmes de contacto del acero de refuerzo. Se debe amarrar y apoyar el acero de refuerzo de manera que se mantenga dentro de las tolerancias requeridas. Se debe atar firmemente los espaciadores del concreto u otros dispositivos de espaciamiento aprobados en las quintas partes, a lo largo del perímetro de la armadura y se debe espaciar en intervalos que no excedan los 3 metros, a lo largo de la longitud de la armadura. Se deben utilizar espaciadores de un material aprobado con una calidad y durabilidad por lo menos igual a la del pilote preexcavado de concreto.

Para los tubos de acceso de la prueba de registros sínicos cruzados, se debe proveer una tubería de acero negra de peso estándar según ASTM A 53 con un diámetro interior nominal de 50 mm. Se deben instalar los tubos de acceso para cada pilote preexcavado como se muestra en Federal Lands Highways (FLH) T 521. Se debe utilizar tuberías y uniones de tuberías con un diámetro interior regular y redondeado, libres de defectos u obstrucciones, lo cual dará como resultado tubos de acceso herméticos que permiten el paso libre y sin obstrucciones de las sondas fuente y receptora. Se deben emplear tubos que estén libres de corrosión, que tengan las caras internas y externas limpias para asegurar el paso de la sonda y que exista una buena adherencia entre el concreto y los tubos. No se debe utilizar cinta adhesiva o materiales similares para sellar las juntas. No se deben utilizar dispositivos de reforzamiento tales como mandriles, en los tubos de acceso durante la colocación del concreto. Se debe ajustar una cubierta hermética en la parte inferior y una tapa desmontable en la parte superior.

Se deben fijar firmemente los tubos en el interior de la armadura. Los tubos se deben instalar siguiendo un patrón regular y simétrico de acuerdo con FLH T 521 de forma que cada tubo se encuentre espaciado la máxima distancia posible de cada tubo adyacente. Los tubos deben estar lo más paralelos posible. Se deben instalar los tubos desde 150 mm por encima de la parte inferior del pilote a por lo menos 1 metro por encima de la parte superior y por lo menos 0,6 m por encima del nivel del terreno. No se deben doblar o dañar los tubos durante las operaciones de instalación del refuerzo.

Se debe inspeccionar el pilote mediante una perforación de prueba, ensayo de penetración estándar o por medio de inspección visual. Se debe colocar la armadura de acero de refuerzo como una unidad, inmediatamente después de que la excavación del pozo se ha inspeccionado y aprobado, 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 y para garantizar que el material suelto se ha retirado del fondo de la perforación. Se deben manipular las armaduras de refuerzo de manera que se evite la distorsión o deformación transversal del acero.

Durante la colocación del concreto, se deben proveer soportes adecuados para la armadura de acero desde la parte superior. Se debe mantener la parte superior de la armadura de acero de refuerzo a no más de 150 mm por encima y a no más de 75 mm por



debajo de la posición requerida. Si la armadura de acero de refuerzo no se mantiene dentro de las tolerancias indicadas, se debe realizar las correcciones oportunas y no se deben construir pilotes adicionales hasta que el método de soporte de las armaduras de acero de refuerzo haya sido aprobado.

565.07 Concreto para los pilotes colados en sitio.

Cuando la parte superior del pilote está sobre el terreno, se debe utilizar un encofrado removible u otros medios para moldear el pilote por lo menos 0,5 m por encima del nivel del terreno terminado. Se pueden retirar los encofrados cuando se haya cumplido los requisitos de la Subsección 562.08 y el pilote de concreto no haya estado expuesto a agua salada o agua en movimiento durante 7 días. Se deben retirar los encofrados sin dañar el concreto.

Se debe retirar la porción superior del concreto del pilote colado en sitio antes de continuar con la construcción del pilote, cuando se determina que el concreto ha sido afectado por la colocación bajo el agua.

Se debe colocar el concreto inmediatamente después de completar toda la excavación y la armadura del acero de refuerzo está en su sitio y haber colocado la armadura de refuerzo en su sitio.

Se deben llenar los tubos de acceso de la prueba sónica de registros cruzados 1 hora después de la colocación del concreto y se debe reemplazar la tapa del tubo. En ningún momento se debe aplicar a los tubos de acceso una torsión excesiva, martilleo u otros esfuerzos que puedan afectar la adherencia entre el concreto y el tubo.

Se deben preparar diez cilindros de concreto de 150 mm por 300 mm para realizar las pruebas de velocidad del pulso de la misma mezcla de concreto utilizada en el pilote colado en sitio.

Se debe suministrar el concreto de acuerdo con la Sección 552, excepto que aquí se indique de otra manera. Para los pilotes construidos sin fluidos de perforación, se debe usar concreto estructural clase A con un revenimiento de 175 ± 25 mm. Para los pilotes construidos con fluidos de perforación, se debe utilizar concreto estructural clase A con un revenimiento de 200 ± 25 mm. Se debe usar concreto de sello para la colocación bajo el agua. 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 552.11 (e), excepto por las modificaciones presentadas aquí. El método de colocación del concreto bajo el agua debe ser aprobado.

Se deben proporcionar los aditivos de acuerdo con las condiciones del proyecto para garantizar que el concreto tenga el revenimiento requerido durante por lo menos 2 horas. Se deben proveer los resultados de los ensayos de las mezclas de prueba y de la pérdida de revenimiento para el concreto, realizadas a temperaturas ambiente apropiadas para las condiciones del sitio.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 224 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Se debe colocar cada batida de concreto dentro de un período de 2 horas desde la preparación del concreto. Se puede permitir tiempos de colocación mayores si la mezcla de concreto mantiene el revenimiento mínimo requerido por más de 2 horas. No se debe remezclar el concreto que ha desarrollado su fraguado inicial.

Se debe colocar el concreto en una operación continua desde la parte inferior hasta la parte superior del pilote. Se debe continuar colocando concreto hasta que la excavación del pilote esté llena y hasta que se observe concreto de calidad aceptable en la parte superior del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto, se debe consolidar los 3 metros superiores del concreto del pilote utilizando equipo de vibración aceptado. Se debe acabar la parte superior del pilote a +25 mm o -75 mm de la elevación requerida. Para las perforaciones húmedas, no se debe consolidar hasta que se haya extraído toda el agua o el lodo sobre la superficie del concreto. Se debe colocar el concreto por caída libre, tolva o bombeo.

(a) Colocación del concreto por caída libre. Se debe utilizar la colocación por caída libre, únicamente en las perforaciones secas con una caída libre máxima de 8 metros. El concreto debe caer directamente en el fondo del pilote sin tener contacto con la armadura o con las paredes de la perforación.

Se pueden utilizar conductos de descarga para dirigir la colocación del concreto por caída libre. Los conductos de descarga consisten en un tubo liso de una pieza o en secciones que se pueden agregar o quitar. Se debe colocar el concreto a través de una tolva en la parte superior del tubo o por medio de aberturas laterales conforme se extrae el conducto del pilote durante la colocación del concreto. Se debe colocar el conducto de forma que la altura máxima de caída libre del concreto medida desde el fondo del conducto sea de 8 metros. Si la colocación del concreto provoca que en la excavación del pilote se produzcan cavidades o que se derrumbe, o si el concreto golpea la armadura o las paredes, se debe reducir la altura de caída libre y se debe reducir la tasa del flujo del concreto dentro de la excavación. Si no se puede efectuar satisfactoriamente la colocación del concreto mediante caída libre, se debe utilizar una tolva o bombeo para colocar el concreto.

(b) Tolvas. Las tolvas pueden usarse para colocar concreto en ~~pozos-perforaciones secas-secas~~ o ~~húmedos-húmedas~~. Una tolva consiste en un tubo de suficiente longitud, masa y diámetro para descargar concreto en la base del ~~pozo-eje~~ perforado para el pilote colado en sitio. No se permite utilizar tolvas que tengan partes de aluminio que vayan a estar en contacto con el concreto. El diámetro interno del tubo debe tener un tamaño igual a por lo menos 6 veces el tamaño máximo del agregado utilizado en la mezcla de concreto y no debe ser menor que 250 mm. Las superficies internas y externas de las tolvas deben estar limpias y lisas. La pared debe ser suficientemente gruesa para evitar dobleces o abolladuras.

Para las perforaciones húmedas, se deben utilizar tolvas herméticas de acuerdo con la Subsección 552.11 (e). Se debe construir el extremo de descarga de la tolva para permitir un flujo radial libre del concreto durante la colocación. Se debe colocar la descarga de la tolva en la elevación de la base del pilote. El concreto debe colocarse con un flujo constante. Se debe mantener la descarga de la tolva sumergida al menos 1,5 metros por debajo de la superficie



del concreto fluido. Se debe mantener una carga positiva de concreto en el tubo todo el tiempo. Si en algún momento durante la colocación del concreto se retira la descarga de la tolva de la columna de concreto fluido y se descarga concreto por encima de la superficie de concreto dentro del agua desplazada, se debe retirar la armadura y el concreto, se debe completar cualquier remoción de las paredes como se indique y se debe reconstruir el pilote.

(c) Concreto bombeado. Se puede utilizar la colocación de concreto con bomba en las perforaciones secas y húmedas. Se deben emplear tubos de descarga con un diámetro mínimo de 100 mm con juntas herméticas. Se debe colocar el tubo de descarga en la elevación de la base del pilote.

Para las perforaciones húmedas, se debe emplear un tubo de descarga sellado de acuerdo con la Subsección 552.11 (e). Si se utiliza un **tapón "plug"**, se debe extraer de la perforación o se debe utilizar un **tapón "plug"** hecho de un material que evite que se produzca un defecto en el pilote en caso de que no sea removido.

Se debe colocar el concreto con flujo **constante continuo**. Se debe mantener el tubo de descarga de la bomba sumergido por lo menos 1,5 metros bajo la superficie de concreto fluido. Si en algún momento durante la colocación del concreto, se retira el tubo de la columna de concreto fluido y se descarga concreto por encima de la superficie de concreto en el agua desplazada, se debe retirar la armadura de refuerzo y el concreto y se debe completar cualquier remoción de las paredes según lo indique el inspector oficial y se debe reconstruir el pilote.

565.08 Pruebas de integridad.

(a) Pruebas. Se deben realizar las pruebas de integridad de todos los pilotes **perforados preexcavados** y colados en sitio de acuerdo con FLH T 521 Método Estándar para determinar la velocidad de pulso a través del concreto en pilotes colados en sitio (FLH T 521, Standard Method for Determining Pulse Velocity Through Concrete in Drilled Shafts). Se deben realizar las pruebas a los pilotes después de dos días y antes de 45 días desde la colocación del concreto. Antes de realizar los ensayos se debe proporcionar 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 debe proporcionar equipo portátil para la prueba de registros sínicos cruzados de acuerdo con FHL T 521 y se debe suministrar lo siguiente:

(1) Una sonda fuente de ultrasonido y una o más sondas de recepción capaces de descender libremente a través de un tubo de acceso de acero lleno de agua, con un diámetro interno de 50 mm.

(2) Capacidad de amplificar y filtrar información e imprimir los registros obtenidos mediante el ultrasonido en el sitio.

(3) Una fuente de poder de corriente alterna de 110 voltios y 60 hertz estable e independiente, si se necesita.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 226 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



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) se debe proporcionar tubos de acceso de reemplazo mediante la extracción de núcleos o se debe proponer un método de ensayo alternativo que sea aceptable para el inspector oficial. Después de que se ha completado las pruebas de integridad, la inspección y el análisis de la información y han sido aprobadas por el inspector oficial, se debe llenar desde el fondo los tubos de acceso con una lechada o mortero de cemento puro utilizando una tolva.

Se debe realizar el ensayo de velocidad del pulso a lo largo del eje diametral de los cilindros de concreto de acuerdo con la norma ASTM C 597, Método de ensayo estándar para determinar la velocidad de pulso a través del concreto (Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete). Se debe realizar la prueba de velocidad de pulso en dos cilindros de concreto para cada uno de los siguientes períodos de curado: 2 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. Después de ensayar los cilindros, se deben fallar de acuerdo con la norma AASHTO T 22. Se deben reportar los resultados de las pruebas y se debe construir un gráfico de la velocidad de pulso y resistencia a la compresión con respecto al tiempo. Se debe comparar los resultados del ensayo de registros sínicos cruzados con los resultados de velocidad de pulso de la misma edad del concreto.

(b) Resultados de las pruebas e informes. Se deben presentar al inspector oficial los resultados preliminares para cada pilote ensayado antes que el personal que realizó la prueba de registros sínicos cruzados abandone el sitio. Dentro de los 5 días después de realizar la prueba, se debe entregar al inspector oficial en un disco compacto, un informe detallado de la prueba de registros sínicos cruzados y todos los datos de la prueba en formato ASCII con un encabezado donde se identifique el pilote ensayado, las coordenadas del tubo y cada columna de información. Antes de realizar cualquier construcción adicional sobre el pilote ensayado y antes de entregar el informe final escrito se debe otorgar 5 días al inspector oficial para que realice la revisión de la información.

En el reporte del ensayo de registros sínicos cruzados 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 las coordenadas del tubo y elevación del anillo.
- (3) Nombres del personal que realizó e interpretó la prueba y su lugar de trabajo.
- (4) Equipo utilizado.
- (5) Registros de los datos.
- (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 debe determinar la reducción de la velocidad comparando las velocidades alcanzadas en los pilotes preexcavados con las velocidades en los cilindros construidos a partir del mismo concreto y de la misma edad del pilote colado en sitio.

Cuando las reducciones de la velocidad son mayores que el 20 %, se debe procesar la información y se debe construir secciones transversales en dos dimensiones de fácil comprensión de la sección entre los tubos e imágenes tridimensionales volumétricas para todo el pilote. Las secciones transversales deben ser imágenes tomográficas, las cuales muestran la variación de la velocidad a lo largo del pilote mediante un código de color. Se debe identificar la ubicación y la geometría de las zonas defectuosas (aquellas en las cuales las reducciones de la velocidad son mayores que el 20 %) en imágenes tridimensionales a color y se debe proveer un análisis detallada de cada una.

565.09 Aceptación.

Se evaluará el material del lodo mineral de acuerdo con la Subsecciones 107.02 y 107.03.

Se evaluará el concreto según la Sección 552. El concreto colocado con tolva o bombeado se debe muestrear en el punto de descarga de la tolva o en la tolva de la bomba de concreto.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554.

La construcción de los pilotes preexcavados y colados en sitio se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.02, 107.03 y 107.04 de la siguiente manera:

(a) Los pilotes colados con reducciones de la velocidad que no exceden el 20 % son aceptables.

(b) Cuando las reducciones de la velocidad son mayores que el 20 %, se debe entregar imágenes adicionales y demás información requerida en la Subsección 565.08 (b) para permitir una evaluación más detallada del pilote. Cuando sea requerido por el inspector oficial, se deben perforar por lo menos dos núcleos para captar el efecto representado en las imágenes, y se deben obtener muestras de los núcleos de estas áreas dudosas. El inspector oficial evaluará los datos del ensayo de registros sínicos cruzados, los datos de las imágenes y la información de los núcleos y determinará la presencia de defectos importantes.

Si se determina que un pilote tiene defectos importantes, se debe presentar un plan de acuerdo con la Subsección 107.01 para extraer y reemplazar, corregir o modificar el trabajo. Las modificaciones propuestas para los pilotes preexcavados y colados en sitio deben estar diseñadas y firmadas por un ingeniero autorizado. Se deben incluir planos firmados por un ingeniero autorizado para todos los elementos de la fundación afectados. No se debe iniciar el trabajo de reparación hasta que el inspector oficial haya aprobado el plan.

565.10 Medición.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 228 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

Se deben medir los ítems de la Sección 565 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se deben medir los pilotes preexcavados y colados en sitio desde el plano de elevación superior hasta la elevación aprobada de la punta. No se medirán las secciones del pilote que se extienden a una mayor profundidad que la aprobada.

No se debe medir el concreto o el acero de refuerzo.

Los pilotes de prueba preexcavados y colados en sitio que se han determinado como satisfactorios, se deben medir desde la elevación aprobada de la punta hasta la superficie del terreno. La medida se realiza en el centro del pilote.

565.11 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados en el programa de licitación en la Sección 565, a excepción del precio unitario del contrato para los pilotes preexcavados, el cual se ajustará de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

El pago de los pilotes preexcavados y colados en sitio se hará según el precio determinado, al multiplicar el precio unitario de la oferta por el factor de pago de la resistencia a la compresión.

Se comenta que esta sección no corresponde a mortero aplicado neumáticamente, corresponde a concreto lanzado, sin embargo, debido a su similitud en ciertos aspectos se revisa la traducción de las similitudes encontradas.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 229 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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 703-19.

Material

566.02 Conforme con las Subsecciones siguientes:

Aditivo para aire entrapped (solamente en mezcla húmeda)	711.02
Aditivos químicos (solamente en mezcla húmeda)	711.03
Agentes colorantes del concreto	711.05
Material para curado	711.01
Cemento hidráulico	701.01
Colorantes penetrantes	708.05
Puzolanas	725.04
Acero de refuerzo	709.01
Agregado para el concreto lanzado	703.18
Agua	725.01(a)

Requisitos para la Construcción

566.03 Composición (Diseño de mezcla para el concreto lanzado).

Se deben ~~D~~ diseñar y producir mezclas para el concreto lanzado de conformidad con la Tabla 566-1. Las mezclas de concreto lanzado deberán estar conformes con las siguientes 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~~ El diseño de la mezcla se debe verificar con mezclas de ensayo preparadas ~~con agregados~~ de la misma fuente propuesta. Lo siguiente se debe ~~S~~ ometer lo siguiente para aceptación al menos 36 días antes de colocar el concreto lanzado.

Comentario [LGA147]: No se mencionan agregados específicamente en el FP03



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

(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.

(b) Muestras representativas del material para el concreto lanzado, si son pedidas por el Contratante. 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, es necesario 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-Se debe usar equipo capaz de manejar y aplicar el concreto lanzado conteniendo el máximo tamaño de agregado y los aditivos especificados. Suministrar-Se debe 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. Se debe 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-identificar 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

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 231 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

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 3,5 horas.

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 600 mm por 600 mm por 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 T 23, excepto que no se sumergirán en agua.
- (b) Núcleos. Tomar seis núcleos de 75 milímetros de diámetro de cada uno de los paneles de prueba de acuerdo a AASHTO T 24. Acondicione (recorte) los extremos de los núcleos de acuerdo con AASHTO T 24 para hacerlos al menos de 75 milímetros de largo.
- (c) Ensayos de resistencia a la compresión. Poner en remojo en agua los núcleos por 40 horas 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 T 23.
- (d) Aceptación de la mezcla de diseño. Someter los datos de los ensayos y la descripción visual de cada uno de los núcleos al Contratante para su aprobación.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 232 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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. ~~Es necesario~~ ~~Remover~~ el compuesto de curado en el concreto lanzado previamente, colocado en las superficies a tratar, mediante chorros de arena a presión (sandblasteado). ~~Instalar~~ Se deben instalar medidores de profundidad aprobados para indicar el espesor de las capas de concreto lanzado. Instalar estos medidores de profundidad en cuadros de 2 metros, 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. ~~Se debe m~~ Mantener la temperatura de la mezcla de concreto entre 10 °C y 30 °C. ~~Colocar~~ Coloque el concreto lanzado cuando la temperatura de la superficie y del ambiente es de al menos de 5 °C y está en alza. ~~No se debe~~ llevar a cabo operaciones de concreto lanzado durante viento fuerte y lluvia severa.



(c) Aplicación del concreto lanzado. Se debe 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) Se debe Limitar el espesor de la capa de cada aplicación de concreto lanzado a 50 milímetros. Aplicaciones más gruesas pueden ser aprobadas si el Contratista puede demostrar que no ocurren desprendimientos o escurrimientos. Si es requerido espesor adicional, es necesario escobillar o escarificar la superficie aplicada y permitir que la capa endurezca. ~~Mojar~~ Se debe 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 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.

Se debe Curar la superficie de acuerdo con la Subsección 552.15. Para superficies de concreto lanzado intermedias o si se requiere una superficie final con acabado o ~~coloreado manchado~~, se debe curar el concreto lanzado de acuerdo con la Subsección 552.15 (b). Si no se requiere una superficie acabada o ~~coloreada manchada~~, se debe aplicar un compuesto de curado en la superficie final expuesta del concreto lanzado, de acuerdo con la Subsección 552.15(c). Se debe 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 5,2 megapascales.

Comentario [LGA148]: Referencian la palabra stained

566.08 Reporte de Producción.

Preparar y remitir en cada turno de trabajo, dentro de las 24 horas de la producción y aplicación de concreto lanzado, un informe escrito. Incluir la siguiente información en el informe:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 234 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

- (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.

Ver Tabla 566-2 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 y 107.03. Suministrar un certificado de producción para el cemento hidráulico. El sistema de colocación del concreto lanzado será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los aditivos para el contenido de aire y masa unitaria del concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. La resistencia a la compresión será evaluada bajo la Subsección 107.05. Ver Tabla 566-1 para los límites especificados.

566.10 Medición

Medir los renglones de la Sección 566 listados en la oferta de acuerdo a la Subsección 109.02 y a lo siguiente según sea aplicable.

~~Medir e~~El concreto lanzado se debe en metros cúbicos colocados en el lugar.

566.11 Pago

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 235 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Las cantidades aceptadas serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago de la Sección 566 listados en el cartel de licitación excepto que el precio unitario de la oferta para el concreto lanzado será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago para el concreto lanzado será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario de la oferta por el factor de pago de la resistencia a la compresión.



Sección 567.) JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DEL AGUA

567.01 Descripción.

Comentario [p149]: Esta sección no contiene cambios recomendados debido a que está en el CR2010 pero no en el FP03. Debido a esto no se puede comparar porque no se sabe de dónde proviene la información.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 236 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

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.

Aparecen descritos en las siguientes Subsecciones:

- Juntas impermeabilizantes de cobre 712.06
- Juntas impermeabilizantes de hule 712.07
- Juntas impermeabilizantes de plástico 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 a las instrucciones del fabricante, para sellarlas. Se construirán uniones de tal manera que tengan una resistencia a

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 237 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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.

Los materiales de junta impermeabilizante deben ser evaluados según las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de las juntas impermeabilizantes es evaluada en base a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

567.08 Medición.

Se miden las juntas impermeabilizantes por metro o por suma global.

567.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios de contrato por unidad de medida, para los renglones de pago de la lista que se da a continuación y que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 110.05.)

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.567.01 Junta impermeabilizante ___ ancho	Metro lineal (m)
CR.567.02 Junta impermeabilizante	Suma global (gbl)

569.10 Encofrados.

Comentario [p150]: No se sugieren cambios debido a que en el FP03 no se incluye esta información sino que es nueva en el CR2010



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

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 del Contratante.

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 a ASTM A 653 M, designación de acabado 2600, en cualquier graduación, excepto la 340, clase 3.

Se instalarán los encofrados de acuerdo a 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 6 milímetros 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.

604.05 Construcción con bloques de mampostería.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 239 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Se deben ~~C~~onstruir las fundaciones de concreto de acuerdo a la Sección 601. 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.

Es necesario ~~H~~umedecer los bloques para reducir la razón de absorción. Rellenar ~~Se rellenan con~~de mortero todas las juntas, tanto las cabezas de la línea de apoyo como las verticales.

Pegar ~~Se pegan~~ los bloques con mortero en todas las caras. ~~Construir~~ Se deben construir todas las juntas alineadas, a nivel, a plomo, a ras y con un espesor de entre los 6 y 13 milímetros. Seguidamente se ~~R~~rellenar la estructura, después que la mampostería de bloque ha curado, de acuerdo a la Subsección 552.15 durante 7 días.



Sección 601.) ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO HIDRÁULICO

601.01 Descripción.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 240 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Este trabajo consiste en la construcción de estructuras menores de concreto.

601.02 Materiales.

Los materiales están determinados por las siguientes Subsecciones:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Agregado fino	703.01
Puzolanas y/o cenizas finas	725.04
Material de relleno de juntas	712.01
Cemento Portland	701.01
Cordón de caño prefabricado de concreto	725.06
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Acero estructural	717.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

601.03 Composición del concreto hidráulico.

Debe ser de acuerdo a la Tabla 601-1. Antes de producir el concreto hidráulico, someter las proporciones propuestas de concreto, para aprobación, y como mínimo debe incluir:

- (a) Tipo y fuente de todos los materiales propuestos a ser usados.
- (b) Certificación de calidad, de todos los materiales propuestos.
- (c) Masa saturada superficie seca, de todos los agregados finos y gruesos, por metro cúbico de concreto.
- (d) Graduación- Granulometría de los materiales, gruesos y finos.
- (e) Masa del agua de la mezcla, por metro cúbico de mezcla.
- (f) Masa de cemento, por metro cúbico de concreto. Puzolanas, cenizas, escorias de altos hornos, vapores de sílice pueden presentarse por cemento, de acuerdo a la Subsección 552.03 (g).
- (g) Contenido de aire en la mezcla de concreto, en porcentaje por volumen.
- (h) Revenimiento máximo del concreto plástico, en milímetros.
- (i) Cuando se requiera concreto con color, entregue muestras preliminares del concreto. Prepare un panel de 1 metro por 1 metro por 100 mm para cada mezcla aceptada a ser coloreada. Acabe y cure los paneles de la misma manera en que el concreto será acabado y curado en el proyecto.

Tabla 601-1

Composición del concreto para estructuras menores

Tabla 601-1
Composición del concreto para estructuras menores

Propiedad	Especificación
Contenido mínimo de cemento, kg/m ³	362
Máxima relación agua/cemento	0,49
Revenimiento máximo, mm	125
Mínimo contenido de aire, %	4
Tamaño de agregado grueso	AASHTO M 43. con 100% pasando la malla 37,5 mm
Esfuerzo mínimo a la compresión a los 28 días, MPa	25

Comentario [p151]: Acorde a FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

601.04 General.

Realizar los trabajos de excavación y el relleno, de acuerdo a la Sección 209. Cuando el concreto esté rajado, astillado o con escamas, remover el concreto hasta la junta más cercana.

Diseñar y construir los encofrados libres de pandeos, alabeos o abombados, y que permitan ser removidos sin dañar el concreto. Cuando el concreto contiene aditivos retardadores, cenizas, o puzolanas sustitutivas del cemento, diseñar los encofrados, para una presión lateral, igual al ejercido por un líquido que pesa 2400 kilogramos por metro cúbico.

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 amarrar el acero de refuerzo, de acuerdo a la Subsección 554.08.

Comentario [p152]: Hay un párrafo adicional en la versión del PDF sobre la densidad del concreto

601.05 Colocación del Concreto.

De acuerdo a la Subsección 552.10.

Humedecer los encofrados y las fundaciones inmediatamente antes de colocar el concreto. Descargar el concreto dentro de los límites de tiempo mostrados en la Tabla 552-4. Prevenir la segregación cuando se esté colocando el concreto. Consolidar o compactar con vibradores, de acuerdo a la Subsección 552.11 d. No usar tubería de aluminio, para transportar o colocar concreto.

Los intervalos entre entregas de baches para una colada en una estructura no deben exceder los 30 minutos.

No aplicar agua al concreto plástico durante las operaciones de acabado.

Comentario [p153]: Hay información adicional sobre la colocación del concreto en la versión del PDF



601.06 Curado del Concreto.

Curar el concreto un mínimo de 7 días. Si se usa concreto de resistencias altas a temprana edad, curar el concreto un mínimo de 3 días. Curar de acuerdo a la Subsección 552.15. Acabar las superficies de concreto expuesto de acuerdo a la Subsección 552.16 (a) o (b), según sea aplicable.

Comentario [p154]: Hay información adicional sobre el curado del concreto en la versión del PDF

601.07 Aceptación.

Ver Tabla 601-2 para los requerimientos de muestreo y ensayo

Materiales para estructuras de concreto menores, incluyendo concreto, acero de refuerzo y acero estructural, deben ser evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03. Para confirmar los certificados del esfuerzo a la compresión AASHTO T 23, se modifica, para permitir la cura a los 28 días, en un molde sellado.

Comentario [p155]: No se incluye la tabla en el CR 2010

El revenimiento, contenido de aire, resistencia a la compresión, masa unitaria y temperatura del concreto serán evaluadas según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Comentario [p156]:

Excavación y relleno, se evaluarán de acuerdo a la Sección 209.

Construcción de estructuras menores de concreto, se evaluará de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

601.08 Medición.

Medir los ítems de la Sección 601 listados en el contrato de acuerdo a la Subsección 110.02, así como de lo establecido a continuación.

Medir el concreto por metro cúbico en la estructura, por metro cuadrado, por suma global, o por cada unidad.

601.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió arriba, se pagarán a los precios unitarios de la unidad de medida especificada en el contrato, para los renglones de pago listados a continuación, que se dieron en los documentos de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El renglón de concreto, suma global, se pagará, basado en el progreso del trabajo, de acuerdo a esta Sección.

El pago se hará de acuerdo a los siguientes renglones:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.601.01 Concreto hidráulico	Metro cúbico (m ³)
CR.601.02 Concreto hidráulico	Metro cuadrado (m ²)
CR.601.03 Concreto hidráulico	Suma global (gbl)
CR.601.04 Concreto hidráulico	Unidad (und)

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



Table 601-2
Sampling and Testing Requirements

Material or Product	Type of Acceptance (Subsection)	Characteristic	Category	Test Methods Specifications	Sampling Frequency	Point of Sampling	Split Sample	Reporting Time
Concrete	Measured and tested for conformance (106.04)	Unit mass	—	AASHTO T 121	1 set per 25 m ³ but not less than 1 per day	Point of discharge	—	Upon completing tests
		Air content	—	AASHTO T 152 or T 196	—	—	—	—
		Slump	—	AASHTO T 119	—	—	—	—
		Temperature	—	Field measured	—	—	—	—
		Compressive strength	—	AASHTO T 23 & T 22	—	Discharge stream at point of placing	—	—



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.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 244 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



La clase de mampostería se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 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 milímetros 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 milímetros 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.

El acabado de las caras expuestas se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 (f).

620.02 Materiales.

Deben cumplir con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico	601
Mortero	725.22 (f)
Mortero para apoyos y juntas de mampostería	712.05 (a)
Roca para estructuras de mampostería	705.03

Requerimientos constructivos

620.03 General.

Se debe suministrar piedra semejante a la piedra natural del sitio del proyecto. Se debe presentar al Contratante, 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.

Se debe realizar la excavación y relleno según la Sección 209. Se debe preparar el terreno de cimentación en dirección normal o en escalones en dirección normal a la cara de la mampostería. 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. No se deb colocar la mampostería cuando la temperatura del ambiente es menor a 0 °C. 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 (sis horizontal).

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 245 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Cuando se retire y ~~reemplace~~ recoloque 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 620-1. Las juntas de los segmentos de los arcos (dovelas) en las fachadas y en los soffitos, deben tener un espesor no menor de 6 milímetros pero no mayor de 38 milímetros. 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 grados.

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 620-1
Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería

Comentario [p157]: Tabla acorde a FP03

620.05 ~~Elaboración~~ Acabado de las juntas.

Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

(a) ~~Construcción~~ Acabado 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 rehundidas 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.

Comentario [p158]: Pointing

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.

Comentario [p159]: Raked joint
<http://www.masoncontractors.org/about/masonry/masonryglossary/images/glossary-joints.jpg>



(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 el contratante. 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 ½ veces el espesor de la junta. Se debe eliminar la suciedad o vegetación con un cepillo de alambre u otras herramientas aprobadas por el Contratante. 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 ½ veces el ancho de la junta. El mortero se debe colocar en capas con un espesor de aproximadamente 6 milímetros para las juntas con una profundidad mayor a 2,5 milímetros. 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 metro de longitud a lo largo de la estructura para que sea aprobada por el Contratante 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 el Contratante. 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 metros y 2,5 metros 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 milímetros 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) Perpiaños. Cuando se requieran, se deben distribuir de forma uniforme a lo largo de las paredes de las estructuras para constituir al menos el 20 por ciento 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 perpiaños con la mayor cantidad de estos posibles, extendiéndose completamente a través del muro. Se deben vincular los perpiaños y ~~los elementos de mampostería (bloques)~~ las sogas (piedras colocadas del lado corto) ~~al hilo~~ en las dos caras del muro. Los perpiaños y ~~los elementos de mampostería~~ las sogas 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 al 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 metros.

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.

Para anclar las piedras se debe utilizar acero de refuerzo N°10 M doblado en forma de S alargada. Se debe empotrar-embeber cada anclaje hasta una profundidad de 50 milímetros en una capa de mortero, medidos desde la cara de las piedras. Se debe extender el otro extremo ± 250 milímetros 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

Comentario [p160]: stretchers



deben lavar las superficies con un chorro de agua a alta presión antes de colar el concreto. Cuando se está colocando el concreto, se debe adherir mortero de cemento puro de consistencia cremosa en la parte superior del concreto y contra la mampostería. Se deben cubrir todos los intersticios en la parte de atrás de la mampostería con mortero.

(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 por ciento de los anclajes se deben doblar con un ángulo recto corto para encajar un corte rebajado de descanso en la piedra. Se deben extender los anclajes 75 milímetros 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 milímetros a una razón de 7 amarres, riostras por metro cuadrado 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. 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 el labrado 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 auto-soportante antes que se coloquen las barandas o la hilada de coronación.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Para arcos de tímpano relleno se deben retirar los encofrados antes de construir las paredes de los tímpanos para evitar obstruir las juntas de expansión. 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. El concreto debe tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 25 megapascales.

Se debe construir una sección de prueba de los muretes de 8 metros. 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 milímetros. Se deben fabricar las sisas horizontales de mortero y las juntas de acuerdo con la Tabla 620-1. Se debe rebajar (hundir) las juntas y las sisas hasta una profundidad de 50 milímetros en los lados frontal y superior y hasta una profundidad de 38 milímetros en la parte posterior.

Se debe utilizar un coronamiento de una pieza para todo el ancho del murete en al menos el 25 por ciento 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.

Ver en la Tabla 620-2 los requisitos de muestreo y de ensayo.

El material para elaborar el mortero se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La piedra para las estructuras de mampostería se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La construcción o rehabilitación de las estructuras de mampostería de piedra se evaluará según la Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno se evaluarán de acuerdo con la Sección 209.

El concreto hidráulico se evaluará según la Sección 601.

620.11 Medición.

Se deben medir los ítems de la Sección 620 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109110.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 250 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Se debe medir la mampostería de piedra por metro cúbico en la estructura.
No se deben medir las secciones de pared de prueba que no estén incluidas en el trabajo.

Se debe medir la mampostería de piedra de los muretes incluyendo las secciones terminales.

Se debe medir la mampostería removida y ~~reconstruida~~ recolocada por metro cúbico en la estructura después de restaurarla.

Se debe medir ~~la reconstrucción~~ el acabado de las juntas existentes de la mampostería de piedra a lo largo de la línea centro de la junta.

620.12 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 620 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Tabla 620-2

Requerimientos de muestreo y ensayo

Comentario [p161]: Tabla acorde a FP03

Sección 651.) ALCANTARILLAS DE TUBOS DE CONCRETO

651.01 Descripción y alcances.

Esta sección se refiere al suministro y colocación de tubos de concreto sin refuerzo y con refuerzo, corrientes y de alta resistencia, circulares y de base plana, para construir alcantarillas, sifones, desagües y otros conductos, de los diámetros señalados en el Contrato.

Comentario [TWW162]: No existe una sección similar en el FP03, para efectos de comparación

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 251 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



651.02 Materiales.

(a) Tuberías de concreto sin refuerzo.

La fabricación y características generales de las tuberías circulares de concreto convencional y de alta resistencia, circulares y de base plana (sin armar), se deberán ajustar a lo establecido en la Sección 706; deberán llevar marcado 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.

El Contratista deberá informar previa y oportunamente al Contratante, 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. No obstante, el Contratante 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 el Contratante se realizarán de acuerdo a las Subsecciones 153 y 154 y al plan de muestreo aleatorio, aprobado por el Contratante, que define el tamaño de la muestra para que ésta sea estadísticamente representativa.

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 comprometan la estabilidad y duración de la estructura.

(b) Tuberías de concreto reforzado.

La fabricación y características generales de las tuberías de concreto reforzado circulares y de base plana se ajustarán a lo establecido en la Sección 706; deberán llevar marcado 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. El Contratista deberá informar previa y oportunamente al Contratante, 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. No obstante, el Contratante 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 el Contratante se realizarán de acuerdo a las Subsecciones 153 y 154 y al plan de muestreo aleatorio, aprobado por el Contratante, que define el tamaño de la muestra para que ésta sea estadísticamente representativa.

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 comprometan la estabilidad y duración de la estructura.

Los espesores de pared y cuantía de acero de los tubos variarán conforme a la altura de terraplén o cargas dinámicas a que serán sometidos.

(c) Tuberías de otros tipos de materiales.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 252 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Alternativamente, con previa autorización del Contratante se podrán emplear tuberías de otros materiales que no estén contemplados en las Secciones 651 y 652, tales como cloruro de polivinilo y polietileno, entre otros. Estas tuberías deberán satisfacer lo establecido en las Secciones 706 y 707 o en su defecto en las normas ASTM o AASHTO, según corresponda. El uso de estas tuberías deberán satisfacer lo establecido en la Sección 651 y las mismas deberán soportar adecuadamente los requerimientos estructurales e hidráulicos a que serán sometidas, lo anterior en beneficio de la seguridad y durabilidad del Proyecto. El Contratista deberá someter a aprobación por parte del Contratante todos los Procedimientos de Trabajo cuando se utilicen las tuberías a que se refiere la Subsección 651.02.(c). La medición y el pago se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Subsección 651.04.

651.03 Procedimientos de trabajo.

(a) Excavación de zanjas y preparación del sello de fundación.

Los tubos de concreto de sección circular o de base plana, se deberán instalar en zanjas previamente excavadas para dicho efecto, según se estipula más adelante. Las excavaciones de las zanjas se ajustarán a lo especificado en esta sección y en lo pertinente, a lo establecido en la Sección 208, Excavación y relleno para estructuras mayores y Sección 204 Excavación y terraplenado, prestándose atención a lo que respecta a mantener sin corte el flujo de agua y conducir o desviar las aguas fuera de la zona de las obras.

En el caso del reemplazo de alcantarillas en un camino existente, y nuevos ductos a instalar donde la corona de éstos queda bajo el terreno natural, el ancho de las zanjas será el mínimo necesario para que las tuberías puedan ser colocadas y sus juntas selladas adecuadamente. A no ser que en el contrato se estipule de otra manera, este ancho no será mayor al diámetro exterior de la tubería más 0,50 m a ambos lados de ésta, pudiendo presentar una tolerancia de 10 % en el sobre ancho de excavación. En caso de sobrepasar esta tolerancia, el Contratista deberá presentar ante el Contratante una memoria de cálculo que garantice la estabilidad del tubo bajo las nuevas condiciones de instalación. Se exceptúa de lo anterior la construcción de sifones, cuyos trabajos se regirán por lo establecido en la Subsección 651.03.(c).

En la construcción de alcantarillas donde la corona de éstas quedara por sobre la superficie del terreno natural, las zanjas deberán excavar después de haberse construido el nuevo terraplén, o en su defecto, después de haberse construido un prisma de terraplén en la zona de la alcantarilla a construir. Previo a iniciar la excavación para la instalación de la tubería, la superficie del terraplén o del prisma deberá alcanzar una altura de aproximadamente 0,30 m por sobre la corona de las tuberías a instalar. La mínima longitud del prisma en su parte superior, será igual al diámetro exterior de la estructura más cinco veces esta dimensión a ambos lados de la misma. El ancho de las zanjas para la instalación de las alcantarillas se ajustará a lo estipulado en la sección precedente.

En cualquier tipo de construcción, las zanjas se excavarán hasta una profundidad mínima de 0,12 m por debajo de la base de las alcantarillas, de manera de dar cabida a una cama de



apoyo de material granular sobre la cual se colocarán las tuberías. El sello de dichas excavaciones se perfilará con una tolerancia de ± 20 mm con respecto al plano de fondo establecido, y se compactará en una profundidad mínima de 0,20 m, hasta alcanzar como mínimo el 90 % de la densidad máxima teórica determinada según el Método del Proctor Modificado de acuerdo con las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557. En el caso de que la fundación sea sobre roca, la profundidad mínima de excavación será de 0,15 m por debajo de la base de la alcantarilla. En ambos casos, dependiendo del tamaño del tubo, la cama de apoyo podrá estar constituida por material granular que cumpla con lo estipulado en la Sección 208, incluso su compactación. En la eventualidad de encontrar suelos no aptos para fundación en el fondo de las excavaciones, mas allá de los 0,12 m descritos anteriormente, se excavará, removerá y reemplazará el material en la profundidad que determine el Contratante. La remoción y reemplazo se ajustará a lo establecido en la Sección 208. Los procedimientos que se apliquen para efectuar las excavaciones requeridas, deberán ajustarse en lo pertinente, a las disposiciones estipuladas por el Contratante en los documentos de prevalencia establecidos.

Las obras descritas anteriormente con respecto a excavaciones, formación de terraplenes 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 las Secciones 208 y 209, donde se efectuará su medición y pago. Asimismo, los procedimientos aquí descritos regirán en lo pertinente para la construcción de cajones de concreto, salvo que la cama de apoyo sea de concreto, según lo establecido en las Secciones 602 y 614.

(b) Instalación de las alcantarillas.

Para manejar, bajar e instalar los tubos dentro de la zanja, sólo deberán emplearse equipos y procedimientos adecuados. No se deberán usar cables pasados por el interior del tubo que, eventualmente podrían dañar sus extremos. En general, deberán utilizarse horquillas rígidas que tomen el tubo por un extremo, o vigas rígidas pasadas por todo el interior del tubo, tomadas por los extremos fuera de la longitud del tubo.

La colocación de las tuberías se deberá iniciar por el extremo de aguas abajo de la obra, de manera que cada sección quede con su unión de campana (cazoleta) o muesca hacia aguas arriba enfrentando el flujo. Las tuberías circulares con armadura elíptica se deberán colocar con el eje mayor de la elipse en posición horizontal, por lo cual, ese eje deberá estar marcado en forma claramente visible. Los bordes de acoplamiento deberán limpiarse prolijamente de manera que se produzca un perfecto encaje de las secciones que conforman la estructura.

Todas las juntas de unión deberán ser selladas para prevenir posteriores filtraciones de agua o introducción de materiales indeseables. El sellado interior de las uniones, cuando se realicen con mortero, se deberá efectuar con un mortero de proporción 1:1 en peso de cemento y arena sobre las uniones previamente humedecidas. El cemento utilizado deberá cumplir con lo establecido en la norma ASTM C150, los agregados deben pasar un 100 % por el tamiz 5mm (ASTM N°4). El mortero en exceso se deberá eliminar de las juntas de unión. Para el sellado exterior de las uniones, el mortero será de proporción 1:3 en peso de

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 254 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



cemento y arena, debiéndose construir un cordón que cubra todo el perímetro exterior de la tubería. Este cordón tendrá un ancho igual o mayor al 20 % del diámetro interior del tubo y un espesor igual o mayor al 12 % de dicho diámetro.

El mortero deberá ser usado dentro de los primeros 30 minutos de haberse agregado el agua y no podrá ser reavivado agregándole cemento. Las zonas de las juntas deberán ser protegidas y curadas por un periodo mínimo de 24 horas antes de comenzar con el relleno de la zanja. Por el mismo lapso señalado, se deberá evitar que escurra agua tanto por la zanja como por el interior de las tuberías.

En el caso de tuberías con diámetro igual o inferior a 0,60 m, el relleno de las juntas de unión se efectuará a medida que se coloquen los tubos, especialmente en lo que se refiere al sellado interior de las uniones. El método será propuesto por el Contratista y deberá ser aprobado por el Contratante. Al respecto, lo usual es colocar mortero en la mitad inferior de la campana o espiga del tubo ya colocado y sobre la mitad superior del enchufe recto o con lengüeta del tubo que se va a colocar. Luego se introduce este último fuertemente y se elimina el exceso de mortero de la unión. El sellado exterior de las juntas de unión se efectuará de acuerdo a lo señalado en las secciones precedentes.

Cuando las uniones se realicen con junta de goma, ésta deberá ser lubricada antes de su instalación para facilitar las maniobras de montaje y colocada en el lado de la espiga.

Para diámetro sobre 0,60 m, el acoplamiento de los tubos se realizará a través de maquinaria evitando arrastrar el tubo por la cama de apoyo para evitar el despunte de éste.

Cualquier orificio de fábrica que tuviera el tubo para facilitar el montaje, será rellenado con mortero de proporción 1:1 en peso de cemento y arena, una vez terminada su instalación.

En el caso de que la cama de apoyo fuese de arena, se tendrá especial cuidado de evitar que ésta quede en contacto con la goma.

El método de instalación de tuberías deberá ser propuesto por el Contratista y aprobado por el Contratante.

(c) Construcción de sifones.

Las excavaciones y la instalación de tuberías para sifones se regirán en lo pertinente, según lo establecido en las Subsecciones 651.03.(a) y 651.03.(b), y lo que se especifica a continuación.

Los sifones se deberán construir, en general, con tubos de concreto de sección circular, de diámetro mínimo 0,80m para facilitar las labores de limpieza. El diámetro será señalado en los documentos del Proyecto.

Las tuberías se revestirán en toda su longitud con un dado de concreto de 250 kg/cm² de resistencia mínima. El ancho del dado será igual al diámetro exterior de los tubos más 0,15 m a cada lado; su altura será igual al ancho. A no ser que en los documentos del Proyecto se indique de otra manera, en la parte superior e inferior del dado se colocará una malla de acero con barras de diámetro 8 mm separadas cada 20 cm. El Contratista deberá demostrar que este refuerzo satisface lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica vigente. El colado del dado se efectuará contra el terreno natural de la excavación, incluso su base, previa colocación de un polietileno de 0,1 mm de espesor.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 255 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



El ancho de la excavación sobre la superficie del dado de concreto, se regirá por lo establecido en la Subsección 651.03.(a). 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 651.03.(a).

El concreto y su curado se regirán por lo establecido en la Sección 701 y 703, donde se efectuará su medición y pago. La malla de acero deberá tener una resistencia mínima de 630 kg/cm^2 y con una fluencia máxima y mínima de 580 kg/cm^2 y 420 kg/cm^2 , respectivamente (Grado 60), se ajustará a lo estipulado en la Sección 709, donde se cuantificará para efectos de pago.

(d) Relleno estructural.

El material de relleno estructural, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en la Sección 208. El límite superior del relleno será el definido en los documentos del Proyecto. En su defecto, éste alcanzará una altura de 0,30 m sobre la corona de la estructura, o la altura que establezca el Contratante. El material se medirá para efectos de pago en la Sección 204, incluso el material necesario para construir la cama de apoyo de las tuberías y para reemplazar eventuales remociones de suelos no aptos para fundación de alcantarillas.

(e) Colocación de tuberías en terraplenes con alturas mayores a 10 m sobre la corona de las estructuras.

A no ser que en los documentos del Proyecto se disponga de otra manera, cuando deban colocarse rellenos de más de 10m de altura sobre la corona de las tuberías, se procederá como se especifica a continuación:

- a) Se construirá el terraplén proyectado hasta una altura mínima de 0,30 m por encima de la corona de la tubería a instalar, según lo establecido en la Subsección 651.03.(a);
- b) La alcantarilla se construirá con los procedimientos antes señalados en la Subsección 651.03.(a). El relleno estructural del terraplén deberá alcanzar hasta una altura mínima de 0,30 m por sobre la corona de la estructura terminada;
- c) Una vez aprobadas las obras antes señaladas, se continuará con la construcción del terraplén hasta alcanzar una altura adicional, igual al diámetro exterior de las tuberías colocadas;
- d) Terminado y compactado el terraplén hasta la altura antes indicada, se procederá a excavar una zanja con paredes verticales y cuyo ancho deberá ser igual al ancho exterior de los tubos más 0,30 m a cada lado, y que deberá alcanzar hasta descubrir la corona de los tubos;
- e) La zanja así formada se rellenará con el material señalado en los documentos del Proyecto; en su defecto se utilizará el mismo material excavado, colocado en la condición más suelta posible; y,



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

f) Una vez completado el relleno de dicha zanja, se continuará con la construcción del terraplén hasta alcanzar la altura proyectada, de acuerdo con los procedimientos y requisitos normales que se especifiquen para esa obra.

(f) Protección de tuberías colocadas.

Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a las tuberías colocadas debido al paso de vehículos, éstas se deberán proteger recubriéndolas con suelos compactados cuyo espesor sobre la corona no será inferior a $1/8$ del diámetro horizontal y con un mínimo de 0,30 m, siempre que las cargas máximas no superen los pesos por eje autorizados en carreteras. Si en las actividades 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 referido estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, serán de responsabilidad y cargo del Contratista.

Toda alcantarilla, tubería o sifón deberá poseer estructuras de entrada, salida y disipación de energía. Estas estructuras deberán proteger a las alcantarillas, las tuberías, los sifones y los terraplenes de los efectos de socavación, degradación y colmatación. Deberán además facilitar en forma segura el flujo adecuado del agua hacia el cuerpo receptor. Sus especificaciones y configuración deberán estar claramente establecidas en los documentos del Proyecto.

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 fuese necesario.

(g) Unión de alcantarillas nuevas con existentes.

En cada unión de alcantarillas 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 documentos del Proyecto. El concreto a emplear deberá tener una resistencia mínima de 210 kg/cm^2 y un agregado con tamaño máximo nominal de 8 mm, el que se cuantificará para efectos de pago, en la Sección 601, y cuando corresponda el acero Grado 60, deberá cumplir lo establecido por la norma ASTM A-615 y ASTM A-706.

(h) Medidas de seguridad.

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 la jornada, de acuerdo a lo dispuesto en la Subsección 635 y 156.08, Supervisión del tránsito y de la seguridad.

651.04 Medición.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 257 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Las obras que se describen en esta Sección, por formar parte de los trabajos necesarios para la instalación de tuberías de concreto, se cuantificarán para efectos de pago en sus respectivas Secciones. Estas son:

Excavación y relleno para estructuras mayores	208
Excavación y terraplenado	204
Relleno permeable	210
Mortero para juntas	712.02
Cubrejunta impermeable	712.03
Acero de refuerzo	709.01

651.05 Pago.

(a) Tubos circulares de concreto sin refuerzo

Este punto deberá desagregarse en las subsecciones que sean necesarias, de manera de agrupar las tuberías por diámetro interior y demás características iguales.

Incluye el suministro y colocación de los tubos, el sellado interior y exterior de las juntas de unión, el cordón de mortero alrededor del perímetro exterior de las juntas, juntas de goma si es el caso, y demás actividades y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo circular de concreto sin refuerzo colocado, según su diámetro interior. La medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante. En la construcción de sifones, el dado de concreto y la malla de acero se cuantificarán para efectos de pago en sus Secciones respectivas, de acuerdo a lo establecido en la Sección 651

(b) Tubos de base plana de alta resistencia de concreto sin refuerzo

Este ítem incluye todo lo estipulado en las dos primeras secciones del punto (a).

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo de base plana de alta resistencia colocado, según su diámetro interior, y la medición se efectuará a lo largo del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante.

(c) Tubos circulares de concreto con refuerzo

Se incluye lo descrito en la primera sección del punto (a).

Este ítem incluye el suministro y colocación de los tubos, uniones de juntas de goma y demás actividades, materiales y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo circular de concreto con refuerzo colocado, según su diámetro interior, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante.

(d) Tubos de base plana de concreto con refuerzo

Este ítem incluye lo descrito en las dos primeras secciones del punto (c).

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo de base plana de concreto con refuerzo colocado, según su diámetro interior, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Sección 652.) ALCANTARILLAS DE TUBOS DE METAL CORRUGADO

652.01 Descripción y alcances.

Comentario [p163]: Esta sección no contiene cambios recomendados debido a que está en el CR2010 pero no en el FP03. Debido a esto no se puede comparar porque no se sabe de dónde proviene la información.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 259 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Esta Sección se refiere al suministro e instalación de ductos de metal corrugado, circulares, elípticos y de sección abovedada, de las dimensiones y espesores de plancha señalados en los documentos del Proyecto, con sus correspondientes accesorios.

652.02 Materiales.

(a) Ductos colocados en zanja.

Los ductos de metal corrugado que se instalen de acuerdo con lo que aquí se especifica, deberán estar constituidos por planchas acanaladas de acero galvanizado, de los espesores que se indiquen en el Proyecto y que cumplan con lo establecido en la norma ASTM A 885. El recubrimiento de zinc en ambas caras, será el especificado en el Proyecto, y deberán seguir lo normado en ASTM A 123 y ASTM A 153, dependiendo del tipo de pieza, cuyas mediciones se tomarán en no menos de 5 o 10 lecturas, realizadas según tamaño y tipo de pieza, a criterio del ente que requiera la inspección.

Los remaches, pernos, tuercas, sujetadores, ganchos y pernos de argolla, deberán ser de Clase D para diámetros iguales o inferiores a 10 mm, y Clase C para diámetros superiores a 10 mm; en el que su recubrimiento será según la Tabla 652-1.

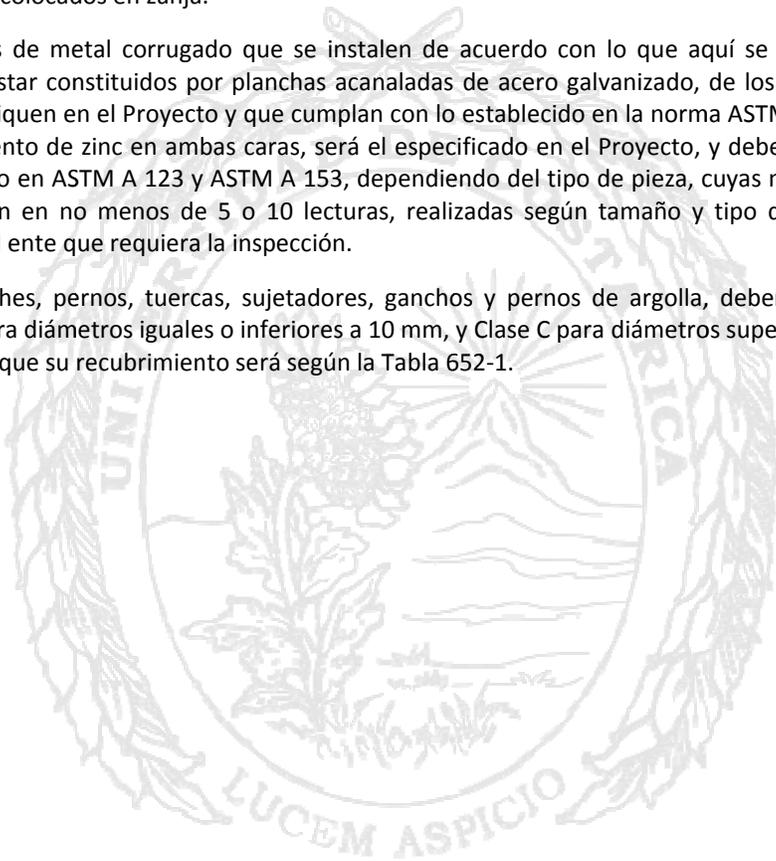


Tabla 652-1.

Peso y uniformidad de recubrimiento de zinc para clases de materiales

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 260 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Clase del Material	Masa mínima de la capa de Zn en g/m ²		Espesor mínimo de la capa de Zn en micrones		Cantidad mínima para ensayo de uniformidad en SO ⁴ CU	
	Promedio del muestreo	Espécimen individual	Promedio del muestreo	Espécimen individual	Densidad 1,19	
Clase A: Piezas fundidas en hierro y en acero						
	610	550	87	78	7	
Clase B: Piezas de acero laminadas, prensadas y forjadas excepto las clases C y D						
B:1	Espesor > 5 mm	610	550	87	78	7
	Longitud > 200 mm					
B:2	Espesor > 5 mm	460	380	65	54	6
	Longitud > 200 mm					
B:3	Espesor > Cualquiera	400	340	56	48	6
	Longitud > 200 mm					
Clase C: Tornillos, bulones diam. > 9 mm Arandelas de espesor: 5 a 7 mm						
	380	305	54	46	5	
Clase D: Tornillos, bulones, calvos, etc. De diam. > 9 mm arandelas de espesor < 5 mm						
	305	260	43	37	4	

* El espesor de la capa de Zinc varía de acuerdo al tipo de acero que se galvanice. A menor presencia de carbono y de otros elementos de aleación en el material virgen, mayor será el espesor de la capa de zinc; requiriendo menor tiempo de inmersión para lograr el espesor óptimo.

Fuente: <http://www.galvasa.com.ar/normas.htm>

Antes de iniciar la instalación de los ductos, el Contratista solicitará la conformidad del Contratante en cuanto a la calidad y estado de los elementos. Sólo se aceptarán ductos que se ajusten a lo establecido en las normas ASTM A 239 con respecto a la uniformidad, ASTM A 123 y A 153 para las capas de recubrimiento de zinc, ASTM A 143 (control de la fragilidad), además de encontrarse sin desperfectos que comprometan la estabilidad y duración de la estructura; deberán cumplir además con lo que se especifica a continuación:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 261 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

La relación entre el diámetro efectivo y el diámetro nominal de los tubos circulares no variará en más de un 5 % para diámetros de hasta 1 000 mm, un 3 % para diámetros mayores que 1 000 mm y hasta 1 800 mm, y un 2 % para diámetros superiores que 1 800 mm;

- a) El espesor mínimo de las láminas de acero y el recubrimiento de zinc, serán los especificados en los documentos del Proyecto;
- b) Los tubos no presentarán bordes mellados o rasgados;
- c) El galvanizado no presentará saltaduras, escamas o resquebrajaduras;
- d) Las perforaciones no tendrán rebabas; y,
- e) Los pernos tendrán sus cabezas bien moldeadas.

(b) Ductos colocados en túnel.

Las planchas que constituyan los tubos de acero corrugado para ser colocados en túnel, deberán cumplir con lo establecido en estas especificaciones.

652.03 Procedimientos de trabajo.

(a) Excavación de zanjas y preparación del sello de fundación.

Los ductos de metal corrugado del tipo y espesor de plancha definidos en los documentos del Proyecto, se deberán instalar en zanjas previamente excavadas para dicho efecto, tanto en caminos existentes como de nueva construcción. Las actividades de excavación de dichas zanjas y la preparación del sello de sus fundaciones, se regirán por lo establecido en la Subsección 651.03.(a), Alcantarillas de Tubos de Concreto, a excepción del ancho de zanja a excavar, la que deberá ser igual a dos veces el diámetro del ducto a instalar.

Los terraplenes o prismas a construir, para luego proceder con la excavación de las zanjas, se cuantificarán para efectos de pago en la Sección 204. Las excavaciones requeridas, incluso las necesarias para dar cabida a la cama de apoyo de material granular y las relacionadas con las eventuales remociones de material no apto para fundación, se medirán y pagarán en la Sección 204. El material granular para la construcción de la cama de apoyo y para el reemplazo de material no apto para fundación, se cuantificará para efectos de pago en la sección 704. El tamaño máximo para el material de la cama de apoyo será de 19 mm.

Los procedimientos que se apliquen para efectuar las excavaciones requeridas, deberán ajustarse en lo pertinente, a las disposiciones establecidas en este documento y a los reglamentos de seguridad ocupacional vigentes.

(b) Instalación de ductos.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 262 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Una vez terminados y aprobados los trabajos señalados en la Subsección precedente, el Contratista podrá proceder con la instalación de los ductos.

El armado de los ductos 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 apriete deberá alcanzar a 400 Nm, con ± 40 Nm de tolerancia.

Antes de iniciar el relleno, deberán peraltarse a modo de contraflecha todos los tubos circulares de 1,0 m o más de diámetro. Los tubos de diámetros menores al señalado, sólo se deberán peraltar cuando así se disponga en los documentos del Proyecto.

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 el Contratante.

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.

(c) Construcción de Sifones.

Las excavaciones y la instalación de alcantarillas para sifones se regirán en lo pertinente, a lo establecido en las subsecciones 652.03.(a) y 652.03.(b), y lo que se especifica a continuación.

Para facilitar las labores de limpieza, los sifones se deberán construir en lo posible con tubos de diámetro igual o mayor a 0,80m. En todo caso, el diámetro será el señalado en los documentos del Proyecto.

Las tuberías se revestirán en toda su longitud con un dado continuo de concreto con resistencia mínima de 250 kg/cm^2 . El ancho del dado será igual al diámetro exterior de los tubos más 0,15 m a cada lado; su altura será igual al ancho. A no ser que en los documentos del Proyecto se indique otra cosa, en la parte superior e inferior del dado se colocará una malla de acero con barras de diámetro 8 mm separadas cada 20 cm. El Contratista deberá demostrar que este refuerzo satisface lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 263 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

vigente. El colado del dado se efectuará contra el terreno natural de la excavación, incluso su base, previa colocación de polietileno de 0,1 mm de espesor.

El ancho de la excavación sobre la superficie del dado de concreto proyectado, se regirá por lo estipulado en la Subsección 652.03.(a); el resto de la excavación se ajustará al ancho del dado. Cualquier sobreexcavación debida a procesos constructivos deberá rellenarse con concreto conjuntamente con el dado, por cuenta del Contratista. En estas instalaciones no será necesario construir la cama de apoyo de material granular, descrita en la Subsección 652.03.(a).

El concreto, su curado y multas, si corresponde, se regirán por lo establecido en la Sección 601 y conforme con ella se efectuará su medición y pago. La malla de acero de Grado 60 se ajustará a lo establecido en las normas ASTM A-615 y ASTM A-706 y lo dispuesto en la Sección 709 donde se cuantificará para efectos de pago.

(d) Relleno estructural.

El material de relleno estructural, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en la Sección 704 y lo que se especifica a continuación:

a) Cuando deban efectuarse rellenos de secciones abovedadas, se deberá tener presente que estas estructuras tienen la tendencia a desplazarse hacia un costado o deformarse hacia arriba. En estos casos, el relleno deberá cubrir primero la bóveda en un tramo hasta taparla completamente, para luego continuar de la misma manera hasta completar el relleno de la obra.

b) El límite superior del relleno será el definido en los documentos del Proyecto; en su defecto, éste alcanzará la altura mínima que establezca el fabricante según las distintas dimensiones de los ductos sobre la corona de la estructura, o la altura que establezca el ingeniero responsable. El material se medirá para efectos de pago en la Sección 704, incluso el material necesario para reemplazar eventuales remociones de suelos no aptos para fundación de alcantarillas.

(e) Protección de tuberías colocadas.

Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a las tuberías colocadas debido al paso de vehículos, se requiere que ellas estén recubiertas por suelos compactados cuyo espesor sobre la corona no sea inferior a la establecida por el fabricante para cada ducto, 1/8 del diámetro horizontal y con un mínimo de 0,30 m, siempre que las

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 264 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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 referido estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, serán de responsabilidad y correrán a cargo del Contratista.

Toda alcantarilla, tubería o sifón deberá poseer estructuras de entrada, salida y disipación de energía.

Estas estructuras deberán proteger a las alcantarillas, las tuberías, los sifones y los terraplenes de los efectos de socavación, degradación y colmatación. Deberán además facilitar en forma segura el flujo adecuado del agua hacia el cuerpo receptor. Sus especificaciones y configuración deberán estar claramente establecidas en los documentos del Proyecto.

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 fuere necesario.

(f) Unión de ductos nuevos con existentes.

En cada unión de ductos nuevos con existentes, ya sean estos últimos de metal corrugado, de concreto o de otro material, incluso de distinto diámetro, se deberá construir un collar de concreto armado de las dimensiones y características señaladas en los documentos del Proyecto. El concreto a emplear tendrá una resistencia mínima de 210 kg/cm^2 y cuando corresponda el acero será de Grado 60 y deberá cumplir con las normas ASTM A-615 y/o ASTM A-706, los que se cuantificarán para efectos de pago, en la Sección 552, para el concreto y en la Sección 709, para el acero de refuerzo.

(g) Medidas de seguridad.

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 a lo dispuesto en la Sección 635 y en la Subsección 156.08.

652.04 Medición.

Las obras que se describen en esta Sección, por formar parte de los trabajos necesarios para la instalación de ductos de metal corrugado en zanja, se cuantificarán para efectos de pago en sus respectivas Secciones. Estas son:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 265 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Excavación y relleno para estructuras mayores 208

Excavación y terraplenado 204

Relleno permeable 210

Eliminación de caminos o calles existentes 211

Alcantarillas de tubos de metal corrugado 652

Acero de refuerzo 709.01

652.05 Pago.

(a) Tubos circulares de metal corrugado.

En este ítem deberán desagregarse las partes que sean necesarias, de manera que se agrupen las tuberías por diámetro interior y demás características iguales. Una parte incluye el suministro de los tubos y sus accesorios correspondientes, su instalación y demás actividades y trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo circular colocado, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. En el caso de sifones, el dado de concreto y la malla de acero se cuantificarán para efectos de pago en sus Secciones respectivas, de acuerdo a lo establecido en la Subsección 652.04.

(b) Tubos de sección elíptica de metal corrugado.

Este punto deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera que sea posible agrupar las tuberías por dimensiones y características iguales. Se incluye el suministro de los tubos y todos sus accesorios correspondientes, su instalación y demás actividades y trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo elíptico instalado, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

(c) Tubos de Sección abovedada de metal corrugado.

En este punto se incluye todo lo estipulado en el punto (a). Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo abovedado instalado, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 266 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Sección 653.) ALCANTARILLAS EN TUNEL

653.01 Descripción y alcances.

Esta Sección se refiere al suministro e instalación de alcantarillas de acero corrugado construidas mediante túneles tanto en obras nuevas como reemplazo de existentes. Los

Comentario [p164]: Esta sección no contiene cambios recomendados debido a que está en el CR2010 pero no en el FP03. Debido a esto no se puede comparar porque no se sabe de dónde proviene la información.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013

Fecha del emisión: Enero, 2012

Página 267 de 325

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

túneles se realizarán bajo proceso de revestimiento de protección con planchas especiales para este tipo de obras. Esta técnica es válida para túneles de diámetro o dimensiones mayor o igual a 1,20 m.

653.02 Materiales.

Las planchas serán de acero y la calidad de éste será tal, que la tensión de fluencia no deberá ser inferior a 200 MPa y la tensión de rotura no inferior a 300 MPa, de espesor mínimo de 2,50 mm, con pestañas conformadas en frío de tal forma que el ancho máximo no exceda de 457 mm. Las pestañas deben permitir realizar la unión apernada desde el interior y tanto la sección de dichas planchas como las juntas longitudinales apernadas con traslape, deben cumplir con las propiedades indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 653-1
Propiedades de las planchas de acero con 2 pestañas

Espesor plancha	Área (cm ² /cm)	Momento de Resistencia	
		Inercia (1)	
2.5	0.32	0.75	
3.0	0.39	0.91	
3.5	0.45	1.08	
4.0	0.52	1.25	
4.5	0.59	1.41	
5.0	0.65	1.58	
5.5	0.72	1.74	
6.0	0.78	1.91	

(1) Deberá ser uniforme en toda la sección de la plancha.

Las planchas contarán con un galvanizado por inmersión en caliente con un recubrimiento de zinc mínimo de 915 g/m².

Las planchas se apernarán entre sí con pernos y tuercas de # 5 x 3,18 cm, también galvanizadas.

Todos los pernos, tuercas y arandelas tendrán un recubrimiento de zinc de 380 g/m² mínimo.

653.03 Procedimiento de trabajo.

Mediante un levantamiento topográfico del sector, se realizará el replanteo en terreno, definiendo el eje del túnel a ejecutar, así como los puntos de inflexión de las bocas de inspección, cámara, etc.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 268 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



En caso que el perfil del terraplén permita el ataque directo, se mantendrán tres anillos fuera del talud, respetando la nivelación del Proyecto. Este conjunto se bloqueará lateralmente para impedir su desplazamiento. Luego, se efectuará la excavación del frente de ataque dando inicio a la instalación. De no ser posible este procedimiento, será necesario el empleo de piques de ataque verticales. En este caso, se ubicarán puntos convenientes para los pozos de ataque para materialización del túnel. Estos serán revestidos y apuntalados perimetralmente en los casos en que, a juicio del Contratante, se encuentre comprometida la estabilidad de las paredes del pozo. Esta estructura debe proporcionar un área suficiente como para alojar en posición adecuada el volumen de material excavado, permitiendo la extracción vertical del mismo. Además, la estructura tendrá pórticos de sustentación para las vías metálicas, que permitirán el transporte vertical del material desde el fondo del pozo con una noria eléctrica especial como transporte horizontal hasta el lugar específico de carga de los camiones.

De ser necesario, en el fondo del pozo se excavará un reservorio donde se colocará una bomba para extraer el agua subterránea, si existiese. Como el pozo se situará en la cota más baja, el agua de infiltración fluirá hacia el reservorio desde las paredes del pozo y el tramo del túnel. La bomba tendrá una llave automática con disyuntor a nivel, para conectarla y desconectarla automáticamente a medida que el nivel del agua de infiltración se eleve en el reservorio existente en el fondo del pozo.

Los tramos de túnel se ejecutarán a partir de los pozos de ataque, aproximadamente uno cada 100 m, de ser necesario, siguiendo el alineamiento del Proyecto. A medida que se realiza la excavación manual o mecanizada, se comenzará presentando en el frente de excavación, un anillo metálico con la forma de la estructura. El techo del anillo soportará la bóveda de tierra proveniente de la excavación y servirá de guía para el montaje de un nuevo anillo del túnel. La remoción del material de excavación, podrá efectuarse por medio de vagonetas que descarguen en un balde para ascenso vertical.

Durante el montaje del nuevo anillo, la cámara de trabajo queda con el frente apuntalado por la plancha y el techo de la excavación sustentado por la parte superior del anillo a modo de encofrado. Después de montado el anillo del túnel, la repetición de nuevas series de operación permitirá montar nuevos anillos y así sucesivamente. Cada anillo tendrá un ancho de 0,457 m y se compondrá de determinado número de planchas de acero corrugado galvanizado según las dimensiones de la Sección de la alcantarilla.

El túnel deberá tener un diámetro mínimo de 1,2 m y satisfacer lo establecido en el Código Sísmico y en el Código de Cimentaciones de Costa Rica en versiones vigentes. Los anillos se sujetarán a los adyacentes por medio de pernos y tuercas galvanizadas de # 5 x 3,18 cm, distribuidos a lo largo de las pestañas laterales de los anillos. Las planchas de cada anillo se unirán con pernos y tuercas de la misma medida. Los pernos serán de cuello cuadrado y se proveerán con arandela de presión para mantener el cuello cuadrado del tornillo en la perforación de la plancha, también cuadrada, permitiendo apretar la tuerca desde el interior.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 269 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



El espesor de la plancha será determinado por los documentos del Proyecto, de modo de resistir carga móvil tipo HS-20 según las especificaciones AASHTO Estándar, además de la carga muerta debida a la cuña de suelo sobre la generatriz superior del túnel.

Las planchas para armar el conducto serán de tipo pestañado simple. Las planchas llevan pestañas en un solo extremo. Las planchas se colocarán según el plano de armado que deberá proveer el fabricante del material.

Se colocarán los pernos de cabeza cuadrada en el extremo plano de las planchas con la cabeza hacia afuera y se mantendrán en posición presionando la arandela plana. En el perno correspondiente al agujero central de cada unión de plancha se colocará, a los efectos de que la tuerca se apoye sobre una superficie plana, una arandela media caña según planos del Proyecto. Una vez completado el armado del primer anillo, se comenzará con el armado del segundo anillo, de la misma manera pero desplazado respecto del anterior en una longitud equivalente a dos espacios de separación entre agujeros, de la brida de unión entre anillos. De esta forma las costuras longitudinales quedarán alternadas. El tercer anillo se coloca en la misma posición que el primero. Los pernos con cabeza hexagonal se colocarán en los agujeros de las bridas. A efecto de poder acomodar las planchas, los pernos, no deberán ajustarse a fondo hasta no haberse armado cuatro anillos.

El armado de la estructura se deberá realizar en forma escalonada, comenzando por las planchas superiores. Dicho escalonamiento tendrá que seguir el talud natural de carga cuidando que nunca se exceda de 4 anillos sin completar. Si durante la ejecución de las obras se encontrasen obstáculos de cualquier tipo o características no previstas que dificultasen la instalación normal de los módulos o secciones, exigiendo procedimientos especiales para su extracción, el Contratista deberá proponer al Contratante, un método distinto u obras complementarias, que permitan continuar con la instalación.

Para un correcto funcionamiento final de la estructura, se deberá llenar con un mortero, todos los intersticios entre las paredes de la excavación y la estructura metálica cada cuatro anillos a lo más. Esta operación es fundamental para una adecuada transmisión de esfuerzos. Se tendrá especial cuidado en perfilar lo más exacto posible la geometría del anillo de planchas de manera de minimizar las cantidades de mortero necesarias para este trabajo. Se proveerán planchas cada 2 anillos, con un agujero para inyección de 38,1 mm de diámetro, en coincidencia con el tercio superior del anillo. El mortero se inyectará a través de estos agujeros. Para la inyección, se deberá utilizar una bomba con presión máxima de inyección de 0,3 MPa. También, se rellenarán los huecos eventualmente existentes entre la superficie externa del revestimiento metálico y el fondo.

El mortero de inyección tendrá una composición de 13 kg de cemento, 54 litros de agua, 200 cm³ de plastificante y 237 kg de arena para un volumen de mortero terminado de 250 litros.

Finalizada la construcción del túnel se dispondrá, de una protección inferior de concreto con una resistencia de 100 kg/cm², en una longitud al menos igual a un cuarto del



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

diámetro del anillo en el fondo del túnel, de altura tal que no sobresalga la corrugación de la plancha.

La etapa de ejecución del túnel y previo a la inyección de mortero, deberá ir rigurosamente acompañada por verificaciones de nivel, alineamiento y control de forma, ya que una vez materializada la inyección, el conducto quedará en su posición definitiva, siendo muy difícil cualquier corrección posterior.

El personal encargado del montaje deberá realizar mediciones en terreno, por medio de instrumentos simples, en cada segmento de túnel ya ejecutado. En una segunda etapa, con un desfase nunca superior a 10 segmentos de anillo, el Contratista realizará un estudio y un levantamiento planimétrico del eje del túnel en ejecución, registrando esos valores para control y orientación.

Los trabajos de preparación del terreno para la construcción de la obra, ya sea mediante ataque directo o a través de pozos, se considerarán incluidos en el Precio Unitario del pago.

Finalmente, el Contratista deberá restituir los frentes de ataque del túnel a su condición original, incluyendo rellenos compactados y toda otra actividad necesaria a plena satisfacción del Contratante.

653.04 Bases de medición y pago.

(a) Tubos de metal corrugado en túnel.

La unidad de medida será el metro (m) lineal de alcantarilla en túnel instalada, la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. El ítem incluye el suministro de planchas, accesorios y pernos; extracción del material de excavación, incluyendo las labores de agotamiento si fuera necesario; remoción y retiro de alcantarilla existente, si corresponde; provisión y rellenos con mortero y todos los trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

En este punto se deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de acuerdo a los diámetros o dimensiones de los tubos utilizados, según defina el Contratante.

Sección 701.) CEMENTO HIDRÁULICO

701.01 Cemento Portland y cemento de mampostería.

El cemento fabricado debe cumplir con lo prescrito en la Tabla 701-1 como sigue:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 271 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



No se usará diferente tipo de cemento o marca, o cemento de diferente fábrica, sin aprobación.

Especificaciones para el cemento Portland

AASHTO REFERENCIA:

T 89	Finura del cemento (por turbidímetro)
T 105	Composición química del cemento
T 106	Resistencia a la compresión del mortero de cemento
T 107	Expansión del cemento en autoclave
T 127	Muestreo del cemento
T 131	Tiempo de fragua (aguja de Vicat)
T 137	Contenido de aire del mortero de cemento
T 153	Finura del cemento (permeámetro)
T 154	Tiempo de fragua (aguja de Gilmore)
T 186	Endurecimiento inicial del cemento

ASTM: C 186	Calor de hidratación del cemento
C 219	Terminología relacionada con el cemento
C 226	Incorporadores de aire en el cemento
C 452	Expansión potencial del mortero de cemento expuesto a la acción de sulfatos
C 465	Proceso de adición de aire incorporado
C 563	Determinación de la cantidad óptima de SO_3 en el cemento

El cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico RTCR 383: 2004, Cementos Hidráulicos. Especificaciones, contenido en el Decreto Ejecutivo No. 32253-MEIC, publicado en la Gaceta No. 49 del 10 de marzo del 2005 y sus reformas.

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.

701.02 Cemento de mortero.

El cemento de mortero será preparado conforme la norma ASTM C 1329, tipo N, S, o M.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 272 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 273 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Sección 703.) AGREGADOS



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

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 M 80, clase E y AASHTO M 43, No. 3, 4, 5, 7, 57 ó 67.

(b) Tuberías para subdrenajes sin geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las especificaciones AASHTO M 6, excepto que la prueba de disgregabilidad (sanidad) no sea requerida.





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. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210	52 mín.
(b) Peso unitario de una canasta de gavión llena 1600 kg/m ³	3 mín.
(c) Granulometría	
(1) Canastas de 0,3 m o mayores en la dimensión vertical	
Dimensión máxima	200 mm
Dimensión mínima	100 mm
(2) Canastas menores de 0,3 m en la dimensión vertical	
Dimensión máxima	150 mm
Dimensión mínima	75 mm

705.02 Rocas para protección de taludes (Escolleras).

Se deberá suministrar roca angular dura y durable que sea resistente al intemperismo a la intemperie y la acción del agua y que esté libre de material orgánico y de desecho. No se deberán usar bolones, esquisto o roca con incrustaciones de esquisto o rocas que puedan ser quebradas en piezas más pequeñas durante el proceso de manipulación y ubicación. La roca deberá cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Gravedad específica aparente, AASHTO T-85	2,50 mín.
(b) Absorción, AASHTO T-85	4,2 % mín.
(c) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210	52-50 mín.
(d) Granulometría por clase especificada	Tabla 705-1

No podrán usarse bloques, lutitas o rocas con vetas suaves.

Comentario [p165]: No se incluye en el FP03

Tabla 705 - 1

Requerimientos para la Granulometría de rocas para protección de taludes

- (1) Se suministrará la granulometría que asegure un peso estable y denso.
- (2) El volumen de la roca con las dimensiones aproximadas deberá ser aproximadamente igual al peso de la roca aquí especificado.
- (3) Se suministrará un tamaño de roca que tenga una relación ancho y espesor de por lo menos un tercio de su longitud.



Tabla 705 - 1

Requerimientos para la Granulometría de rocas para protección de taludes

Tipo	Porcentaje de roca por peso	Peso kg	Dimensión aproximada mm (2) (3)
1	20	10 a 15	150 a 200
	30	5 a 10	125 a 150
	40	0.5 a 5	50 a 125
	10 (1)	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 (1)	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 (1)	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 (1)	0 a 10	0 a 150
5	20	700 a 1000	650 a 7000
	30	350 a 700	500 a 650
	40	25 a 350	200 a 500
	10 (1)	0 a 25	0 a 200
6	20	850 a 1600	700 a 850
	30	500 a 850	550 a 700
	40	50 a 500	250 a 550
	10 (1)	0 a 50	0 a 250

(1) Se suministrará la granulometría que asegure un peso estable y denso.

(2) El volumen de la roca con las dimensiones aproximadas deberá ser aproximadamente igual al peso de la roca aquí especificado.

(3) Se suministrará un tamaño de roca que tenga una relación ancho y espesor de por lo menos un tercio de su longitud.

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

Table 705-1
Gradation Requirements for Riprap

Class	Percent of Rock by Mass	Mass (kg)	Approximate Cubic Dimension ⁽²⁾⁽³⁾ (mm)
1	20	10 to 15	150 to 200
	30	5 to 10	125 to 150
	40	0.5 to 5	50 to 125
	10 ⁽¹⁾	0 to 0.5	0 to 50
2	20	25 to 50	200 to 250
	30	10 to 25	150 to 200
	40	1 to 10	75 to 150
	10 ⁽¹⁾	0 to 1	0 to 75
3	20	100 to 150	350 to 400
	30	50 to 100	250 to 350
	40	5 to 50	125 to 250
	10 ⁽¹⁾	0 to 5	0 to 125
4	20	250 to 350	450 to 500
	30	100 to 250	350 to 450
	40	10 to 100	150 to 350
	10 ⁽¹⁾	0 to 10	0 to 150
5	20	700 to 1000	650 to 700
	30	350 to 700	500 to 650
	40	25 to 350	200 to 500
	10 ⁽¹⁾	0 to 25	0 to 200
6	20	850 to 1600	700 to 850
	30	500 to 850	550 to 700
	40	50 to 500	250 to 550
	10 ⁽¹⁾	0 to 50	0 to 250

(1) Furnish spalls and rock fragments graded to provide a stable dense mass.

(2) The volume of a rock with these cubic dimensions has a mass approximately equal to the specified rock mass.

(3) Furnish rock with breadth and thickness at least one-third its length.

Comentario [p166]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

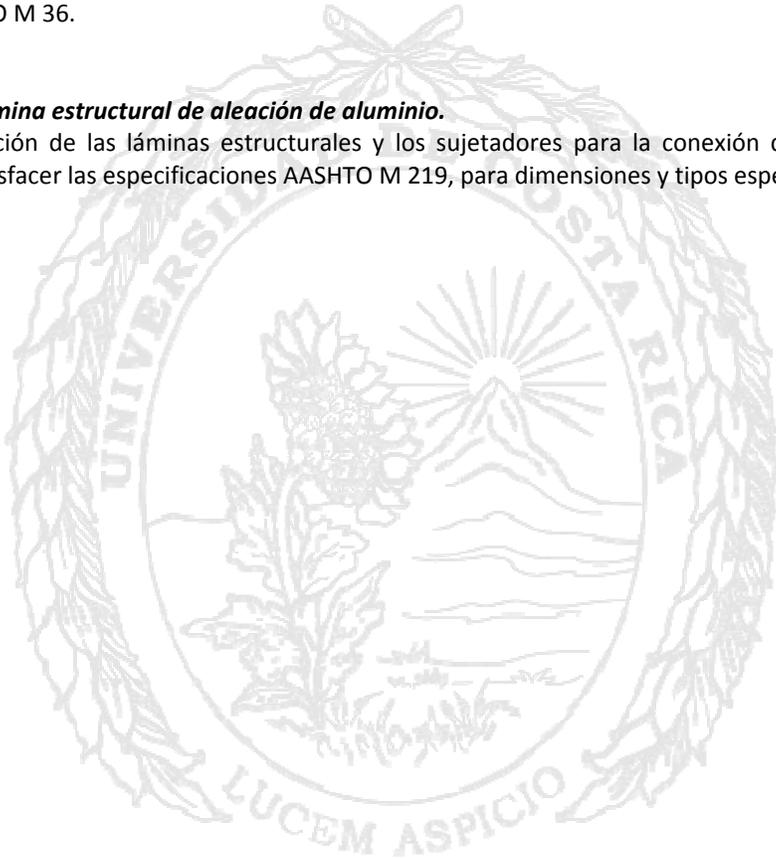
707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio.

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196, sobre dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de aluminio, debe fabricarse con un espesor mínimo de 1,22 milímetros. Se puede usar cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M 36.

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 M 219, para dimensiones y tipos especificados.



Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 278 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



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 el Contratante 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 max.
- Otros recubrimientos 350 g/L max.

(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, etc).
- 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, sin presentar tendencias de goteo o derrames, al usarla sobre superficies verticales lisas de acero.
- Secado con un acabado uniforme y liso, libre de rugosidades, grumos, irregularidades 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

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 279 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



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 pagandose. Cuando en el Contrato se hace referencia a una especificación, norma o método de prueba, aprobado por AASHO, 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 se hubiesen corregido, podrán ser utilizados una vez que el ingeniero lo autorice.

Comentario [p167]: No se incluye en el FP03

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 M 300 tipo II |
| (b) Imprimador de vinil | MIL-P-15328 o SSPC No. 27 |
| (c) Cubiertas de uretano alifático | USPS-C-644 tipo I |



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

- (d) Cubiertas de látex acrílico
- (e) Recubrimiento epóxico

SSPC No. 24
MIL-P-24441 o SSPC No. 22

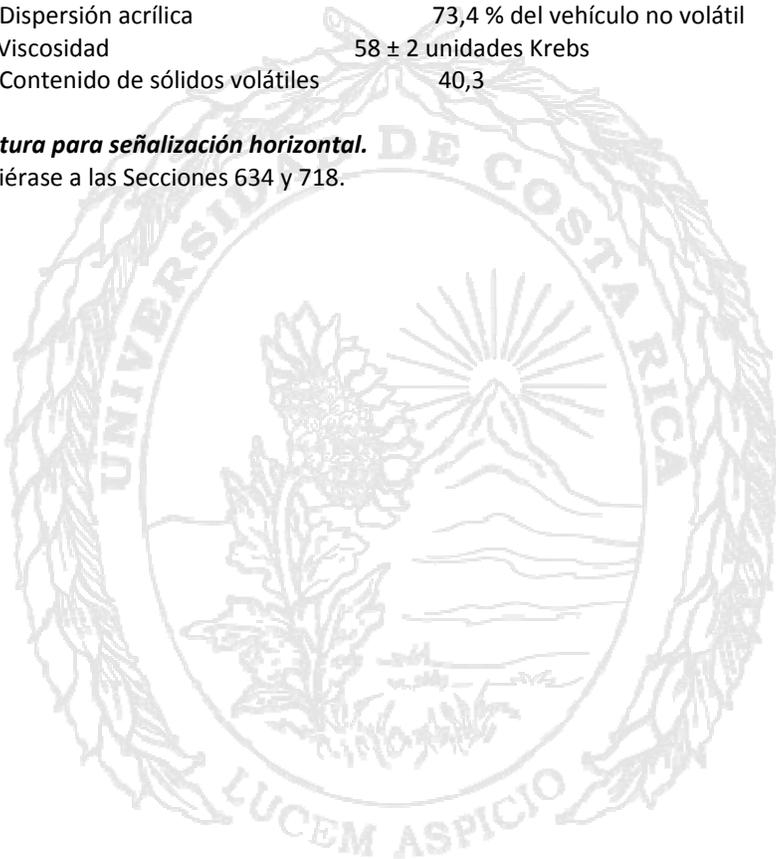
708.06 Pintura penetrante.

Debe cumplir con lo siguiente:

- (a) Medición de agua en material base, ASTM G 23 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 para señalización horizontal.

Refiérase a las Secciones 634 y 718.



Sección 709.) ACERO DE REFUERZO Y CABLES

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 281 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



709.01 Acero de refuerzo.

(a) General. Cada embarque de acero que se reciba en el Proyecto debe contar con la siguiente información:

- (1) Nombre y localización de la trefilería (laminadora)
- (2) Proceso de manufactura
- (3) Número de fabricación en horno
- (4) Dimensiones
- (5) Especificaciones
- (6) Copia de las pruebas físicas y análisis químicos
- (7) Consignación y destino de embarque

(b) Barras de refuerzo. Barras deformadas obtenidas de lingotes de acero grado 40 (420 MPa), conforme a AASHTO M 31M, M 42M, ó M 53M.

(c) Barras de refuerzo cubiertas con epóxico. Deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 284M.

Se inspeccionarán las barras de refuerzo después de su limpieza y se rechazará cualquiera que contenga rebabas, astillas o costras. Las barras se seleccionarán en fábrica, para evitar atrasos innecesarios, antes de colocar el recubrimiento epóxico.

El recubrimiento epóxico colocado sobre el acero de refuerzo, debe estar certificado en cuanto a su adherencia según CRSI.(Concrete Reinforcing Steel Institute).

(d) Barras tensoras. Las barras pasadoras y los tirantes deben fabricarse con acero deformado, de lingotes grado 40 (420 MPa), conforme a lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, excepto que no se deberá emplear acero relaminado para las barras pasadoras que tengan que ser dobladas y nuevamente enderezadas durante la construcción.

(e) Tornillos de gancho. Deben fabricarse de acero liso, de lingotes grado 40 (420 MPa), conforme lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, laminados con un roscador M14, que pueda cortar una rosca para tuerca capaz de sostener una carga axial de 67 kilonewtons.

(f) Barras para Dovelas. Deben fabricarse con barras lisas, libres de rebabas u otra deformación restrictiva para el libre movimiento dentro del concreto, deberán satisfacer la especificación AASHTO M 254, tipo A o B. Se pintará la mitad de cada dovela con una capa de pintura, ~~cuando~~ Cuando la pintura esté seca e inmediatamente antes de colocarla, la mitad pintada se lubricará antes de colocarla, para evitar la adherencia.

Para juntas de expansión, deberá colocarse un tubo de expansión o capuchón en el extremo pintado de cada barra para dovela usada en las juntas de expansión (de 50 ± 5 mm.). Dichos capuchones o camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25mm desde el extremo de la dovela.

Como lubricante de las dovelas tipo B podrá usarse un asfalto rebajado de curación rápida, o una emulsión asfáltica de curación media, o grafito en polvo en suspensión. En las dovelas pintadas de tipo A, no se necesita lubricante.



~~Las juntas~~ Los ensamblajes de dovelas acabadas-acabados no deberán desviarse más de 6 milímetros de su alineación horizontal y vertical durante la colocación del concreto, para permitir el movimiento irrestricto de las losas de pavimento.

Se usará alambre conforme a la especificación AASHTO M 32M, para la armadura de ensamble el ensamblaje de las dovelas. Se pintará la armadura de el ensamble de las dovelas con la misma pintura que se use en las para dovelas. Se repintará cualquier daño en la pintura.

(g) Alambre de acero corrugado. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 225M.

(h) Malla soldada de barras alambres de acero lisaliso. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 55M.

(i) Malla engrapada. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 32M.

(j) Malla soldada de barras alambres de acero corrugadascorrugado. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 54M.

(k) Colchonetas de alambre tejido. Deberá ajustarse a los requisitos de ASTM A 706M.

(i) Barras de acero de baja alineación corrugado. Deberá ajustarse a los requisitos de ASTM A 706M.

709.02 Cable de acero acordalado.

Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 30, 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:

- Torones de alambre de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M 204M tipo BA ó WA.

- Torones de alambre trenzado, compuesto por 7 alambres, de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M 203M grado 270.

- Barras de alta resistencia a la tensión, AASHTO M 275M 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.

Comentario [p168]: Stress-relieves

Comentario [p169]: Stress-relieved



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Se entregarán previamente al Contratante, 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.

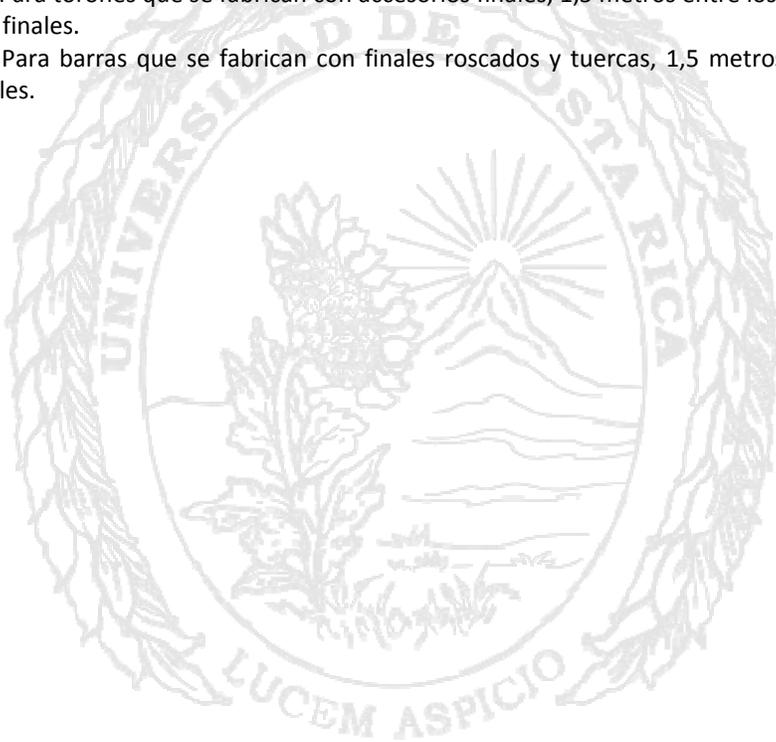
(b) Para postensado. Muestras de las siguientes longitudes:

(1) Para alambre que requiera cabeceo, 5 metros.

(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 metros por grupo.

(3) Para torones que se fabrican con accesorios finales, 1,5 metros entre los herrajes o accesorios finales.

(4) Para barras que se fabrican con finales roscados y tuercas, 1,5 metros entre las roscas finales.





712.02 Mortero para juntas

El mortero consistirá en una parte de cemento Portland y dos partes de arena aprobada y el agua necesaria para obtener la consistencia requerida. El cemento Portland y la arena deben satisfacer las Subsecciones 701.01 y 703.01 respectivamente. El mortero se deberá emplear dentro de los 30 minutos siguientes a su preparación. Cuando sea indicado, se deberá proporcionar incluso de aire.

Comentario [LGA171]: El FP03 solo menciona que se debe usar dentro de 30 minutos y que debe estar acorde a la sección 712.05

712.05. Mortero para apoyos y juntas de mampostería

Mortero tipo I. Proporciones de acuerdo a la norma ASTM C270. El mortero puede ser premezclado o mezclado en sitio, se debe utilizar solo cemento de albañilería tipo M o S.

Comentario [LGA172]: Mortero tipo I no se menciona en el CR

Mortero tipo II. Se debe proveer el mortero según lo siguiente.

(a) Materiales. Cuando el contrato contiene otras obras de concreto, se podrá usar el mismo cemento en el mortero, que debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- | | |
|--|---------------------------------|
| (1) Cemento mampostería/cemento Portland | Subsección 701.01 |
| (2) Agregado fino | Subsección 703.01 o AASHTO M 45 |
| (3) Cal (hidratada) | Subsección 725.03 |
| (4) Puzolanas | Subsección 725.04 |
| (5) Agua | Subsección 725.01 |

(b) Composición. Consiste en la mezcla de una parte de cemento de mampostería o cemento Portland con aire incorporado, con dos partes de agregado fino, por volumen. Se podrá agregar cal hidratada o ceniza en una cantidad que no exceda el 10 % del cemento, por peso. En el caso de aire incorporado, el aditivo debe estar de acuerdo con la Sección 552.

(c) Esfuerzo a la compresión. El esfuerzo a la compresión uniaxial del mortero a los 28 días de colado, debe resistir 14 megapascales, probado de acuerdo a AASHTO T 22 y 23, excepto las muestras cilíndricas con una relación longitud/diámetro de 2 a 1.

Comentario [LGA173]: Todos son requisitos del mortero tipo II descrito en el FP03, información presentada en forma distinta al FP03



Sección 714.) MATERIALES GEOCOMPUESTOS Y GEOTEXTILES PARA DRENAJE

714.01 Geotextiles.

Para fabricar los geotextiles y sus costuras se deben usar polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos por al menos un 95 % de peso de poliolefinos o poliésteres. El producto debe formarse con una geometría estable, de tal manera que los cordones y filamentos retengan su posición y dimensión relativa respecto a los demás.

(a) Requisitos físicos. Los geotextiles especificados deben cumplir con las especificaciones dadas en las tablas siguientes:

- (1) Tipo I (A-F) Geotextil para drenaje sub-superficial Tabla 714-1
- (2) Tipo II (A-C) Geotextil para separación Tabla 714-2
- (3) Tipo III (A-B) Geotextil para estabilización Tabla 714-3
- (4) Tipo IV (A-F) Geotextil para control de erosión Tabla 714-4
- (5) Tipo V (A-C) Geotextil para barrera temporal Tabla 714-5
- (6) Tipo VI Geotextil para pavimentación Tabla 714-6

Todos los valores de propiedades del material -en esta especificación representan los valores medios mínimos para el rollo, en la dirección principal más débil (excepto para ~~la~~ apertura de las redes el tamaño de apertura aparente AOS). Por ejemplo, si se toman muestras de cualquier rollo de geotextil, el valor medio debe exceder los valores especificados. Los valores para ~~la~~ el tamaño de apertura aparente de la malla representan los valores promedio máximos para el rollo del material.

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.

(b) Procedimientos de evaluación. Los geotextiles serán evaluados conforme a la Subsección 107.03. Se debe suministrar un certificado comercial que incluya el nombre del fabricante, nombre del producto, código ~~e~~ tipo de estilo, 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 (código y tipo), espaciado de costura, tipo de máquina, tipo de costura, tipo de puntada, densidad de la puntada, reborde de la costura, etc. Si la producción de las costuras son cosidas en ambas direcciones, paralela a la maquina y perpendicular a ella, se debe proveer muestras de las costuras en las dos direcciones. Se debe suministrar una muestra de por lo menos 2 metros de longitud y 1,5 metros de ancho. Las costuras de las

Comentario [p174]: Tex ticket number



muestras deben realizarse con el mismo equipo y procedimiento que serán utilizadas en las costuras de producción. Para las costuras hechas en sitio, se deben seguir las recomendaciones del fabricante. Todas las costuras deben ser aprobadas previamente a la instalación del geotextil en la obra.

Tabla 714-1
Requisitos físicos para geotextiles de drenaje subterráneo

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50 % de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-1
Requisitos físicos para geotextiles de drenaje subterráneo

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo I-A (1)	Tipo I-B (1)	Tipo I-C (1)	Tipo I-D (1)	Tipo I-E (1)	Tipo I-F (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1100 / 700	1100 / 700	1100 / 700	800 / 500	800 / 500	800 / 500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	990 / 630	990 / 630	990 / 630	720 / 450	720 / 450	720 / 450
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	400 / 250	400 / 250	400 / 250	300 / 175	300 / 175	300 / 175
Resistencia a agujeros	D 4833	N	400 / 250	400 / 250	400 / 250	300 / 175	300 / 175	300 / 175
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	2750 / 1350	2750 / 1350	2750 / 1350	2100 / 950	2100 / 950	2100 / 950
Pemisividad	D 4491	s ⁻¹	0,5	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1
Abertura aparente	D 4751	mm	0,45	0,25 (2)	0,22 (2)	0,45 (2)	0,25 (2)	0,22 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición					

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50 % de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).
 (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
 (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Comentario [p175]:
 • Mal traducido puncture strength: Resistencia al punzonamiento
 • Faltan superíndices
 • Valores distintos a los del FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 714-1
Physical Requirements for Subsurface Drainage Geotextile

Property	Test Method ASTM	Units	Specifications ⁽¹⁾					
			Type I-A	Type I-B	Type I-C	Type I-D	Type I-E	Type I-F
Grab strength	D 4632	N	1100/700	1100/700	1100/700	800/500	800/500	800/500
Sewn seam strength	D 4362	N	990/630	990/630	990/630	720/450	720/450	720/450
Tear strength	D 4533	N	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	300/175	300/175	300/175
Puncture strength	D 4833	N	400/250	400/250	400/250	300/175	300/175	300/175
Burst strength	D 3786	kPa	2750/1350	2750/1350	2750/1350	2100/950	2100/950	2100/950
Permittivity	D 4491	s ⁻¹	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1
Apparent opening size	D 4751	mm	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾
Ultraviolet stability	D 4355	%	50 % after 500 hours of exposure					

(1) The first values in a column apply to geotextiles that break at < 50 percent elongation (ASTM D 4632). The second values in a column apply to geotextiles that break at ≥ 50 elongation (ASTM D 4632).

(2) Maximum average roll value.

(3) The minimum average roll tear strength for woven monofilament geotextile is 245 N.

Comentario [p176]: Tabla FP03

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

Tabla 714-2

Requisitos físicos para geotextiles de separación

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.



Tabla 714-2

Requisitos físicos para geotextiles de separación

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo II-A (1)	Tipo II-B (1)	Tipo II-C (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1400 / 900	1100 / 700	800 / 500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	1260 / 810	990 / 630	720 / 450
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	500 / 350	400 / 250	300 / 180
Resistencia a agujeros	D 4833	N	500 / 350	400 / 250	300 / 180
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	3500 / 1700	2700 / 1300	2100 / 950
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0,02	0,02	0,02
Abertura aparente	D 4751	mm	0,60 (2)	0,60 (2)	0,60 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 2-45 Newtons.

Comentario [p177]:

- Mal traducido puncture strength: Resistencia al punzonamiento
- Falta superíndices

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 714-2
Physical Requirements For Separation Geotextile

Property	Test Method ASTM	Units	Specifications ⁽¹⁾		
			Type II-A	Type II-B	Type II-C
Grab strength	D 4632	N	1400/900	1100/700	800/500
Sewn seam strength	D 4632	N	1260/810	990/630	720/450
Tear strength	D 4533	N	500/350	400 ⁽³⁾ /250	300/180
Puncture strength	D 4833	N	500/350	400/250	300/180
Burst strength	D 3786	kPa	3500/1700	2700/1300	2100/950
Permittivity	D 4491	s ⁻¹	0.02	0.02	0.02
Apparent opening size	D 4751	mm	0.60 ⁽²⁾	0.60 ⁽²⁾	0.60 ⁽²⁾
Ultraviolet stability	D 4355	%	50% after 500 hours of exposure		

(1) The first values in a column apply to geotextiles that break at < 50 percent elongation (ASTM D 4632). The second values in a column apply to geotextiles that break at ≥ 50 percent elongation (ASTM D 4632).

(2) Maximum average roll value.

(3) The minimum average roll value.

(3) The minimum average tear strength for woven monofilament geotextile is 245 N.

Comentario [p178]: Tabla FP

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Tabla 714-3
Requisitos físicos para geotextiles de estabilización

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50 % de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.



Tabla 714-3

Requisitos físicos para geotextiles de estabilización

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo III-A (1)	Tipo III-B (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1400 / 900	1100 / 700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	1260 / 810	990 / 630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	500 / 350	400 / 250
Resistencia a agujeros	D 4833	N	500 / 350	400 / 250
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	3500 / 1700	2700 / 1300
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0,05	0,05
Abertura aparente	D 4751	mm	0,43 (2)	0,43 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición	

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50 % de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Comentario [p179]:

- Mal traducido puncture strength: Resistencia al punzonamiento
- Falta superíndices

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 714-3
Physical Requirements For Stabilization Geotextile

Property	Test Method ASTM	Units	Specifications ⁽¹⁾	
			Type III-A	Type III-B
Grab strength	D 4632	N	1400/900	1100/700
Sewn seam strength	D 4632	N	1260/810	990/630
Tear strength	D 4533	N	500/350	400 ⁽³⁾ /250
Puncture strength	D 4833	N	500/350	400/250
Burst strength	D 3786	kPa	3500/1700	2700/1300
Permittivity	D 4491	s ⁻¹	0.05	0.05
Apparent opening size	D 4751	mm	0.43 ⁽²⁾	0.43 ⁽²⁾
Ultraviolet stability	D 4355	%	50% after 500 hours of exposure	

(1) The first values in a column apply to geotextiles that break at < 50 percent elongation (ASTM D 4632). The second values in a column apply to geotextiles that break at ≥ 50 percent elongation (ASTM D 4632).

(2) Maximum average roll value.

(3) The minimum average tear strength for woven monofilament geotextile is 245 N.

Comentario [p180]: Tabla FP03

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

Tabla 714-4
Requisitos físicos para geotextiles de control permanente de erosión

- (1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% a mayor elongación (ASTM D 4632).
- (2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.
- (3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.



Tabla 714-4

Requisitos físicos para geotextiles de control permanente de erosión

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo IV-A (1)	Tipo IV-B (1)	Tipo IV-C (1)	Tipo IV-D (1)	Tipo IV-E (1)	Tipo IV-F (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1400 / 900	1400 / 900	1400 / 900	1100 / 700	1100 / 700	1100 / 700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	1260 / 810	1260 / 810	1260 / 810	990 / 630	990 / 630	990 / 630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	500 / 350	500 / 350	500 / 350	400 / 250	400 / 250	400 / 250
Resistencia a agujeros	D 4833	N	500 / 350	500 / 350	500 / 350	400 / 250	400 / 250	400 / 250
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	3500 / 1700	3500 / 1700	3500 / 1700	2700 / 1300	2700 / 1300	2700 / 1300
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0,7	0,2	0,1	0,7	0,2	0,1
Abertura aparente	D 4751	mm	0,34	0,25 (2)	0,22 (2)	0,34 (2)	0,25 (2)	0,22 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición					

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% a mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Comentario [p181]:

- Mal traducido puncture strength: Resistencia al punzonamiento
- Falta superíndices
- Valores distintos a los del FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro





Table 714-4
Physical Requirements for Permanent Erosion Control Geotextile

Property	Test Method ASTM	Units	Specifications ⁽¹⁾					
			Type IV-A	Type IV-B	Type IV-C	Type IV-D	Type IV-E	Type IV-F
Grab strength	D 4632	N	1400/900	1400/900	1400/900	1100/700	1100/700	1100/700
Sewn seam strength	D 4632	N	1260/810	1260/810	1260/810	990/630	990/630	990/630
Tear strength	D 4533	N	500/350	500/350	500/350	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250	400 ⁽³⁾ /250
Puncture strength	D 4833	N	500/350	500/350	500/350	400/250	400/250	400/250
Burst strength	D 3786	kPa	3500/1750	3500/1750	3500/1750	2750/1350	2750/1350	2750/1350
Permittivity	D 4491	s ⁻¹	0.7	0.2	0.1	0.7	0.2	0.1
Apparent opening size	D 4751	mm	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾	0.43 ⁽²⁾	0.25 ⁽²⁾	0.22 ⁽²⁾
Ultraviolet stability	D 4355	%	50 % after 500 hours of exposure					

(1) The first values in a column apply to geotextiles that break at <50 percent elongation (ASTM D 4632). The second values in a column apply to geotextiles that break at ≥ 50 elongation (ASTM D 4632).

(2) Maximum average roll value.

(3) The minimum average roll tear strength for woven monofilament geotextile is 245 N.

Comentario [p182]: Tabla FP03

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) + Cuerpo, 12 pto,
Color de fuente: Negro

Tabla 714-5

Requisitos físicos para barandas temporales de limos

- (1) Valor máximo promedio del rollo
- (2) Valor en la ruptura cuando la elongación es igual o mayor de 50 % (ASTM D 4632)
- (3) Valor en la ruptura cuando la elongación es menor que el 50 % (ASTM D 4632)



Tabla 714-5

Requisitos físicos para barandas temporales de limos

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo V-A (1)	Tipo V-B (2)	Tipo V-C (3)
Resistencia al agarre. Dirección máquina	D 4632	N	400	550	550
Dir. Cruzada			400	450	450
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0,05	0,05	0,05
Abertura aparente	D 4751	mm	0,60 (1)	0,60 (1)	0,60 (1)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	70 % después de 500 horas de exposición solar		
Espaciamiento máximo entre postes		m	1,20	1,20	1,20

(1) Valor máximo promedio del rollo

(2) Valor en la ruptura cuando la elongación es igual o mayor de 50 % (ASTM D 4632)

(3) Valor en la ruptura cuando la elongación es menor que el 50 % (ASTM D 4632)

Comentario [p183]:

- Tipo v-A no lleva superíndice
- Se agrupa dirección máquina y dirección cruzada. Valor superior para el de la máquina, inferior para la cruzada
- No se incluye el espaciamiento en el FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 714-5
Physical Requirements For Temporary Silt Fence

Property	Test Method ASTM	Units	Specifications		
			Type V-A	Type V-B ⁽²⁾	Type V-C ⁽³⁾
Grab strength	D 4632	N			
Machine direction			400	550	550
Cross direction			400	450	450
Permittivity	D 4491	s ⁻¹	0.05	0.05	0.05
Apparent opening size	D 4751	mm	0.60 ⁽¹⁾	0.60 ⁽¹⁾	0.60 ⁽¹⁾
Ultraviolet stability	D 4355	%	70% after 500 hours of exposure		

(1) Maximum average roll value.

(2) Elongation at break \geq 50 percent elongation (ASTM D 4632).

(3) Elongation at break < 50 percent elongation (ASTM D 4632).

Comentario [p184]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Tabla 714-6

Requisitos físicos para tejido de pavimentación

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 295 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



Tabla 714-6

Requisitos físicos para tejido de pavimentación

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo VI
Resistencia al agarre	ASTM D 4632	Newtons	500
Elongación última	ASTM D 4632	Newtons	50% en la ruptura
retención de asfalto	Texas DOT renglón de pago 3099	L/m ²	0.90
Punto de fusión	ASTM D 276	°C	150

Comentario [p185]:

- Cambia formato
- Especificación diferente al FP03
- Falta la propiedad de masa por unidad de área

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

Table 714-6
Physical Requirements For Paving Fabric

Property	Test Method	Units	Specifications Type VI
Grab strength	ASTM D 4632	N	500
Ultimate elongation	ASTM D 4632	%	50% at break
Asphalt retention	ASTM D 6140	L/m ²	0.90
Mass per unit area	ASTM D 5261	g/m ²	140
Melting point	ASTM D 276	°C	150

Comentario [p186]: Tabla FP03

Con formato: Fuente: (Predeterminado) +Cuerpo, 12 pto, Color de fuente: Negro

714.02 Drenes geocompuestos

El ~~canal central~~ núcleo de drenaje debe estar ~~envuelto-adherido~~ o encapsulado por ~~el un geotextil grenante sub-superficial~~. 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.

Para el ~~canal~~ núcleo de drenaje se deben usar materiales con polímeros sintéticos de cadenas largas compuestos por al menos 85 % por peso de polipropileno, poliéster,



poliamida y cloruro de polivinilo, poliolefino o poliestireno. Se construirá ~~un canal central el núcleo~~ con láminas, paneles o rollos de resistencia adecuada para soportar los esfuerzos de instalación y las condiciones de carga a largo plazo. El ~~espesor del canal central núcleo~~ se formará por medio de columnas, conos, ~~protuberancias, cúspides~~, redes, filamentos rígidos u otras configuraciones.

Los drenes geocompuestos deben tener una resistencia mínima a compresión de 275 kilopascales, al ser ensayados de acuerdo con la norma ASTM D 1621, 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 ~~canal central 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 a la Sección 107.03. Las muestras del material deben ser de 1 metro por 1 metro de sección cuadrada, para material suministrado en láminas. Si se suministra en rollos, la muestra debe ser de un metro 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 ~~canal central núcleo~~ deben estar interconectados ~~en todo momento~~ para toda su altura. ~~Este canal El núcleo~~ envuelto ~~en con el~~ geotextil debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho, según la norma ASTM D 4716, con las siguientes condiciones:

1. El espécimen debe tener ~~300-350~~ mm de longitud
2. La carga aplicada será de ~~69-50~~ kilopascales
3. La gradiente será de ~~0,1 1,0~~
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 ~~canal central núcleo~~, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o se facilite el movimiento al ~~colocarlo manipularlo~~ o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua, ~~o un sistema de sellado~~ en caliente ~~para soldar~~, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde ~~se desea que~~ haya flujo ~~de agua constante~~.

Si se usa ~~soldadura sellado~~ en caliente, se tendrá cuidado de no debilitar el geotextil ~~en por debajo de sus valores de resistencia requeridos sus propiedades de resistencia~~. Se extenderá el geotextil por debajo del ~~canal central 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 dentro del drenaje laminar~~ deben estar ~~interconectados en todo momento para con~~ la



altura completa del ~~canal central núcleo~~. ~~Este canal El núcleo~~, con el geotextil laminado a un ~~de sus~~ lados, debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho, cuando sea ensayado de acuerdo con ASTM, D 4716, bajo las condiciones (1 a 5) que se anotaron en (a). La gradiente debe ser de 1,0.

Si la construcción ~~del núcleo~~ separa el canal de flujo en dos o más secciones, solamente se tomará en cuenta la tasa de flujo en la cara de entrada ~~de flujo~~, para determinar la aceptabilidad del sistema.

Se asegurará muy bien el geotextil al ~~canal central núcleo~~, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o que se facilite el movimiento al ~~colocarlo manipularlo~~ o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua, o un sistema ~~de sellado~~ en caliente ~~para soldar~~, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde ~~se desea que~~ haya flujo ~~de agua~~ constante.

Si se usa ~~soldadura sellado~~ en caliente, se tendrá cuidado en no ~~afectar las propiedades del debilitar el~~ geotextil ~~por debajo los valores~~ de resistencia ~~requeridos~~. Se extenderá el geotextil por debajo del ~~canal central 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 ~~la~~ ~~entrada de el~~ flujo en ambos lados. El ~~centro núcleo~~ del drenaje, con ~~su el~~ geotextil en sitio, debe permitir un flujo mínimo de 3 litros por segundo por metro de ancho, si se prueba con la norma ASTM, D 4716, bajo las condiciones (1) a (5) de la parte (a), ~~excepto que el gradiente debe ser de 0,1~~.

Si el geocompuesto ~~principal del núcleo~~ 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 desfogues de los drenes de borde deben ser de tubería plástica no perforada, que cumpla con la Subsección 706.08.

El cemento solvente que se usa para la tubería de desfogue y los conectores, debe cumplir con la norma ASTM D, 2564. La composición del material para los conectores de desfogue debe ser compatible con soldadura solvente de PVC.



Sección 715.) PILOTES



715.01 Pilotes de madera sin tratar.

Los pilotes de madera sin tratar deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 168.

Los pilotes deben suministrarse con las dimensiones especificadas en el contrato. Además deben colocarse abrazaderas de acero cada 3 metros de longitud centro y, a las 75, 150, y 300 milímetros de la punta y adicionalmente dos abrazaderas a los 600 milímetros de la parte posterior primeras 3 cada 75mm de los extremos del pilote. Se deben utilizar abrazaderas de 32 milímetros de ancho por 0,8 milímetros de grosor fabricadas de acero laminado en frío, tratado con calor, de alta resistencia con una capacidad de al menos 22 kilo newtons.

Se debe sujetar las abrazaderas con clips asegurados prensándolos dos veces en su longitud con un sellador tipo mezcla. Los clips se deben fabricar de 57 milímetros por 0,9 milímetros de espesor de acero. La junta del clip debe desarrollar al menos 75 % de la capacidad en tensión de la abrazadera, las abrazaderas darán la vuelta al pilote una vez y serán tensadas por maquinas para tensionar, de mano o eléctricas.

Comentario [p187]: Se establece en esta sección las especies de madera utilizable para este tipo de pilotes, sin embargo estas corresponden a especies propias de Estados Unidos, por lo tanto se optó por no nombrarlas

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 cartel de licitación, 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 M 133. Conforme a la AASHTO M133 y a la sección 715.01 para condiciones de las abrazaderas de acero.

Se debe utilizar el método de presión descrito en el estándar C1 de AWPA, se debe aplicar el tratamiento a los pilotes después que el proceso de aserrado es terminado. Debe aparecer grabado en símbolos legibles el nombre de la compañía que realizó el tratamiento, el tipo y año del tratamiento de acuerdo a los estándares M1 y M6 de AWPA

Comentario [p188]: Párrafo no incluido en el CR-2010

715.03 Pilotes de concreto.

El concreto deberá satisfacer los requisitos de la Sección 552, y será de la Clase A (AE), a no ser que en los planos se indique otra cosa. Los pilotes pretensados deben cumplir con Sección 553.



Las varillas de refuerzo, de acero de lingote y el de riel ~~(relaminado)~~, deberán satisfacer los requisitos de la Sub_sección 709.01. El acero para pre_esforzado deberá satisfacer los requisitos de la Sub_sección 709.03.

Se deben utilizar formaletas de metal, plywood o madera preparada, impermeable, rígida y alineada, se debe utilizar además un pedazo de chaflán de 25 milímetros en todas las esquinas de las formaletas.

Los pilotes se deben producir separados o en caso de tener pilotes alternos en una planta, los pilotes alternos se deben colar al menos 4 días después del colado del pilote adyacente. Los pilotes adyacentes deben ser separados con papel de brea o cualquier otro material de separación adecuado. El concreto se debe colar monolíticamente en una operación continua para prevenir la formación de hormigueros y cualquier otro defecto. Las formaletas deben mantenerse en su lugar al menos 24 horas.

Los pilotes deben ser rectos, de modo que si se traza una línea en cualquier cara de la punta al otro extremo, esta línea no está a más de 25 milímetros de la cara del pilote en cualquier punto. La superficie del pilote debe ser suave, pareja y libre de defectos.

Se deben remover los ganchos de levantamiento al menos hasta 25 milímetros por debajo de la superficie de concreto y rellenar los huecos con concreto. Se da acabado de clase 1 a la cara de cada pilote de acuerdo con la sección 552.16. Se deben curar los pilotes de acuerdo a la sección 552 y 553 según corresponda.

Si se realizan cilindros de prueba de concreto de acuerdo a la sección 552, no se deben mover los pilotes hasta después que las pruebas de capacidad a compresión a los 28 días indiquen que se ha alcanzado un 80% de la capacidad de diseño.

Si no son realizadas cilindros de prueba de concreto las pilas no se deben mover hasta que hayan sido curadas por al menos 14 días a una temperatura mínima de 15°C o 21 días a una temperatura mínima de 4°C. En caso de utilizar cemento de alta resistencia a temprana edad los elementos no deben moverse antes de un periodo de 7 días de curado.

Comentario [p189]: Texto faltante en el CR2010, se agrego del FP03

715.04 Cascos de acero.

Los cascos de acero deberán tener suficiente resistencia y rigidez para permitir su hinca y evitar la distorsión perjudicial causada por las presiones del terreno o por la hinca de pilotes contiguos, mientras son rellenados con concreto. Los cascos deberán estar

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 300 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



suficientemente ajustados para que no penetre el agua durante la colocación del concreto. El diámetro de la punta no menor de 8 pulgadas (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.

Comentario [p190]: Este párrafo no está en el documento FP03.

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:

(a) — (a) Conchas de acero hincadas sin usar un mandril. ~~Se deben suministrar conchas segmentadas de acero~~ Para pilotes cónicos de concreto formados en sitio se deben proveer corazas con un mínimo de 300 mm de diámetro en su parte superior y 200 mm mínimo en la punta, para ~~fabricar pilotes de concreto en sitio~~ pilotes de diámetro constante hechos en sitio se deben proveer corazas de acero de al menos 270mm de diámetro nominal.

Las corazas deben ser fabricadas de láminas de no menos de 4,5 mm conforme al ASTM A36M, estas pueden ser soldadas en espiral, de forma longitudinal y pueden ser cónicas o de sección constante. Se deben sellar las puntas

(b) — (b) Conchas de acero hincadas usando un mandril. Se deben suministrar conchas de suficiente resistencia y espesor para resistir el proceso de hinca sin daños, además y distorsión dañina y pandeo debido a 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 de acero.

Se deben suministrar tubos de acero que cumplan lo siguiente:

Tubo de acero para ser llenado de concreto	ASTM A 252 grado 2
Placas de cierra para pilotes cerrados	AASHTO M 183M
Puntos cónicos de refuerzo para cierre de punta	AASHTO M 103M
Tubos no soldados y soldados sin relleno	ASTM A 252 grado 2

Comentario [p191]: En el FP03 se referencia a la norma ASTM A 36M

Comentario [p192]: En el FP03 se referencia a la norma ASTM M 103M

Ni las placas de taponamiento ni las soldaduras que las sujetan deberán sobresalir más allá del perímetro de las puntas de los pilotes.

Comentario [p193]: Texto no aparece en el FP03



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 M 183 (ASTM A36), no se permite el uso de acero fabricado con el proceso de ácido Bessemer.

Para acero estructural de soporte de cobre, se deben proveer aceros con porcentajes entre 0,20 y 0,35 por ciento de cobre.

~~con tal que, cuando las disposiciones especiales indiquen acero estructural cuprífero, contengan no menos de 0,20 por ciento ni más de 0,35 por ciento 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.~~

Comentario [p194]: Se encuentra como acero Copper-bearing, se optó por la descripción mostrada, sin embargo no hay certeza de esta

Comentario [p195]: Comentario no aparece en el documento FP03

715.07 Tablestacas.

Las tablestacas de acero que se suministren deben cumplir con la norma AASHTO M 202M o M 223M. Para otros tipos de tablestaca, se deben cumplir las especificaciones particulares del material. Las juntas a construir entre paneles deben ser impermeables.

Comentario [p196]: Se referencia la norma ASTM A572M en el FP03

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 A 27M.

Comentario [p197]: Se referencia la norma AASHTO M103M en el documento FP03

715.09 Traslapes.

Los traslapes de pilotes de tubo de acero o de secciones "H" deben cumplir con la norma AASHTO M 183M.

Comentario [p198]: Se referencia la norma ASTM A 36M en el documento FP03



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 M 168.

716.02 Herraaje

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

Se debe provver la madera de acuerdo a la sección 716.01, realizando todos los cortes dimensionales y hoyos antes del tratamiento a presión

La madera estructural, la aserrada, y el pilotaje que tenga que ser tratado deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 133. Se deben tratar las piezas tratadas de madera laminada de acuerdo con los estándares AWPA C14 y C28 El tipo de tratamiento que se empleará será indicado en los planos o en las disposiciones especiales, se debe utilizar el mínimo de retención del preservativo presentado en los planos.

Se deben tatar la madera de acuerdo con la publicación de la "Western Wood Preservers Association" "Best Management Practices for the Use of Treated Wood in Aquatic Enviroments".

Comentario [LGA199]: El FP03 no presenta sección alguna con este título, sin embargo presenta en su sección 706.01 la sección para madera estructural no tratada y las normas coinciden con la presentada en el CR y el AASHTO

Comentario [LGA200]: No corresponde al tema de tratamiento de maderas

Comentario [LGA201]: No se incluyen los comentarios agregados en el CR. No se incluyo en la corrección un párrafo requiriendo la aprobación del comité de aprobación de maderas de los Estados Unidos



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Se debe proveer un certificado de producción para cada lote de madera tratada de acuerdo a la sección 106.03 indicando el preservativo utilizado, la penetración en milímetros, retención en kilogramos por metro cúbico (método de ensayo) y el “Best Management Practices” utilizado en el tratamiento de los miembros.

716.04 Madera Laminada Estructural Pegada (Adherida)

Se debe proveer madera laminada de uso estructural conforme con AITC 117. Fabricada de acuerdo a la combinación y grado indicados en el contrato. Los miembros de madera laminada se deben fabricar de acuerdo con ANSI/AITC A190.1, Madera Laminada Estructural pegada.

Se deben fabricar los miembros según la apariencia industrial, de 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.

Comentario [LGA202]: No se menciona

717.07 Recubrimiento galvanizado.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 304 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Se debe suministrar un recubrimiento galvanizado conforme a la norma AASHTO M 111 cuando sea especificado.

717.09 Mallas de acero para piso.

Estas mallas deben cumplir la norma AASHTO M 270M 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.

Comentario [LGA203]: El FP03 especifica la norma ASTM D 5484, tipo I

Comentario [LGA204]: No se menciona en el FP03

717.11 Aleación de aluminio para uso estructural.

Los materiales de aluminio estructural deberán satisfacer los requisitos que indiquen los planos del proyecto.

717.12 Rieles de aleación de aluminio para puentes.

El material debe cumplir con las especificaciones aplicables de la Tabla 717-2.

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 717-1.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

718.05 Tableros de aluminio.

Las láminas llenarán los requisitos de la Norma ASTM B 209 M, aleación 6061-T ó 5052 H-38. Las láminas tendrán un recubrimiento superficial que provea una base satisfactoria para el material laminado o pintura reflectiva, que será aplicada después. Ese tratamiento químico de conversión impartirá, además, resistencia contra la corrosión. Dicho recubrimiento se ajustará a la Norma ASTM B449-67, Clase 2 (12-30 mg/m²). Los tableros con tamaño de 750 x 750 mm o menores, deberán ser de láminas de aluminio de 2 mm de espesor; para tamaños mayores, se usará lámina de 3mm de espesor.

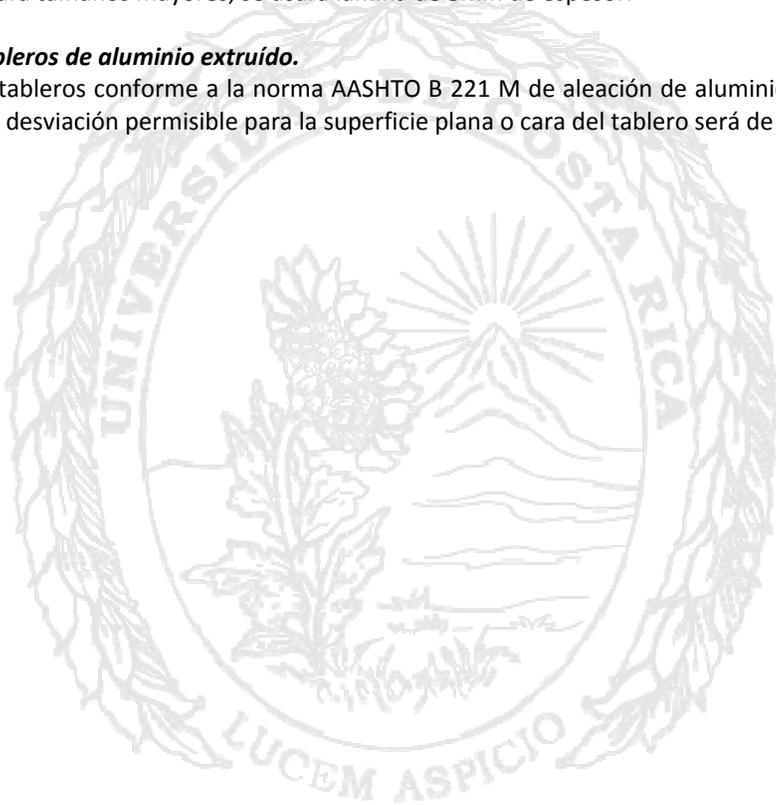
718.07 Tableros de aluminio extruído.

Se usarán tableros conforme a la norma AASHTO B 221 M de aleación de aluminio 6063-T6. La máxima desviación permisible para la superficie plana o cara del tablero será de 4 mm/m.



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA





Sección 720.) MATERIALES PARA MUROS ESTRUCTURALES Y TERRAPLENES ESTABILIZADOS

Comentario [p205]: Material

720.01 Materiales para muros.

(a) Revestimiento con paneles de concreto. Conforme a la Sección 552 y a lo siguiente:

(1) Se usará concreto de cemento Portland clase A (AE) con resistencia mínima a la compresión uniaxial de 30 Mpa, a los 28 días.

(2) El encofrado y la obra falsa deberán soportar plenamente las cargas los elementos hasta que el concreto alcance, como mínimo, una resistencia a la compresión de 7 Mpa, conforme la Subsección 552.11 y la sección 562. Las unidades podrán retirarse transportar e instalarse 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 a la Subsección 552.16 y su parte trasera se debe codlear para eliminar distorsiones 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) Con un punzón trazador, se anotará 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 desastillamiento, decoloración, agrietamiento, fractura y los esfuerzos excesivos de pandeo. 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:

(a) Dimensiones del panel. Posición de los dispositivos de conexión del panel, dentro de los 25 mm. Todas las otras dimensiones, dentro de los 5 mm.

(b) Escuadría del panel. La esquadría, determinada por la diferencia entre dos diagonales, no deberá exceder 13 mm.

(c) Acabado superficial del panel. Los defectos en superficies lisas de 1,5 metros de longitud o más, no excederán de 3 mm. Los defectos en superficies con acabado texturado de 1,5 metros de longitud o más, no excederán de 8mm.

Serán rechazados los paneles de concreto que muestren los siguientes defectos:

- Indicaciones de moldeo imperfecto.
- Indicaciones de hormigueros o open texture concrete.
- Grietas y roturas o astillamientos severos.
- Variación de color en su cara frontal debido a exceso de aceite en los moldes o a otras razones.

Comentario [p206]: No se cual es la traducción.

(b) Revestimiento con malla de alambre. La malla deberá fabricarse con alambre soldado MW 40 x MW 15, de acuerdo con AASHTO M 55 M, excepto que la sección 7.4 aplica para los alambres longitudinales y transversales de cualquier tamaño. excepto que el El valor del cortante promedio no será menor de 450 kilopascales. Después de fabricado el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

Comentario [p207]: No se incluye en el FP03

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 307 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



(c) Colchón de respaldo. Deberá fabricarse con tela de alambre soldado MW10 x MW10 mínimo, que cumpla con AASHTO M 55M, excepto que la sección 7.4 aplica para los alambres longitudinales y transversales de cualquier tamaño. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(d) Grilletes o conectores de abrazadera. Serán fabricados con alambre de acero laminado o extruído en frío que cumpla con AASHTO M 32M y soldado de acuerdo con AASHTO M 55M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(e) Barras conectoras. Serán fabricadas de alambre de acero laminado o extruído en frío, que cumpla con AASHTO M 32. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(f) Pernos fijadores o sujetadores. Los pernos tendrán 13 milímetros de diámetro, cabeza hexagonal, tuercas, y arandelas que cumplan con AASHTO M 164M. Serán galvanizados de acuerdo a AASHTO M 232.

(g) Malla de acero. Será fabricada con tela de alambre de acero galvanizado, tejida o soldada, con aberturas cuadradas de malla de 7 milímetros máximo, que cumplan con ASTM A 740.

(h) Malla de refuerzo. Será fabricada con alambre de acero laminado o extruído en frío, que cumpla con AASHTO M 32M. Se soldará al alambre de malla y terminada de acuerdo con AASHTO M 55M. Después de fabricada, el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

Se debe reparar todo daño en el revestimiento galvanizado, antes de ser instalado.

(i) Cintas o tiras de refuerzo. Serán fabricadas con acero estructural de alta resistencia, de aleación pobre que cumpla con AASHTO M 223M de grado 450, tipo 3. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(j) Cintas o tiras de amarre. Serán fabricadas de acero laminado en caliente, que cumpla con ASTM A 570 M, grado 50. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

720.02 Gaviones y colchonetas.

(a) Malla para canastas. Se retorcerá o soldará la malla fabricada con alambre de acero galvanizado que cumpla con ASTM A 641 M, clase 3 ó con alambre de acero aluminizado que cumpla con ASTM A 809. Se usará alambre que tenga una resistencia mínima a la tensión de 415 Mpa, cuando se le ensaya de acuerdo con ASTM A 370 AASHTO T 244. 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 y de un tamaño menor que la roca con que se rellenarán la canasta, gavión o colchoneta.

(1) Canasta de gavión con dimensión vertical de 30 cm o más.

Se fabricará la canasta con malla de alambre galvanizado o revestido con aluminio, de 3 mm de diámetro nominal o más. Las mallas para canastas revestidas con PVC, serán de alambre de 2,7 mm de diámetro nominal o más.



(a) Mallas con alambre retorcido. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme, doblemente retorcida como mínimo, o de triple torsión para que no se deshilen 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.

(b) 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 2600 N, sin que haya valores de menos de 2000 N. Para canastas revestidas con PVC, se soldará cada conexión en tal forma que se obtenga una resistencia mínima promedio al cortante en la soldadura de 2100 N, sin que haya valores de menos de 1600 N.

Las canastas de los gaviones se fabricarán de las dimensiones requeridas, con una tolerancia, de $\pm 5\%$. 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.

(2) Canasta de gavión con dimensión vertical menor de 30 cm. La malla será fabricada con alambre de diámetro nominal no menor de 2,2 mm.

(a) Mallas de Alambre Retorcido. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme doblemente ~~retorcida~~ como mínimo, o de triple torsión para que no se deshilen los bordes. ~~Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio~~ amárrese el borde del perímetro de cada panel, con alambre de ~~3,9~~ 2,7 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.

(b) 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.

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 $\pm 10\%$ 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.

(3) Canastas revestidas con PVC. Se deberá usar un revestimiento ligado a fusión o extruido para revestir la malla galvanizada o recubierta con aluminio.



El revestimiento deberá cumplir con lo siguiente:

- (a) Color negro o gris
- (b) Espesor 0,38 mm mín.
- (c) Gravedad específica, ASTM D 792 1,20 a 1,40
- (d) Resistencia a la tensión, ASTM D 638 M 15,7 MPa mín.
- (e) Módulo de elasticidad, ASTM D 638 M 13.7 Mpa mín. a 100 de fatiga
- (f) Dureza – ademe “A” ASTM D 2240 75 mín.
- (g) Temperatura de fragilidad ASTM D 746 - 9 ° C máx.
- (h) Resistencia al desgaste ASTM D 1242, 12 % máx.
Método B a 200 ciclos, CSI-A, pérdida de peso faja
desgastadora lija, grano 80.
- (i) Rociado con sal ASTM B 117 y exposición
sin efecto visual a la luz ultra violeta (c) $\Delta \otimes \boxtimes < 6 \%$
(ASTM D 1499 y G 23 (d) $\Delta \otimes \boxtimes < 25 \%$
usando aparato tipo E) (e) $\Delta \otimes \boxtimes < 25 \%$
y 63 ° C por 3000 horas (h) $\Delta \otimes \boxtimes < 10 \%$
- (j) Doblado al mandril, 360 ° a - 18 ° C, No se producen
alrededor de un mandril, quiebres ni grietas en el revestimiento
10 veces el diámetro del alambre.

(b) Sujetadores permanentes.

(1) 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.

(2) Amarre en espiral. ~~Se debe suministrar~~ Formado por alambre del mismo diámetro, tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.

(3) Sujetadores alternos alternativos. 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, cuando confinan la estructura del gavión o colchoneta. El Contratista suministrará los resultados de las pruebas de los sujetadores.

(c) Alambres internos de conexión. Se suministrará alambre de acuerdo a lo especificado en el inciso “ b, 1”, antes descrito, o de textura alterna, de acuerdo a lo especificado por el fabricante de la canasta.

720.03 Muros de cajas metálicas tipo cribas.

Las piezas serán fabricadas del tipo y clase de material especificados en los planos y especificaciones especiales, ajustándose a las siguientes normas o especificaciones.

- (a) Láminas de acero galvanizado AASHTO M 218



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

- (b) Láminas de aluminio AASHTO M 197 M
- (c) Láminas de fibra de acero aglutinada Subsección 707.09
- (d) Láminas de acero con revestimiento de aluminio AASHTO M 274
- (e) Pernos y tuercas ASTM A 307, grado A

Se deben suministrar cabezas y tuercas hexagonales sin arandelas o con dos arandelas planas. Las arandelas deben fabricarse de láminas planas en forma circular, de 3,3 mm de grueso, incluyendo el recubrimiento, con agujeros de diámetro de 1,6 mm más grandes que el diámetro del perno. Los pernos, tuercas y arandelas deberán ser galvanizados de acuerdo con AASHTO M 232.



Sección 722.) MATERIAL PARA ANCLAJE

Comentario [p208]: Material



722.01 Anclajes para post-tensión.

Se deben suministrar anclajes de postensión que sean capaces de mantener al acero de preesfuerzo con la carga producida por el esfuerzo de no menos que 95% del esfuerzo de tensión mínimo garantizado para el acero de preesfuerzo.

Se debe usar una placa de distribución de acero u otro ensamblaje para lograr una distribución eficiente de los esfuerzos de compresión del dispositivo de anclaje hacia el concreto.

Si el dispositivo de anclaje es lo suficientemente largo y se emplea junto a una malla de acero embebida en el concreto, la placa de distribución o ensamblaje puede ser omitido, conforme lo siguiente:

- (a). La unidad final del esfuerzo de compresión en el concreto, directamente debajo de la placa o ensamblaje no debe exceder 21 MPa.
- (b). Los esfuerzos de flexión en las placas o ensamblajes inducidos por la fuerza del presfuerzo no debe exceder el punto de fluencia del material o causar distorsiones visibles en la placa del anclaje cuando el 100% de la carga última es aplicado.

Se deben suministrar dos dispositivos de anclaje (con placas de ensamblaje) para cada lado y tipo a ser utilizado.

722.02 Anclajes.

Deben suministrarse materiales que cumplan las siguientes normas.

(a) Tendones. Deben cumplir las disposiciones de las normas AASHTO M 203M, AASHTO M 275M y ASTM A 779 según el tipo de tendón.

- (1). Torón de acero sin recubrimiento compuesto por 7 alambres **stress-relieved** AASHTO M 203M para concreto presforzado
- (2). Barra de acero de alto rendimiento sin recubrimiento para concreto presforzado AASHTO M 275M
- (3). Torón de acero sin recubrimiento compuesto por 7 alambres **compacted stress-relieved** para concreto presforzado ASTM A 779 y AASHTO M 203M

Comentario [p209]: Stress relieved

Comentario [p210]: Compacted stress relieved

(b) Acopladores. Debe suministrarse acopladores que tengan capacidad mínima de desarrollar el 95% de la resistencia última especificada para el tendón.

(c) Forros laminares. Se deben suministrar tubos de polietileno, de polipropileno extruído, de polietileno extruído, de acero, de plástico, de cloruro de polivinilo o de epóxico según las especificaciones ASTM y AASHTO establecidas en el contrato.

(d) Grasa. La grasa a usar debe evitar la corrosión y brindar suficiente lubricación. Debe ser conforme con las normas establecidas en el contrato.



(e) Mortero. Se debe suministrar una mezcla bombeable de cemento Pórtland, arena, agua y aditivos preparado conforme a la Subsección 725.22. Se debe usar cemento tipo I, II y III que cumpla con la Subsección 701.01. Se pueden usar aditivos químicos siempre que cumplan con la Subsección 711.03 y se mezclen conforme lo recomienda el fabricante.

La lechada suministrada para anclajes debe ser capaz de alcanzar una resistencia en cubos de 25 MPa en 7 días (norma AASHTO T106). En el caso de suelo claveteado, se requiere una resistencia de 10,5 MPa a los 3 días y de 21 MPa a los 28 días.

Los cubos se prepararán de batidas de lechada seleccionadas al azar. Normalmente, un ensayo de la resistencia de los anclajes permentes no es requerida dado que el desempeño del sistema es medido ensayando cada anclaje. El ensayo de cubos de mortero es requerido si se utilizan aditivos o las pruebas de los anclajes muestran irregularidades.

(f) Espaciadores. Se deben suministrar espaciadores de tendones y alambres de cualquier material, excepto madera, que no produzcan deterioro del acero de post-tensión.

(g) Dispositivos de anclaje. Deben cumplir las normas AASHTO M 183M y AASHTO M 222M y las recomendaciones del Manual del Instituto de Postensión de Los Estados Unidos de América (PTI).

Para los tendones de torones, diseñe los dispositivos de anclaje para permitir pruebas de despegue sin que el gato hidráulico este actuando en el torón.

Para las placas de apoyo de los dispositivos de anclaje, se debe proveer las placas de acero de acuerdo con ASTM A 36M o A 588M.

Comentario [p211]: Lift-off testing

722.03 Pernos para roca.

Conforme a ASTM F 432

722.03 Varillas para suelo claveteado.

(a). Tendón. Debe suministrarse barras corrugadas de una de las siguientes:

- (1). Barra corrugada, grado 40 o 60 (420 MPa o 520 MPa) ASTM A 615
- (2). Barra corrugada, grado 150 (1035 MPa) ASTM A 722

Provea barras nuevas, rectas, continuas, sin daños y sin recubrimiento, recubiertas con epóxico o encapsuladas

(b). Acopladores. Debe suministrarse acopladores capaces de desarrollar la resistencia a la tensión última total de los tendones como se certifica por el fabricante.

(c). Recubrimiento de epóxico adherido por fusión. Aplicar un recubrimiento epóxico de acuerdo con ASTM A 775, con la excepción de los requerimientos de la prueba de flexión. Aplique electroestáticamente la cobertura a un espesor mínimo de 0,3 mm. El recubrimiento en el extremo de la pared de



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

PITRA

anclajes de las barras con recubrimiento epóxico puede ser omitido en la longitud provista para el enroscado de la tuerca contra la placa de apoyo.

- (d). Encapsulamiento. Debe suministrarse tubería de polietileno corrugada conforme a AASHTO M 252 o tubería de policloruro de vinilo (PVC) corrugada conforme a ASTM D 1784, clase 13464-B.



Sección 723.) REVESTIMIENTO DE TALUDES

723.01 Descripción.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 314 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Este trabajo consiste en la construcción de un revestimiento de concreto, ladrillos, bloques de mampostería, escombros o bloques de concreto celular colocado sobre un talud.

723.02 Materiales.

Los materiales deberán estar de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones.

Capa de base 704.09

Bloques celulares de concreto 725.10

Estructuras menores de concreto 601

Ladrillos de concreto 725.08

Bloques de mampostería de concreto 725.09

Geotextiles tipo IV 714.01

Mortero 725.22 (c)

Mortero para apoyos y juntas de mampostería 712.05

Unidades de concreto prefabricado 725.11 (f)

Mampostería de piedra 620

Capa superior de tierra vegetal 713.01(a) ó (b)

Acero de refuerzo 709.01 (h)

Requerimientos para la construcción

723.03 General.

Ubicar y compactar el material de cama con al menos tres pasadas de un compactador, rodillo o sistema vibratorio.

723.04 Geotextil.

Cuando el contrato lo requiere, ubicar los geotextiles de acuerdo con la subsección 207.05. Enterrar los 733 extremos para el anclaje. Clavar los sujetadores a intervalos de 1,5 m para sostener el geotextil en el lugar hasta que el recubrimiento es ubicado. Reemplazar o reparar el geotextil que ha sido rasgado o pinchado.

723.05 Revestimiento de concreto hidráulico.

Construir bases de apoyo. Ubicar malla electrosoldada en fábrica en el centro de la losa. La capa adyacente se debe construir al menos a 150 mm de la anterior.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 315 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Coloque el concreto de acuerdo con la Sección 601. Ubique las primeras losas en la parte inferior del talud. Construya juntas horizontales paralelas a la parte inferior del talud y juntas verticales perpendiculares a las juntas horizontales.

Construya juntas frías sin relleno de junta. El acabado superficial de la acera realícelo de acuerdo con la Subsección 552.14 (c). Afine los bordes de la losa y todas las juntas con una herramienta de 6 mm de radio.

723.06 Revestimiento de adoquín, mampostería de bloques de concreto, de piedra labrada o sin labrar.

Colocar los primeros adoquines, la mampostería de bloques o de piedra labrada y sin labrar, en la parte inferior del talud. Colocarlos en la cama de fundación con las caras planas hacia arriba y la mayor dimensión paralela a la base del talud. Coloque cada adoquín, mampostería de bloque (block) o de piedra labrada y sin labrar en su lugar. Aplique mortero en el lado expuesto en la cantidades que cuando el adoquín, mampostería de bloque (block) o de piedra labrada y sin labrar es ubicada y sujeta en su lugar, el mortero entre ambos elementos esté a 13 mm de cada uno y que no salga hacia arriba. Construya juntas de 13 mm de ancho entre los ladrillos y el bloque (block) de mampostería o menos, y para la piedra labrada de 25 mm o menos. Limpiar y remover todo el mortero que fluye hacia superficie. No deben quedar excesos de material.

723.07 Revestimiento con bloques celulares de concreto.

Ubique los primeros bloques en una trinchera o contra un anclaje adecuado en la parte inferior del talud. Ponga cada bloque perpendicular a la pendiente del talud y ubíquelos firmemente contra los bloques adyacentes. Aplique una lechada para llenar las juntas desalineadas o cambios en la pendiente.

Rellene con suelo vegetal las celdas de los bloques. Cuando lo requiera el contrato, colocar césped de acuerdo con la Sección 625.

723.08 Aceptación.

Los bloques celulares en las losas de concreto, los bloques de mampostería, el material para mortero y las mallas electrosoldadas deben ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El mortero debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver la Tabla 723-1 para el muestreo y requerimientos de ensayo.

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 316 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

El material de base debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Vea la Tabla 723-1 para el muestreo y los requerimientos de ensayo. La construcción de los revestimientos de taludes será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Los Geotextiles deberán ser evaluados de acuerdo con la Sección 207. La excavación y relleno serán evaluadas de acuerdo a la Sección 209.

El concreto será evaluado de acuerdo a la Sección 601.

Los escombros deben ser evaluados de acuerdo con la Sección 620.

El suelo vegetal debe ser evaluado de acuerdo con la Sección 624.

El césped debe ser evaluado según la Sección 625.

723.09 Medición.

La medida del revestimiento en taludes deberá hacerse por metro cuadrado. La medición del suelo vegetal deberá hacerse de acuerdo con la Sección 624.

La medición de la colocación del césped deberá hacerse de acuerdo con la Sección 627.

564

723.10 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, se pagarán por unidad de medida indicada en los renglones de pago descritos en la siguiente tabla. El pago será por toda la compensación indicada en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

El pago será hecho de acuerdo con lo siguiente:



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.723.01 Revestimiento de taludes con concreto	Metro cuadrado (m ²)
CR.723.02 Revestimiento de taludes con ladrillos	Metro cuadrado (m ²)
CR.723.03 Revestimiento de taludes con mampostería	Metro cuadrado (m ²)
CR.723.04 Revestimiento de taludes con piedra labrada o sin labrar	Metro cuadrado (m ²)
CR.723.05 Revestimiento de taludes con bloques de concreto celular	Metro cuadrado (m ²)

Tabla 723-1
Muestreos y Ensayos

Material o producto	Propiedades o carater.	Método de prueba o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de base	Granulometría Límite líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 cada 500 m ³	Sitio de producción o almacenamiento
Mortero	Especímenes de prueba, para esfuerzo de compresión ⁽²⁾	AASHTO T 23 AASHTO T22	1 muestra por instalación ⁽¹⁾	Sitio de trabajo

(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 725.) MATERIALES DIVERSOS



725.01 Agua

El agua se suministrará de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Agua para usar en la mezcla o curado del concreto, mortero o lechadas. Deberá estar de acuerdo a AASHTO M 157. Se deberá usar agua potable de calidad conocida, que esté de acuerdo con la norma AASHTO T 26. El agua potable es definida como segura para el consumo humano, según la autoridad de salud pública local
- (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 y cloruro de magnesio

(a) Cloruro de calcio para el control de polvo. Deberá estar de acuerdo con la norma AASHTO M 144 tipo S para el grado y clase especificada.

(a) Calcium chloride liquid. Conform to AASHTO M 144, type L for the specified concentration.

(b) Calcium chloride flakes. Conform to AASHTO M 144, type S, grade 1, 2, or 3, class A.

(c) Magnesium chloride. Furnish a brine solution conforming to the following:

(1) Magnesium chloride by mass 28% minimum

(2) Water by mass 72% maximum

(3) Specific gravity, AASHTO T 227 1.290 to 1.330

(b) Cloruro de magnesio. Deberá usarse de acuerdo a lo siguiente:

Cloruro de magnesio por peso 28 al 35 %

Agua por peso 65 al 72 %

Gravedad específica, ASTM D 1298 1,290 a 1,330

725.03 Cal

(a) Cal para mampostería. Se suministrará cal hidratado de acuerdo con la norma ASTM C 207 tipo N.

(b) Cal para estabilización del suelo y pavimentación. Deberá usarse de acuerdo a la norma AASHTO M-216.

Comentario [TWW212]: Así es como esta en el fp03 es decir que falta el punto a)



725.04 Puzolanas

Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Cenizas finas AASHTO M 295
- (b) Hierro baja escoria de alto horno AASHTO M 302 grado 100 o 200
- (c) Humos de silicio (microsilíce) AASHTO M 307

Comentario [TWW213]: Además Clase C o F en el (fp03)

Comentario [TWW214]: Además Grado 100 o 120 en el (FP03)

725.05 Relleno mineral

Debe estar de acuerdo con la norma AASHTO M 17.

725.06 Concreto prefabricado

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Concreto Sección 601
- (b) Acero de re refuerzo Subsección 709.01

725.07 Ladrillos de arcilla y lajas

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Ladrillo AASHTO M 91 grado SM
- (b) Ladrillo de construcción AASHTO M 114 grado SW

725.08 Ladrillos de concreto

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM C 55 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.

Comentario [TWW215]: Distinto al FP03 por diferentes condiciones de sismicidad en cada país

725.10 Bloques celulares de concreto

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM C 90 grado N-I o N-II, pesos normales, excepto al usar el concreto de acuerdo con la Sección 601. Conform to ASTM C 936 or C 1319.

Comentario [TWW216]: Distinto al FP03

Comentario [TWW217]: Esto es lo que dice en el fp 03

725.11 Anclajes prefabricados

- (a) Reinforced concrete manholes sections. Conform to AASHTO M 199M
- (b) Precast concrete barrier. Conform to ASTM C 825.
- (c) Reinforced concrete crib wall members. Conform to ASTM C 915.
- (d) Underground concrete utility structures. Conform to ASTM C 858.



- (e) Concrete water and waste water structures. Conform to ASTM C 913.
- (f) Solid concrete interlocking paving units. Conform to ASTM C 936.
- (g) Other precast concrete units not covered by the preceding requirements. Cast the units in substantial permanent steel forms. When reinforcing steel is required, conform to Section 709. Provide additional reinforcement as necessary for handling the units. Use concrete conforming to the following.
- (a) Secciones de concreto reforzado para pozos de registro. De acuerdo con AASHTO M199M.
- (b) Barreras prefabricadas de concreto. De acuerdo con ASTM C 825.
- (c) Miembros de concreto reforzado para muros de contención. Conforme con ASTM C 915.
- (d) Estructuras de servicio subterráneas de concreto. De acuerdo con ASTM C 858.
- (e) Estructuras de concreto para aguas y aguas residuales. De acuerdo con ASTM C 913.
- (f) Adoquines. De acuerdo con ASTM C 936.
- (g) Otros elementos de concreto no incluidos en la normativa precedente. Cast the units in substantial permanent steel forms. Cuando se requiere acero de refuerzo debe ser de acuerdo con la sección 709. Incorporar refuerzo adicional necesario para la manipulación de las unidades.

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Esfuerzo a 28 días, AASHTO T 22 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 M 170 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 metros cuadrados.

El concreto prefabricado reforzado deberá estar de acuerdo con la norma AASHTO M 199M.

725.12 Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras

Fabricate metal grates and covers to evenly bear on the frames. Correct bearing inaccuracies by machining. Assemble all units before shipment. Mark all pieces to facilitate reassembly at the installation site. Uniformly coat all castings with a commercial preservative according to the manufacturer's standard practice.

Fabricar rejillas y cubiertas para soportar de manera uniforme las armaduras. Corregir las inexactitudes o errores por mecanizado. Ensamblar todas las piezas antes del envío. Las

Comentario [TWW218]: Esto está en el FP03 pero no en el CR-2010

Comentario [TWW219]: Esto está en el FP03 pero no en el CR-2010

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 321 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------



piezas deben ser marcadas para facilitar su reensamblaje e instalación en sitio. Dar un recubrimiento uniforme a todos los encofrados con algún producto comercial de acuerdo con las prácticas estándar del fabricante. Se fabricarán escaleras de metal. Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Encofrados de acero AASHTO M 105
- (b) Encofrados de carbón AASHTO M 103M
- (c) Acero estructural AASHTO M 183M
- (d) Galvanizado AASHTO M 111M
- (e) Encofrados de acero maleable AASHTO A 47M
- (f) Escaleras de aluminio ASTM B 221M 6061 – T6
- (g) Encofrados de aluminio ASTM B 26M 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 M 36M. Las unidades de aluminio corrugado, deberán estar de acuerdo con la norma AASHTO M 196M. En el caso de los recubrimientos, deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Unidades de cobertor asfáltico AASHTO M 190 tipo A
- (b) Unidades de polímero AASHTO M 245M grado 250/250
- (c) Unidades de fibra Subsección 707.09737

725.14 Recubrimientos de protección del concreto

Furnish protective coatings for bridge decks, curbs, sidewalks, and concrete portions of bridge railings

Proveer revestimientos protectores de losas de puentes, bordillos, aceras y porciones de concreto en barandas de puentes.

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Aceite ASTM D 260 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 D 1785
- (b) Cemento como solvente en tubería ASTM D 2564

725.16 Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 322 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Comentario [TWW220]: Esta parte está en el FP03 y no en el CR-2010



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM D 2447 para las medidas de diseño y esfuerzos esperados.

725.17 Tubería de acero

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM A 74 clase SV.

725.18 Tubería de cobre

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM B 88M, type L for the designated sizes.

Comentario [TWW221]: Así está en FP03

725.19 Revestimiento de plástico

Se suministrará una película que tenga un espesor de 175 ± 25 micrómetros y de acuerdo con una de las siguientes opciones:

- (a) Película de plástico de cloruro polivinil ASTM D 1593 tipo II
- (b) Película de plástico de polietileno ASTM D 2103 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 T 210) 4,5 min

Comentario [TWW222]: En FP03 es 289

725.21 Adhesivos epóxicos de resina

De acuerdo la norma AASHTO M 235

725.22 Mortero

Suministrar morteros de acuerdo con los siguientes tipos o las especificaciones del contrato.

(a) Mortero de cemento hidráulico. Se suministrará una mezcla de cemento Pórtland, agregado fino, agua, aditivo de expansión, de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Esfuerzo de compresión a los 7 días, AASHTO T 106 4 MPa min
- (2) Flujo (FLH T 502 o ASTM C 939) 16 a 26 s

Suministrar la siguiente información con la certificación del producto:

- Certificaciones del fabricante del cemento
- Análisis químico y físico de las puzolanas
- Ensayos de laboratorio (1 día, 3 días, y 7 días para los esfuerzos, tiempos de flujo, encogimiento y expansión observada, y tiempo de fragua).



(b) Mortero de polímero. Suministrar un polímero y agregado fino mezclados en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero con un esfuerzo a la compresión mínimo de 25 MPa a las 4 horas de su elaboración.

(c) Mortero no-compresible. Conforme a la norma ASTM C 1107

(d) Mezcla de yeso (mortero). Conforme a lo siguiente:

- (1) Esfuerzo adhesivo, 28 días 2 MPa mín
- (2) Resistencia al congelamiento Sin aparición de grietas
ASTM C 666, método B, 300 ciclos
- (3) Intemperismo acelerado, 5000 horas Sin defectos visibles
- (4) Resistencia al rociado Sin deteriorarse y
sin pérdida de adhesión
- (5) Absorción, ASTM C 67 3,5 % máximo
- (6) Esfuerzo de flexión, ASTM C 348, 28 días 6,8 Mpa mín
- (7) Esfuerzo a la compresión, AASHTO T 106,
28 días 27,5 MPa mín

(e) Mortero de cemento Pórtland. Se suministrará una mezcla con 1 porción de cemento Pórtland por 3 de arena. Cuidadosamente se mezclarán con agua para producir un mortero.

(f) Neat hydraulic cement grout. Furnish a grout consisting of a mixture of hydraulic cement, water, and admixtures. Do not exceed a water/cement ratio of 0.44. Fly ash, if used, shall not exceed 20% of the cement by weight. Admixtures to reduce

water content, improve the flowability, control bleeding, or control shrinkage may be added according to the manufacturer's recommendations. Admixtures shall be free of chlorides, fluorides, sulphites, and nitrates.

(f) Cemento hidráulico con aditivos. Proveer de una lechada compuesta por una mezcla de cemento hidráulico, agua y aditivos. Que no exceda una relación agua cemento de 0.44. En caso de usarse cenizas volantes estas no deben exceder el 20% del peso del cemento. Los aditivos usados para reducir el contenido de agua en la mezcla, deben mejorar la fuides, controlar el sangrado, o controlar la contracción del material además deben ser adicionados según las instrucciones del fabricante. Estos aditivos deberán estar libres de cloruros, fluoruros, sulfitos y nitratos.

725.23 Reservada

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:

Informe No. LM-PI-UP-03-2013	Fecha del emisión: Enero, 2012	Página 324 de 325
------------------------------	--------------------------------	-------------------

Comentario [TWW223]: Distinto al FP03

Comentario [TWW224]: Esto está en el FP03 pero no en el CR-2010



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

- | | |
|--|---|
| (a) Peso por litro o galón, ASTM D 1475 | 38 kg mín. |
| (b) Sólidos por peso, ASTM D 2369 | 30% mín. |
| (c) Sólidos por volumen | 21 % mín. |
| (d) Tiempo de secado, ASTM D 1640 | 30 minutos a 21 °C y
50% de humedad máxima |
| (e) Cambio de color, ASTM D 822, 1000 h | Sin cambios apreciables |
| (f) Resistencia a los ácidos, álcalis, gasolina
y suspensiones minerales ASTM D 543 | excelente |
| (g) Transmisión de vapor de agua en el
interior del concreto, ASTM D 1653 | 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 |

Comentario [TWW225]: En FP03

725.25 Explosivos y accesorios de voladura

Sólo se usarán explosivos y accesorios con menos de un año de antigüedad. Explosives and initiating devices include, but are not necessarily limited to dynamite and other high explosives, slurries, water gels, emulsions, blasting agents, initiating explosives, detonators, and detonating cord.

Explosivos y detonadores incluyen, pero no se limitan necesariamente a dinamita y otros explosivos de alta potencia, suspensiones, geles de agua, emulsiones, agentes explosivos, explosivos detonadores, detonadores y cordón detonante.

725.26 Lechadas minerales

Se suministrará bentonita de sodio de origen comercial. Usar tamaños de granos minerales que permanezcan en suspensión con una viscosidad suficiente y características de gel en la mezcla.

Comentario [P226]: Está en el FP03 pero no en el CR-2010

725.27 Encofrados

Se suministrará un producto de alta calidad con elementos de unión fáciles de manipular. Las formaletas 739 que se usarán no compresionarán el concreto más de 6 mm a una tasa de 3650 kg por metro cuadrado.

725.28 Masilla de aluminio impregnado

Uso de acero deformado o fibrilado y fibras de propileno conforme a la norma FSS TT-C-598 grado 1.