

### **ASTM A 53**

Caños de acero al Carbono con o sin costura de calidad media 1/8" a 24" para uso general, negro o galvanizado. La especificación distingue 4 grados; para curvado en frío debe usarse el Gr. A Aunque los límites de temperatura son similares que para el A106 no deben usarse por encima de los 400 °C. El ASTM A53 es el más usado por ser de menor precio que el A109.

### **ASTM A 120**

Caños de acero al Carbono, con o sin costura de baja calidad 1/8" o 12" sin garantía de calidad, negro o galvanizado. No deben ser doblados en frío ni sobrepasar temperaturas de 200 °C. No presenta exigencias de composición química.

### **API 5L**

Especificación del "American Petroleum Institute" de calidad media. Diámetro 1/8" a 36" negros, con o sin costura. Los grados y requisitos de composición química son similares al ASTM A53. API 5LX Especificación para caños con o sin costura, de acero al Carbono de alta resistencia empleados en oleoductos. No deben ser utilizados por sobre los 200° C.

### **Aceros al Carbono con costura (Welded Pipes) :**

#### **ASTM A-134**

Para caños fabricados con soldadura de arco protegido para diámetros sobre 16" y espesores hasta 3/4" con soldadura longitudinal o en espiral.

#### **ASTM A-135**

Para caños fabricados con soldadura de arco protegido para diámetros de hasta 30".

#### **ASTM A-155**

Para caños fabricados con soldadura de arco protegido para diámetros de hasta 30".

#### **ASTM A-211**

Para caños con soldadura en espiral. En diámetros de 4" a 48". Tubos de acero al Carbono.

#### **ASTM A-83**

Para tubos sin costura para calderas en diámetros de 1/2" a 6".

#### **ASTM A-178**

Especificación para tubos fabricados por soldadura de resistencia eléctrica, para calderas de media y baja presión, en diámetros de 1/2" a 6".

#### **ASTM A-179**

Para tubos sin costura, trefilados en frío para intercambiadores de calor en diámetros de 1/2" a 2".

#### **ASTM A-214**

Para tubos con costura, soldados por arco protegido, para intercambiadores de calor en diámetros de 1/2" a 2".

#### **ASTM A-192**

Para tubos sin costura, para calderas de alta presión, de acero al Carbono calmado (con Si) en diámetros de 1/2" a 7".

## **METODOS DE FABRICACION DE CAÑERIAS**

### **Existen seis procesos de fabricación de caños.**

Los procesos de laminación y de fabricación por soldadura son los más importantes y constituyen los 2/3 de todos los caños utilizados por la industria.

### **Fundición**

En este proceso, el material en estado líquido se moldea tomando su forma final. Se fabrican mediante este proceso los caños de hierro fundido, algunos aceros especiales no forjables y la mayoría de los no metálicos como vidrio, porcelana, barro vidriado, hormigón, cemento -amianto, cauchos, etc. Para caños de hierro fundido y de hormigón de buena calidad se usa el procedimiento de centrifugado .en el que el material líquido es colado en un molde rotativo que da como resultado una composición más homogénea de las paredes. Para caños de hormigón se procede a controlar estrictamente la granulometría de los ácidos y la relación agua - cemento procediendo a vibrar los moldes en el hormigonado y desmoldando de inmediato

### **Forja**

Es el menos usado. Sólo se utiliza para caños de paredes gruesas, para muy altas presiones. El lingote de acero es previamente perforado en el centro con una broca, en frío. Luego la pieza es calentada en un horno y las paredes son forjadas con un martinete contra una mandril central. El lingote sufre durante la forja un notable aumento de longitud.

### **Extrusión**

En la fabricación por extrusión, una pieza cilíndrica de acero en estado pastoso es colocada en un recipiente de acero debajo de una poderosa prensa. En una única operación, que dura pocos segundos se produce :1) El émbolo de la prensa, cuyo diámetro es el mismo que el de la pieza, se apoya sobre lamisma.2) El mandril accionado por la prensa agujerea completamente el centro de la pieza.3) De inmediato, el émbolo de la prensa empuja la pieza obligando al material a pasar por una matriz calibrada con el diámetro exterior de caño. Para caños de acero, la temperatura de calentamiento de la pieza es de 1200 grados C. Las prensas son verticales y pueden alcanzar un esfuerzo de 1500t. Los caños salen de la operación con paredes gruesas. De allí son llevados aún calientes, a un laminador de cilindros o rolos para reducir su diámetro. Finalmente van a otros laminadores para lograr un diámetro final Normalizado y reducción mayor del espesor. Con este proceso se fabrican caños de diámetro nominal de hasta 3" en acero y también de aluminio, cobre, latón, bronce, plomo y materiales plásticos.

### **Laminación**

Los procesos de laminación son los más importantes para la fabricación de caños sin costura. Se emplean para caños de acero al carbono, de baja aleación e inoxidables Uno de los más difundidos, el proceso "

## **Mannesmann**

Es el siguiente: 1. Un lingote de acero con diámetro aproximado del caño que se quiere fabricar, se calienta a una temperatura de aproximadamente 1200 grados C y llevado al denominado " laminadoroblicuo".2. El laminador oblicuo está formado por rolos de doble cono, con ángulos muy pequeños. El lingote es colocado entre dos rolos que giran, lo presan y a la vez le imprimen un movimiento de rotación y otro de traslación.3. A consecuencia del movimiento de traslación el lingote es presionado contra un mandril cónico que se encuentra entre los rolos. El mandril abre un agujero en el centro del lingote, transformándolo en un caño y alisando continuamente la superficie interior del mismo. El mandril está fijo y su longitud es mayor que la del caño a formar4. El caño formado en la primera operación tiene aún paredes muy gruesas. Es llevado entonces a un segundo laminador oblicuo, luego de haber sido retirado el mandril y estando aún caliente, que adelgaza las paredes ajustando el diámetro externo y aumentando su longitud.5. Al pasar por los laminadores oblicuos el caño se curva. Se le hace pasar de inmediato por un tren enderezador consistente en rodillos con la curva del diámetro exterior del caño, dispuestos para ejercer fuerzas laterales que finalmente dejan el caño recto.6. Finalmente el caño sufre una serie de calibraciones y alisado de las superficies interna y externa. Este proceso se usa en caños de 3" a 12" y en Estados Unidos hasta 24".

## **Caños con Costura**

Todos los caños con costura son fabricados a partir de flejes de acero laminado (bobinas).El tipo de unión es el de soldadura

**FWP**

(Furnace Welded Pipe)1) Un fleje continuo es empujado por cilindros que giran, introduciéndolo en un horno que lo lleva a una temperatura de aproximadamente 1200 grados Celsius (en la salida del horno).2) Un grupo de cilindros colocado a la salida del horno deforman el fleje hasta cerrar un cilindro presionando fuertemente los bordes que a esa temperatura se sueldan3) Luego el caño es cortado por una sierra cada 6, 9 ó 12m según sea la longitud requerida.

#

4) Los caños pasan por una calibradora y por un chorro continuo de agua que al mismo tiempo de enfriarlo le quita el laminillo o escamas que se forman en el proceso de enfriamiento.5) Más tarde se los transporta a través de mesas de transferencia donde son sometidos a una lluvia continua de agua y una vez enfriado se los pasa por juegos de cilindros enderezadores. Finalmente se los frentea con tornos y cuando es requerido se procede a roscar los extremos.6) Este proceso se usa para caños de hasta 3" de diámetro nominal.ERW (Electric Resistance Welding)1) En este caso la operación de formación del caño se realiza en frío, haciendo pasar el fleje continuo por rolos que gradualmente lo doblan hasta su forma cilíndrica.2) Luego de formado el caño se cierra por soldadura continua ejecutada por máquina (arco sumergido en gas inerte).3) El proceso se termina pasando el caño por enderezadores y si así fuere requerido por un tratamiento térmico en horno, para alivio de tensiones producidas en el área de la soldadura. Luego son frenteados y si es requerido, roscados.4) En el

caso antes descrito la soldadura es longitudinal y se utiliza para caños de hasta 4" de diámetro nominal. Para diámetros mayores (hasta 24") es común utilizar soldadura helicoidal con arco sumergido. Según sea el espesor del material pueden ser requeridas dos o más pasadas externas y una interna. Estos caños son de mejor calidad que los de soldadura por presión (en caliente). La ventaja del caño formado a partir del fleje es que su espesor es uniforme, ya que se logra a partir de un tren de laminación, y el acomodamiento de la microestructura es conveniente desde el punto de vista tensional. En cambio, la soldadura deberá ser inspeccionada por rayos X u otros procedimientos para que el mismo no incida sobre el espesor calculado.

---

#### DIFERENCIA ENTRE CAÑOS (pipe) Y TUBOS (tubes)

La denominación de "caño" (pipe) identifica a estos materiales por dos características fundamentales: 1) Sus diámetros nominales en pulgadas NO coinciden con los exteriores hasta 12" inclusive. De 14" en adelante el diámetro nominal coincide con el diámetro exterior. 2) Sus espesores son clasificados en series (Schedule) que se obtienen por una fórmula de aproximación empírica:  $Sch. = 1000P/S$

$P =$  presión interna en psi  $S =$  tensión admisible del material en psi En cambio los "tubos" (tubes) se caracterizan por: 3) Sus diámetros nominales COINCIDEN con los diámetros exteriores. 4) Sus espesores se definen por un número de calibre o gage BWG (Birmingham Wire Gage).

Para identificar un caño, basta pedir, por ejemplo 2" Sch. 40

Significa un caño de 2,375" de diámetro exterior y 0,154" de espesor.

Para identificar un tubo, basta pedir, por ejemplo 2" BWG 12 significa un tubo de 2" de diámetro exterior y 0,109" de espesor. Como se ve, son dos productos totalmente diferentes, aunque puedan ser usados para servicios idénticos. Aparte de las diferencias en denominación, dimensiones y materiales, los tubos y caños se aplican para usos totalmente distintos. Cuando la conducción constituye en sí misma un elemento estructural se deberán utilizar caños, por su resistencia como tal. Del mismo modo, los diámetros de fabricación de los caños son mucho más amplios que la de los tubos que rara vez pasan las 6", siendo su uso más difundido hasta 2". Por otra parte, los requerimientos de fabricación de los tubos son más exigentes que los de los caños. Así, rara vez se usan caños para un intercambiador de calor, donde el sellado se efectúa por mandrilado. El calibrado de los tubos y un menor espesor uniforme garantiza un mejor intercambio térmico sin que aumente rápidamente el ensuciamiento del equipo.

---

-----MEDIOS

#### DE UNION

Los diversos medios de unión sirven no sólo para vincular secciones de caños entre sí, sino también para conectarlos con diversos accesorios, válvulas y equipos. Los principales medios de unión son los siguientes:

**Conexiones roscadas (Screwed joints)**

**Conexiones soldadas (Welded joints)**

**Conexiones bridadas (Flanged joints)**

**Conexiones de enchufe (Socket Welded joints).**

#### Uniones Roscadas

Son unos de los medios más antiguos de conexión. Son de bajo costo y fácil ejecución, pero su uso está limitado a 4" (max) en general y se usan en instalaciones secundarias de baja

#

Presión, (condensado, aire, agua), domiciliarias (agua, gas) debido al peligro de pérdidas y la baja resistencia mecánica de las mismas. La norma ANSI B 31 exige que las roscas de los caños sean cónicas y recomienda que se efectúen soldaduras de sello para cañerías que conduzcan fluidos inflamables, tóxicos y en otros donde se debe tener absoluta seguridad que no se produzcan filtraciones o pérdidas. Son las únicas usadas para caños galvanizados. Se usan también en acero al Carbono, baja aleación, hierro fundido, plásticos, vidrio y porcelana, siempre limitadas a 4". Para acero inoxidable y metales no ferrosos es muy raro el uso de roscas, debido a que son comunes los espesores finos en dichos materiales. Los tramos rectos son unidos por medio de cuplas o uniones roscadas. Las roscas cónicas aseguran mejor sellado pero para asegurarlo se coloca una banda de teflón. Antiguamente se usaban otros materiales, litargirio - glicerina, fibras vegetales, etc., pero en su mayor parte dificultaban el desarme de las piezas y aún contaminaban el fluido. En los caños es recomendable no usar espesores menores que Sch. 80 por el debilitamiento de la pared que significa la rosca.

#### **Uniones Soldadas**

Las más utilizadas son las soldaduras de arco protegido, que pueden ser :1.

A tope (butt weld)2.

De enchufe (socket weld)

#### **VENTAJAS :**

- Buena resistencia mecánica (casi siempre equivalente a la del caño) - Estanqueidad perfecta y permanente - Buena apariencia - Facilidad en la aplicación de aislamiento y pintura - Ninguna necesidad de mantenimiento.

#### **DESVENTAJAS**

: - Dificultad en desmontaje de las cañerías - Mano de obra especializada

#

#

### **Normas ASTM (Tuberías, Tubos y Accesorios en Acero)**

#### **Volumen 01.01, Enero de 2008**

Juan Ramón Jiménez, 8 - 5ª Planta  
28036 Madrid  
Tel: (+34) 91 353 34 05  
Fax: (+34) 91 359 87 48

[ventas@pehsa.net](mailto:ventas@pehsa.net)  
<http://www.pehsa.net>

- **A53-07** Tubería de acero, soldada y sin soldadura, negra y galvanizada en caliente
- **A105-05** Forja en acero al carbono para aplicaciones en redes de tubería
- **A106-06A** Tubería en acero al carbono sin soldadura para alta temperatura
- **A134-96R05** Tubería de acero soldada por arco eléctrico
- **A135-06** Tubería de acero soldada por resistencia eléctrica
- **A139-04** Tubería de acero soldada por fusión eléctrica
- **A178-02** Tubos de acero al carbono y carbono manganeso, soldados por resistencia eléctrica para calderas y recalentadores
- **A179-90AR05** Tubos de acero de bajo carbono, sin soldadura, estirados en frío, para intercambiadores y condensadores
- **A181-06** Forja en acero al carbono para aplicaciones generales en tuberías

- **A182-07A** Acero inoxidable o aleado, forjado o laminado, para bridas de tuberías, accesorios forjados y válvulas y sus partes para servicios de alta temperatura
- **A192-02** Tubos de acero al carbono, sin soldadura, para calderas
- **A193-07** Pernos en acero aleado e inoxidable para alta temperatura o altas presiones de servicio y otras aplicaciones especiales
- **A194-07<sup>a</sup>** Tuercas para pernos en acero al carbono y aleado para alta presión o alta temperatura de servicio o para ambas circunstancias
- **A209-03R07** Tubos de acero aleado carbono-molibdeno, sin soldadura para calderas y recalentadores
- **A210-02** Tubos de acero de medio carbono, sin soldadura, para calderas y recalentadores
- **A213-07A** Tubos sin soldadura de acero aleado ferrítico y austenítico, para calderas, recalentadores e intercambiadores de calor
- **A214-96R05** Tubos soldados por resistencia eléctrica, de acero al carbono, para intercambiadores de calor y condensadores
- **A234-07** Accesorios de tubería en acero al carbono y aleado para moderada y alta temperatura de servicio
- **A249-07** Tubos soldados en acero austenítico para calderas, recalentadores, intercambiadores de calor y condensadores
- **A250-05** Tubo soldado por resistencia eléctrica, en acero aleado ferrítico para calderas y recalentadores
- **A252-98R02** Tubería de acero soldada y sin soldadura para pilares
- **A254-97R02** Tubos de cobre soldado
- **A268-05A** Tubos soldados y sin soldadura de acero inoxidable ferrítico y martensítico para servicios generales
- **A269-07A** Tubos soldados y sin soldadura en acero inoxidable austenítico para servicios generales
- **A270-03A** Tubos sanitarios soldados y sin soldadura, en acero inoxidable austenítico y ferrítico/austenítico
- **A312-07** Tubería sin soldadura, soldada y trabajada en frío con gran intensidad en acero inoxidable austenítico
- **A320-07A** Pernos en acero aleado e inoxidable para bajas temperaturas de servicio
- **A333-05** Tubería de acero, soldada y sin soldadura, para baja temperatura
- **A334-04A** Tubo sin soldadura y soldado, en acero al carbono y aleado, para baja temperatura de servicio
- **A335-06** Tubería de acero aleado ferrítico, sin soldadura, para alta temperatura
- **A350-04A** Forja en acero al carbono y baja aleación con requisitos de ensayo charpy para componentes de tubería
- **A358-05** Tubería soldada por fusión eléctrica en acero inoxidable austenítico Cromo
- **Níquel para altas temperaturas de servicio y aplicaciones generales**
- **A369-06** Tubería de acero al carbono y aleado ferrítico, forjada y taladrada para alta temperatura de servicio
- **A370-07A** Método de pruebas y definiciones para ensayos mecánicos de productos de acero
- **A376-06** Tubería sin soldadura en acero austenítico para alta temperatura en centrales eléctricas

- **A381-96R05** Tubería de acero soldada por arco sumergido, para servicios de alta presión
- **A403-07** Accesorios de tubería en acero inoxidable austenítico
- **A409-01R05** Tubería soldada de gran diámetro en acero austenítico para servicios corrosivos o alta temperatura
- **A420-07** Accesorios de tubería en acero al carbono y aleado para baja temperatura
- **A423-95R04** Tubos sin soldadura y soldado por resistencia eléctrica, en acero de baja aleación
- **A426-07** Tubería de fundición centrifugada en acero aleado ferrítico para alta temperatura
- **A437-06** Pernos tipo turbina en acero aleado tratado térmicamente para servicios en alta temperatura
- **A450-04A** Requisitos Generales para tubos en acero al carbono, aleación ferrítica y aleación austenítica
- **A451-06** Tubería de fundición centrifugada de acero austenítico para alta temperatura de servicio
- **A453-04** Materiales de pernos para altas temperaturas, con coeficientes de expansión comparables a los aceros inoxidables austenítico
- **A498-06** Tubos sin soldadura y soldados en acero al carbono para intercambiadores de calor con aletas integrales
- **A500-07** Tubo estructural soldado y sin soldadura conformado en frío, en acero al carbono, de perfil redondo y otros perfiles
- **A501-07** Tubo estructural soldado y sin soldadura conformado en caliente en acero al carbono,
- **A511-04** Tubo mecánico sin soldadura en acero inoxidable
- **A512-06** Tubo mecánico de acero al carbono, soldado a tope y estirado en frío
- **A513-07** Tubo mecánico soldado por resistencia eléctrica en acero al carbono y aleado
- **A519-06** Tubo mecánico sin soldadura en acero al carbono y aleado
- **A522-07** Bridas, accesorios, válvulas y componentes en acero forjado o laminado en aleación del 8 o 9% de Níquel para servicios a baja temperatura
- **A523-96R05** Tubería de acero sin soldadura y soldada por resistencia eléctrica para conduit de cables eléctricos
- **A524-96R05** Tubería de acero al carbono, sin soldadura, para temperatura ambiente y menores
- **A530-04A** Requisitos Generales para tuberías de acero al carbono y aleado
- **A540-06** Pernos en acero aleado para aplicaciones especiales
- **A554-03** Tubo mecánico soldado en acero inoxidable
- **A556-96R05** Tubos sin soldadura estirados en frío, de acero al carbono para alimentación de agua a calderas
- **A587-96R05** Tubería soldada por resistencia eléctrica, de bajo carbono, para la I<sup>a</sup> Química
- **A589-06** Tubería de acero al carbono soldada y sin soldadura para pozos de agua
- **A595-06** Tubos cónicos soldados, de acero de bajo carbono y baja aleación y alta resistencia, para uso estructural
- **A608-06** Tubos de fundición centrifugada de aleación hierro-cromo-níquel para aplicaciones de presión a alta temperatura

- **A618-04** Tubo soldado conformado en caliente y sin soldadura en acero aleado de alta resistencia para uso estructural
- **A632-04** Tubo soldado y sin soldadura (pequeño diámetro), en acero inoxidable austenítico, para servicios generales
- **A671-06** Tubería de acero soldada por arco eléctrico, para temperatura ambiente y menor
- **A672-06** Tubería de acero soldada por arco eléctrico, para alta presión y temperaturas moderadas
- **A688-04** Tubos soldados en acero inoxidable austenítico para alimentación de agua a calderas
- **A691-98R02** Tubería de acero al carbono y aleado, soldada por arco eléctrico, para altas presiones y temperaturas
- **A694-03** Bridas, accesorios, válvulas y sus partes, en acero al carbono y aleado forjado para servicios de transmisión a alta presión
- **A707-02R07** Bridas forjadas en acero al carbono y aleado para baja temperatura
- **A714-99R03** Tubería sin soldadura y soldada de alta resistencia en acero de baja aleación
- **A727-02R07** Componentes de tubería forjados en acero al carbono con ensayo charpy inherente
- **A733-03** Manguitos de unión de tubería, soldados y sin soldadura en acero al carbono e inoxidable austenítico
- **A751-07A** Métodos de ensayos, prácticas y terminología en los análisis químicos de los productos de acero
- **A758-00R05** Accesorios de tubería para soldar a tope en acero al carbono con resiliencia a la entalla mejorada
- **A774-06** Accesorios de tubería soldados en acero inoxidable austenítico para servicios corrosivos a baja y moderada temperatura
- **A778-01** Productos tubulares soldados en acero inoxidable austenítico no recocido
- **A787-05** Tubo mecánico soldado por resistencia eléctrica, en acero al carbono con revestimiento metálico
- **A789-05B** Tubo soldado y sin soldadura en acero inoxidable ferrítico/austenítico para servicios generales
- **A790-07** Tubería soldada y sin soldadura en acero inoxidable ferrítico/austenítico
- **A795-07** Tubería soldada y sin soldadura, negra y galvanizada para servicios contra incendios
- **A803-03** Tubos soldados en acero inoxidable ferrítico para alimentación de agua a calderas
- **A813-07** Tubería de simple o doble soldadura en acero inoxidable austenítico
- **A814-07** Tubería soldada conformada en frío en acero inoxidable austenítico
- **A815-07A** Accesorios de tubería en acero inoxidable ferrítico, ferrítico/austenítico y martensítico
- **A822-04** Tubo de acero sin soldadura estirado en frío para sistemas hidráulicos
- **A836-02R07** Forja de acero al carbono titanio-estabilizado para recipientes a presión y redes de tubería revestida de vidrio
- **A847-05** Tubo estructural soldado y sin soldadura conformado en frío en acero de baja aleación y alta resistencia con propiedades de resistencia a la corrosión atmosférica

- **A858-07** Accesorios de acero al carbono tratado térmicamente para baja temperatura y servicio corrosivo
- **A860-00R05** Accesorios para soldar a tope en acero de baja aleación y alta resistencia
- **A865-06** Acoplamientos roscado soldado y sin soldadura en acero, negra o galvanizado para uso en uniones de tuberías
- **A872-07A** Tubería en fundición centrifugada de acero inoxidable ferrítico/austenítico para ambiente corrosivo
- **A908-03** Tubos para agujas en acero inoxidable
- **A928-05** Tubería soldada por fusión eléctrica con aporte de material, en acero inoxidable ferrítico/austenítico (duplex)
- **A941-06A** Terminología relativa a los aceros, acero inoxidable, aleaciones y ferroaleaciones
- **A943-01R05** Tubería sin soldadura formada por metalización en acero inoxidable Austenítico
- **A949-01R05** Tubería sin soldadura formada por metalización en acero inoxidable Ferrítico/austenítico
- **A953** Tubo soldado y sin soldadura en acero aleado austenítico cromo-níquel-silicio
- **A954** Tubería soldada y sin soldadura en acero aleado austenítico cromo-níquel-silicio
- **A960-07** Requisitos comunes para los accesorios de tubería
- **A961-07** Requisitos comunes para las bridas de acero, accesorios forjados, válvulas y partes en aplicaciones de redes de tubería
- **A962-07A** Requisitos comunes para pernos de acero o materiales de pernos, o ambos, su utilización de uso a cualquier temperatura, desde la criogénica hasta el rango de fluencia
- **A972-00R04** Tubería para pilares revestida de Epoxy con ligante por fusión
- **A984-03** Tubería de acero soldada por resistencia eléctrica, negra y con extremos planos
- **A988-07** Bridas, accesorios, válvulas y partes prensadas en caliente isostáticamente en acero inoxidable, para altas temperaturas de servicio
- **A989-07** Bridas, accesorios, válvulas y partes, prensadas en caliente isostáticamente, en acero aleado, para altas temperaturas de servicio
- **A994-05** Guía para editar procedimientos y especificación del producto de acero, acero inoxidable y aleaciones afines
- **A999-04A** Requisitos generales para tubería aleada y de acero inoxidable
- **A1005-00R04** Tubería de conducción, de acero, negra, extremos planos, soldada por doble arco sumergido con cordón longitudinal o helicoidal
- **A1006-00R04** Tubería de conducción, de acero, negra, extremos planos soldada por rayo láser
- **A1012-02R07** Tubos soldados y sin soldadura con aletas integrales en acero aleado ferrítico, austenítico y duplex, para condensadores y cambiadores de calor
- **A1014-06** Materiales para pernos (UNS N07718) endurecidos por precipitación para altas temperaturas de servicio
- **A1015-01R05** Guía para videoboroscopía de productos tubulares para aplicaciones sanitarias

- **A1016-04A** Requisitos Generales para tubos de acero aleado ferrítico, aleado austenítico y acero inoxidable
- **A1020-02** Tubos de acero al carbono y carbono manganeso, soldados por fusión eléctrica, para calderas, recalentadores, intercambiadores de calor y condensadores
- **A1024-02** Tubería de conducción, de acero sin soldadura, negra, extremos planos
- **A1037-05** Tubería de conducción, de acero, negra soldada a tope en horno
- **A1047-05** Método de ensayo neumático de pérdidas, para prueba de tubos
- **A1053-06** Tubería soldada de acero inoxidable ferrítico-martensítico

#