



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0354-2021

Informe de Revisión de Normativa

Propuesta de actualización de la Sección 717 – Metal Estructural del manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2020



Puente sobre Río Virilla – Ruta Nacional 147

Preparado por:
Unidad de Puentes
Programa de Ingeniería Estructural

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica
Diciembre, 2021



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0354-2021

Fecha: 01 de diciembre de 2021

Página 2 de 27

Página intencionalmente dejada en blanco



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0354-2021		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Propuesta de actualización de la Sección 717 – Metal Estructural del manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2020		4. Fecha del Informe 01 de diciembre de 2021
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		
6. Notas complementarias Ninguna.		
7. Resumen Este informe sobre la actualización de la sección 717 – Metal Estructural del del Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2020, es un producto del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR, por solicitud de la Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT) mediante el Memorando LM-PI-UNAT-03-2021 con fecha de 29 de enero de 2021, de conformidad con las competencias asignadas al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) mediante la Ley n.º 8114 y su reforma mediante la Ley 8603.		
8. Palabras clave CR-2020, FP-14, AASHTO, construcción, especificaciones, puentes, UNAT	9. Nivel de seguridad:	10. Núm. de páginas 27
11. Diseño y elaboración: Ing. Francisco Rodríguez Bardía Programa de Ingeniería Estructural		
12. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Coordinador, Programa de Ingeniería Estructural	13. Aprobado por:	14. Revisión Legal por: Lic. Nidia Segura Jiménez Asesora Legal LanammeUCR



Página intencionalmente dejada en blanco



TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS	8
3. ALCANCES	9
4. DESARROLLO DE PROPUESTAS	9
5. COMENTARIOS FINALES	10
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
ANEXO 1	15



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0354-2021

Fecha: 01 de diciembre de 2021

Página 6 de 27

Página intencionalmente dejada en blanco



1. INTRODUCCIÓN

Este informe sobre la actualización de la sección 717 – Metal Estructural del Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2020, es un producto del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR, por solicitud de la Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT) mediante el Memorando LM-PI-UNAT-03-2021 con fecha de 29 de enero de 2021, de conformidad con las competencias asignadas al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) mediante la Ley n.º 8114 y su reforma mediante la Ley 8603.

El Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010, 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 en su versión del 2003 y de 1996, denominadas de aquí en adelante como el FP-03 y el FP-96, respectivamente.

Posteriormente, el Manual CR-2010 sufrió una actualización de algunas de sus secciones en el año 2020, denominada Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2020. Esta actualización toma en consideración la nueva versión del documento base titulado Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects en su versión del 2014, denominada de aquí en adelante como el FP-14, en conjunto con las disposiciones del documento titulado AASHTO LRFD Bridge Construction



Specifications 14th edition, 2017, denominado de aquí en adelante como el AASHTO Construcción 2017.

Este informe presenta una revisión de las especificaciones para la construcción de puentes incluidas en la división 700 del CR-2020 que no fueron actualizadas del CR-2010, específicamente la sección 717 – Metal Estructural.

La sección 717 del CR-2020 se revisó y comparó con el contenido original de FP-14 y el AASHTO Construcción 2017 con la intención de identificar y señalar las diferencias entre documentos.

También se realizó una comparación entre los documentos FP-96, FP-14 y FP-03, con el fin de determinar cuáles de las diferencias encontradas entre CR-2020 y los FP se deben a actualizaciones del estado del arte en la construcción de puentes.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este informe es actualizar las especificaciones contenidas en la Sección 717 – Metal Estructural del CR-2020 tomando como referencia el FP-14 y el AASHTO Construcción 2017.

Para realizar este trabajo se definieron los siguientes objetivos específicos:

- a) Revisar la traducción de la Sección 717 del manual CR-2020 con respecto a la incluida en el FP-14.
- b) Contrastar el contenido de la sección 717 del CR-2020 con la sección correspondiente en el FP-14 y en AASHTO Construcción 2017.



- c) Comparar el contenido de la sección 717 del FP-14 con versiones anteriores, FP-03 y FP-96.
- d) Presentar los hallazgos y las recomendaciones para la actualización de la sección 717 en un documento de Microsoft Word utilizando control de cambios.

3. ALCANCE

La sección cubierta en este informe es la denominada 717 – Metal Estructural. Los documentos contra los que se revisó la sección 717 fueron los FP-14, FP-03, FP-96 y el AASHTO Construcción 2017.

4. PROPUESTAS DE ACTUALIZACION

Las propuestas de actualización a la especificación CR-2020, se presentan en el Anexo 1 de este informe, mediante un documento de Microsoft Word con la herramienta del programa denominada “control de cambios”, para facilitar su seguimiento al lector.

Las secciones entre las cuales se hizo comparación, específicamente, son: la Sección 717 de CR-2020, Sección 717 de FP-14 y las Secciones 11, 12, 20 y 31 de AASHTO Construcción 2017.

El procedimiento seguido para la elaboración de las propuestas de actualización es el siguiente:



1. Se realiza una comparación entre el FP-14 y el Manual CR-2020 para detectar las diferencias entre ambas publicaciones
2. Se compara el CR-2020 también con los FP-03 y FP-96 para detectar cuáles de las diferencias encontradas en la comparación con el FP-14 se deben a actualizaciones del estado del arte en la construcción de puentes.
3. Con base en las diferencias encontradas, se propone la eliminación, inclusión o modificación de especificaciones del CR-2020 según se considere apropiado
4. Se compara el CR-2020 con AASHTO Construcción 2017 y se propone la inclusión o modificación de especificaciones del CR-2020 según se considere apropiado

5. COMENTARIOS FINALES

Todas las propuestas de actualización al CR-2020 mostradas en el anexo 1 de este informe son recomendaciones y queda bajo criterio de la UNAT definir cuáles serán las que formarán parte de la próxima versión de las especificaciones. Todas las propuestas están orientadas a un mejoramiento general de la sección del CR-2020 denominada: Sección 717 – Metal Estructural.

Se toma como base para la revisión las normas el FP-14 y AASHTO Construcción 2017 debido a que estas son las versiones más actualizadas y representan el estado del arte en cuanto a construcción de puentes.

Es oportuno mencionar que una actualización importante que presenta el FP-14 con respecto al FP-03 es la sustitución de las referencias a normas AASHTO por normas



ASTM, en especial para pernos de alta resistencia. Se recomienda realizar el mismo cambio para CR-2020.

Sumado a lo anterior, al realizar la revisión de FP-03, se observó que muchas traducciones de unidades USC a SI tenían redondeos a la unidad, situación que impedía tener igualdad de criterios entre ambos sistemas. Esto se corrige en el FP-14 y se recomienda aplicar el mismo cambio en CR-2020 según se muestra en el anexo 1 de este informe.

Adicionalmente, se detectó que el inciso 717.15 del CR-2020 estaba incluido en el FP -03 pero fue eliminado en el FP-14. El FP-14 colocó en la sección 712.01(g) la información de la sección 717,15 que estaba contenida en el FP-03. Se recomienda eliminar la sección 717,15 del CR-2020 y actualizar la sección 712 con el contenido del FP-14.

Finalmente, se observó que el CR-2020 contiene la tabla 717-03 sobre aleaciones de aluminio, la cual es una traducción de la tabla 717-03 incluida en el FP-96, y que fue eliminada en versiones posteriores. Se desconoce la razón de su eliminación, pero se observó que muchas referencias de la tabla están desactualizadas. En cambio, las versiones más recientes del FP contienen referencias del tema en el cuerpo del documento que sí son vigentes. Por lo tanto, se recomienda eliminar tabla 717-03 del CR-2020 e incluir las referencias vigentes en el cuerpo del documento, como se muestra en el anexo 1.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2017). *LRFD Bridge Construction Specifications, 4th Edition*. Washington, D.C.: AASHTO.

American Society for Testing and Materials. (2019). *Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch Dimensions 120 ksi and 150 ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830 MPa and 1040 MPa Minimum Tensile Strength*. Danvers: ASTM.

American Welding Society. (2015). *Structural Welding Code - Steel*. Danvers, MA: A.W.S.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. San José: MOPT.

U. S. Department of Transportation. (1996). *FP-96 Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects*. Washington, D.C.: Federal Highway Administration.

U. S. Department of Transportation. (2003). *FP-03 Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects*. Washington, D.C.: Federal Highway Administration.



U. S. Department of Transportation. (2014). *FP-14 Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects*. Washington, D.C.: Federal Highway Administration.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0354-2021

Fecha: 01 de diciembre de 2021

Página 14 de 27

Página intencionalmente dejada en blanco



ANEXO 1



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0354-2021

Fecha: 01 de diciembre de 2021

Página 16 de 27

Página intencionalmente dejada en blanco



SECCIÓN 717 METAL DE USO ESTRUCTURAL

717.01 Acero estructural

(a) Acero estructural con carbono

Se deberá suministrar acero con carbono que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|--|--------------------------|
| 1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M270M grado 250T. |
| 2) Miembros críticos a fractura en puentes | AASHTO M270M grado 250F. |
| 3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M270M grado 250. |

(b) Acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA)

- | | |
|---|---|
| 1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M270M grado 345T, 345WT, 345ST o HPS 345 WT. |
| 2) Miembros críticos a fractura en puentes y miembros soldados críticos a la fractura | AASHTO M270M grado 345F, 345SF, 345WF o HPS 50SF. |
| 3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M270M grado 345, 345S, o 345W o HPS 345. |

(c) Acero enfriado y atemperado de alta resistencia (QT)

Se debe suministrar acero temperado que cumpla las siguientes normas:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1) Miembros primarios para puentes | AASHTO M270M grado 485WT, 690T o 690WT o HPS 690WT. |
|------------------------------------|---|



- | | |
|--|---|
| 2) Miembros críticos a fractura en puentes | AASHTO M270M grado
485WF, HPS 485WF
690F o 690WF o HPS
690WF |
| 3) Otras formas, placas y barras | AASHTO M270M grado
485W, HPS 485W, 690,
690W o HPS 690W. |
| 4) Secciones estructurales huecas | ASTM A500, grado B,
ASTM A501, ASTM
A847 o ASTM A618 |

(d) Pernos y tuercas.

Estos materiales deberán cumplir la norma ASTM F1554, grado 250 o ASTM A307, como se muestra en planos. Se proporcionarán las tuercas conforme a la norma ASTM A563 para el apropiado grado y tamaño del perno de anclaje. Se tratarán térmicamente las tuercas a ser galvanizadas, al grado DH o al grado DH3. Se lubricarán las tuercas galvanizadas con un lubricante que contenga un tinte visible.

(e) Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia.

Deberán cumplir con la norma ASTM A325 o ASTM A490 según lo especificado. Se utilizarán pernos tipo 1 con otros aceros que no sean de acero resistente a la intemperie. Se utilizarán pernos tipo 3 con acero resistente a la intemperie.

Los pernos ASTM A325 tipo 1, pueden ser galvanizados por inmersión en caliente según lo establecido en la norma AASHTO M232 Clase C o, galvanizados mecánicamente según lo indicado en la norma ASTM B695 Clase 50. Se deberán ensayar nuevamente los pernos después de la galvanización, según lo indicado en la norma de ensayo ASTM A325. No se deberán galvanizar los pernos ASTM A490. Se galvanizarán las arandelas, las tuercas y los pernos de cualquier conjunto mediante el mismo proceso. Se apretarán las tuercas al mínimo requerido para el ensamblaje y lubriqué con un lubricante que contenga un tinte visible.

Excepto por lo que se indica a continuación, para los pernos ASTM A325, se usarán tuercas que cumplan con la norma ASTM A563, grados DH, DH3, C, C3 o D. Para pernos ASTM A490, se usarán tuercas que cumplan con la norma ASTM A563, Grados DH o Grado DH3. Se deberán tratar térmicamente las tuercas para galvanizar al grado DH. Se lubricarán las tuercas galvanizadas con un lubricante que contenga un tinte visible.

Se deberán proporcionar tuercas planas con una dureza mínima de 89 HRB. Se utilizarán solo tuercas de grado C3 o grado DH3 que cumplan con ASTM A325, pernos tipo 3. Se utilizarán solo tuercas de grado DH3 con pernos tipo 3, que cumplan con ASTM A490. Se utilizarán arandelas que cumplan la norma ASTM F436.

717.02 Forjados de acero

Deben cumplir con la AASHTO M102 clases C, D, F y G.

717.03 Pines y rodillos

Se deben suministrar pines y rodillos de diámetro superior a ~~225~~ 230 mm de acero forjado con carbono, enfriados lentamente que cumplan la norma AASHTO M102 clase C.

Suministrar pines y rodillos de diámetro igual o menor a 230mm ya sea en aleación de carbón AASHTO M 102 Clase C o en acero al carbono terminado en frío AASHTO M 169, grado 1016 a 1030, con una dureza de 85 en la escala Rockwell B. Los requerimientos de dureza se pueden ignorar si el acero desarrolla una capacidad a tensión de 480MPa y un punto de fluencia de 250 MPa.

Para rosca de pines, cumplir con ANSI B1.1, Unified Inch Screw Threads (formas de rosca UN y UNR), clase 2A. Roscas de pines con diámetro de 35 mm o más deben tener al menos 6 hileras por cada 25 mm.

Comentado [FR1]: Se corrige traducción de unidades USC a SI en FP-14 717.03 con respecto a FP-03.

Se recomienda aplicar cambio en CR-2020 para mantener traducción de unidades adecuada.

Comentado [FR2]: Especificaciones adicionales de FP-14 y FP-03 que se incluyeron luego de FP-96.

Se recomienda incluir también en CR-2020 según se indica en el cuerpo del documento.



717.04 Colados

- (a) Aceros colados. Deben cumplir con la norma AASHTO ~~M192M~~ ~~M103~~ ~~clase 485~~ grado 485-250
- (b) Aceros con aleación de cromo. Deben cumplir con la norma AASHTO M163M grado CA-15
- (c) Colados de hierro gris. Deben suministrarse materiales que cumplan la norma AASHTO M105 clase 30B, a menos que se especifique otra cosa. Los colados deben hacerse sin fallas, porosidad, grietas, burbujas u otros defectos que puedan afectar la resistencia y su servicio. La superficie del colado puede ser tratada con chorro abrasivo de arena o pulida para que se entregue lisa, limpia y uniforme.
- (d) Colados de hierro maleable. Deben cumplir con la norma ASTM A47M grado 35018, a menos que se especifique otra cosa. Aplique los mismos procedimientos constructivos que en el apartado ~~717.04(c) anterior.~~

Comentado [FR3]: Tanto en FP-03 como en FP-14 717.04, cambia la norma de referencia de este apartado con respecto a FP-96.

Se recomienda actualizar referencia en CR-2020.

717.05 Conectores de cortante

Deben cumplir con la norma AASHTO M169 y AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Division II, artículo 11.3.3, Conectores soldados de cortante.

717.06 Tubos de acero

Se debe suministrar tubos de acero galvanizado que cumplan con la norma ASTM A53 Tipo F, de peso estándar para la designación especificada en el contrato.

717.07 Recubrimiento galvanizado

Se debe suministrar un recubrimiento galvanizado conforme a la norma AASHTO M111 cuando sea especificado.

Comentado [FR4]: Se entiende mejor la referencia cuando se coloca el código completo del inciso.

Se recomienda aplicar cambio.



717.08 Plomo en láminas

Se debe suministrar plomo que no contenga plata que cumpla la norma ASTM B29. Las láminas deben entregarse con espesor uniforme de $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, libre de grietas, costuras, desprendimientos u otros defectos.

717.09 Mallas de acero para piso

Estas mallas deben cumplir la norma AASHTO M270M grado 250 o 345 W. El acero deberá tener un contenido mínimo de cobre de 0,20 % a menos que sea galvanizado. El acero debe ser galvanizado a menos que se especifique que debe ser pintado.

717.10 Apoyos

- (a) Apoyos elastoméricos simple o laminado. De acuerdo con la norma AASHTO M251.
- (b) Apoyos elastoméricos de carga alta de rotación confinada. De acuerdo con la Sección 18 Dispositivos de apoyo de las especificaciones AASHTO para el diseño y construcción de puentes por el Método de diseño por factores de carga y resistencia (AASHTO LRFD BCS, 2017).
- (c) Apoyo esférico de carga alta de rotación. De acuerdo con la norma ASTM D5977.

717.11 Politetrafluoroetileno (PTFE por sus siglas en inglés) Superficies para apoyos

Cuando las superficies de PTFE son especificadas para apoyos, éstas según sea deberán cumplir con lo siguiente:

- (a) Resina de PTFE. Proporcionar resina virgen de PTFE de acuerdo con la norma ASTM D4894, ASTM D4895 y lo siguiente:
 - 1) Gravedad específica 2,13 a 2,19
 - 2) Punto de fusión 328 °C \pm 1 °C.
- (b) Material de relleno. Proporcionar fibra de vidrio molido, carbón, u otro material inerte aprobado por la Administración.

- (c) Material adhesivo. Proporcionar adhesivo de resina epóxica de acuerdo con FSS MMM-A.134, película de propileno etileno fluorinado (FEP por sus siglas en inglés), o uno equivalente aprobado por la Administración.
- (d) Lámina de PTFE sin relleno. Proporcionar una lámina de PTFE de relleno hecha de resina de PTFE uniformemente mezclado con material de relleno. Para las láminas que contienen fibra de vidrio o carbón, éstas se deben colocar de acuerdo con la Tabla 717-01 Láminas de llenado de politetrafluoroetileno.
- (e) Tela que contiene fibras de PTFE. Proporcionar telas hechas de PTFE fluorocarbono con multifilamentos y otras fibras. Usar fibras de PTFE, de acuerdo con lo siguiente:
- 1) Resistencia a la tracción, ASTM D2256 165 MPa (mín.).
 - 2) Elongación, ASTM D2256 75% (mín.).

Tabla 717-01
Láminas de llenado de politetrafluoroetileno

Propiedad	Método ASTM	15% Fibra de Vidrio	25% Carbón
Mecánico:			
Resistencia a la tracción mínima	D638	14 MPa	9 MPa
Elongación mínima	D638	150 %	75 %
Físico:			
Gravedad específica mínima	D792	2,20	2,10
Punto de fusión	D638	327±10 °C	327±10 °C

- (f) Entrecruzamientos de bronce y los componentes de relleno de PTFE. Proporcionar una placa de bronce fosforado de acuerdo con AASHTO M108 con un espesor de capa de superficie porosa de bronce de 0,25 mm conforme a ASTM B103M en el



que se impregna un compuesto de PTFE. Superponer la superficie con PTFE agravado no menos de 25 μm de espesor.

- (g) Compuesto metálico de PTFE. Proporcionar un moldeado de PTFE virgen en cada lado y por completo a través de una lámina perforada de acero inoxidable conforme a la norma ASTM A240, tipo 304.
- (h) Tratamiento de la superficie. Para la unión de epóxico, se deberá tratar un lado de la lámina de PTFE con un proceso de naftaleno de sodio o de amoníaco de sodio.
- (i) Superficie de contacto de acero inoxidable. Deberá cumplir con la norma ASTM A240, tipo 304 y con lo siguiente:

- 1) Espesor 0,91 mm mín.
- 2) Acabado de la superficie 1,5- μm promedio de la raíz cuadrada máx.

Pulir la superficie de contacto de acero inoxidable según sea necesario para cumplir con las propiedades de fricción especificadas.

717.12 Rieles de aleación de aluminio para puentes

~~El material debe cumplir con las especificaciones aplicables de la Tabla 717-03 Aleaciones de aluminio para barandas de puentes.~~

~~Cumplir con AASHTO-AGC-ARTBA, A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware.~~

~~Según se indica en AASHTO, LRFD Bridge Construction Specifications, 4th edition, inciso 31.3, los postes colados de aluminio deben cumplir con AASHTO M193 y componentes extruidos deben cumplir con ASTM B211, ASTM B308 o ASTM B429; placas de aluminio deben cumplir con ASTM B209; forjados en aluminio deben cumplir con ASTM B247; colados de aluminio deben cumplir con ASTM B26 si se realizan en moldes de arena, y ASTM B108 si son moldes permanentes.~~

717.13 Pernos y tuercas de aluminio

Debe cumplir con la norma ANSI B18.2. ~~Para roscas, se debe cumplir con el estándar Americano de series de rugosidad, Clase 2, según ANSI B1.1. Adicionalmente, se especifica en AASHTO, LRFD Bridge Construction Specifications, 4th edition, que los remaches de aluminio deben cumplir con ASTM B316.~~

Comentado [FR5]: En FP-03 se elimina tabla 717-03 con respecto a FP-96. Esto se mantiene en FP-14 y además, se indica que se debe cumplir con AASHTO-AGC-ARTBA, A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware.

Se recomienda modificar en CR-2020 como se muestra en el cuerpo del documento (eliminando lo tachado e incluyendo lo subrayado). Se recomienda también sustituir la palabra "Rieles" por "Barreras" en el título de la sección 717.12

Comentado [FR6]: En AASHTO Construcción 2017 se hace referencia a normas ASTM para elementos de aluminio.

Se recomienda incluir referencias también en CR-2020, según se propone, en el cuerpo del documento.

Comentado [FR7]: Se indica en FP14 717.13, al igual que en FP-03 y FP-96, pero nunca se incluyó en el Manual CR-2020.

Se recomienda incluir en CR-2020 como se muestra para asegurar la calidad del elemento suministrado.

Comentado [FR8]: En AASHTO Construcción 2017 inciso 31.3.2.2 se especifica el material para remaches de aluminio.

Se recomienda incluir referencia en CR-2020 como se muestra.

717.14 Alambre de soldadura de aluminio

Debe cumplir con los requisitos que se presentan en la Tabla 717-02 Alambre para soldadura de aluminio.

Tabla 717-02
Alambre para soldadura de aluminio

Serie de la aleación	Especificación	Alambre
3xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 4043
3xxx, 5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5356
5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5556 o ER 5183

717.15 Sellos elastoméricos de juntas de compresión

Se deben suministrar sellos que cumplan la norma ASTM D2628.

Comentado [FR9]: En FP-14 se elimina el inciso 717.15 y su información se traslada a la sección 712 – Joint Material, en la cual se especifican todos los sellos de juntas, tanto para puentes como para otra infraestructura.

Se recomienda eliminar sección 717.15 de CR-2020 y trasladar su contenido a la sección 712, la cual debe ser actualizada con respecto a FP-14.



Tabla 717-03

Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Placas y láminas	Tubos estriados sin forma	Barras y alambre	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados	Tubería	Perfiles estructurales	Remaches y alambres para encabezamiento en frío	Piezas fundidas en arena	Piezas fundidas en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B 210	B 211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Postes y bases para postes. Estructural, forjados Fundidos				6061-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6			A444.0-T4
Postes ornamentales Forjados Fundidos				6063-T6	6063-T6			356.0-T6 356.0-T6	A356.0T-6 A356.0T-6
Rieles Estructurales Forjados		6061-T6 6063-T6		6061-T6 6063-T6 6351-T5	6061-T6 6063-T6	6061-T6			
Pernos y tornillos (2) (3) Aluminio Acero inoxidable Acero galvanizado Acero aluminizado			2024-T4 (4) 6061-T6 (5)						
Tuecas (2) 6 mm e inferiores(3) 5 mm y superiores			2024-T4 6061-T6 6262-T9	6061-T6	(7)				

Nota:



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0354-2021

Fecha: 01 de diciembre de 2021

Página 26 de 27

La designación "F" aplica para productos que adquieren algún estado o carácter diferente en el proceso de fabricación.



Tabla 717-03 (continuación)

Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Especificación ASTM	Placas y láminas B 209	Tubos estirados sin forma B 210	Barras y alambre B 211	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados B 221	Tubería B 241	Perfiles estructurales B 308	Remaches y alambres para encabezamiento en frío B 316	Piezas fundidas en arena B 26	Piezas fundidas en moldes permanentes
Arandelas planas (6)	Alclad 2020-T4 Anclad									
Forjadas	2024-T3(8)									
Arandelas de rosca (6)				7075-T6						
Forjadas										
Remaches Forjados					6061-T6			6061-T6 6061-T4 (1)(10)		
Ajustadores o niveladores Forjados Fundidos	1100-0			6063-F	(1)				4430-F	
Relleno para soldaduras Forjadas										
Chapas o tapones forjados fundidos	6061-T6			6061-T6					3560-F 3560-F 4430-F	

Notas:

- (1) Sólo composición química
- (2) Usar tuercas y arandelas compatibles inoxidables y con recubrimiento. No usar aluminio para anclar los pernos.
- (3) Recubrimiento con aleación 2024-T4 con 5 µm mínimo de espesor
- (4) Usar aleación 2024-T4 para pernos sometidos a esfuerzo
- (5) Usar aleación 6061-T6 como material alternativo para pernos menores
- (6) Usar con pernos y tornillos de aluminio. No usar aluminio para anclar pernos y arandelas
- (7) B 211 es una alternativa aceptable
- (8) Usar tipo T3 para espesores menores de 6 mm y usar T4 para espesores mayores de 6 mm
- (9) Usar para remaches en frío
- (10) Usar para remaches entre 530 - 565 °C

Comentado [FR10]: Esta tabla de FP-96 se elimina en FP-03 y no se incluye en FP-14. Se observa además que algunas normas de referencia de FP-96 se encuentran desactualizadas.

Por lo anterior, y debido a que en otros puntos del documento se hace referencia a documentos actualizados sobre estructuras y componentes en aluminio, se recomienda eliminar tabla de CR-2020 para evitar confusiones.