



## **TRADUCCIÓN NO OFICIAL AL ESPAÑOL**

### **HECHA POR EL INSTITUTO MEXICANO DEL INOXIDABLE AC (IMINOX)**

Fe de Erratas para el estándar

ANSI/AWWA C220-07

Para

Tubería de Acero Inoxidable de ½ pulgada (13 mm) y Mayor

(Febrero de 2008)

1. Cambiar la sección 1.1, Alcance, en la página 1 para que diga:

Esta norma comprende tubería en acero inoxidable que ha sido producida mediante soldadura longitudinal o en espiral, de ½ pulgada (13 mm) en diámetro nominal y mayores, destinada a la transmisión y conducción de agua, y para uso en otras instalaciones del sistema de abastecimiento de agua. Estos materiales son especialmente apropiados para el manejo de agua des-ionizada de alta pureza y de agua ozonizada.



AWWA C220-07  
(Revisión de ANSI/AWWA C220-98)

El Centro Autorizado sobre el Agua Potable®

---

## Estándar de la AWWA

---

# Tubería de Acero Inoxidable de ½ pulgada (13 mm) y Mayor

Fecha de vigencia: 1 de marzo de 2007

Primera edición aprobada por el Consejo de Administración de la AWWA: junio 12 de

1992

Fecha de aprobación de la presente edición: enero 16 de 2005

---

6666 West Quincy Avenue  
Denver, CO 80235-3098  
T 800.926.7337  
[www.awwa.org](http://www.awwa.org)

## **Norma de la AWWA**

Este documento es una norma de la American Water Works Association (AWWA). Ésta no es una especificación. Las normas de la AWWA describen requerimientos mínimos y no contienen toda la información administrativa y de ingeniería normalmente contenida en las especificaciones. Las normas de la AWWA, por lo general, contienen opciones que deben ser evaluadas por el usuario de la norma. El producto o servicio no está definido de forma completa hasta que cada característica opcional sea especificada por el usuario. La publicación de una norma por parte de la AWWA no constituye enmiendas de algún producto o tipo de producto, la AWWA tampoco somete a prueba, certifica o aprueba ningún producto. El uso de las normas de la AWWA es completamente voluntario. Las normas de la AWWA tienen el propósito de representar un consenso de la industria del suministro de agua de que el producto descrito proporcionará un servicio satisfactorio. Cuando la AWWA revise o retire esta norma, una notificación oficial será colocada en la primera página de la sección de anuncios clasificados del *Journal AWWA*. La notificación entrará en vigor desde el primer día del mes posterior al mes de publicación del *Journal AWWA* que contiene la notificación oficial.

---

## **Ciencia y tecnología**

---

La AWWA unifica a toda la comunidad del agua, al desarrollar y distribuir el conocimiento tecnológico y científico altamente confiable. Por medio de sus miembros, la AWWA desarrolla las normas de la industria para los productos y procesos que representan avances en la seguridad y salud públicas. La AWWA también proporciona programas de mejoramiento de calidad para equipos de agua.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o transmitida en ninguna forma o por ningún medio, electrónico o mecánico incluyendo fotocopia grabación, o algún sistema de información o recuperación –excepto en forma de breve extracto o citas para propósitos de revisión– sin el permiso por escrito del editor.

## Personal del Comité

El Grupo de tareas del Comité Técnico Consultivo de Fabricantes de Tubería de Acero para el Agua (SWPMTAC) que participó en la actualización de la norma AWWA C220, estaba compuesto por las siguientes persona en ese momento:

Gary Kohlbeck, Presidente

C.J. Anderson, Douglas Brothers, Portlan, Maine	(AWWA)
D. Y. Bridges, Victaulic Depend-O-Lok Inc., Atlanta, Georgia	(AWWA)
J. A. Fox, Fox Inspections & Testing LLC, Frontal Royal, Virginia	(AWWA)
Gary Kohlbeck. Felker Fabrication, Marshfield, Wisconsin	(AWWA)
Stephen Lamb, Nickel Development Institute, Huntington, Virginia del Oeste	(AWWA)
Marvin Mintz, M-Squares Associated Inc., Elmost, Nueva York	(AWWA)
R. N. Stayarthi, Baker Coupling Company Inc., Los Angeles, California	(AWWA)
M. A. Vanderbosch, CAB Inc., Norcross, Georgia	(AWWA)
D. R. Wagner, Consultant, San Luis, Missouri	(AWWA)

El Comité de Estándares Sobre Tubería de Acero Inoxidable, que revisó y aprobó la presente norma, estaba integrado por el siguiente personal en ese momento:

J. Warren Green, Presidente

Miembros con Intereses Generales

R. L. Coffey, Kirkham Michael & Associates, Omaha, Nebraska	(AWWA)
J. W. Green, McDonough Associates Inc., Chicago Illinois	(AWWA)
J. K. Jeyapalan, Consultor, Nuevo Milford, Connecticut	(AWWA)
J. E. Koch, HRD Engineering Inc., Bellevue, Washington	(AWWA)
C. A. Prein, Prein & Newhof, Grand Rapids, Michigan	(AWWA)
C. C. Sundberg, CH2M Hill, Inc., Bellevue, Washington	(AWWA)
G. J. Tupac, G. J. Tupac & Associates Inc., Pittsburg, Pennsylvania	(AWWA)
J. S. Wailes, * Standards Engineer Liaison, AWWA, Denver, Colorado	(AWWA)

D. R. Wagner, Consultor, San Luis Missouri (AWWA)

Miembros Productores

R. J. Card, Victaulic Depend-O-Loc Inc., Atlanta, Georgia (AWWA)

Dennis Dechant, Northwest Pipe Company, Denver, Colorado (AWWA)

Stephen Lamb, Nickel Institute Development, Huntington, Virginia del Oeste (AWWA)

Miembros Usuarios

J. H. Bambei, \* Denver Water, Denver, Colorado (AWWA)

G. R. Carlyon, Flint Water Plant, Flint, Michigan (AWWA)

Martin Garcia, Denver Water, Denver, Colorado (AWWA)

K. S. Taylor, Green Bay Water Department, Green Bay, Wisconsin (AWWA)



## Índice

---

*Todas las normas de la AWWA siguen el formato general indicado posteriormente. Algunas variaciones se este formato se pueden encontrar en una y norma en particular.*

### SECCIÓN

#### *Prólogo*

- I. Introducción
  - I.A Antecedentes
  - I.B Historia
  - I.C Aceptación
- II. Asuntos especiales
  - II.A Bases de diseño
- III. Uso de esta norma
  - III.A Opciones y alternativas del comprador
  - III.B Modificación a la norma
- IV. Revisiones principales
- V. Comentarios

#### *Norma*

- 1. General
  - 1.1. Alcance
  - 1.2. Propósito
  - 1.3. Aplicación
- 2. Referencias

### SECCIÓN

- 3. Definiciones
- 4. Requerimientos
  - 4.1. Impregnación
  - 4.2. Materiales
  - 4.3. Requerimientos generales de fabricación
  - 4.4. Requerimientos específicos de fabricación
  - 4.5. Variaciones permisibles en pesos y dimensiones
  - 4.6. Preparación de los extremos
  - 4.7. Extremos especiales
  - 4.8. Limpieza y desincrustado
  - 4.9. Especiales y accesorios
- 5. Verificación
  - 5.1. Inspección
  - 5.2. Procedimientos de prueba
  - 5.3. Bases para rechazo
  - 5.4. Reparación de los defectos
- 6. Entrega
  - 6.1. Marcado
  - 6.2. Envío, almacenamiento y manejo
  - 6.3. Certificación de cumplimiento

# Prólogo

*Este prólogo es sólo para información y no es parte de la AWWA C220.*

## I. Introducción.

I.A. *Antecedentes.* El acero inoxidable es un material estándar usado para fabricar tubo. Éste ofrece bajos índices de corrosión, los cuales lo hacen adecuado para el manejo de agua potable, al mismo tiempo que mantiene la pureza y calidad del agua. En 1996, el acero inoxidable fue aprobado como un material adecuado para cumplir con la *NSF\*/ANSI† 61, Drinking Water Treatment Components Health Effects, Addendum C.*

I.B. *Historia.* En 1987, el Consejo de Normas de la AWWA dirigió el Comité de Normas sobre Tubos de Acero con el fin desarrollar una norma para tubo de acero inoxidable utilizada en equipos de tratamiento o transporte de agua. La primera edición de la *AWWA C220, Standard for Stainless-Steel Pipe, 4 in (100 mm) and larger*, fue aprobada por la Junta directiva de la AWWA en junio de 1992, la segunda edición fue aprobada el 25 de enero de 1998 y esta tercera edición fue aprobada por la Junta directiva de la AWWA el 16 de enero de 2005.

I.C. *Aceptación.* En mayo de 1985, la US Environmental Protection Agency (USEPA) celebró un acuerdo de cooperación con un consorcio encabezado por NSF International (NSF) para desarrollar normas voluntarias por consenso de terceros y un programa de certificación para aditivos directos e indirectos del agua potable. Otros miembros del consorcio original incluyeron a la American Water Works Association Research Foundation (AwwaRF) y la Conference of State Health and Environmental Managers (COSHEM). La American Water Works Association (AWWA) y la Association of State Drinking Water Administrators (ASDWA) se unieron posteriormente.

En Estados Unidos‡, la autoridad para regular los productos para uso en –o en contacto con– agua potable recae en los estados individuales. Las agencias locales pueden elegir imponer requerimientos más estrictos que los requeridos por el estado. Las agencias estatales y locales pueden usar varias referencias para evaluar los efectos a la salud de productos y aditivos de agua potable de tales productos, incluyendo:

1. Un programa de asesoría anteriormente administrado por USEPA, Office of Drinking Water, descontinuado el 7 de abril de 1990.

2. Políticas específicas de la agencia estatal o local.

---

\* NSF International, 789 North Dixboro Road, Ann Arbor, MI 48113.

† American National Standards Institute, 25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036.

‡ Las personas fuera de los Estados Unidos deben ponerse en contacto con la autoridad

3. Dos normas desarrolladas bajo la dirección de NSF, *NSF/ANSI 60, Drinking Water Treatment Chemical Health Effects* y *NSF/ANSI 61, Drinking Water System Components—Health Effects*.

4. Otras referencias, incluyendo las normas AWWA, *Food Chemical Codex*, *Water Chemicals Codex*,\* y otras normas consideradas apropiadas por las agencias estatales o locales.

Varias organizaciones de certificación pueden ser involucradas en la certificación de productos de acuerdo con la NSF/ANSI 61. Las agencias individuales estatales o locales tienen autoridad para aceptar o acreditar organizaciones de certificación dentro de su jurisdicción. La acreditación de las organizaciones de certificación puede variar de jurisdicción a jurisdicción.

El Anexo A, *Toxicology Review and Evaluation Procedures*, de la NSF/ANSI 61 no estipula un nivel máximo permisible (NMP) de un contaminante para sustancias no reguladas por un nivel máximo de contaminante final (NMC) de la USEPA. Los NMP de una lista no especificada de “contaminantes no regulados” están basados en pautas de pruebas de toxicidad (no carcinógenos) y en metodología de caracterización de riesgo (carcinógenos). El uso de los procedimientos del Anexo A puede no ser idéntico siempre, depende del certificador.

La AWWA C220 no aborda los requerimientos de aditivos. Los usuarios de esta norma deben consultar a la agencia estatal o local adecuada que tenga jurisdicción, con el fin de:

1. Determinar los requerimientos de aditivos, incluyendo las normas aplicables.
2. Determinar el estado de las certificaciones por todas las partes que ofrecen certificar productos para contacto con, o tratamiento de, agua potable.
3. Determinar la información actual sobre la certificación del producto.

## II. Asuntos especiales

II.A. *Bases de diseño*. La AWWA C220 concierne a la fabricación y prueba de cilindro de tubo de acero inoxidable. La AWWA C220 incluye todos los tipos y clases de tubo de acero inoxidable, de ½ in (13 mm) de diámetro y mayores, característicamente usados en la industria del agua, sin importar el origen de fabricación del tubo.

El espesor de la pared del tubo de acero inoxidable es determinado por (1) las presiones internas, incluyendo presiones transitorias y estáticas; (2) la presión externa, incluyendo carga de zanja y relleno de tierra; (3) la carga física especial, como carga de viga continua con soportes tipo silleta o vigas circulares, condiciones de vacío, tipo de junta utilizada y variaciones en temperatura de operación; y (4) consideraciones prácticas para el manejo, embarque, recubrimiento y revestimiento, u operaciones similares.

---

\* Ambas publicaciones están disponibles en la National Academy of Sciences, 500 Fifth Street, N. W., Washington, DC 20418.

Las técnicas de diseño descritas en el *Manual M11, Steel Water Pipe A guide for Design and Installation*, de la AWWA, son usadas para determinar el espesor mínimo de la pared del tubo de acero. El comprador establecerá y especificará el espesor de la pared determinado a ser satisfactorio para las condiciones, incluyendo la presión interna. El comprador debe considerar las propiedades de los materiales de recubrimiento y revestimiento –si son usados– al seleccionar los límites de deflexión y esfuerzos del diseño. De forma alternativa, el comprador establecerá y especificará el espesor mínimo de pared que satisfará las condiciones de presión externa, cargas de zanja y cargas físicas especiales. El fabricante puede seleccionar los materiales y procesos de manufactura dentro de los límites de esta norma con el fin de producir el tubo del espesor de pared requerido para satisfacer, adicionalmente, la presión interna especificada. El comprador especificará la presión interna de diseño y mostrará la profundidad de la cubierta sobre el tubo, junto con las condiciones de instalación. El fabricante seleccionará y proporcionará tubo que tenga un espesor de pared que cumpla los requerimientos de presión interna de diseño y diseño externo de carga. Este espesor determinará si éste excede el espesor mínimo especificado por el comprador. El espesor de la pared del tubo –para cumplir los requerimientos de diseño– será determinado por las fórmulas apropiadas del *Manual M11* de la AWWA.

II.A.1. Aplicación. Las estipulaciones de esta norma cubren los requerimientos para el tubo de acero inoxidable que va a ser usado en plantas de tratamiento de agua, sistemas de distribución y transmisión de agua, y otros equipos para agua. El comprador es responsable de determinar si algunas circunstancias inusuales, relacionadas con el proyecto, requieren estipulaciones adicionales que no están incluidas en la norma. Esas condiciones especiales podrían afectar los requerimientos de diseño, manufactura, control de calidad, protección contra corrosión o manejo.

II.A.2. Realización de pruebas en secciones especiales. La Sección 5.2.2.1 estipula las pruebas no destructivas de las costuras de las secciones especiales. La Sección 5.2.2.2 describe los métodos de prueba que pueden ser necesarios si –en opinión del comprador– existen condiciones inusualmente serias, como presiones transitorias o de onda, que causan esfuerzos que exceden al 75 por ciento de la fluencia. El requerimiento para esta realización de prueba especial debe ser especificado al momento de la compra.

II.A.3. Redondez del tubo. La redondez del tubo durante el manejo, embarque, montaje de junta y relleno debe ser especificada por el comprador. Puede ser que el tubo tenga que llevar estemples para permanecer redondo durante el transporte, la instalación y el relleno.

III. Uso de esta norma. Es responsabilidad del usuario de una norma AWWA determinar que los productos descritos en esa norma son adecuados para el uso en la aplicación particular que está siendo considerada.

III.A. *Opciones y alternativas del comprador.* Los siguientes elementos deben ser proporcionados por el comprador:

1. Norma usada, es decir *AWWA C220, Stainless-Steel Pipe, 1/2 In (13 mm) and larger*, de revisión más reciente.

2. Si se requiere el cumplimiento de la *NSF/ANSI 61, Drinking Water System Components Health Effects*, además de los requerimientos de la *Safe Drinking Water Act*.

3. Una descripción de los dibujos detallando la cantidad total de tubo requerido para cada diámetro.

4. Presión interna de diseño, si se requiere que el fabricante diseñe el tubo.

5. Esfuerzo de diseño en la pared del tubo a la presión interna de diseño especificada (como un porcentaje de punto de fluencia mínimo del acero inoxidable), si se requiere que el fabricante diseñe el tubo.

6. Espesor mínimo de la pared requerido por consideraciones diferentes a la presión interna de diseño, si se requiere que el fabricante diseñe el tubo.

7. Detalles de otros requerimientos federales, estatales, locales o provinciales.

8. Especificación de la norma del tubo o el grado de acero inoxidable, si hay una preferencia (Sec. 4.2.2), o propiedades físicas deseadas para “solicitar para química únicamente” (Sec. 3[3], 3[18], 4.2.3.2 y 4.2.4).

9. Dibujos y cálculos que deben ser proporcionados por el fabricante, cuando se solicite (Sec. 4.3.1), si se requiere que el fabricante diseñe el tubo.

10. Recubrimiento y revestimiento protector, si se requiere (Sec. 4.3.3).

11. Soldadura (Sec. 4.4. 2 y 4.4.3).

12. Código de calificación para los operadores de soldadura, si es diferente de la Sec. 4.4.3.4.1.

13. Longitud de las secciones del tubo; longitudes especificadas o aleatorias (Sec. 4.5.4).

14. Tipo de extremos del tubo; descripción o dibujos (Sec. 4.6).

15. Dibujo de cubrejuntas e instrucciones, en cuanto a si las cubrejuntas son proporcionadas o no de forma separada o añadidas al tubo (Sec. 4.6.5).

16. Requerimientos para reportes de pruebas a materiales de empaque de hule (Sec. 4.6.7.1.3).

17. Requerimientos para limpieza y desincrustación (Sec. 4.8).

18. Todas las secciones especiales, indicando las dimensiones o designación para cada parte componente (Sec. 4.9.1) y el grado del material requerido (Sec. 4.9.2).

19. Tipo de brida, clasificación de presión, clase y diámetro interno (DI) (Sec. 4.9.2.1).

20. Instrucciones respecto a la inspección en el lugar de manufactura (Sec. 5.1).

21. Presión mínima de prueba hidrostática, si se requiere y es diferente de la Sec. 5.2.1.

22. Método de prueba no destructiva que va a ser usada para las secciones especiales (Sec. 5.2.2.1) o –en caso de condiciones severas de servicio– los requerimientos para la prueba hidrostática de las secciones especiales (Sec. 5.2.2.2).

23. Requerimientos de marcado, diagramas de línea o programas de colocación (Sec. 6.1).

24. Requerimientos especiales de manejo y tapado (Sec. 6.2).

25. Certificación de cumplimiento, si se requiere (Sec. 6.3).

III.B. *Modificación a la norma.* Cualquier modificación de las estipulaciones, definiciones o terminología en esta norma debe ser proporcionada por el comprador.

IV. Revisiónes principales. Las revisiones principales hechas a esta norma, en esta edición, incluyen lo siguiente:

1. Ahora la norma incluye tubo de ½ in (13 mm) y mayores.
2. Se añadió la ASTM A790/A790M.
3. Se añadieron la ASTM A240/240M-Alloys 2205 y 2304.
4. Los procesos de soldeo y calificaciones fueron cambiados a AWS D1.6.
5. Se añadieron los accesorios de enchufe de extremo acampanado de la MSS SP-119.
6. La prueba hidrostática se cambió por un requerimiento especificado por el comprador.
7. Los requerimientos adicionales fueron añadidos a la Sec. 6.2.

V. Comentarios. Si tiene algún comentario o pregunta sobre esta norma, por favor llame a AWWA Volunteer & Technical Support Group al 303.794.7711, Fax: 303.795.7603; escriba al grupo a 6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098; o envíe un correo electrónico a [standards@awwa.org](mailto:standards@awwa.org).

# **Tubo de acero inoxidable, de ½ in (13 mm) y mayores**

---

## **SECCIÓN 1: GENERAL**

---

### **Sec. 1.1 Alcance**

Esta norma concierne al tubo de acero inoxidable austenítico no recocido que es soldado con costura longitudinal o costura en espiral, de ½ in (13 mm) de diámetro nominal y mayores, previstos para la transmisión y distribución de agua y para usarlos en otros equipos de sistema de suministro de agua. Estos materiales son especialmente adecuados para el manejo de agua de alta pureza, desionizada y ozonizada.

### **Sec. 1.2 Propósito**

El propósito de esta norma es proporcionar, a los compradores, fabricantes y constructores, los requerimientos mínimos para el tubo de acero inoxidable, de ½ in (13 mm) y mayores, incluyendo los requerimientos de fabricación y prueba.

### **Sec. 1.3 Aplicación**

Se puede hacer referencia a esta norma en las especificaciones para comprar y recibir el tubo de acero inoxidable, de ½ in (13 mm) y mayores. Esta norma puede ser usada como una guía para manufacturar este tipo de tubo de acero inoxidable. Las estipulaciones de esta norma aplican cuando se haya hecho referencia a este documento y sólo para el tubo de acero inoxidable, de ½ in (13 mm) y mayores.

---

## SECCIÓN 2: REFERENCIAS

---

Esta norma cita los siguientes documentos. En sus ediciones actuales, forman parte de este estándar en la medida especificada en este documento. En cualquier caso de conflicto, los requisitos de este estándar prevalecerán.

ANSI<sup>\*</sup>/AWWA C206—Field Welding of Steel Water Pipe.

ANSI/AWWA C207—Steel Pipe Flanges for Waterworks Service—Sizes 4 In. Through 144 In. (100 mm through 3,600 mm).

ANSI/AWWA C208—Dimensions for Fabricated Steel Water Pipe Fittings.

ANSI/AWWA C606—Grooved and Shouldered Joints.

ASME<sup>†</sup>—Boiler and Pressure Vessel Code, Sec. II, Part A; Sec. VIII; Sec. IX.

ASTM<sup>‡</sup> A240/A240M—Standard Specification for Chromium and Chromium–Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications.

ASTM A312/A312M—Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes.

ASTM A380—Standard Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems.

ASTM A409/A409M—Standard Specification for Welded Large Diameter Austenitic Steel Pipe for Corrosive or High-Temperature Service.

ASTM A480/A480M—Standard Specification for General Requirements for Flat-Rolled Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip.

ASTM A778—Standard Specification for Welded, Unannealed Austenitic Stainless Steel Tubular Products.

ASTM A790/A790M—Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Pipe.

ASTM D297—Standard Test Methods for Rubber Products—Chemical Analysis.

---

<sup>\*</sup>Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), 25 West 43<sup>rd</sup> Street, Fourth Floor, Nueva York, Nueva York 10036

<sup>†</sup>ASME Internacional, Three Park Ave., Nueva York, Nueva York 10016

<sup>‡</sup>ASTM Internacional, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, Pensilvania 19428

ASTM D395—Standard Test Methods for Rubber Property—Compression Set.

ASTM D412—Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension.

ASTM D573—Standard Test Method for Rubber-Deterioration in an Air Oven.

ASTM D2240—Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness.

ASTM E340—Standard Test Method for Macroetching Metals and Alloys.

AWWA Manual M11, *Steel Water Pipe—A Guide for Design and Installation*.

AWS\* A3.0—Standard Welding Terms and Definitions, Including Terms for Adhesive Bonding, Brazing, Soldering, Thermal Cutting, and Thermal Spraying.

AWS D1.6—Structural Welding Code-Stainless Steel.

AWS QC1—Standard for AWS Certification of Welding Inspectors.

MSS<sup>‡</sup> 119—Factory-Made Belled End Socket Welded Fitting.

UNS (Sistema Unificado de Numeración)- Al igual que para ASTM A-240/240M, la tabla 1, “Requerimientos de composición química, designación del porcentaje establecido de acuerdo con la práctica E 527 y SAE J 1086”.

---

## SECCIÓN 3: DEFINICIONES

---

Las siguientes definiciones aplicarán a esta norma:

1. *Chaflán (Bevel)*: el ángulo formado entre el borde preparado de un extremo del tubo y un plano perpendicular al eje longitudinal del tubo. Los chaflanes son generalmente usados para la soldadura a tope de los extremos del tubo.

---

\*Sociedad Americana de Soldadura (AWS), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, Florida 33126

‡Sociedad de Estandarización de Manufactureros de la Industria de Válvulas y Accesorios, Inc. 127 Park St., N.E., Vienna, Virginia, 22180

2. *Soldadura a tope*: una soldadura cuya garganta permanece en un plano dispuesto aproximadamente a 90° de la superficie de al menos una de las partes unidas. La medida de la soldadura a tope será expresada en términos de las dimensiones netas de la garganta, en pulgadas (milímetros), excluyendo el metal de aporte sobre la superficie de la placa. Una junta soldada a tope en forma doble es en la que el soldeo es realizado en ambos lados. Una junta soldada a tope en forma sencilla es en la que el soldeo es realizado sólo en un lado. Las juntas soldadas a tope deben ser de penetración completa.

3. *Análisis de revisión*: el análisis químico tomado del rollo, la placa o el tubo.

4. *PCJ*: penetración completa de junta.

5. *Constructor*: la parte que provee el trabajo y los materiales para colocación o instalación.

6. *Muestra de material para ensayo (Muestra de material para ensayo de soldadura)*: una pieza de acero inoxidable de la cual se cortan las muestras de prueba de soldadura. La muestra de material para pruebas debe ser cortada del extremo del tubo en un lugar que incluya una sección de la soldadura.

7. *Acero inoxidable dúplex*: material que contiene aproximadamente 50 por ciento de ferrita y 50 por ciento de austenita.

8. *Soldadura de filete*: una soldadura de sección transversal casi triangular, cuya garganta permanece en un plano dispuesto aproximadamente a 45° de la superficie de las partes unidas. La medida de la *soldadura de filete* es expresada en términos de la anchura, en pulgadas (milímetros), de una de sus superficies de fusión adyacentes, la superficie de fusión más corta si las superficies de fusión son desiguales.

9. *Costura circunferencial*: una costura circunferencial soldada que permanece en un plano, usada para unir secciones hacia las longitudes del tubo recto o para unir las piezas del tubo unido en inglete para formar accesorios y secciones especiales fabricadas.

10. *Soldadura longitudinal*: una costura soldada paralela al eje del tubo.

11. *Fabricante*: la parte que manufactura, fabrica o produce materiales o productos.

12. *Diámetro nominal*: la dimensión o designación comercial con la cual el tubo es designado con fines de simplicidad.

13. *Espesor nominal de pared*: el espesor nombrado o dado, a diferencia del espesor real o medido.

14. *Solicitar para química*: un procedimiento por el cual un fabricante, usando experiencia metalúrgica, especifica los elementos químicos a ser usados en la fabricación de acero, pero omite las propiedades físicas. El fabricante es responsable de llevar a cabo las pruebas físicas –o haberlas realizado– y proporcionar un certificado de prueba que satisfaga al comprador.

15. *Pasivado*: un proceso aceptado que se usa para crear una superficie químicamente inactiva.

16. *Decapado*: un proceso químico para retirar los contaminantes y óxidos de la superficie del tubo.

17. *Tubo con extremo liso*: tubo no enroscado, acampanado o de otra forma, con configuración especial de extremo.

18. *Comprador*: la persona, compañía u organización que compre cualquier material u obra a ser realizada.

19. *Fondo de la soldadura*: la porción de una junta que debe ser soldada donde las piezas se aproximan lo más cerca una a la otra. En sección transversal, el fondo de la soldadura de una junta puede ser un punto, una línea o un área.

20. *Tubo sin costura*: tubo sin soldaduras, hecho de lingotes sólidos, desbastes cuadrados, tochos o barras redondas que han sido perforadas en caliente y hecho a la medida deseada por medio de extrusión y estirado en frío a la medida.

21. *Sección especial*: cualquier pieza del tubo diferente a la sección normal recta de longitud total. Ésta incluye –pero no está limitada a– codos, secciones de boca de inspección, piezas cortas, reductores, secciones de adaptador con extremos especiales y otras secciones no estándar.

22. *Longitudes especificadas*: secciones de tubo terminado cuyas longitudes no varían de una cifra fija especificada por el comprador por más de la tolerancia establecida en esta norma.

23. *Tubo soldado de costura en espiral*: tubo en el cual la línea de la costura forma una hélice en el cuerpo del tubo.

24. *Acero inoxidable*: los metales ferrosos que tienen contenidos de cromo de por lo menos 12 por ciento.

25. *Tubo soldado de costura recta*: tubo en el cual la línea de la costura es paralela al eje del tubo.

26. *Presión de trabajo*: la máxima presión hidrostática interna sostenida a la cual está sujeto el tubo bajo condiciones normales de operación. Generalmente, la presión interna de diseño para cada tubo o parte de la tubería estará a la presión de operación establecida por el gradiente hidráulico o la carga estática especificados por el comprador, cualquiera que resulte en la presión más alta. Además, las presiones transitorias deben ser consideradas por el comprador.

---

## SECCIÓN 4: REQUERIMIENTOS

---

### Sec. 4.1 Permeabilidad

La selección de materiales es muy importante para el servicio de agua y tubería de distribución en los lugares donde hay probabilidad de que el tubo esté expuesto a concentraciones importantes de contaminantes compuestos de productos de petróleo de bajo peso molecular o solventes

orgánicos, o sus vapores. Una investigación ha documentado que los materiales de tubo como polietileno, polibutileno, cloruro de polivinilo –y cementos de asbestos– y elastómeros, como los usados en los empaques de unión y prensaestopas, están sujetos a permeabilidad por productos de petróleo y solventes orgánicos de bajo peso molecular. Si un tubo de agua debe pasar a través de esa área contaminada o un área sujeta a contaminación, consulte con el fabricante respecto a la permeabilidad de las paredes del tubo, los materiales de unión, etc., *antes* de seleccionar materiales para usar en esa área.

## Sec. 4.2 Materiales

4.2.1 *General.* El trabajo debe ser llevado a cabo por mecánicos experimentados en su profesión. El material suministrado y el trabajo realizado cumplirán los requerimientos de esta norma.

4.2.2 *Tubo hecho según los requerimientos de la ASTM.* Cuando el tubo debe ser manufacturado para cumplir con los requerimientos de una o más de las especificaciones de la ASTM listadas en la Sec. 4.4.1, los tipos de acero inoxidable deberán ser de conformidad con la ASTM A240/A240M y cumplirán con los tipos mostrados en la Tabla 1. Las condiciones especiales de servicio pueden requerir tipos diferentes a los listados.

4.2.3 *Tubo fabricado.*

4.2.3.1 Características físicas. Cuando un tubo debe ser fabricado para cumplir con los requerimientos de la Sec. 4.4.2 a la Sec. 4.6, la placa, la hoja o el rollo deben ser seleccionados de la Tabla 1.

4.2.3.2 Química del material. Como una alternativa, el fabricante puede solicitar el material para química solamente y proveer al comprador reportes certificados de pruebas provenientes de un laboratorio aprobado por el comprador. Este reporte de prueba debe mostrar que la hoja o placa cumple con la especificación aplicable.

Tabla 1. Placa, hoja o rollo de acero para la fabricación de tubos según ASTM A240/A240M

Tipo	Designación UNS	Resistencia a la tensión mínima		Resistencia a la fluencia mínima		Elongación mínima en 2 “ (50 mm) %
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	
304L	S30403	70	485	25	170	40
316L	S31603	70	485	25	170	40
2205	S31803	90	629	65	450	25
2304	S32304	87	600	58	400	25

4.2.3.3 Tolerancias de espesor. La placa y la hoja serán solicitadas a las tolerancias de espesor conforme a lo señalado en la ASTM A480/A480M. Un acabado de placa (No. 1) laminado en caliente,

recocido y desincrustado; y acabado laminado en frío, decapado (No. 2D); o decapado y recocido (No. 2B) para producto de hoja es adecuado en la mayoría de los casos, según lo definido bajo la Sección 3 de la ASTM A480/A480M.

4.2.4 *Selección de materiales.* El comprador especificará los materiales a ser usados. Si el comprador no especifica los materiales, el fabricante puede sugerir los materiales que -al libre albedrío del comprador- serán utilizados como material seleccionado. Los materiales seleccionados de forma común pueden encontrarse en la Tabla 1.

### **Sec. 4.3      Requerimientos generales de fabricación**

4.3.1 *Dibujos.* Si se requieren dibujos, éstos estarán sujetos a revisión por el comprador.

4.3.2 *Cálculos.* Si se requiere que el fabricante determine el espesor de pared, los cálculos del fabricante estarán sujetos a revisión por parte del comprador.

4.3.3 *Recubrimiento y revestimiento protector.* El comprador especificará si se requiere un recubrimiento o revestimiento protector. El comprador deberá contactar al fabricante cuando la posibilidad de exposición a cloruros sea un factor.

### **Sec. 4.4      Requerimientos específicos de fabricación**

4.4.1 *Requerimientos generales.* El tubo producido de acuerdo con una de las normas ASTM citadas estará sujeto a los procedimientos de aseguramiento de calidad de la AWWA C220 y en cumplimiento con las estipulaciones aplicables de la AWS D1.6. Ese tubo será manufacturado para cumplir con los requerimientos de la ASTM A312/A312M, ASTM A409/A409M, ASTM A778 (con acabado decapado), o la ASTM A790/A790M, usando uno de los tipos listados en la Tabla 1. Como una alternativa, el tubo será fabricado en cumplimiento de las Sec. 4.4 y 4.9.

4.4.2 *Fabricación del tubo.* A los bordes longitudinales de la hoja o placa se les dará forma con prensa o por laminado para el radio exacto del tubo. No está permitido martillar los bordes para darles forma. A la placa u hoja deberá dársele forma correctamente y puede ser soldada por puntos antes de ser soldada. La soldadura será de una anchura y altura uniforme, de forma razonable, en la longitud completa del tubo. La soldadura será hecha por medios automáticos, a menos que el comprador y el fabricante acuerden aceptar la soldadura manual llevado a cabo por soldadores calificados.

4.4.2.1 *Juntas soldadas a tope.* Las costuras espirales, longitudinales y circunferenciales usadas en la manufactura del tubo serán juntas soldadas a tope de penetración completa de junta (PCJ). Para los espesores de pared del tubo,  $t$ , de 3/8 in (9.5 mm) o menores, el descentrado radial máximo (desalineamiento) para el tubo de acero inoxidable soldado por arco metálico con gas o soldado por arco sumergido no excederá  $0.1875 \times t$  o 1/16 in (1.6 mm), cualquiera que sea mayor. Para los valores de  $t$

mayores a 3/8 in (9.5 mm), el descentrado radial no excederá  $0.1875 \times t$  o 1/8 in (3.2 mm), cualquiera que sea más pequeño. El descentrado será medido con equipo comercialmente disponible, como un calibrador tipo Cambridge o un calibrador V-wack, y será medido desde ambos lados de la soldadura. El promedio de los dos valores deberá ser usado como el valor de descentrado. La reparación de un tubo fuera de tolerancia puede ser realizada en áreas localizadas (con descentrado que no exceda  $0.3 t$  con 3/8 in [9.5 mm] máximo para una longitud de 8 in [203 mm]) añadiendo suficiente metal de aporte para proporcionar una transición de 4 a 1. El fabricante deberá tomar precauciones para minimizar la posibilidad de que vuelvan a presentarse imperfecciones, daños y defectos.

4.4.2.2 Preparación para soldar. Las áreas a soldar no deben tener óxido, aceite, grasa y otros contaminantes antes de ser soldadas. El fondo de la soldadura será protegido de la oxidación usando purga de gas inerte de refuerzo u otras medidas convenientes.

Durante la manufactura, la fabricación y el manejo, se debe tener cuidado para evitar el contacto o la contaminación con algún acero al carbono ordinario o metales de punto de fusión bajo. La tinta de marcado y los crayones de identificación no deben tener zinc, plomo, cobre y azufre.

#### 4.4.3 *Requerimientos para las operaciones de soldadura.*

4.4.3.1 Proceso de soldeo. Los procesos de soldeo serán calificados bajo la Sec. IX, Parte A, del *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* o bajo la AWS D1.6.

4.4.3.2 Soldadura final. La soldadura final de las costuras longitudinales del tubo soldado por fusión –si no se hace por soldadura automática por arco sumergido o por arco protegido– será llevada a cabo por soldadura manual de conformidad con la Sec. 4.4.3.4 y 4.4.3.4.1.

4.4.3.3 Soldadura automática. Las costuras longitudinal, espiral y transversal de las secciones rectas del tubo y las secciones especiales –cuando sea práctico– serán soldadas con una máquina de soldadura automática. Cuando se requiera, se presentarán muestras de soldaduras al comprador para su sometimiento a prueba.

4.4.3.4 Soldadura manual. La soldadura manual de costuras circunferenciales está permitida en las secciones rectas del tubo que constan de más de una longitud completa (al azar o especificada), excepto que sea especificado de otra forma. La soldadura manual de las secciones especiales y accesorios está permitida cuando no sea práctico usar una máquina de soldadura automática. En las secciones rectas del tubo, la soldadura manual será permitida sólo para soldar por puntos los rollos y las placas durante el proceso continuo de fabricación del tubo, haciendo una soldadura en el interior del tubo, al volver a soldar o reparar defectos estructurales en la placa y la soldadura de máquina automática, y lo de otra forma permitido por la Sec. 4.4.2 de esta norma.

4.4.3.4.1 Los soldadores y operadores de soldadura estarán calificados bajo la Sec. IX, Part A, del *ASME Boiler and Pressure Vessel Code* o bajo la AWS D1.6.

4.4.3.5 Pruebas de soldador y operadores de soldadura. El comprador tendrá el derecho de pedir y presenciar la realización de pruebas de soldadura por cualquier soldador u operador de soldadura, de conformidad con la Sec. 4.4.3.4.1, en cualquier momento que el comprador considere que no se está realizando una soldadura satisfactoria.

4.4.3.6 Prueba de soldadura de producción. La realización de la soldadura será revisada durante la producción por medio de la utilización de las pruebas y los valores de prueba especificados en esta sección (Sec. 4.4.3).

4.4.3.6.1 Los especímenes de muestra de soldadura serán tomados de forma perpendicular a través de la soldadura y desde el extremo del tubo, o desde las placas de prueba hechas de material, conforme a los requerimientos de las especificaciones de la placa usadas en la manufactura del tubo. Las placas de prueba serán soldadas siguiendo el mismo procedimiento y por el mismo operador y equipo, y en secuencia con el soldeo de las juntas longitudinales en el tubo. Las placas de prueba tendrán la soldadura aproximadamente a la mitad del espécimen. Los especímenes serán enderezados y serán sometidos a prueba en temperatura ambiente.

4.4.3.6.2 Los dos especímenes de tensión de sección reducida hechos de conformidad con la Figura 1 mostrarán una resistencia a la tensión no menor al 100 por ciento de la resistencia a la tensión mínima especificada del material de base usado.

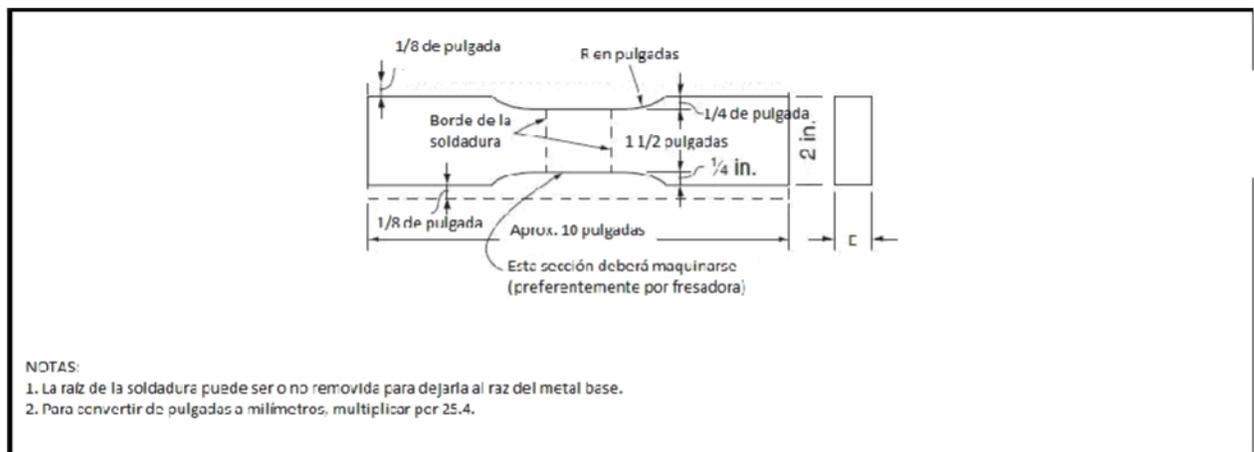


Figura 1. Sección reducida del espécimen para ensayo de tensión.

4.4.3.6.3 Los dos especímenes de prueba de doblado serán preparados de acuerdo con la Figura 2 y soportarán un doblado a 180° en una plantilla, según las Figuras 3, 4 o 5. Cuando se hacen las pruebas de doblado guiado, un espécimen será doblado de forma que el lado que constituye el interior del tubo esté en la parte interior del doblado de prueba. La segunda prueba de doblado será llevada a cabo de forma que el

lado del espécimen que constituye el interior del tubo esté en la parte exterior del doblado de prueba. Un espécimen de prueba de doblado guiado será considerada como aprobada si no hay grieta u otro defecto de abertura que exceda 1/8 in (3.2 mm), medidos en cualquier dirección en el metal de aporte o entre la soldadura y el material de base, después de hacer el doblado.

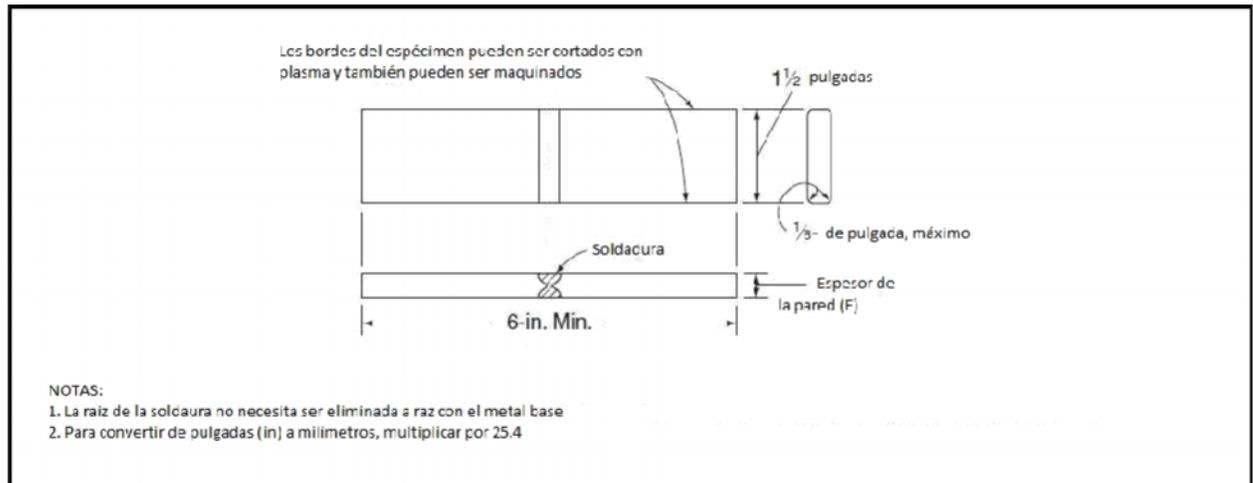


Figura 2. Especimen de prueba para doblado guiado.

4.4.3.6.4 Las pruebas de grabado al agua fuerte para las soldaduras de producción de penetración completa serán realizadas en las pruebas normales de soldadura de producción. La penetración completa de junta es definida en la AWS A3.0. La inspección de la penetración completa de junta será hecha por medio de un macrograbado al agua fuerte de la sección transversal soldada de la junta y será llevada a cabo con la misma frecuencia de la prueba de doblado guiado. La técnica de macrograbado al agua fuerte será según lo establecido en la ASTM E340. **AQUÍ VOY**

4.4.3.6.5 Si algún espécimen de prueba muestra maquinado deficiente o desarrolla imperfecciones no asociadas con la soldadura, éste será descartado y substituido por otro espécimen.

4.4.3.7 Frecuencia de la prueba de soldadura de producción. Habrá por lo menos un juego de especímenes de prueba de soldadura tomado de cada medida, tipo y espesor de pared del trabajo realizado por cada máquina de soldadura y cada uno de los operadores, excepto lo requerido bajo la Sec. 4.4.3.4.

4.4.3.8 Repetición de pruebas. Si algún espécimen sometido a prueba de conformidad con la Sec. 4.4.3.6. no cumple los requerimientos especificados, otra vez se harán pruebas a dos especímenes adicionales del mismo lote de tubo, cada uno de los cuales deberá cumplir con los requerimientos especificados. Si alguno de los sometidos a prueba no cumple con los requerimientos, el lote completo será rechazado; o pueden tomarse especímenes de prueba de cada una de las longitudes de tubo sin someter a prueba –a opción del comprador– y cada uno de los especímenes deberá cumplir con los

requerimientos especificados.

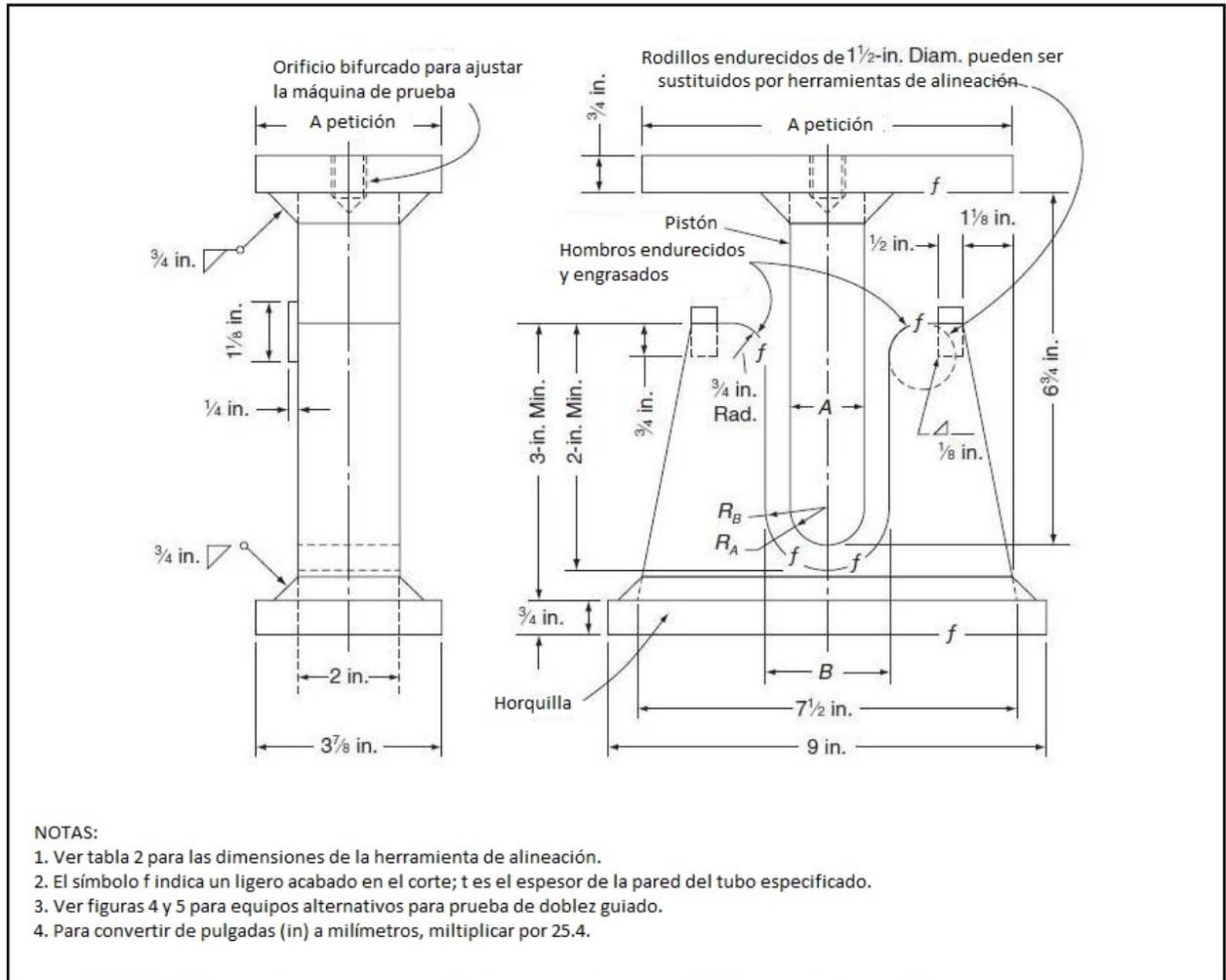


Figura 3. Herramienta para prueba de doblez guiado.

Tabla 2. Dimensiones de la herramienta utilizada en el doblez guiado

	Límite de cedencia mínimo especificado hasta 42,000 psi (290 MPa)
Radio del macho RA	2t *
Radio de la hembra RB	3t + 1/8 in. (1.6 mm)
Ancho del macho A	4t
Ancho de la hembra B	6t + 1/8 in. (3.2 mm)

\*t = Espesor de pared especificado en el tubo

4.4.3.9 Reparación de la soldadura. La reparación de la soldadura se hará por cualquiera de los procedimientos mutuamente acordados por parte del fabricante y el comprador.

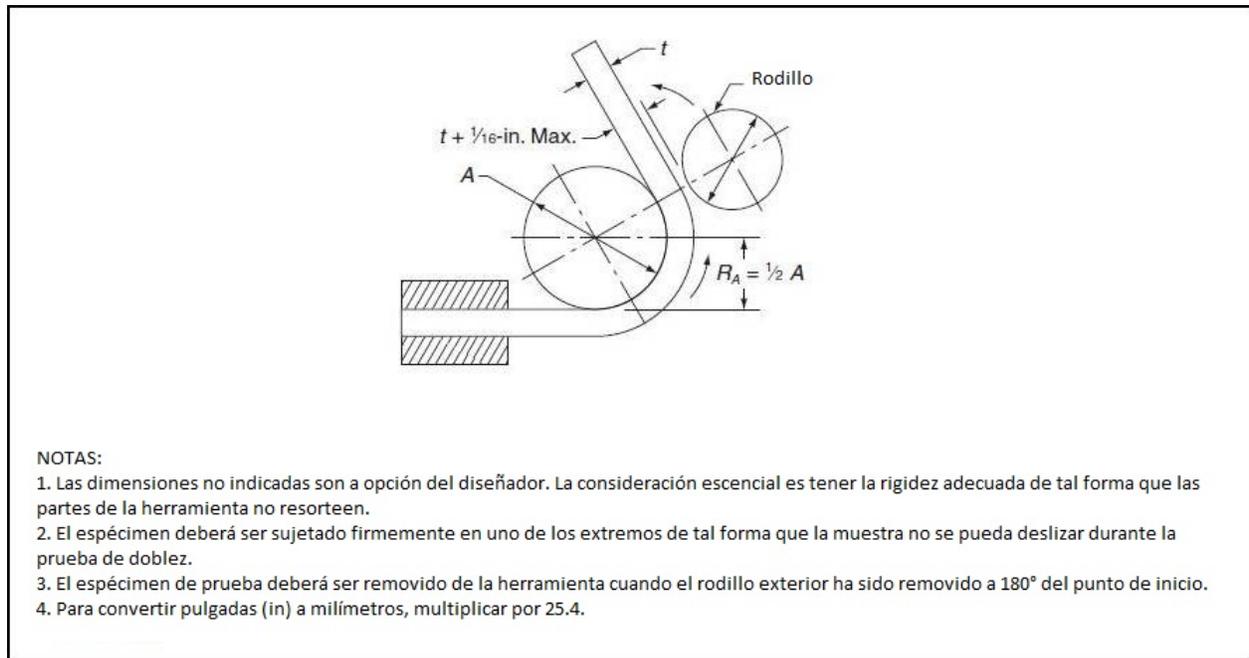


Figura 4 Herramienta alternativa envolvente de doblez guiado.

## Sec. 4.5 Variaciones permisibles en pesos y dimensiones

4.5.1 *Espesores y pesos.* A menos que sea especificado de otra forma por el comprador, el espesor de la pared y las tolerancias de peso para el tubo soldado serán regidos por los requerimientos de las especificaciones a las cuales las placas u hojas son solicitadas.

4.5.2 *Circunferencia.* El tubo será substancialmente redondo. La circunferencia exterior del tubo no variará más de  $\pm 1.0$  por ciento pero no excederá de  $\frac{3}{4}$  in (19 mm) de la circunferencia nominal exterior, basado en el diámetro especificado, excepto si la circunferencia en los extremos sea dimensionada, si es necesario, para cumplir con los requerimientos de la Sec. 4.6.

4.5.3. *Derechura.* El tubo acabado no se desviará por más de  $\frac{1}{8}$  in (3.2 mm) de una regla recta de 10ft (3m) sostenida contra el tubo.

4.5.4 *Longitudes.* Las longitudes del tubo serán suministradas de la siguiente forma:

4.5.4.1 Longitudes especificadas. Las longitudes especificadas serán suministradas con una tolerancia de  $\pm 2$  in (51 mm). Esta tolerancia no aplica a las longitudes más cortas de las cuales las muestras de material para pruebas hayan sido cortadas.

4.5.4.2 Soldaduras circunferenciales. Las longitudes de tubo que contienen soldaduras

circunferenciales (Sec. 4.4.2.1) serán permitidas por acuerdo entre el fabricante y el comprador. Las pruebas de esas juntas soldadas serán hechas de conformidad con las pruebas de soldadura de producción estipuladas en la Sec. 4.4.3.

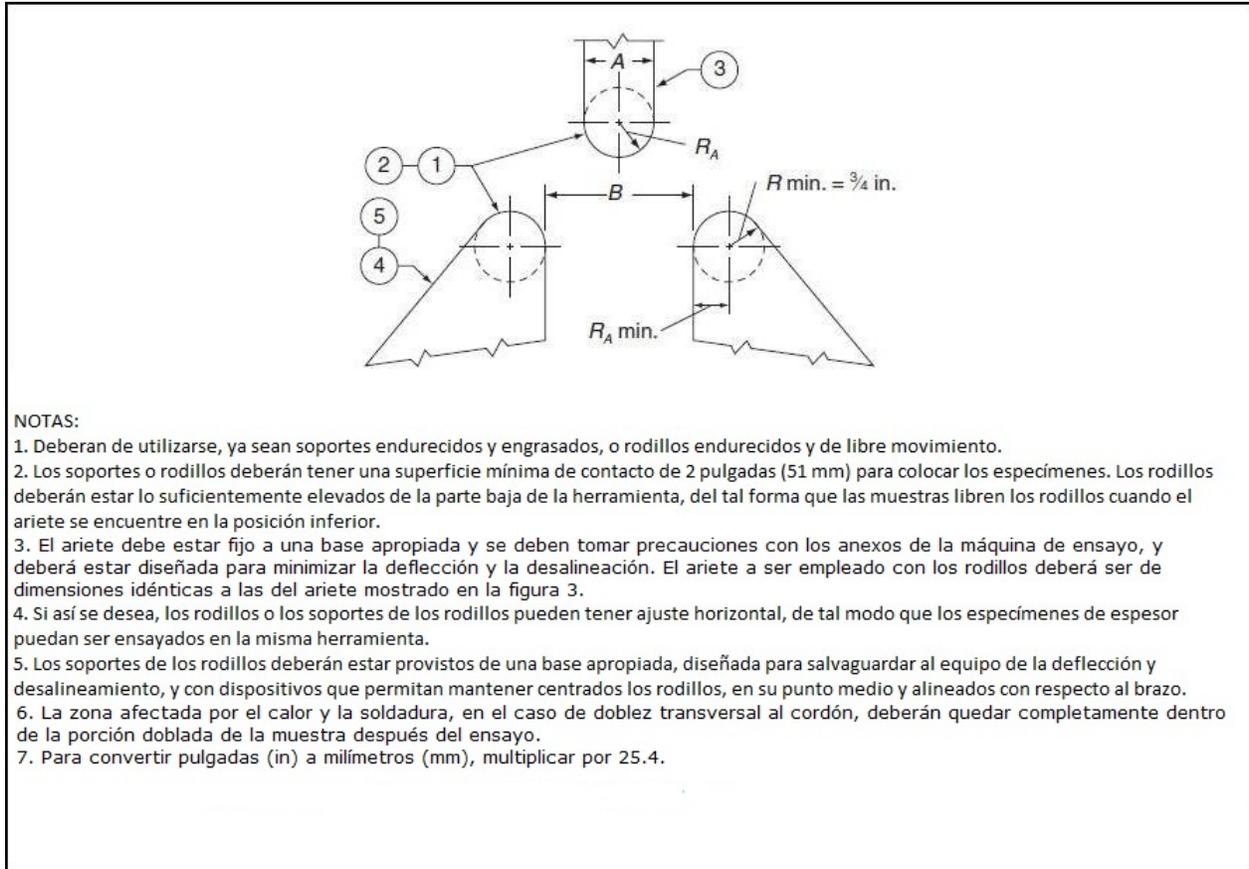


Figura 5. Herramienta roladora alternativa para doble guiado.

## Sec. 4.6 Preparación de los extremos

4.6.1 *General.* Los extremos de las secciones del tubo serán del tipo especificado por el comprador. Los extremos del tubo serán lisos y no deberán tener muescas, salpicaduras de soldadura y rebabas. La soldadura de campo (Sec. 4.6.4 y 4.6.5) deberá cumplir con la AWWA C206.

4.6.2 *Extremos para juntas de montaje acopladas mecánicamente.* Los extremos para las juntas de montaje acopladas mecánicamente serán según lo especificado por el comprador y serán lisos o acanalados. Las tolerancias deberán estar dentro de los límites requeridos por el fabricante del tipo de acoplamiento que va a ser usado. El exterior de las orillas del tubo de extremo liso no deberá tener defectos de superficie y tendrá las soldaduras longitudinales o espirales amoladas a la superficie, a una distancia suficiente de los extremos para permitir que el tubo haga una junta impermeable con el

acoplamiento. Los extremos acanalados serán preparados para ajustarse al tipo de acoplamiento mecánico que va a usarse y de conformidad con la ANSI/AWWA C606.

4.6.3 *Tubo con extremo liso.* El tubo deberá ser entregado con un corte liso en ángulo recto. Se deben eliminar las rebabas en los extremos del tubo.

4.6.4 *Extremos achaflanados para las uniones a tope de soldadura de campo.* Cuando un tubo es especificado para que tenga extremos achaflanados para soldadura de campo de unión a tope de las juntas circunferenciales, los extremos serán achaflanados según lo especificado por el comprador.

4.6.5 *Extremos ajustados con cubrejuntas para soldadura de campo.* Los extremos del tubo a ser ajustados con los cubrejuntas para la soldadura de campo cumplirán con los detalles proporcionados por el comprador. Los cubrejuntas pueden ser hechos en mitades o como cilindros completos. Éstos deben ser soldados al tubo por el fabricante o enviados de forma separada, según lo especificado por el comprador. La soldadura longitudinal o espiral –en los extremos del tubo y al interior de los cubrejuntas– será rebajada a paño con muela abrasiva con las superficies de la placa a una distancia suficiente, con el fin de facilitar la instalación de los cubrejuntas.

4.6.7 *Extremos en macho y campana.*

4.6.7.1 Con empaques de hule. Para los extremos en macho y campana con empaques de hule, el libramiento entre machos y campanas será tal que –cuando sea combinado con la configuración de la ranura del empaque y el empaque mismo– las juntas impermeables tendrán condiciones de operación cuando sean instaladas de forma correcta. Los extremos en macho y campana serán conforme a los dibujos presentados por el fabricante y revisados por el comprador. El fabricante presentará los detalles completos con las dimensiones y tolerancias importantes, y también presentará la información de desempeño indicando que la junta propuesta ha funcionado de forma satisfactoria bajo condiciones similares. A falta de una historia de funcionamiento en campo, se presentarán los resultados de un programa de prueba.

NOTA: el *Manual M11* de la AWWA muestra varios tipos de juntas en macho y campana con empaques de hule. Hay otros tipos disponibles con varios fabricantes de tubo; sin embargo, no todos los tipos están disponibles en acero inoxidable.

4.6.7.1.1. Los extremos en macho y campana pueden ser formados integralmente con el cilindro de acero o pueden ser fabricados a partir de placas, hojas o secciones especiales separadas para aditamento a los extremos del tubo. A los extremos en campana formados integralmente con el cilindro se les dará forma, ya sea por prensado en un troquel o suaje maquinado o por dimensionado con un mecanismo de expansión interno. A los extremos en macho se les puede dar forma integralmente con el cilindro de acero por laminado con el equipo adecuado o al soldar una forma preformada al extremo en macho del tubo, para hacer una ranura de la configuración adecuada. Las soldaduras dentro de la campana y fuera del macho serán amoladas incluso con la superficie de la placa a una distancia no menor que la profundidad

de inserción.

4.6.7.1.2 El fabricante del tubo proporcionará un empaque de hule continuo de tal sección transversal que el contacto continuo con la presión suficiente es alcanzado con la campana y el macho, para conservar el sello. Los empaques serán del volumen suficiente para rellenar de forma substancial el hueco que se hace cuando la junta del tubo es ensamblada. El empaque será el único elemento del que se dependa para hacer que la junta sea impermeable. Los empaques deben tener superficies lisas sin picaduras, burbujas, porosidad y otras imperfecciones. El compuesto de hule contendrá no menos de 50 por ciento por volumen de hule sintético o mezclas de hule sintético de primer grado. El resto del compuesto constará de rellenos pulverizados sin substitutos de hule, goma recuperada y substancias deletéreas. El compuesto contendrá de 10 a 20 partes por 100 de aditivo tipo SBR-1500 (caucho estireno butadieno) para reducir los efectos de la histéresis. El compuesto cumplirá los siguientes requerimientos físicos cuando sea sometido a prueba, de conformidad con las normas ASTM apropiadas:

1. *Resistencia a la tensión:* 2,300 psi (15.9 MPa) mínima (ASTM D412).
2. *Elongación en ruptura:* 350 por ciento mínimo (ASTM D412).
3. *Gravedad específica:* Consistente dentro de  $\pm 0.05$  y en del rango de 0.95 a 1.45 (ASTM D297).
4. *Juego de compresión:* 20 por ciento máximo. El juego de compresión será determinado de conformidad con la ASTM D395, a excepción de que el disco esté a una sección de espesor de  $\frac{1}{2}$  in (13 mm) del empaque de hule.
5. *Resistencia a la tensión después de envejecimiento:* después de ser sometido a la prueba de envejecimiento acelerado por 96 hrs. en aire a 158° F (70° C), de conformidad con la ASTM D573, la reducción en la resistencia a la tensión no excederá 20 por ciento de su valor original.
6. *Durómetro Shore:* la dureza del durómetro shore estará dentro del rango de 50 a 65, tipo A, y estará dentro de  $\pm 5$  puntos del valor especificado por el fabricante de la junta. Los valores serán determinados de conformidad con la ASTM D2240, a excepción de la Sección 4 de este documento. La determinación será tomada de forma directa sobre el empaque.

4.6.7.1.3 Los empaques de hule serán sometidos a prueba para asegurar que el material esté completamente curado y homogéneo y que la sección transversal de empaque no contiene huecos o defectos físicos, los cuales disminuirán su capacidad para mantener la resistencia a la compresión y proporcionarán el volumen necesario, según lo diseñado. El fabricante presentará los resultados de la prueba mostrando que el material cumple con los requerimientos de la Sec. 4.6.7.1.2.

4.6.7.2 Soldaduras de enchufe con extremo acampanado: la tubería soldada de enchufe con extremo acampanado y los accesorios son una familia de productos tubulares forjados. Las tolerancias, las medidas del enchufe y las juntas del tubo soldadas con filete son detalladas en la MSS 119.

4.6.8 *Extremos lisos ajustados con bridas.* Los extremos que van a ser ajustados con bridas, los

anillos laminados de cara angular o los extremos cortos para soldar tendrán soldaduras longitudinales y espirales en el tubo amolado a la superficie de la placa o la hoja, para una distancia suficiente desde los extremos con el fin de acomodar la brida.

4.6.8.1 Ovalidad: La ovalidad (fuera de redondez) de los extremos del tubo será consistente con el diámetro y el espesor de pared del tubo suministrado y el tipo de junta. Cualquier 'ovalidad' estará limitada a un ligero óvalo que puede ser elevado otra vez a su forma circular.

4.6.9 *Diámetro*. Para propósitos de esta sección, el diámetro de los extremos del tubo será según lo determinado por la medición circunferencial exacta con una cinta de acero. Con base en tal medición circunferencial, las tolerancias dimensionales para varios tipos de extremos del tubo serán de la forma siguiente:

4.6.9.1 Tolerancia de la circunferencia. La circunferencia de los siguientes tipos de extremos de tubo no variará por más de 0.196 in (5.0 mm) (1/16 in [1.6 mm] de diámetro) abajo, o 0.393 in (10.0 mm) (1/8 in [3.2 mm] de diámetro) arriba, el diámetro exterior especificado:

- (1) Tubo de extremo liso
- (2) Extremos achaflanados para soldadura de campo con junta a tope,
- (3) Extremos lisos acoplados con bridas, y
- (4) Extremos acoplados con cubrejuntas para soldadura de campo.

4.6.10 *Cuadratura de los extremos para las juntas soldadas a tope*. Para el tubo que debe ser soldado a tope en campo, los extremos de las secciones del tubo no variarán en más de 1/8 in (3.2 mm) en ningún punto desde un plano perpendicular alineado al eje del tubo y pasando a través del centro del tubo en el extremo.

#### **Sec. 4.7 Extremos especiales**

Por acuerdo entre el fabricante y el comprador, los extremos del tubo pueden ser suministrados con las tolerancias y configuraciones de junta diferentes a las especificadas en esta norma, si son requeridas para una instalación especial. En tales casos, los extremos del tubo serán conforme a los dibujos de detalle revisados por el comprador.

#### **Sec. 4.8 Limpieza y desincrustado**

El tubo no deberá tener incrustaciones y partículas contaminantes de hierro. Las partículas contaminantes de hierro serán removidas por decapado, de conformidad con la ASTM A380 u otros métodos aceptables para el comprador.

#### **Sec. 4.9 Especiales y accesorios**

4.9.1 *General.* Las secciones especiales que puedan ser requeridas serán especificadas por el comprador y tendrán medidas conforme a la ANSI/AWWA C208, a menos que sea especificado de otra forma por éste. El comprador especificará el ángulo máximo de inglete y el radio de la línea central de los codos, el tratamiento especial de los extremos, la orientación de los laterales y otros detalles de diseño no definidos en la ANSI/AWWA C208. Las secciones especiales no incluidas en la ANSI/AWWA C208 serán fabricadas de conformidad con las descripciones detalladas o los dibujos presentados por el comprador o de conformidad con los dibujos del fabricante que hayan sido revisados por el comprador.

4.9.2 *Fabricaciones de especiales.* Las secciones especiales pueden ser fabricadas del tubo, siempre que el tubo cumpla con los requerimientos de esta norma. Las secciones especiales que no sean fabricadas del tubo pueden ser hechas de cualquier placa u hoja designada en la Tabla 1 y de conformidad con la Sec. 4.4.

4.9.2.1 *Conexiones de brida.* Las bridas cumplirán con los requerimientos de la ANSI/AWWA C207, excepto los materiales para las bridas que serán el mismo material según lo listado en la Tabla 1 de esta norma o conforme a lo especificado por el comprador. Los anillos laminados de cara angular de inoxidable con las contrabridas de acero inoxidable pueden ser proporcionados cuando sea especificado por el comprador.

---

## **SECCIÓN 5: VERIFICACIÓN**

---

### **Sec. 5.1. Inspección**

El trabajo realizado y el material suministrado bajo las estipulaciones de esta norma puede ser inspeccionado por el comprador, pero tal inspección no liberará al fabricante de la responsabilidad de proporcionar el material y ejecutar el trabajo de conformidad con esta norma. Si el comprador elige inspeccionar el tubo o presenciar las pruebas, el fabricante proporcionará aviso razonable del tiempo en el cual se llevará a cabo la inspección.

5.1.1 *Aseguramiento de calidad.* El fabricante mantendrá un programa de aseguramiento de calidad para asegurar que las normas mínimas sean cumplidas. Éste incluirá un inspector certificado en soldadura (AWS QC1) para verificar que los soldadores y los procesos de soldeo sean calificados, que los procedimientos sean seguidos dentro de los límites de la realización de pruebas y que las funciones del aseguramiento de calidad estén siendo implementadas.

5.1.2 *Acceso y facilidades.* Mientras se esté llevando a cabo el trabajo contratado por el comprador, el comprador tendrá permitido entrar a la planta del fabricante donde los materiales sean manufacturados. El fabricante proporcionará al comprador las facilidades razonables que sean necesarias

para determinar si el material está siendo suministrado de conformidad con esta norma. Las pruebas e inspecciones serán llevadas a cabo en el lugar de manufactura antes del envío. Las pruebas hidrostáticas – si son especificadas por el comprador– pueden ser realizadas como parte de la prueba de presión y fuga hidrostática de instalación completada.

5.1.3 *Rechazo.* El comprador puede rechazar las secciones de tubo o las secciones especiales que no sean conforme a los resultados indicados de la prueba y las tolerancias establecidas en esta norma, y según lo especificado por el comprador.

## **Sec. 5.2 Procedimientos de prueba**

5.2.1 *Prueba hidrostática.* Cuando sea especificado por el comprador, cada longitud del tubo será sometida a prueba por el fabricante para una presión hidrostática no menor a la determinada por la siguiente fórmula:

$$p = 2St/OD$$

Donde:

$p$  = presión de prueba hidrostática mínima, en libras por pulgada cuadrada (MPa)

NOTA: por acuerdo entre el comprador y el fabricante, cuando el diámetro y el espesor de pared del tubo sean tales que la capacidad del equipo de prueba es excedida por esos requerimientos, las presiones de prueba pueden ser reducidas o se pueden usar otros métodos de pruebas no destructivas en lugar de la prueba hidrostática.

$S$  = Esfuerzo en la pared del tubo durante la prueba hidrostática, en libras por pulgada cuadrada (MPa), el cual será 0.75 veces el punto de fluencia mínimo especificado del material usado, o según lo especificado por el comprador.

$t$  = espesor nominal de pared según lo especificado, en pulgadas (mm)

$OD$  = diámetro exterior, en pulgadas (mm)

5.2.1.1 *Otros requerimientos.* La presión de prueba debe ser llevada a cabo durante el tiempo suficiente para observar las costuras de soldadura. No deberá haber fugas. Si los anillos de la junta son soldados al tubo después de que la prueba hidrostática sea realizada, el fabricante debe proporcionar una forma de probar el buen estado de las soldaduras usadas para esa añadidura. Cualquier fuga en las costuras soldadas será reparada de conformidad con la Sec. 5.4, después de lo cual la sección del tubo será otra vez sometida a prueba hidrostática. Si una sección muestra –en la nueva prueba– alguna fuga en las costuras

soldadas, la sección será rechazada.

5.2.1.2 Drenar después de la prueba hidrostática. El tubo de acero inoxidable que requirió la prueba hidrostática debe ser sometido a prueba con agua desionizada, condensado de vapor de alta pureza o agua potable, en orden decreciente de preferencia. (NOTA: el agua potable en este contexto sigue la práctica estadounidense, con máximo 250 partes por millón de contenido de cloruro, sanitizada con cloro u ozono). Inmediatamente después de que la prueba es terminada, el agua debe ser drenada y el tubo secado completamente.

#### 5.2.2 *Pruebas de las secciones especiales y carretes fabricados.*

5.2.2.1 Pruebas no destructivas. Las secciones especiales deben ser sometidas a métodos de pruebas no destructivas, las cuales puede ser inspección de soldadura de forma visual, radiográfica, ultrasónica o por tinte penetrante, según lo especificado por el comprador. Si ningún método de prueba ha sido especificado por el comprador, el método de prueba no destructiva será acordado entre el comprador y el fabricante. Estos criterios de prueba y aceptación deberán ser de conformidad con los procedimientos y criterios de aceptación de la AWS D1.6, párrafo 6.28 Quality of Welds, Statically Loaded; ASME Section VIII, Div. 1; o cualquier otro código aceptable, de forma mutua, para el comprador y el fabricante. Las secciones especiales fabricadas de tubo recto sometido a prueba hidrostática antes requieren pruebas sólo de las juntas soldadas que no fueron sometidas a prueba previamente en el tubo recto.

5.2.2.2 Prueba hidrostática. Cuando sea especificado por el comprador o cuando sea requerido por las condiciones de servicio, las secciones especiales pueden ser sometidas a prueba en una máquina de prueba hidrostática, o como parte de la prueba de presión/fuga hidrostática de la instalación terminada, en lugar de la prueba no destructiva a la que se refiere la Sec. 5.2.2.1. Las secciones especiales que no pueden ser sometidas a prueba en la máquina de pruebas hidrostáticas pueden ser sometidas a pruebas de forma hidrostática por soldeo en las partes superiores, por el uso de bridas ciegas, o de alguna otra forma especificada por el comprador. Después de la prueba, los extremos serán reacondicionados cuando sea necesario. La presión requerida será mantenida tanto tiempo como sea suficiente para permitir la inspección visual de las costuras. Cualquier sección que muestre fugas o defectos perjudiciales será reparada de conformidad con la Sec. 5.4. Las secciones reparadas deben ser sometidas a prueba nuevamente.

5.2.2.3. Certificación de la prueba. Después de ser sometidas a prueba, las secciones que aprueben la(s) prueba(s) pueden ser etiquetadas por el comprador con alguna marca o identificación legible, o el comprador puede requerir un certificado –de parte del fabricante– concerniente a los resultados de las pruebas.

### **Sec. 5.3 Bases para rechazo**

5.3.1 *General.* El material puede ser rechazado y el fabricante notificado de eso si el material muestra defectos perjudiciales cuando es inspeccionado en la fábrica, o después de que es aceptado en la planta del fabricante, o si muestra defectos cuando esté instalado de forma adecuada y aplicado en servicio. En el caso de esos defectos o errores en la selección de materiales, materiales asociados, o espesores de pared –y si esto es permitido de acuerdo con esta norma– el fabricante reparará o reemplazará ese material.

5.3.2 *Defectos.* El tubo acabado no tendrá defectos perjudiciales. Los defectos en el metal base del tubo soldado serán considerados perjudiciales cuando la profundidad del defecto sea mayor del 12.5 por ciento del espesor nominal de la pared. Las grietas y fugas en las soldaduras serán consideradas perjudiciales.

#### **Sec. 5.4 Reparación de los defectos**

La reparación de los defectos perjudiciales estará permitida, siempre que los métodos de reparación sean de conformidad con los siguientes requerimientos.

5.4.1 *Eliminar los defectos.* Los defectos serán totalmente eliminados y la cavidad limpiada con el uso de herramientas de acero inoxidable. El aceite, la grasa o la contaminación serán eliminados del área preparada para soldar usando los agentes y métodos de limpieza apropiados.

5.4.2 *Reparación de la soldadura.* La reparación de la soldadura será realizada usando procesos de soldeo calificados por un soldador calificado de conformidad con la Sec. 4.4.3.4.1.

5.4.3 *Prueba del tubo reparado.* Cada una de las longitudes del tubo reparado será sometida a prueba hidrostática de conformidad con la Sec. 5.2.1.

---

## **SECCIÓN 6: ENTREGA**

---

#### **Sec. 6.1 Marcado**

Un número de serie u otra identificación debe ser estarcida en un lugar donde sea vista con facilidad en cada sección del tubo y en cada sección especial, lejos de cualquiera de las áreas que van a ser soldadas. El uso de cualquier marca perjudicial no será aceptable. Si el tubo es recubierto o revestido, esa marca será realizada en la fábrica y después transferida al recubrimiento o revestimiento. El fabricante puede ser solicitado para que proporcione al comprador los diagramas de línea o los programas de revestimiento, que deben mostrar el sitio al que pertenece, en la línea, cada tubo numerado o sección especial. Los números en esos diagramas o programas deberán corresponder a los estarcidos en los tubos o secciones especiales.

## **Sec. 6.2 Envío, almacenamiento y manejo**

El tubo debe ser manejado en una forma que prevenga la deformación o el daño. Los metales ferrosos, como el acero al carbono y el hierro colado dúctil, no serán permitidos a entrar en contacto directo con el acero inoxidable. Si se utilizan mecanismos de acero al carbono para manejar el tubo, éstos deberán ser cubiertos de forma que no entren en contacto con el tubo. El uso de ganchos o abrazaderas no estará permitido. El tubo debe ser cargado en una forma que prevenga los salientes en alguna parte de la longitud del tubo, como los extremos con las juntas de superposición o los extremos con campana y macho para las juntas con empaque de hule, de la fricción contra otro o contra la longitud de otro tubo.

6.2.1 *Ovalidad.* El tubo debe ser cargado de forma que se asegure que la ovalidad no exceda los límites especificados por el comprador.

6.2.2 *Transporte y manejo.* El tubo de acero inoxidable deberá ser transportado y manejado según lo especificado por el comprador.

6.2.3 *Tubo terminado en el destino de entrega.* Los envíos recibidos en el destino de entrega deben ser inspeccionados en busca de daño antes de ser descargados. Cualquier sección del tubo o sección especial que muestre abolladuras, retorcimientos, o daños en la entrega pueden ser rechazados. Una breve descripción del daño y las razones del rechazo debe ser anotada en el conocimiento de embarque y firmada con las iniciales del representante del transportista. El fabricante deberá reparar o reemplazar las secciones rechazadas sujetas a la revisión del comprador.

6.2.3.1 *Reacondicionamiento.* El reacondicionamiento de las secciones rechazadas será llevado a cabo por re-laminado o por presión pero no por martilleo. Las secciones reacondicionadas serán sometidas a pruebas hidrostáticas nuevamente, a la presión requerida, si es solicitado.

6.2.3.2 *Almacenamiento.* Los materiales deben ser almacenados sobre rodillos o con los medios apropiado para aislarlos de los materiales ferríticos y para prevenir daño y contaminación proveniente del suelo. Deben utilizarse espaciadores de madera cuando se apilen.

6.2.3.3 *Caminar o pararse en el tubo.* Se debe evitar caminar o pararse sobre el tubo para prevenir daño físico.

6.2.3.4 *Tapado.* Los extremos deben ser tapados si es especificado por el comprador.

## **Sec. 6.3 Certificación de cumplimiento**

El comprador puede requerir una certificación del fabricante de que el tubo, las especiales, los accesorios y otros productos y materiales proporcionados cumplen con las estipulaciones aplicables de esta norma.