

AWS D1.1/D1.1M:2015
AWS authorized Spanish language version



Código de soldadura estructural – acero



*Traducción de la 2.a impresión,
agosto de 2016*



AWS D1.1/D1.1M:2015

**Documento original aprobado por el
Instituto Nacional Estadounidense de Normalización
28 de julio de 2015**

Código de soldadura estructural— Acero

23^{ra} edición

Reemplaza a la norma AWS D1.1/D1.1M:2010

Preparado por el
Comité D1 de Soldadura Estructural de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS)

Con la dirección del
Comité de Actividades Técnicas de la AWS

Documento original aprobado por la
Junta Directiva de la AWS

Resumen

Este código cubre los requisitos de soldadura para cualquier tipo de estructura soldada realizada con aceros al carbono y de baja aleación utilizados comúnmente en la construcción. Las Secciones 1 a 9 constituyen un conjunto de reglas para la regulación de la soldadura en la construcción con acero. En este código se incluyen nueve anexos normativos y once anexos informativos. Con el documento también se incluye un comentario sobre el código.



ISBN: 978-0-87171-864-8

© 2015 by American Welding Society

Todos los derechos reservados

Impreso en Estados Unidos de América

Fe de erratas: segunda impresión, febrero de 2016

Derechos de fotocopiado. No podrá reproducirse ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos ni transmitirla en forma alguna (mecánica, fotocopia, grabación u otro), sin la previa autorización escrita del propietario de los derechos de autor.

La Sociedad Americana de Soldadura concede la autorización para fotocopiar artículos para el uso exclusivo interno, personal o educativo, o para el uso exclusivo interno, personal o educativo de determinados clientes, siempre que se abone el cargo adecuado al Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, tel: (978) 750-8400; Internet: <www.copyright.com>.

Descargo de responsabilidad

Esta publicación es una traducción del American National Standard original en inglés. La única versión aprobada por el American Standard Institute es la versión en inglés. Aunque se han llevado a cabo los máximos esfuerzos para crear una traducción precisa, AWS no garantiza la precisión o exactitud del texto, y AWS tampoco se hace responsable por ningún error, ambigüedad u omisión que aparezca en este documento como resultado de la traducción. El texto en inglés es la única versión oficial y será la cual deberá ser referida en caso de conflicto.

Disclaimer

This publication is translated from the original English version of an American National Standard. The only version approved by the American Standard Institute is the English language version. While reasonable efforts have been made to ensure an accurate translation, AWS makes no warranty as to precision or completeness, nor is AWS responsible for any errors, omission, or ambiguities appearing in this document as a result of the translation. The English text is the only official version and shall be referred to in case of dispute.

Declaración sobre el uso de las normas de la Sociedad Americana de Soldadura

Todas las normas (códigos, especificaciones, prácticas recomendadas, métodos, clasificaciones y guías) de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) son normas de consenso voluntario desarrolladas según las reglas del Instituto Nacional Estadounidense de Normalización (ANSI). Cuando se incorporan o anexas normas nacionales estadounidenses de la AWS a documentos que están incluidos en las leyes y regulaciones estatales o federales o a las regulaciones de otros organismos gubernamentales, estas disposiciones tienen toda la autoridad que les otorga la ley. En tales casos, cualquier cambio a estas normas de la AWS debe ser aprobado por el organismo gubernamental con la jurisdicción legal correspondiente antes de que puedan formar parte de aquellas leyes y regulaciones. En todos los casos, estas normas tienen toda la autoridad legal que les otorga el contrato u otro documento que invoque las normas de la AWS. Cuando exista una relación contractual, los cambios a o las desviaciones de los requisitos de una norma de la AWS debe acordarse entre las partes vinculadas.

Las normas nacionales estadounidenses de la AWS se desarrollan mediante un desarrollo de normas de consenso que reúne a voluntarios que representan una diversidad de opiniones e intereses a fin de llegar a un consenso. Si bien la AWS administra el proceso y establece las reglas para fomentar ecuanimidad durante el desarrollo del consenso, no ensaya, evalúa ni verifica en forma independiente la exactitud de la información ni la solidez de cualquier criterio contenido en sus normas.

La AWS se exime de toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades u otros daños de cualquier índole, ya sean especiales, indirectos, emergentes o compensatorios, que surjan directa o indirectamente de la publicación, el uso de o la confiabilidad en esta norma. Asimismo, la AWS no expresa garantía alguna en cuanto a la exactitud o integridad de cualquier información aquí publicada.

Al publicar y poner a disposición esta norma, la AWS no se compromete a prestar servicios profesionales o de otra índole para o en nombre de ninguna persona o entidad, ni tampoco se compromete a realizar tarea alguna que cualquier persona o entidad adeude a terceros. Cualquier persona que use estos documentos debe confiar en su propio criterio o, según corresponda, buscar el asesoramiento de un profesional competente a fin de determinar el ejercicio de las debidas precauciones en cualquier circunstancia. Se da por sentado que el uso de esta norma y sus disposiciones se confían a personal debidamente calificado y competente.

Esta norma puede ser reemplazada por la publicación de nuevas ediciones. Además, la norma puede ser corregida mediante la publicación de enmiendas o erratas, o bien complementarse con la publicación de apéndices. La información sobre las ediciones más recientes de las normas de la AWS, incluso las enmiendas, erratas y apéndices se publica en la página web de la AWS (www.aws.org). Los usuarios deben asegurarse de tener la edición, las enmiendas, las erratas y los apéndices más recientes.

La publicación de esta norma no autoriza la violación de ninguna patente o nombre comercial. Los usuarios de esta norma deben aceptar todas las responsabilidades por la violación de cualquiera de los puntos de patentes o nombres comerciales. La AWS se exime de toda responsabilidad por la violación de patentes o nombres comerciales de productos que resulte de la utilización de esta norma.

La AWS no controla, supervisa ni exige el cumplimiento de esta norma, ni está facultada para hacerlo.

En ocasiones, el texto, las tablas o las figuras se imprimen incorrectamente, lo que constituye una errata. Cuando se descubren, dichas erratas se publican en la página web de la AWS (www.aws.org).

Las interpretaciones oficiales de cualquiera de los requisitos técnicos de esta norma se podrán obtener únicamente mediante el envío de una solicitud escrita al comité técnico correspondiente. Dichas solicitudes deben dirigirse a la Sociedad Americana de Soldadura, a la atención de: Managing Director, Technical Services Division, 8669 NW 36 St, # 130, Miami, FL 33166 (véase Anexo N). Con respecto a las consultas técnicas formuladas sobre las normas de la AWS, se pueden ofrecer opiniones verbales sobre dichas normas. Estas opiniones se ofrecen sólo como una colaboración con los usuarios de esta norma y no constituyen asesoramiento profesional. Tales opiniones representan únicamente la opinión personal de las personas que las ofrecen. Estas personas no hablan en nombre de la AWS, como así tampoco estas opiniones verbales constituyen opiniones o interpretaciones oficiales o no oficiales de la AWS. Además, las opiniones verbales son informales y no se deben usar como reemplazo de una interpretación oficial.

Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del Comité D1 de Soldadura Estructural de la AWS. Se deberá revisar cada cinco años y, en caso contrario, se deberá ratificar o retirar. Se agradecerá cualquier comentario (recomendaciones, adiciones o supresiones) así como cualquier otra información pertinente que pueda ser útil para mejorar esta norma, y se deben enviar a la sede de la AWS. Tales comentarios recibirán atenta consideración por parte del Comité D1 de Soldadura Estructural de la AWS y el autor de los comentarios recibirá información acerca de la respuesta del Comité a dichos comentarios. Se invita a asistir a las reuniones del Comité D1 de Soldadura Estructural de la AWS para expresar verbalmente sus comentarios. Los procedimientos para la apelación de una decisión adversa en relación con dichos comentarios figuran en las Reglas de funcionamiento del Comité de Actividades Técnicas. Se puede obtener una copia de estas reglas en la Sociedad Americana de Soldadura, 8669 NW 36 St, # 130, Miami, FL 33166.

Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

Prefacio

Este anexo no es parte de AWS D1.1/D1.1M:2015, *Código de soldadura estructural—Acero*, pero se incluye para fines informativos solamente.

La primera edición del *Code for Fusion Welding and Gas Cutting in Building Construction* (*Código de soldadura por fusión y corte por gas para la construcción de edificios*) fue publicada por la Sociedad Americana de Soldadura en 1928 y denominada Código 1 Parte A; fue revisada y reeditada en 1930 y 1937 bajo el mismo título. Fue revisada nuevamente en 1941 y denominada D1.0. La versión D1.0 se revisó nuevamente en 1946, 1963, 1966 y en 1969. La edición de 1963 publicó una versión con enmiendas en 1965 y la edición de 1966 publicó una versión con enmiendas en 1967. El código se combinó con la versión D2.0, *Specifications for Welding Highway and Railway Bridges* (*Especificaciones para soldaduras de puentes carreteros y ferroviarios*) en 1972, recibió la denominación D1.1 y se cambió el título a *Código de soldadura estructural de la AWS*. La versión D1.1 se revisó nuevamente en 1975, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1988, 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008 y en 2010. En 2011 se publicó una segunda edición de la versión D1.1:2010. Desde 1972 hasta 1988 el código D1.1 cubrió las soldaduras de edificios y puentes. En 1988, AWS publicó la primera edición de AASHTO/AWS D1.5, *Bridge Welding Code* (*Código de soldadura para puentes*); simultáneamente, el código D1.1 cambió sus referencias de edificios y puentes a estructuras cargadas estáticamente y estructuras cargadas dinámicamente, respectivamente, para que el código fuera aplicable a un rango más amplio de aplicaciones de estructuras. Después de publicar la edición de 2010, se decidió que el *Código de Soldadura estructural — Acero* de la AWS se publicará en un ciclo de revisión de cinco años en lugar de un ciclo de revisión de dos años. Esto se hizo con el fin de sincronizar el ciclo de publicación del Código de Soldadura Estructural — Acero de la AWS con los ciclos de publicación de la Steel Building Specification (Especificación para Edificaciones en Acero) y el International Building Code (Código Internacional de Construcción) de la AISC. La presente edición de 2015 corresponde a la 23.^a edición en inglés de D1.1.

El texto subrayado en las secciones, subsecciones, tablas, figuras o formularios indica un cambio con respecto a la edición de 2010. Una línea vertical en el margen de una tabla o figura también indica un cambio con respecto a la edición de 2010.

El siguiente es un resumen de los cambios técnicos más importantes que aparecen en D1.1/D1.1M:2015:

La edición 2015 del código ha sido reorganizada. Las disposiciones, tablas y figuras con respecto a estructuras tubulares que anteriormente estaban ubicadas a lo largo del código ahora están dentro de la Sección 9 titulada “Estructuras Tubulares”. La reorganización demandó numerosos cambios de referencias y la renumeración de las subsecciones, tablas y figuras. Muchas de las tablas en la Sección 4 tenían disposiciones para placas además de conductos o tuberías. Las tablas se dividieron únicamente para incluir las placas si aparecían en la Sección 4 y los conductos o tuberías si aparecían en la Sección 9. Debido a esta división en la información de las tablas también hubo muchos cambios en las notas al pie definidas en las tablas.

Las secciones 1, 7 y 8 solo tuvieron leves modificaciones como consecuencia de la reorganización. Sin embargo, las secciones 2, 3, 4, 5 y 6 tuvieron grandes modificaciones como consecuencia de la reorganización.

Resumen de los cambios

Sección/Tabla/ Figura/Anexo	Modificación
Sección 2	El cambio más significativo en la Sección 2 con respecto a la edición 2010 es que la Parte D titulada “Requisitos específicos para el diseño de conexiones tubulares (Cargadas estática o cíclicamente)” fue reubicada en la Sección 9.
2.4.2.7	Se agregó vocabulario específico con respecto al cálculo de la garganta efectiva de una combinación de soldadura en ranura de bisel con PJP y soldadura en filete.

Resumen de los cambios (Continúa)

Sección/Tabla/ Figura/Anexo	Modificación
2.9.3.5	Se agregaron disposiciones para las soldaduras envolventes en los lados opuestos de un plano común para permitir la soldadura para sello.
Tabla 2.5	Los casos y las figuras de curvas de fatiga se revisaron para que concuerden con el estándar AISC 360.
3.7.4	Las disposiciones con respecto al gas de protección se revisaron para permitir el uso de electrodos clasificados para AWS A5.36.
3.13.2.1	Subsección nueva que proporciona las condiciones bajo las que se permite usar material de respaldo que no sea de acero en especificaciones del procedimiento de soldadura (WPS) precalificadas.
Tabla 3.1	Tabla modificada reposicionando los metales de aporte en los grupos correspondientes en la Tabla 3.2. Se actualizó la lista de metales base que se permiten en la WPS precalificada y se corrigió el grupo de algunos de los grados del metal base.
Tabla 3.2	Tabla nueva para los requisitos de metales de aporte con información que anteriormente figuraba en la Tabla 3.1 con el agregado de una clasificación para A5.36 para electrodos de acero al carbono y de baja aleación para FCAW y electrodos metálicos con núcleo para los procesos GMAW.
Tabla 3.3	(Anteriormente Tabla 3.2) Se revisaron los metales base para que se correspondan con aquellos de la Tabla 3.1
Tabla 3.4	(Anteriormente Tabla 3.3) Se agregó la especificación AWS A5.36.
Tabla 3.7	(Anteriormente Tabla 3.6) Aclaración de una variable de parámetro SAW.
Notas para las Figuras 3.2 y 3.3	Se agregó la nota “O” que permite diversas orientaciones de los elementos conectados en la ranura con penetración de junta completa (CJP), las juntas en T y en esquina.
Figura 3.5	Figura nueva para los detalles de la junta de soldadura filete precalificada.
Figura 3.6	Figura nueva para la ranura con penetración de junta completa (CJP), las juntas en T y en esquina.
4.12.3	Reestructurada para una mejor lectura.
4.21	(Anteriormente 4.25, 4.26, 4.30) “Alcance de la calificación” reorganizada.
4.27.7	(Anteriormente 4.36.7) Aclaración de los requisitos del ensayo con el péndulo de Charpy (CVN) cuando se ensayan probetas de tamaño reducido.
Tablas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.10 y 4.11	La información de las tablas que hace referencia a los conductos y tuberías ahora aparece en las tablas de la Sección 9.
Tablas 4.5, 4.6 y 4.9	Se agregaron disposiciones para los electrodos clasificados para AWS A5.36.
5.3.2.5	Se agregó vocabulario y una aclaración con respecto a los requisitos de respaldo cuando se suelda con electrodos de bajo hidrógeno para aceros ASTM A514 y A517.
5.3.4	Se reorganizó la lista de especificaciones de metales de aporte de la AWS para GMAW y FCAW y además se agregó la especificación AWS A5.36.
5.6	Aclaración del vocabulario con respecto a las temperaturas mínimas de precalentamiento y entre pasada.
5.7	Se trasladó el vocabulario con respecto al ranurado con oxígeno de las subsecciones 5.14.6 y 5.25.
5.8.1	Revisada para su aclaración.
5.8.3	Revisada para eliminar el estándar ASTM A709 100 (690) y 100W (690W) y para incluir el estándar ASTM A709 grado HPS 100W [HPS 690W] por ASTM.
5.9	(Anteriormente 5.9 titulado “Respaldo, gas de respaldo o insertos”, se eliminó) (Anteriormente 5.10) Reestructurada para su aclaración.

Resumen de los cambios (Continúa)

Sección/Tabla/ Figura/Anexo	Modificación
5.9.1.3	(Anteriormente 5.10.3) El “espesor del respaldo” se revisó para crear un requisito general para que el respaldo de acero sea un de un espesor suficiente para impedir que se derrita. Los espesores explícitos anteriormente requeridos se movieron al comentario a modo de recomendaciones.
5.14.1–5.14.4	(Anteriormente 5.15) Los requisitos de limpieza del sustrato se revisaron de manera importante.
5.14.6	(Anteriormente 5.15.2) Revisada para aclarar cuándo se permite el ranurado con oxígeno.
5.17.2	(Anteriormente 5.18.2) Revisada para su aclaración con respecto a cuándo las ubicaciones de la profundidad del alma desde las bridas de tracción de las vigas se consideran fuera de la zona de tracción.
5.19	(Anteriormente 5.20) Se revisaron las disposiciones con respecto a la ubicación y secuencia de los empalmes de los miembros y elementos.
5.25	(Anteriormente 5.26) Revisada para limitar el ranurado con oxígeno a los aceros como fueron laminados.
Tabla 5.8	(Anteriormente Tabla 5.9) Nota c revisada para aclarar cuándo las soldaduras están exentas de refuerzos y limitaciones de convexidad,
Tabla 5.9	(Anteriormente Tabla 5.10) La convexidad mínima admisible se eliminó del Programa D para las juntas en esquina exteriores. La nota al pie b de la tabla se reformuló con respecto a la restricción sobre la convexidad y se reemplazó con una nota con respecto a la concavidad y ahora se aplica a los Programas B y D.
6.4.2	Revisada para aclarar qué deben demostrar un soldador, un operario de soldadura o un soldador de punteado cuando su trabajo pareciera estar por debajo de los requisitos de este código.
6.4.3	Revisada para incluir al soldador de punteado.
6.10	Revisada para reemplazar los “requisitos aplicables” con los “criterios de aceptación.”
6.11	Revisada para eliminar el estándar ASTM A709 grados 100 y 100W e incluir el estándar ASTM A709 grado HPS 100W [HPS 690W].
6.21.1	(Anteriormente 6.22.1) Se agregó una referencia a la nueva Tabla 6.8 que muestra los requisitos de calificación y calibración.
6.24.2	Revisada para aclarar cuándo deben realizarse la calibración para sensibilidad y el barrido horizontal.
Tabla 6.1	Revisada para eliminar el estándar ASTM A709 grados 100 y 100W e incluir el estándar ASTM A709 grado HPS 100W [HPS 690W].
Tablas 6.4 y 6.5	Revisadas para eliminar las disposiciones sobre estructuras tubulares, que ahora están en las tablas de la Sección 9.
Tabla 6.8	Se agregó una nueva tabla para aclarar los requisitos de calificación y calibración de equipos de UT.
Sección 9	Las disposiciones sobre estructuras tubulares extraídas del código de 2010 prácticamente no se modificaron cuando se reubicaron en la Sección 9.
9.6.1.6	(Anteriormente 2.25.1.6) La definición de 1_2 se revisó para eliminar la palabra “cordón.”
9.18	(Anteriormente 4.21) Revisada para aclarar qué tipo de soldaduras no requieren calificación tubular.
Tabla 9.1	Tabla nueva desarrollada a partir de las disposiciones de estructuras tubulares que están en la Tabla 2.5 de la edición anterior. El contenido pertinente a los miembros no tubulares quedó en la Tabla 2.5.
Tablas 9.9, 9.10, 9.11, 9.12, 9.13 y 9.14	Tabla nueva desarrollada a partir de las disposiciones de estructuras tubulares que están en la Sección 4 de la edición anterior. El contenido pertinente a los miembros no tubulares quedó en la Sección 4.

Resumen de los cambios (Continúa)

Sección/Tabla/ Figura/Anexo	Modificación
Tablas 9.16, 9.17, 9.18 y 9.19	Tablas nuevas desarrolladas a partir de las disposiciones de estructuras tubulares que están en la Sección 6 de la edición anterior. El contenido pertinente a los miembros no tubulares quedó en la Sección 6.
Tabla 9.5	(Anteriormente Tabla 2.9) Se agregó la nota al pie “a” para su aclaración.
Figura 9.6	(Anteriormente Figura 2.18) Las etiquetas de dimensiones en la figura se revisaron para su aclaración.
Figura 9.29	(Anteriormente Figura 6.4) Notas al pie revisadas para eliminar la excepción para conexiones en T-, Y- y K-.
Figura 9.30	(Anteriormente Figura 6.5) La nota para descartar las discontinuidades por debajo del nivel de escaneo se eliminaron de la figura y la ubicación de la flecha de discontinuidades acumulativas fue revisada para su aclaración.
Anexo A	Se agregaron figuras para aclarar la garganta efectiva para diversos tipos y combinaciones de juntas.
Anexo I	(Anteriormente Anexo I) Se revisaron las definiciones para los símbolos l_2 , r_m , t_w y se agregó un nuevo símbolo r_w junto con su definición correspondiente a los cambios en la Figura 9.6.
Anexo J	(Anteriormente Anexo K) Los términos y condiciones ahora se consideran normativas, lo que significa que incluyen elementos obligatorios para usar con este código. También se agregaron los términos nuevos “fin” y “ensayos no destructivos (NDT).”
Anexo M	(Anteriormente Anexo N) Se revisaron minuciosamente los ejemplos de formularios de soldadura para su aclaración.
Anexo R	El Anexo R titulado “Prácticas seguras” se eliminó de esta edición. Para informarse sobre las disposiciones de seguridad, los lectores deben consultar otras publicaciones en la Sección 1.
Anexo U	Anexo nuevo acerca de las clasificaciones y propiedades de los metales de aporte en la especificación AWS A5.36.

El resumen de las secciones en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Sección	D1.1:2015 Sección y título
2.20	9.1 Generalidades
2.21	9.2 Esfuerzos admisibles
2.20.1	9.2.1 Excentricidad
2.21.1	9.2.2 Esfuerzos del metal base
2.21.2	9.2.3 Limitaciones de la sección tubular
2.21.3	9.2.4 Esfuerzos de soldadura.
2.21.4	9.2.5 Esfuerzos de fibra
2.21.5	9.2.6 Diseño de factor de carga y resistencia (LRFD)
2.21.6	9.2.7 Fatiga de conexiones de tubos circulares
2.21.6.1	9.2.7.1 Rango de esfuerzo y tipo de miembro
2.21.6.2	9.2.7.2 Categorías de esfuerzo de fatiga.
2.21.6.3	9.2.7.3 Limitación de esfuerzo admisible básico

El resumen de las secciones en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Sección	D1.1:2015 Sección y título
2.21.6.4	9.2.7.4 Daño Acumulado
2.21.6.5	9.2.7.5 Miembros críticos
2.21.6.6	9.2.7.6 Mejora del comportamiento de fatiga
2.21.6.7	9.2.7.7 Efectos del tamaño y del perfil.
2.22	9.3 Identificación
2.23	9.4 Símbolos
2.24	9.5 Diseño de la soldadura
2.24.1	9.5.1 Soldaduras en filete
2.24.1.1	9.5.1.1 Área efectiva
2.24.1.2	9.5.1.2 Limitación beta para detalles precalificados
2.24.1.3	9.5.1.3 Juntas traslapadas
2.24.2	9.5.2 Soldaduras en ranura
2.24.2.1	9.5.2.1 Detalles de soldadura en ranura con penetración de junta parcial (PJP) precalificada
2.24.2.2	9.5.2.2 Detalles de soldadura en ranura con CJP precalificada soldado de un lado sin respaldo con conexiones en T-, Y- y K-
2.24.3	9.5.3 Esfuerzos en las soldaduras
2.24.4	9.5.4 Longitudes de conexiones circulares
2.24.5	9.5.5 Longitudes de conexiones rectangulares
2.24.5.1	9.5.5.1 Conexiones en K- y N-
2.24.5.2	9.5.5.2 Conexiones en T-, Y- y X-
2.25	9.6 Limitaciones de la resistencia de las conexiones soldadas
2.25.1	9.6.1 Conexiones en T-, Y- y K-
2.25.1.1	9.6.1.1 Falla local
2.25.1.2	9.6.1.2 Colapso general
2.25.1.3	9.6.1.3 Distribución dispereja de carga (Dimensionamiento de la soldadura)
2.25.1.4	9.6.1.4 Transiciones
2.25.1.5	9.6.1.5 Otras configuraciones y cargas
2.25.1.6	9.6.1.6 Conexiones traslapadas
2.25.2	9.6.2 Conexiones rectangulares en T-, Y- y K-
2.25.2.1	9.6.2.1 Falla local
2.25.2.2	9.6.2.2 Colapso general
2.25.2.3	9.6.2.3 Distribución dispereja de carga (ancho efectivo)
2.25.2.4	9.6.2.4 Conexiones traslapadas

El resumen de las secciones en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Sección	D1.1:2015 Sección y título
2.25.2.5	9.6.2.5 Doblado
2.25.2.6	9.6.2.6 Otras configuraciones
2.26	9.7 Transición de espesores
2.27	9.8 Limitaciones del material
2.27.1	9.8.1 Limitaciones
2.27.1.1	9.8.1.1 Límite elástico (límite de deformación)
2.27.1.2	9.8.1.2 Fluencia efectiva reducida
2.27.1.3	9.8.1.3 Conexiones rectangulares en T-, Y- y K-
2.27.1.4	9.8.1.4 Precaución ASTM A500
2.27.2	9.8.2 Resiliencia de entalla de metales base tubulares
2.27.2.1	9.8.2.1 Requisitos del ensayo con el péndulo de Charpy (CVN)
2.27.2.2	9.8.2.2 Requisitos LAST
2.27.2.3	9.8.2.3 Resiliencia de entalla alternativa
3.9	9.9 Requisitos de la soldadura en filete
3.9.2	9.9.1 Detalles
3.12	9.10 Requisitos de la PJP
3.12.4	9.10.1 Detalles
3.12.4.1	9.10.1.1 Conexiones de sección rectangular de la misma resistencia
3.13	9.11 Requisitos de soldadura en ranura con penetración de junta completa (CJP)
3.13.4	9.11.1 Juntas a tope
3.13.5	9.11.2 Conexiones tubulares en T-, Y- y K-
3.13.5.1	9.11.2.1 Detalles de la junta
4.3	9.12 Requisitos comunes para calificación de la WPS y del desempeño del personal de soldadura
4.3.4	9.12.1 Posiciones de la soldadura
4.4	9.13 Posiciones calificadas de soldadura de producción
4.5, 4.9, 4.9.1.1(6)(b), 4.9.2.1	9.14 Tipos de ensayos de calificación, métodos de ensayo y criterios de aceptación para la calificación de WPS
4.13	9.15 Soldaduras en ranura con penetración de junta completa (CJP) para conexiones tubulares
4.13.1	9.15.1 Juntas a tope CJP con respaldo o ranurado del lado opuesto
4.13.2	9.15.2 Juntas a tope CJP sin respaldo soldado desde un solo lado
4.13.3	9.15.3 Conexiones en T-, Y- o K- con respaldo o ranurado del lado opuesto
4.13.4	9.15.4 Conexiones en T-, Y- o K- sin respaldo soldado desde un solo lado
4.13.4.1	9.15.4.1 WPS sin estado precalificado

El resumen de las secciones en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Sección	D1.1:2015 Sección y título
4.13.4.2	9.15.4.2 WPS para soldaduras en ranura con CJP en una conexión T-, Y- o K- con ángulos diedros menores a 30°
4.13.4.3	9.15.4.3 WPS para soldaduras en ranura con CJP en una conexión T-, Y- o K- usando GMAW-S
4.13.4.4	9.15.4.4 Soldaduras que requieren tenacidad CVN
4.14	9.16.14 Conexiones tubulares en T-, Y- o K- o soldaduras en filete y juntas a tope con PJP
4.19.1	9.17 Posiciones de soldadura de producción, espesores y diámetros de producción calificados
4.19.1.1, 4.19.2.1	9.17.1 Soldadores y operarios de soldadura
4.19.2.2, 4.20.2.1	9.17.2 Soldadores de punteado
4.21	9.18 Tipos de soldadura para la calificación de desempeño de soldadores y operarios de soldadura
4.27	9.19 Soldaduras en ranura con CJP para conexiones tubulares
4.27.1	9.19.1 Otros detalles de junta o WPS
4.28	9.20 Soldaduras en ranura con PJP para conexiones tubulares
4.29	9.21 Soldaduras en filete para conexiones tubulares
4.31	9.22 Métodos de ensayo y criterios de aceptación para la calificación de soldadores y operarios de soldadura
4.31.2.2	9.22.1 Prueba de macroataque para conexiones en T-, Y- y K-
4.31.2.3(3)	9.22.1.1 Criterios de aceptación para la prueba de macroataque
4.31.3.1	9.22.2 Procedimiento y técnica del ensayo RT
5.10	9.23 Respaldo
5.10.2	9.23.1 Respaldo de longitud completa
5.22	9.24 Tolerancia de dimensiones de juntas
5.22.3.1	9.24.1 Alineación de soldadura circunferencial (tubular)
5.22.4	9.24.2 Dimensiones de la ranura
5.22.4.2	9.24.2.1 Variaciones de sección transversal tubular
6.9	9.25 Inspección visual
6.11	9.26 Ensayo no destructivo (NDT)
6.7	9.26.1 Alcance
6.11.1	9.26.2 Requisitos para conexiones tubulares
6.13	9.27 Prueba por ultrasonido (UT)
6.13.3	9.27.1 Criterios de aceptación para conexiones tubulares
6.13.3.1	9.27.1.1 Clase R (aplicable cuando se utiliza UT como alternativa a RT)
6.13.3.2	9.27.1.2 Clase X (criterios de adecuación al servicio basados en la experiencia aplicables a conexiones en T-, Y- y K- en estructuras con soldaduras con tenacidad a la entalla)
6.17	9.28 Procedimientos de Prueba radiográfica (RT)

El resumen de las secciones en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Sección	D1.1:2015 Sección y título
6.17.1	9.28.1 Procedimiento
6.17.7	9.28.2 Selección y ubicación de los indicadores de calidad de imagen (IQI)
6.18	9.29 Requisitos complementarios de RT para conexiones tubulares
6.18.1	9.29.1 Soldaduras en ranura circunferenciales en juntas a tope
6.18.1.1	9.29.1.1 Exposición pared simple/imagen de pared simple
6.18.1.2	9.29.1.2 Exposición de doble pared/imagen de pared simple
6.18.1.3	9.29.1.3 Exposición de doble pared/imagen de pared doble
6.27	9.30 UT de conexiones tubulares en T-, Y- y -K
6.27.1	9.30.1 Procedimiento
6.27.2	9.30.2 Personal
6.27.3	9.30.3 Calibración
6.27.3.1	9.30.3.1 Rango
6.27.3.2	9.30.3.2 Calibración de sensibilidad
6.27.4	9.30.4 Examinación del metal base
6.27.5	9.30.5 Escaneo de soldadura
6.27.6	9.30.6 Ángulo óptimo
6.27.7	9.30.7 Evaluación de discontinuidad
6.27.8	9.30.8 Informes
6.27.8.1	9.30.8.1 Formularios
6.27.8.2	9.30.8.2 Discontinuidades informadas
6.27.8.3	9.30.8.3 Inspección incompleta
6.27.8.4	9.30.8.4 Marcas de referencia

El resumen de las tablas en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Tabla	D1.1:2015 Tabla y título
2.5	9.1 Parámetros de diseño para esfuerzos de fatiga
2.6	9.2 Esfuerzos admisibles en las soldaduras de conexiones tubulares
2.7	9.3 Categorías de esfuerzo para el tipo y la ubicación del material para secciones circulares
2.8	9.4 Limitaciones de la categoría de fatiga sobre el tamaño de la soldadura o el espesor y el perfil de la soldadura (conexiones tubulares)
2.9	9.5 Dimensiones de pérdida Z para el cálculo del tamaño mínimo de soldadura con PJP precalificadas para conexiones tubulares en T-, Y- y K-

El resumen de las tablas en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015 (Continúa)

D1.1:2010 Tabla	D1.1:2015 Tabla y título
2.10	9.6 Términos para la resistencia de conexiones (secciones circulares)
3.5	9.7 Aplicaciones de detalles de juntas para conexiones tubulares CJP precalificadas en T-, Y- y K-
3.6	9.8 Dimensiones de juntas y ángulos en ranura precalificados para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en-T-, Y- y K- hechas con soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW), soldadura por arco con protección gaseosa, modo de transferencia cortocircuito (GMAW-S) y soldadura por arco de núcleo fundente (FCAW)
4.1	9.9 Calificación de la WPS—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de conducto o tubo rectangular
4.2	9.10 Calificación de la WPS—Soldaduras en ranura con CJP: Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor y diámetro calificados
4.3	9.11 Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor y diámetro calificados—Calificación de la WPS: soldaduras en ranura con PJP
4.4	9.12 Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado—Calificación de la WPS: soldaduras en filete
4.10	9.13 Calificación del soldador y operario soldador—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de conducto o tubo rectangular
4.11	9.14 Calificación del soldador y operario soldador—Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor y diámetro calificados
5.5	9.15 Tolerancias de abertura de la raíz tubular, juntas a tope soldadas sin respaldo
6.1	9.16 Criterios de aceptación de la inspección visual
6.4	9.17 Requisitos para IQI de tipo orificio
6.5	9.18 Requisitos para IQI de tipo alambre
6.6	9.19 Selección y ubicación de los IQI

El resumen de las figuras en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015

D1.1:2010 Figura	D1.1:2015 Figura y título
2.13	9.1 Rangos de esfuerzo de fatiga admisible y rangos de deformación para categorías de esfuerzos, estructuras tubulares para servicio atmosférico
2.14	9.2 Partes de una conexión tubular
2.15	9.3 Junta traslapada soldada en filete (tubular)
2.16	9.4 Radio de la proyección de la soldadura en filete tubular para conexiones en T-, Y- y K-
2.17	9.5 Esfuerzo de cizallamiento por punzonado
2.18	9.6 Detalle de junta traslapada
2.19	9.7 Limitaciones para conexiones rectangulares en T-, Y- y K-
2.20	9.8 Conexiones en K- traslapadas
2.21	9.9 Transición de espesor de juntas a tope entre piezas de espesores desiguales (tubulares)
3.2	9.10 Juntas tubulares precalificadas soldadas en filete realizadas con SMAW, GMAW y FCAW
3.5	9.11 Detalles de la junta precalificada para conexiones tubulares en T-, Y- y K- con PJP
3.6	9.12 Detalles de la junta precalificada para conexiones tubulares en T-, Y- y K- con CJP
3.7	9.13 Definiciones y selecciones detalladas para conexiones tubulares en T-, Y- y K- precalificadas
3.8	9.14 Detalles de la junta precalificada para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K—Perfiles planos estándar para espesores limitados
3.9	9.15 Detalles de la junta precalificada para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K—Perfil con filete en el pie para espesores intermedios
3.10	9.16 Detalles de la junta precalificada para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K—Perfil cóncavo mejorado para secciones pesadas o fatiga
4.4	9.17 Posiciones de conductos o tuberías de ensayo para soldaduras en ranura
4.6	9.18 Posiciones de conductos o tuberías de ensayo para soldaduras en filete
4.7	9.19 Ubicación de probetas de ensayo en tubos de ensayo soldados—Calificación WPS
4.8	9.20 Ubicación de las probetas de ensayo para tubería rectangular soldada—Calificación WPS
4.20	9.21 Ensayo de solidez de la soldadura en filete de conductos —Calificación WPS
4.24	9.22 Junta tubular a tope-Calificación del soldador con y sin respaldo
4.25	9.23 Junta tubular a tope-Calificación de la WPS con y sin respaldo
4.26	9.24 Ensayo de talón de ángulo agudo (No se muestran las limitaciones)
4.27	9.25 Ensayo de junta para conexiones en T-, Y- y K- sin respaldo en conductos o tuberías de sección rectangular (≥ 6 pulg. [150 mm] O.D.)-Calificación del soldador y de la WPS
4.28	9.26 Ensayo de junta para conexiones en T-, Y- y K- sin respaldo en conductos o tuberías de sección rectangular (< 4 pulg. [100 mm] O.D.)-Calificación del soldador y de la WPS
4.29	9.27 Prueba de macroataque de juntas en esquina para conexiones en T-, Y- y K- sin respaldo en tuberías de sección rectangular para soldaduras en ranura con CJP—Calificación del soldador y de la WPS
4.34	9.28 Ubicación de probetas en conductos y tubería rectangular de ensayo soldados-Calificación del soldador

El resumen de las figuras en la versión D1.1:2010 se reubicó en la Sección 9 de la versión D1.1:2015 (Continúa)

D1.1:2010 Figura	D1.1:2015 Figura y título
6.4	9.29 Indicaciones de Clase R
6.5	9.30 Indicaciones de Clase X
6.13	9.31 Exposición de pared simple/imagen de pared simple
6.14	9.32 Exposición de pared doble/imagen de pared simple
6.15	9.33 Exposición de pared doble-Imagen de pared doble (Elíptica). Mínimo dos exposiciones
6.16	9.34 Exposición de pared doble -Imagen de pared doble. Mínimo tres exposiciones
6.22	9.35 Técnicas de escaneo

AWS B4.0, Métodos estándar para ensayos mecánicos de soldaduras, provee detalles adicionales de la preparación de las probetas de ensayo y detalles de la construcción de portapiezas de ensayo.

Comentario. El comentario no es obligatorio y solamente tiene el propósito de proporcionar información esclarecedora sobre los fundamentos de la disposición.

Anexos normativos. Estos anexos tratan temas específicos del código, sus requisitos son obligatorios y complementan las disposiciones del código.

Anexos informativos. Estos anexos no son requisitos del código pero se proporcionan para aclarar las disposiciones del código mediante ejemplos, información adicional o la sugerencia de buenas prácticas alternativas.

Índice. Como en códigos anteriores, las entradas en el índice se refieren por el número de subsección en lugar del número de página. Esto debería permitir que el usuario del índice ubique un tema específico de interés con rapidez.

Fe de erratas. Es política del Comité de Soldadura Estructural que todas las erratas estén a disposición de los usuarios del código. En consecuencia, toda errata importante será publicada en la sección Society News del *Welding Journal de la AWS* y se publicará en el sitio web de la AWS en: <http://www.aws.org/technical/d1/>.

Sugerencias. Se agradecerán sus comentarios para mejorar la versión D1.1/D1.1M:2015, *Código de soldadura estructural—Acero* de la AWS. Los comentarios deben enviarse a: Managing Director, Technical Services Division, American Welding Society, 8669 NW 36 St, # 130, Miami, FL 33166; teléfono (305) 443-9353; fax (305) 443-5951; correo electrónico info@aws.org; o a través del sitio web de la AWS <<http://www.aws.org>>.

Lista de tablas

Tabla	Página N.º
2.1	Tamaño efectivo de soldaduras en ranura abocinada..... 16
2.2	Dimensión de pérdida Z (no tubular)..... 16
2.3	Esfuerzos admisibles..... 17
2.4	Coeficientes de equivalencia de resistencia para soldaduras en filete cargadas oblicuamente..... 18
2.5	Parámetros de diseño para esfuerzos de fatiga..... 19
3.1	Metales base aprobados para WPS precalificadas..... 49
3.2	Metales de aporte para las resistencias coincidentes en Tabla 3.1, materiales de los Grupos I, II, III y IV..... 53
3.3	Temperatura precalificada mínima de precalentamiento y entre pasadas..... 57
3.4	Requisitos de metal de aporte para aplicaciones descubiertas expuestas para aceros resistentes al ambiente 60
3.5	Tamaño mínimo precalificado de las soldaduras con PJP (E) 60
3.6	Requisitos de la WPS precalificada 61
3.7	Variables de la WPS precalificada 62
4.1	Calificación de la WPS—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa, conducto y tubo rectangular..... 120
4.2	Calificación de la WPS—Soldaduras en ranura con CJP: cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado 121
4.3	Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado—Calificación de la WPS: soldaduras en ranura con PJP..... 123
4.4	Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado—Calificación de la WPS: soldaduras en filete..... 123
4.5	Cambios de variables esenciales de Registro de la Calificación del Procedimiento (PQR, por sus siglas en inglés) que requieren recalificación de la WPS para los procesos SMAW, SAW, GMAW, FCAW y GTAW 124
4.6	Cambios de variables esenciales complementarias de PQR para aplicaciones de ensayo con el péndulo de Charpy (CVN) que requieren recalificación de la WPS para los procesos SMAW, SAW, GMAW, FCAW y GTAW 127
4.7	Cambios de variables esenciales de PQR que requieren recalificación de la WPS para ESW o EGW 128
4.8	Tabla 3.1, Tabla 4.9 y aceros no enumerados calificados por PQR 129
4.9	Metales base y metales de aporte aprobados por el código que requieren calificación según la Sección 4..... 130
4.10	Calificación del soldador y operario de soldadura—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa 135
4.11	Calificación del soldador y operario de soldadura—Cantidad y tipo de probetas y rango de espesor y diámetro calificados 136
4.12	Cambios de variables esenciales del desempeño del personal de soldadura que requiere recalificación..... 138
4.13	Grupos de calificación de electrodos 138
4.14	Requisitos del ensayo con el péndulo de Charpy (CVN)..... 139
4.15	Reducción de la temperatura del ensayo con el péndulo de Charpy (CVN)..... 139
5.1	Exposición atmosférica admisible de electrodos de bajo hidrógeno 180
5.2	Tiempo mínimo de retención 180
5.3	Tratamiento térmico alternativo de alivio de tensiones 180

Tabla

Página N.º

5.4	Límites de aceptación y reparación de discontinuidades laminares provocadas en la fábrica en las superficies de corte	180
5.5	Tolerancia de contraflecha para vigas comunes	181
5.6	Tolerancia de contraflecha para vigas comunes sin cartela de concreto diseñada	181
5.7	Tamaños mínimos de la soldadura en filete	181
5.8	Perfiles de soldadura	182
5.9	Programas de perfiles de soldadura	182
6.1	Criterios de aceptación de la inspección visual	209
6.2	Criterios de aceptación-rechazo con UT (conexiones no tubulares cargadas estáticamente)	210
6.3	Criterios de aceptación-rechazo con UT (conexiones no tubulares cargadas cíclicamente)	211
6.4	Requisitos para IQI de tipo orificio	212
6.5	Requisitos para IQI de tipo alambre	212
6.6	Selección y colocación de IQI	213
6.7	Ángulo de ensayo	214
6.8	Requisitos de calificación y calibración de equipos de UT	216
7.1	Requisitos de propiedades mecánicas para pernos	251
7.2	Tamaño mínimo de la soldadura en filete para pernos de diámetro pequeño	251
9.1	Parámetros de diseño para esfuerzos de fatiga	274
9.2	Esfuerzos admisibles en las soldaduras de conexiones tubulares	275
9.3	Categorías de esfuerzo para el tipo y la ubicación del material para secciones circulares	277
9.4	Limitaciones de la categoría de fatiga sobre el tamaño de la soldadura o el espesor y el perfil de la soldadura (conexiones tubulares)	279
9.5	Dimensiones de pérdida Z para el cálculo de los tamaños mínimos de la soldadura con PJP precalificadas para conexiones tubulares en T-, Y- y K-	279
9.6	Términos para la resistencia de conexiones (secciones circulares)	280
9.7	Aplicaciones de detalles de juntas para conexiones tubulares con CJP precalificadas en T-, Y- y K-	280
9.8	Dimensiones de juntas y ángulos en ranura precalificados para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K- y conexiones en K- realizadas con SMAW, GMAW-S y FCAW	281
9.9	Calificación de la WPS—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa, conducto y tubo rectangular	282
9.10	Calificación de la WPS—Soldaduras en ranura con CJP: cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor y diámetro calificados	283
9.11	Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado—Calificación de la WPS: soldaduras en ranura con PJP	285
9.12	Cantidad y tipo de probetas de ensayo y rango de espesor calificado—Calificación de la WPS: soldaduras en filete	285
9.13	Calificación del soldador y operario de soldadura—Posiciones de soldadura de producción calificadas por ensayos de placa, conducto y tubo rectangular	286
9.14	Calificación del soldador y operario de soldadura—Cantidad y tipo de probetas y rango de espesor y diámetro calificados	287
9.15	Tolerancias de abertura de la raíz tubular, juntas a tope soldadas sin respaldo	289
9.16	Criterios de aceptación de la inspección visual	290
9.17	Requisitos para IQI de tipo orificio	291
9.18	Requisitos para IQI de tipo alambre	291
9.19	Selección y colocación de IQI	292
B.1	Factores de equivalencia de tamaño de la pierna de la soldadura en filete para juntas en T oblicuas	334
D.1	Rigidizadores intermedios en ambos lados del alma	338
D.2	Sin rigidizadores intermedios	338
D.3	Rigidizadores intermedios en un solo lado del alma	339
E.1	Rigidizadores intermedios en ambos lados del alma, vigas interiores	342

Tabla**Página N.º**

E.2	Rigidizadores intermedios en un solo lado del alma, vigas exteriores	343
E.3	Rigidizadores intermedios en un solo lado del alma, vigas interiores	344
E.4	Rigidizadores intermedios en ambos lados del alma, vigas exteriores	345
E.5	Sin rigidizadores intermedios, vigas interiores o exteriores	345
<u>H.1</u>	Agrupamiento del índice de susceptibilidad como función del nivel de hidrógeno “H” y parámetro de composición P_{cm}	358
<u>H.2</u>	Temperaturas mínimas de precalentamiento y entre pasadas para tres niveles de restricción.....	358
<u>Q.1</u>	Criterios de aceptación-rechazo	424
<u>U.1</u>	Clasificaciones de electrodos de acero al carbono con requisitos fijos de AWS A5.36/A5.36M.....	453
<u>U.2</u>	Requisitos del ensayo de tracción de AWS A5.36/A5.36M	454
<u>U.3</u>	Requisitos de ensayos de impacto Charpy de AWS A5.36/A5.36M	454
<u>U.4</u>	Características de la utilidad del electrodo	455
<u>U.5</u>	Requisitos de composición de AWS A5.36/A5.36M para gases de protección.....	457
<u>U.6</u>	Requisitos de la composición química del metal de soldadura.....	458
<u>U.7</u>	Requisitos de procedimiento de AWS A5.20/A5.20M para el indicador complementario opcional “D”	460
<u>U.8</u>	Requisitos de procedimiento de AWS A5.36/A5.36M para indicador complementario opcional “D”.....	460
<u>U.9</u>	Comparación de clasificaciones de las especificaciones AWS A5.18, A5.20, A5.28 y A5.29 con clasificaciones fijas y abiertas de la especificación AWS A5.36 para electrodos FCAW y GMAW con núcleo de metal de pasadas múltiples.....	461
<i>Comentario</i>		
C-3.1	Rangos de corriente típicos para procesos GMAW-S en acero.....	498
C-8.1	Guía para la idoneidad de la soldadura	549
C-8.2	Relación entre el espesor de la placa y el radio de la fresa	549
C-9.1	Estudio de los límites de diámetro/espesor y ancho plano/espesor para tubos	572
C-9.2	Factores de diseño sugeridos.....	573
C-9.3	Valores de JD	573
C-9.4	Placas de acero estructurales.....	574
C-9.5	Conductos de acero estructural y perfiles tubulares.....	575
C-9.6	Perfiles de acero estructural	575
C-9.7	Matriz de clasificación para aplicaciones	576
C-9.8	Condiciones del ensayo con el péndulo de Charpy (CVN)	576
C-9.9	Valores del ensayo con el péndulo de Charpy (CVN)	577
C-9.10	Valores de ensayo con el péndulo de Charpy (CVN) HAZ	577

Lista de figuras

Figura	Página N.º
2.1	Tamaño máximo de la soldadura en filete a lo largo de los bordes de las juntas traslapadas 36
2.2	Transición de las juntas a tope entre piezas de espesores desiguales (no tubulares cargadas cíclicamente) 37
2.3	Transición de espesores (no tubulares cargadas estáticamente) 38
2.4	Soldaduras en filete cargadas transversalmente 38
2.5	Longitud mínima de soldaduras en filete longitudinales en el extremo de la placa o barras planas 39
2.6	<u>Terminación de soldaduras cerca de bordes sometidos a tracción</u> 39
2.7	Remate de conexiones flexibles 40
2.8	Soldaduras en filete en lados opuestos de un plano común 40
2.9	Placas de relleno delgadas en juntas empalmadas 41
2.10	Placas de relleno gruesas en juntas empalmadas 41
2.11	Rango de esfuerzo admisible para carga aplicada cíclicamente (fatiga) en conexiones no tubulares (gráfico de la Tabla 2.5) 42
2.12	Transición de ancho (no tubular cargada cíclicamente) 43
3.1	Cordón de soldadura en donde la profundidad y el ancho exceden el ancho de la cara de soldadura 64
3.2	Detalles de la junta soldada con soldadura en ranura con PJP precalificada (dimensiones en pulgadas) 66
3.2	Detalles de la junta soldada con soldadura en ranura con PJP precalificada (dimensiones en milímetros) 74
3.3	Detalles de la junta soldada con soldadura en ranura con CJP precalificada (dimensiones en pulgadas) 82
3.3	Detalles de la junta soldada con soldadura en ranura con CJP precalificada (dimensiones en milímetros) 93
3.4	Detalles de la junta en T oblicua precalificada (no tubular) 104
3.5	<u>Detalles de la junta de soldadura en filete precalificada (dimensiones en pulgadas)</u> 105
3.5	<u>Detalles de la junta de soldadura en filete precalificada (dimensiones en milímetros)</u> 106
3.6	<u>Junta en esquina, en T y en ranura con CJP precalificada</u> 107
4.1	Posiciones de soldaduras en ranura 140
4.2	Posiciones de soldaduras en filete 141
4.3	Posiciones de placas de ensayo para soldaduras en ranura 142
4.4	Posiciones de placas de ensayo para soldaduras en filete 143
4.5	Ubicación de probetas en placas de ensayo soldadas—ESW y EGW—Calificación de la WPS 144
4.6	Ubicación de probetas en placas de ensayo soldadas de más de 3/8 pulgadas [10 mm] de espesor— Calificación de la WPS 145
4.7	Ubicación de probetas en placas de ensayo soldadas de 3/8 pulgadas [10 mm] de espesor y menos— Calificación de la WPS 146
4.8	Probetas de doblado de cara y raíz 147
4.9	Probetas de doblado lateral 148
4.10	Probetas de tracción de sección reducida 149
4.11	Plantilla guía para ensayo de doblado guiado 150
4.12	Plantilla guía para ensayo de doblado guiado envolvente alternativo 151
4.13	Plantilla guía para ensayo de doblado guiado alternativo con rodillos para expulsión de la probeta por la parte inferior 151
4.14	Probetas de tracción del metal de soldadura 152
4.15	Ensayos de solidez de la soldadura en filete para calificación de la WPS 153
4.16	<u>Placa de ensayo para espesor ilimitado—Calificación del soldador y ensayos de verificación de consumibles de soldadura en filete</u> 154

Figura**Página N.º**

<u>4.17</u>	Placa de ensayo para espesor ilimitado—Calificación del operario de soldadura y ensayos de verificación de consumibles de soldadura en filete	154
<u>4.18</u>	Ubicación de la probeta en placa de ensayo soldada de 1 pulgada [25 mm] de espesor—Verificación de consumibles para calificación de la WPS de soldaduras en filete.....	155
<u>4.19</u>	Placa de ensayo opcional para espesor ilimitado—Posición horizontal—Calificación del soldador	156
<u>4.20</u>	Placa de ensayo para espesor limitado—Todas las posiciones—Calificación del soldador	157
<u>4.21</u>	Placa de ensayo opcional para espesor limitado—Posición horizontal—Calificación del soldador	158
<u>4.22</u>	Placa de ensayo de doblado de raíz de soldaduras en filete—Calificación del soldador o del operario de soldadura—Opción 2	159
<u>4.23</u>	Método de rotura de probeta—Calificación del soldador de punteado	160
<u>4.24</u>	Junta a tope para calificación del operario de soldadura—ESW y EGW	160
<u>4.25</u>	Placa de ensayo de rotura de soldadura en filete y macroataque—Calificación del soldador o del operario de soldadura Opción 1	161
<u>4.26</u>	Placa de prueba de macroataque de soldadura de tapón—Calificación del soldador o del operario de soldadura y calificación de la WPS	162
<u>4.27</u>	Probeta de rotura de soldadura en filete—Calificación del soldador de punteado	163
<u>4.28</u>	Ubicaciones de probeta de ensayos con el péndulo de Charpy (CVN)	164
<u>5.1</u>	Discontinuidades de borde en material de corte	183
<u>5.2</u>	Geometría de orificio de acceso de soldadura	184
<u>5.3</u>	Tolerancias de mano de obra en el montaje de juntas soldadas en ranura	185
<u>5.4</u>	Requisitos para perfiles de soldadura.....	186
<u>6.1</u>	Criterios de aceptación de discontinuidades para conexiones no tubulares cargadas estáticamente y conexiones tubulares cargadas estática o cíclicamente	218
<u>6.2</u>	Criterios de aceptación de discontinuidades para conexiones no tubulares cargadas cíclicamente en tracción (limitaciones de porosidad y discontinuidades de fusión)	223
<u>6.3</u>	Criterios de aceptación de discontinuidades para conexiones no tubulares cargadas cíclicamente en compresión (limitaciones de porosidad y discontinuidades de tipo de fusión)	228
<u>6.4</u>	IQI tipo orificio	233
<u>6.5</u>	IQI de tipo alambre	234
<u>6.6</u>	Identificación por RT y ubicaciones del IQI tipo orificio o alambre en juntas de espesores aproximadamente iguales de 10 pulgadas [250 mm] de longitud y mayores	235
<u>6.7</u>	Identificación por RT y ubicaciones del IQI tipo orificio o alambre en juntas de espesores aproximadamente iguales de menos de 10 pulgadas [250 mm].....	236
<u>6.8</u>	Identificación por RT y ubicaciones del IQI tipo orificio o alambre en juntas de transición de 10 pulgadas [250 mm] de longitud y mayores	237
<u>6.9</u>	Identificación por RT y ubicaciones del IQI tipo orificio o alambre en juntas de transición de menos de 10 pulgadas [250 mm] de longitud	238
<u>6.10</u>	Bloques de borde para RT	238
<u>6.11</u>	Cristal de transductor	239
<u>6.12</u>	Procedimiento de calificación de la unidad de búsqueda utilizando el bloque de referencia IIW	239
<u>6.13</u>	Bloque típico tipo IIW	240
<u>6.14</u>	Bloques de calificación	241
<u>6.15</u>	Vista del plano de los patrones de escaneo por UT.....	243
<u>6.16</u>	Posiciones del transductor (típicas).....	244
<u>7.1</u>	Dimensiones y tolerancias de pernos con cabeza de tipo estándar	252
<u>7.2</u>	Dispositivo típico de ensayo de tracción.....	252
<u>7.3</u>	Disposición de ensayo de torsión y tabla de ensayos de torsión.....	253
<u>7.4</u>	Dispositivo de ensayo de doblado.....	254
<u>7.5</u>	Tipo de dispositivo sugerido para el ensayo de calificación de pernos pequeños	254
<u>9.1</u>	Rangos de esfuerzo de fatiga admisible y rangos de deformación para categorías de esfuerzos, estructuras tubulares para servicio atmosférico	293

Figura**Página N.º**

<u>9.2</u>	Partes de una conexión tubular	294
<u>9.3</u>	Junta traslapada soldada con filete (tubular).....	297
<u>9.4</u>	Radio de la proyección de la soldadura en filete para conexiones tubulares en T-, Y- y K-.....	297
<u>9.5</u>	Esfuerzo de cizallamiento por punzonado	298
<u>9.6</u>	Detalle de junta traslapada	298
<u>9.7</u>	Limitaciones para conexiones rectangulares en T-, Y- y K-	299
<u>9.8</u>	Conexiones en K- traslapadas	299
<u>9.9</u>	Transición de espesor de juntas a tope entre piezas de espesores desiguales (tubulares).....	300
<u>9.10</u>	Juntas tubulares precalificadas soldadas en filete realizadas con SMAW, GMAW y FCAW	301
<u>9.11</u>	Detalles de la junta precalificada para conexiones tubulares en T-, Y- y K- con PJP.....	302
<u>9.12</u>	Detalles de la junta precalificada para conexiones tubulares en T-, Y- y K- con CJP	305
<u>9.13</u>	Definiciones y selecciones detalladas para conexiones tubulares en T-, Y- y K- con CJP precalificadas	306
<u>9.14</u>	Detalles de la junta precalificada para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K— Perfiles planos estándar para espesores limitados	307
<u>9.15</u>	Detalles de la junta precalificada para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K— Perfil con pie del filete para espesores intermedios.....	308
<u>9.16</u>	Detalles de la junta precalificada para soldaduras en ranura con CJP en conexiones tubulares en T-, Y- y K— Perfil cóncavo mejorado para secciones pesadas o fatiga	309
<u>9.17</u>	Posiciones de conductos o tuberías de ensayo para soldaduras en ranura	310
<u>9.18</u>	Posiciones de conductos o tuberías de ensayo para soldaduras en filete	311
<u>9.19</u>	Ubicación de probetas de ensayo en tubo de ensayo soldado—Calificación para la WPS	312
<u>9.20</u>	Ubicación de probetas de ensayo para tubería rectangular soldada—Calificación para la WPS	313
<u>9.21</u>	Ensayo de solidez de la soldadura en filete de conductos —Calificación para la WPS	314
<u>9.22</u>	Junta tubular a tope—Calificación del soldador con y sin respaldo	315
<u>9.23</u>	Junta tubular a tope—Calificación de la WPS con y sin respaldo	315
<u>9.24</u>	Ensayo de talón de ángulo agudo (no se muestran restricciones).....	316
<u>9.25</u>	Ensayo de junta para conexiones en T-, Y- y K- sin respaldo en conductos o tuberías rectangulares (≥ 6 pulgadas [150 mm] de diám. ext.)—Calificación del soldador y de la WPS	317
<u>9.26</u>	Ensayo de junta para conexiones en T-, Y- y K- sin respaldo en conductos o tuberías rectangulares (< 4 pulgadas [100 mm] de diám. ext.)—Calificación del soldador y de la WPS	318
<u>9.27</u>	Ensayo de macroataque de juntas en esquina para conexiones en T-, Y- y K- sin respaldo en tuberías rectangulares para soldaduras en ranura con CJP—Calificación del soldador y de la WPS	319
<u>9.28</u>	Ubicación de probetas de ensayo en conducto y tubería rectangular de ensayo soldadas—Calificación del soldador	320
<u>9.29</u>	Indicaciones de Clase R	321
<u>9.30</u>	Indicaciones de Clase X.....	323
<u>9.31</u>	Exposición de pared simple—Vista de pared simple.....	324
<u>9.32</u>	Exposición de pared doble—Vista de pared simple.....	324
<u>9.33</u>	Exposición de pared doble—Vista de pared doble (elíptica); mínimo dos exposiciones	325
<u>9.34</u>	Exposición de pared doble—Vista de pared doble; mínimo tres exposiciones	325
<u>9.35</u>	Técnicas de escaneo	326
<u>A.1</u>	Soldaduras en filete.....	329
<u>A.2</u>	Soldadura en ranura de bisel sin refuerzo	330
<u>A.3</u>	Soldadura en ranura de bisel con soldadura en filete reforzada.....	330
<u>A.4</u>	Soldadura en ranura de bisel con soldadura en filete reforzada.....	331
<u>A.5</u>	Soldadura en ranura abocinada de bisel sin refuerzo.....	331
<u>A.6</u>	Soldadura en ranura abocinada de bisel con soldadura en filete reforzada	332
<u>F.1</u>	Gráficas de contenido de temperatura-humedad a utilizar junto con el programa de ensayo para determinar el tiempo extendido de exposición atmosférica de los electrodos SMAW de bajo hidrógeno.....	348
<u>F.2</u>	Gráficas de contenido de aplicación de temperatura-humedad para determinar el tiempo de exposición atmosférica de los electrodos SMAW de bajo hidrógeno	349
<u>G.1</u>	Otros bloques aprobados y posición típica del transductor.....	353

Figura**Página N.º**

<u>H.1</u>	Zona de clasificación de aceros	360
<u>H.2</u>	Índice de enfriamiento crítico para 350 HV y 400 HV	360
<u>H.3</u>	Gráficos para determinar los índices de enfriamiento para soldaduras en filete SAW de pasada única.....	361
<u>H.4</u>	Relación entre el tamaño de la soldadura en filete y la entrada de energía	364
<u>Q.1</u>	Reflector de referencia estándar.....	425
<u>Q.2</u>	Bloque de calibración recomendado	425
<u>Q.3</u>	Reflector estándar típico (ubicado en las maquetas de soldaduras y soldaduras de producción).....	426
<u>Q.4</u>	Corrección de transferencia	427
<u>Q.5</u>	Profundidad de onda de compresión (calibración de barrido horizontal).....	427
<u>Q.6</u>	Calibración de sensibilidad de onda de compresión	428
<u>Q.7</u>	Calibración de sensibilidad y distancia de onda de cizallamiento	428
<u>Q.8</u>	Métodos de escaneo	429
<u>Q.9</u>	Características de discontinuidad esférica	430
<u>Q.10</u>	Características de discontinuidad cilíndrica.....	430
<u>Q.11</u>	Características de discontinuidad plana	431
<u>Q.12</u>	Dimensión de altura de la discontinuidad.....	431
<u>Q.13</u>	Dimensión de longitud de la discontinuidad.....	432
<u>Q.14</u>	Marcado en la pantalla	432
<u>Q.15</u>	Informe de UT (procedimiento alternativo).....	433
<u>R.1</u>	Definición de términos para alfa calculada.....	435
<u>U.1</u>	Sistema de clasificación abierta AWS A5.36/A5.36M.....	466

Comentario

C-2.1	Equilibrio de soldaduras en filete en torno a un eje neutro.....	485
C-2.2	Planes de cizallamiento para soldaduras en filete y ranura.....	485
C-2.3	Carga excéntrica.....	486
C-2.4	Relación carga/deformación para soldaduras.....	486
C-2.5	Ejemplo de un grupo de soldadura con carga oblicua.....	487
C-2.6	Solución gráfica de la capacidad de un grupo de soldadura con carga oblicua	488
C-2.7	Juntas traslapadas soldadas en filete simple	489
C-3.1	Oscilogramas y esquemas de la transferencia de metales de GMAW-S.....	498
C-3.2	Ejemplos de agrietamiento de línea central	499
C-3.3	Detalles de preparaciones alternativas de la ranura para juntas en esquina precalificadas.....	499
C-4.1	Tipo de soldadura sobre conducto que no requiere calificación del conducto.....	504
C-5.1	Ejemplos de esquinas reentrantes inaceptables.....	515
C-5.2	Ejemplos de buenas prácticas para corte de recortes redondeados	515
C-5.3	Desplazamiento admisible en miembros colindantes	516
C-5.4	Corrección de miembros desalineados.....	516
C-5.5	Método típico para determinar las variaciones en la planicidad del alma de viga.....	517
C-5.6	Ilustración que muestra los métodos de medición de contraflecha.....	518
C-5.7	Medición de alabeo e inclinación de la brida.....	519
C-5.8	Tolerancias en puntos de soporte	520
C-6.1	Juntas en esquina o en T a 90 ° con respaldo de acero.....	532
C-6.2	Juntas en esquina o en T oblicuas	532
C-6.3	Juntas a tope con separación entre el respaldo y la junta.....	533
C-6.4	Efecto de la abertura de la raíz en juntas a tope con respaldo de acero	533
C-6.5	Resoluciones para el escaneo con respaldo sellado de acero soldado	534
C-6.6	Escaneo con respaldo sellado de acero soldado.....	534
C-6.7	Ilustración de los criterios de aceptación de discontinuidad para conexiones no tubulares cargadas estáticamente y conexiones tubulares cargadas estática o cíclicamente.	535
C-6.8	Ilustración de los criterios de aceptación de discontinuidad para conexiones no tubulares cargadas estáticamente y conexiones tubulares cargadas estática o cíclicamente de 1-1/8 pulgadas [30 mm] y mayores, típico de discontinuidades aleatorias aceptables	536

Figura**Página N.º**

C-6.9	Ilustración de los criterios de aceptación de discontinuidades para conexiones no tubulares cargadas cíclicamente en tracción.....	537
C-7.1	Defectos admisibles en las cabezas de los pernos con cabeza	542
C-8.1	Intrusiones microscópicas	550
C-8.2	Vida útil en fatiga	550
C-8.3	Rectificación de pie con esmerilador de fresa	551
C-8.4	Rectificación de pie normal al esfuerzo	551
C-8.5	Esmerilado efectivo del pie	552
C-8.6	Esmerilado del extremo	552
C-8.7	Martillado	553
C-8.8	Refusión del pie	554
C-9.1	Ilustraciones de los esfuerzos del miembro ramal correspondiente al modo de carga	577
C-9.2	Requisitos mejorados del perfil de soldadura	578
C-9.3	Concepto simplificado del cizallamiento por punzonado	578
C-9.4	Criterio de confiabilidad del cizallamiento por punzonado usando alfa calculada.....	579
C-9.5	Transición entre las conexiones de abertura o traslape	580
C-9.6	Teorema de cota (límite) superior	580
C-9.7	Patrones de línea de fluencia.....	581

Código de soldadura estructural—Acero

1. Requisitos generales

1.1 Alcance

Este código contiene los requisitos para fabricar y montar estructuras de acero soldadas. Cuando este código se estipule en los documentos del contrato, se exigirá el cumplimiento de todas las disposiciones del código, excepto aquellas que el ingeniero (véase 1.4.1) o los documentos del contrato modifiquen o eximan específicamente.

El siguiente es un resumen de las secciones del código:

1. Requisitos generales. Esta sección contiene información básica sobre el alcance y las limitaciones del código, las definiciones clave y las principales responsabilidades de las partes involucradas en las construcciones de acero.

2. Diseño de conexiones soldadas. Esta sección contiene los requisitos para el diseño de conexiones soldadas compuestas de miembros tubulares o no tubulares.

3. Precalificación de las WPS. Esta sección contiene los requisitos para eximir una WPS (Especificación del procedimiento de soldadura) de los requisitos de calificación de la WPS de este código.

4. Calificación. Esta sección contiene los requisitos para la calificación de la WPS y las pruebas de calificación de rendimiento que debe aprobar todo el personal de soldadura (soldadores, operadores de soldadura y soldadores punteadores) para realizar soldaduras de conformidad con este código.

5. Fabricación. Esta sección contiene los requisitos generales de fabricación y montaje aplicables a estructuras de acero soldadas que se rigen por este código, incluidos los requisitos para metales base, consumibles de soldadura, técnicas de soldadura, detalles soldados, preparación de materiales y montaje, mano de obra, reparación de soldaduras y otros requisitos.

6. Inspección. Esta sección contiene los criterios para las calificaciones y responsabilidades de los inspectores, los criterios de aprobación para soldaduras de producción y los procedimientos estándar para realizar inspecciones visuales y ensayos no destructivos (NDT).

7. Soldadura de pernos. Esta sección contiene los requisitos para la soldadura de pernos a acero estructural.

8. Refuerzo y reparación de estructuras existentes. Esta sección contiene la información básica relacionada con la modificación o la reparación por soldadura de estructuras de acero existentes.

9. Estructuras tubulares. Esta sección contiene requisitos exclusivos para estructuras tubulares. Asimismo, los requisitos de las demás secciones se aplican a las estructuras tubulares, a menos que se especifique lo contrario.

1.2 Limitaciones

El código se desarrolló específicamente para estructuras de acero soldadas que utilizan aceros al carbono o de baja aleación de 1/8 pulgadas [3 mm] de espesor o más gruesos, con un límite elástico mínimo de 100 ksi [690 MPa] o menos. El código puede ser apto para regir la fabricación estructural fuera del alcance del objetivo previsto. Sin embargo, el ingeniero debería evaluar dicha idoneidad y, sobre la base de tales evaluaciones, incorporar en los documentos del contrato cualquier cambio necesario a los requisitos del código para abordar los requisitos específicos de la aplicación que esté fuera del alcance del código. El Comité de Soldadura Estructural recomienda que el ingeniero considere la aplicabilidad de otros códigos D1 de la AWS para aplicaciones que impliquen aluminio (AWS D1.2), láminas de acero con un espesor igual a o menor de 3/16 pulgadas [5 mm] de espesor (AWS D1.3), acero de refuerzo (AWS D1.4) y acero inoxidable (AWS D1.6), refuerzo y reparación de estructuras existentes (AWS D1.7), suplemento sísmico (AWS D1.8) y titanio (AWS D1.9). El *Código de soldadura para puentes AASHTO/AWS D1.5* se desarrolló específicamente para soldar componentes de puentes de carreteras y se recomienda para esas aplicaciones.

1.3 Definiciones

Los términos de soldadura utilizados en este código se interpretarán de acuerdo con las definiciones proporcionadas en la última edición de la AWS A3.0, *Términos y definiciones de soldadura estándar*, incluidos los términos para la junta adhesiva, soldadura fuerte, soldadura blanda, corte térmico y termorrociado, complementado por el Anexo J de este código y las siguientes definiciones: