



CANACERO

Cámara Nacional de la
Industria del Hierro y del Acero

Organismo Nacional de Normalización

NORMA MEXICANA NMX-B-218-CANACERO-2013

**INDUSTRIA SIDERÚRGICA – TUBOS SOLDADOS DE ACERO
AUSTENITICO PARA CALDERAS, SOBRECALENTADORES,
CONDENSADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR.**

**SIDERURGICAL INDUSTRY – WELDED AUSTENITIC STEEL
BOILER, SUPERHEATER, HEAT-EXCHANGER, AND
CONDENSER TUBES**

ESTA NORMA MEXICANA CANCELA A LA NMX-B-218-1987



**Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
Organismo Nacional de Normalización**

NORMA MEXICANA

NMX-B-218-CANACERO-2013

**INDUSTRIA SIDERÚRGICA - TUBOS SOLDADOS DE ACERO AUSTENITICO
PARA CALDERAS, SOBRECALENTADORES, CONDENSADORES E
INTERCAMBIADORES DE CALOR – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE
PRUEBA**

**SIDERURGICAL INDUSTRY – WELDED AUSTENITIC STEEL BOILER,
SUPERHEATER, HEAT-EXCHANGER, AND CONDENSER TUBES –
SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**

ESTA NORMA CANCELA A LA NMX-B-218-1987

Amores 338, Col. del Valle, Del. Benito Juárez, C.P. 03100, México D.F.
onn@canacero.org.mx

ESTÁ PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE CANACERO

PRÓLOGO

NMX-B-218-CANACERO-2013

La Dirección General de Normas, con fundamento en lo establecido en los artículos 39 fracción IV, 65, 66 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 68 y 69 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 19 fracción IV del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, otorgó a la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO) el Certificado de Registro No. 0009 como Organismo Nacional de Normalización, para elaborar, revisar, actualizar, expedir y cancelar normas mexicanas en el área del “Hierro y Acero”, como se indica en el oficio con número DGN.312.01.2005.3002 de fecha 29 de julio de 2005.

Esta Norma Mexicana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización Nacional de la Industria Siderúrgica (COTENNIS), en el seno de la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.

El aviso de Consulta Pública se emitió el 9 de abril de 2014 en el Diario Oficial de la Federación a través de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía.

La Declaratoria de Vigencia se publicó el 08 de diciembre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación, a través de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía y entró en vigor el 06 de febrero de 2015.

PREFACIO

En la elaboración de esta norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO.
- COMINOX, S.A. DE C.V.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA.
- GRUPO CIPSA
- IDASA INTERNACIONAL DE ACEROS, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO MEXICANO DEL INOXIDABLE, A.C. IMINOX.
- OUTOKUMPU MEXINOX, S.A. DE C.V.

ÍNDICE

		Página
1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Referencias	1
3	Definiciones	2
4	Especificaciones	2
5	Requisitos complementarios	9
6	Muestreo	11
7	Métodos de prueba	13
8	Marcado	14
9	Declaración de conformidad	14
10	Datos para el pedido	14
11	Bibliografía	15
12	Concordancia con normas internacionales	15
13	Artículo transitorio	15
	Apéndice A	16

**INDUSTRIA SIDERÚRGICA - TUBOS SOLDADOS DE ACERO AUSTENITICO
PARA CALDERAS, SOBRECALENTADORES, CONDENSADORES E
INTERCAMBIADORES DE CALOR – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE
PRUEBA**

**SIDERURGICAL INDUSTRY – WELDED AUSTENITIC STEEL BOILER,
SUPERHEATER, HEAT-EXCHANGER, AND CONDENSER TUBES –
SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta Norma Mexicana establece los requisitos que deben cumplir los tubos soldados fabricados con los aceros austeníticos indicados en la tabla 2, para emplearse en calderas, sobrecalentadores, condensadores e intercambiadores de calor.

1.2 Los grados TP304H, TP309H, TP309HCb, TP310H, TP310HCb, TP316H, TP321H, TP347H y TP348H son modificaciones de los grados TP304, TP309S, TP309Cb, TP310S, TP310Cb, TP316, TP321, TP347 y TP348, y se emplean para servicio a altas temperaturas, tales como sobrecalentadores y recalentadores.

1.3 Los diámetros y espesores de pared de tubos en los que usualmente se suministran bajo esta norma son de 3.2 mm (1/8 in) en el diámetro interior hasta 304.8 mm (12 in) en el diámetro exterior y espesores de pared de 0.4 mm hasta 8.1 mm (0.015 in hasta 0.320 in). Pueden suministrarse tubos que tengan otras dimensiones siempre y cuando cumplan con los demás requisitos de esta norma.

1.4 No se aplican los requisitos de propiedades mecánicas a tubos de diámetro interior menor de 3.2 mm (1/8 in) o menores de 0.4 mm (0.015 in) en espesor.

1.5 Esta norma incluye requisitos complementarios y cuando se desee uno o más de estos, deben indicarse en la orden de compra.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-B-001-CANACERO-2009 Industria Siderúrgica – Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y hierros – Métodos de prueba.

NMX-B-116-1996 Industria Siderúrgica – Determinación de la dureza Brinell en materiales metálicos – Método de prueba.

NMX-B-119-1983 Industria Siderúrgica - Dureza Rockwell y Rockwell superficial en productos de hierro y acero - Método de prueba.

NMX-B-172-CANACERO-2013 Industria Siderúrgica - Métodos de prueba mecánicos para productos de acero.

NMX-B-307-1988 Métodos para estimar el tamaño promedio de grano de los metales.

3 DEFINICIONES

Declaración de conformidad

Documento por el cual un proveedor da garantía de que un producto, proceso o servicio es conforme a requisitos específicos.

NOTA: El proveedor es la parte que suministra el producto, proceso o servicio y puede ser un fabricante, distribuidor, importador, ensamblador, organización de servicio, etc.

4 ESPECIFICACIONES

4.1 Requisitos generales

El material suministrado bajo esta norma debe cumplir con los requisitos aplicables de la norma extranjera que se indica en el apéndice A.1.1, a menos que en esta norma se indique otra cosa.

4.2 Fabricación

4.2.1 Los tubos deben fabricarse de acero laminado y soldados por un proceso de soldadura automático sin metal de aporte.

4.2.2 Subsecuentemente a la soldadura y antes del tratamiento térmico final, los tubos deben trabajarse en frío ya sea en la soldadura y metal base o solamente en la soldadura. El método de trabajo en frío puede especificarlo el comprador. Cuando el tubo se estira en frío, el comprador puede especificar la cantidad mínima de reducción en el área de la sección transversal o en espesor de pared o ambos.

4.3 Tratamiento térmico

4.3.1 Los tubos deben suministrarse en la condición de tratados térmicamente como se especifica en la tabla 1.

TABLA 1.- Requisitos del tratamiento térmico

Grado	Designación UNS	Temperatura de solución, mín. o intervalo	Método de templado
Todos los Grados no listados individualmente abajo	---	1040 °C (1313 K)	(a)
TP309HCb	S30941	1040 °C (1313 K) (c)	(b)
TP310H	S31009	1040 °C (1313 K)	(b)
TP310HCb	S31041	1040 °C (1313 K) (c)	(b)
TP316H	S31609	1040 °C (1313 K)	(b)
TP321	S32100	1040 °C (1313 K) (c)	(b)
TP321H	S32109	1100 °C (1373 K) (c)	(b)
TP347	S34700	1040 °C (1313 K) (c)	(b)
TP347H	S34709	1100 °C (1373 K) (c)	(b)
TP348	S34800	1040 °C (1313 K) (c)	(b)
TP348H	S34809	1100 °C (1373 K) (c)	(b)
<p>Notas:</p> <p>a) Templado en agua o enfriado rápidamente por otros medios a una velocidad suficiente para prevenir la re-precipitación de carburos, esto se confirma al probar conforme a la práctica E de la norma extranjera que se indica en el inciso A.1.3 del apéndice A, el fabricante no está obligado a llevar a cabo la práctica a menos que sea especificado en la orden de compra. Nótese que la práctica E de la norma del inciso A.1.3 del apéndice A, requiere que la prueba se realice sobre muestras sensibilizadas en aceros de bajo carbono y aceros estabilizados. Los aceros que no tiene bajo contenido de carbono o que no están estabilizados, no requieren de la prueba de sensibilización. En el caso de los aceros con bajo contenido de carbono y contenidos de 3 % o más de molibdeno, el tratamiento de sensibilización previo a la prueba debe ser motivo de acuerdo entre el fabricante y el comprador.</p> <p>b) Temple en agua o enfriamiento rápido por otros métodos.</p> <p>c) Un recocido de solución a una temperatura arriba de 1065 °C puede disminuir la resistencia a la corrosión intergranular después de una exposición subsecuente en condiciones de sensibilizado en los grados indicados.</p>			

4.4 Tamaño de grano

4.4.1 El tamaño de grano de los grados TP309H, TP309HCb, TP310H y TP310HCb se debe determinar de acuerdo a la NMX-B-307 (ver 2, Referencias) y debe ser número 6 o más grueso.

4.4.2 El tamaño de grano de los grados TP304H, TP316H, TP321H, TP347H y TP348H se debe determinar de acuerdo a la NMX-B-307 (ver 2, Referencias) y debe ser número 7 o más grueso.

4.5 Requisitos químicos

4.5.1 Composición química

El acero debe cumplir con los requisitos de composición química indicados en la tabla 2.

4.5.2 Análisis del producto

Debe hacerse un análisis de un tramo de lámina o de un tubo de cada colada. La composición química determinada debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 2.

4.5.3 Debe aplicarse la tolerancia para análisis de producto conforme a lo especificado en la norma extranjera que se indica en el inciso A1.2 (ver apéndice A).

La tolerancia en análisis de producto no es aplicable al contenido de carbono para material con un carbono máximo especificado de 0.04 % o menor.

4.6 Requisitos mecánicos

4.6.1 Requisitos de tensión

El material debe cumplir con las propiedades de tensión indicadas en la tabla 3.

4.6.2 Prueba de doblado inverso

Un tramo de tubo de 100 mm (4 in) de longitud, debe dividirse longitudinalmente a 90° en cada lado de la soldadura. La probeta debe aplanarse y doblarse alrededor de un mandril con un diámetro de cuatro veces el espesor de pared, con el mandril paralelo a la soldadura y sobre el lado exterior del tubo. La soldadura debe estar en el punto máximo de doblado.

No debe haber evidencia de grietas o falta de penetración en la soldadura o de traslapes resultantes de la reducción del espesor de las áreas soldadas por el trabajo en frío.

NOTA: La prueba de doblado inverso de semitubo no se aplica cuando el espesor de pared nominal es de 10 % o más del diámetro exterior especificado o el espesor de pared es 3.4 mm (0.134 in) o mayor o el diámetro exterior es de 9.5 mm (0.375 in). Para estas condiciones debe aplicarse la prueba de aplastamiento conforme a lo indicado en el inciso A.1.1 de la norma extranjera del apéndice A.

Cuando la geometría o el tamaño de tubo dificulta hacer la prueba de la probeta como una pieza individual, la probeta debe ser seccionada en partes más pequeñas proporcionando un mínimo de 100 mm (4 in) de soldadura y sujetándola al doblado inverso.

4.6.3 Requisitos de dureza

Los tubos deben tener un número de dureza Rockwell que no exceda los valores especificados en la

tabla 3.

4.7 Tolerancias dimensionales

Las tolerancias en el espesor de pared deben ser $\pm 10\%$ del espesor de pared nominal para todos los diámetros de tubos. Las tolerancias para otras dimensiones que no sean espesor de pared deben ser conforme a lo indicado en la norma extranjera indicada en el inciso A.1.1 del apéndice A.

4.8 Operaciones de formado

Cuando los tubos se insertan en calderas deben expandirse y doblarse sin mostrar grietas o fallas. Todos los tubos cuando son manejados adecuadamente, deben expandirse y abocardarse sin mostrar grietas o fallas y también someterse a operaciones de forjado, soldadura y abocardado necesarias para su aplicación sin mostrar defectos.

4.9 Condición de la superficie

Los tubos después del tratamiento térmico final, deben decaparse química o mecánicamente para dejarlos libres de óxido. Cuando se aplica un recocido brillante, no se necesita el decapado anterior.

4.10 Acabado

Los tubos terminados deben tener los extremos lisos, libres de rebabas y no deben desviarse en rectitud más de 0.8 mm por cada 900 mm de longitud.

TABLA 2.- Requisitos químicos, en % en masa

Grado	Designación	Composición, %										
		Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre	Silicio	Cromo	Níquel	Molibdeno	Nitrógeno (c)	Cobre	Otros
TP 201	S20100	0.15	5.50 - 7.5	0.060	0.030	1.00	16.0 -18.0	3.5 - 85.5	---	0.25	---	---
TP 201LN	S20153	0.030	6.4 - 7.5	0.045	0.015	0.750	16.0 - 17.5	4.0 - 5.0	---	0.10 - 0.25	1.00	---
TP 202	S20200	0.150	7.5 - 10.0	0.060	0.030	1.00	17.0 - 19.0	4.0 - 6.0	---	0.250	---	---
TPXM-19	S20910	0.060	4.0 - 6.0	0.045	0.030	1.00	20.5 - 23.5	11.5 - 13.5	1.50 - 3.00	0.20 - 0.40	---	Cb 0.10 - 0.30 V 0.10 - 0.30
TPXM-29	S24000	0.080	11.5 - 14.5	0.060	0.030	1.00	17.0 - 19.0	2.3 - 3.7	---	0.20 - 0.40	---	---
TP304	S30400	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 - 20.0	8.0 - 11.0	---	---	---	---
TP304L (d)	S30403	0.030	2.000	0.045	0.030	1.000	18.0 - 20.0	8.0 - 12.0	---	---	---	---
TP304H	S30409	0.04 - 0.10	2.000	0.045	0.030	1.000	18.0 - 20.0	8.0 - 11.0	---	---	---	---
TP304N	S30451	0.08	2.000	0.045	0.030	1.000	18.0 - 20.0	8.0 - 11.0	---	0.10 - 0.16	---	---
TP304LN (d)	S30453	0.030	2.000	0.045	0.030	1.000	18.0 - 20.0	8.0 - 11.0	---	0.10 - 0.16	---	---
TP305	S30500	0.120	2.000	0.045	0.030	1.000	17.0 - 19.0	11.0- 13.0	---	---	---	---
TP309S	S30908	0.080	2.000	0.045	0.030	1.000	22.0 - 24.0	12.0 - 15.0	---	---	---	---
TP309H	S30909	0.04 - 0.10	2.000	0.045	0.030	1.000	22.0 - 24.0	12.0 - 15.0	---	---	---	---

TABLA 2.- Requisitos químicos, en % en masa (continuación)

Grado	Designación UNS (b)	Composición, %										
		Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre	Silicio	Cromo	Níquel	Molibdeno	Nitrógeno (c)	Cobre	Otros
TP309Cb	S30940	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0 - 24.0	12.0 - 16.0	---	---	---	Cb 10x C-1.10
TP309HCb	S30941	0.04 - 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	22.0 - 24.0	12.0 - 16.0	---	---	---	Cb 10x C-1.10
TP310S	S31008	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 - 26.0	19.0 - 22.0	---	---	---	---
TP310H	S31009	0.04 - 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 - 26.0	19.0 - 22.0	---	---	---	---
TP310Cb	S31040	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 - 26.0	18.0 - 22.0	---	---	---	Cb 10x C-1.10
TP310HCb	S31041	0.04 - 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	24.0 - 26.0	19.0 - 22.0	---	---	---	Cb 10x C-1.10
TP316	S31600	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 - 18.0	10.0 - 14.0	2.00 - 3.00	---	---	---
TP316L (d)	S31603	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 - 18.0	10.0 - 14.0	2.00 - 3.00	---	---	---
TP316H	S31609	0.04 - 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 - 18.0	10.0 - 14.0	2.00 - 3.00	---	---	---
TP316N	S31651	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 - 18.0	10.0 - 13.0	2.00 - 3.00	0.10 - 0.16	---	---
TP316LN (d)	S31653	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0 - 18.0	10.0 - 13.0	2.00 - 3.00	0.10 - 0.16	---	---
TP317	S31700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 - 20.0	11.0 - 15.0	3.0 - 4.0	---	---	---
TP317L	S3170L	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0 - 20.0	11.0 - 15.0	3.0 - 4.0	---	---	---

TABLA 2.- Requisitos químicos, en % en masa (continuación)

Grado	Designación UNS (b)	Composición, %										
		Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre	Silicio	Cromo	Níquel	Molibdeno	Nitrógeno (c)	Cobre	Otros
TP321	S32100	0.080	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 - 19.0	9.0 - 12.0	---	0.10	---	Ti 5(C+N) -0.70
TP321H	S32109	0.04 - 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 - 19.0	9.0 - 12.0	---	0.10	---	Ti 5(C+N) -0.70
TP347	S34700	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 - 19.0	9.0 - 12.0	---	---	---	Cb 10xC -1.10
TP347H	S34709	0.04 - 0.10	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 - 19.0	9.0 - 12.0	---	---	---	Cb 8xC -1.10
TP348	S34800	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0 - 19.0	9.0 - 12.0	---	---	---	(Cb+Ta) 8xC-1.10 Ta 0.10 Co 0.20
TPXM-15	S38100	0.08	2.00	0.030	0.030	1.50 - 2.50	17.0 - 19.0	17.7 - 18.5	---	---	---	---

Notas:

- a) A menos que se indique otra cosa los valores son máximos.
- b) Nueva designación establecida conforme a las normas extranjeras que se indican en los Apéndices.
- c) El método de análisis para determinar el nitrógeno debe ser motivo de acuerdo entre fabricante y comprador.
- d) Para diámetros pequeños o paredes delgadas o ambas cosas, cuando se requieran varios pasos de estirado, es necesario un contenido de carbono máximo de 0.040% en los Grados TP 304L y TP316L. Los tubos de diámetro exterior pequeños se definen como aquellos que tienen un diámetro exterior menor de 12.7 mm (0.50 in) y los tubos de pared delgada son aquellos que tienen menos de 1.2 mm (0.049 in) en el espesor de pared en el espesor de pared mínimo.

TABLA 3.- Requisitos de tensión y dureza

Grado	Designación UNS	Resistencia a la tensión mínima en MPa (ksi)	Resistencia de fluencia mínima en MPa (ksi)	Alargamiento en 50 mm mínimo en %	Dureza Rockwell máxima
TP201	S20100	655 (95)	260 (38)	35	B-95
TP202	S20200	620 (90)	260 (38)	35	B-95
TP304	S30400	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP304H	S30409	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP304L	S30403	485 (70)	170 (25)	35	B-90
TP304N	S30451	550 (80)	240 (35)	35	B-90
TP304LN	S30453	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP305	S30500	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP309Cb	S30940	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP309H	S30909	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP309HCb	S30941	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP309S	S30908	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP310Cb	S31040	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP310H	S31009	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP310HCb	S31041	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP310S	S31008	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP316	S31600	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP316H	S31609	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP316L	S31603	485 (70)	170 (25)	35	B-90
TP316N	S31651	550 (80)	240 (35)	35	B-90
TP316LN	S31653	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP317	S31700	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP317L	S31703	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP321	S32100	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP321H	S32109	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP347	S34700	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP347H	S34709	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP348	S34800	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TP348H	S34809	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TPXM-15	S38100	515 (75)	205 (30)	35	B-90
TPXM19	S20910	690 (100)	380 (55)	35	C-25
TPXM29	S24000	690 (100)	380 (55)	35	B-100

Notas:

- a) Los requisitos no son aplicables a tubos con diámetro exterior menor de 3.2 mm (0.125 in) o que tengan espesor de pared menor de 0.4 mm (0.015 in) o ambos.
- b) Las propiedades de tensión de tales tubos de diámetro pequeño o de pared delgada deben ser por acuerdo entre fabricante y comprador.

5 REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

Los siguientes requisitos complementarios solamente deben aplicarse cuando lo especifique el comprador previo acuerdo con el fabricante.

5.1 Tubos recocidos con relevado de esfuerzos

5.1.1 Los tubos de los grados TP304L, TP316L, TP321, TP347 y TP348 para usarse en medios corrosivos, particularmente cloruros donde puede ocurrir corrosión bajo esfuerzos, pueden especificarse en la condición de recocidos con relevado de esfuerzos. Los detalles de este requisito complementario deben ser por acuerdo entre fabricante y comprador.

5.1.2 Cuando se especifique tubos con relevado de esfuerzos, estos deben tratarse térmicamente entre 845 °C y 900 °C después del rolado para enderezado. El enfriamiento desde este intervalo de temperatura puede ser con aire o por enfriamiento lento. No se permite el enderezado mecánico después del tratamiento de relevado de esfuerzos.

5.1.3 La rectitud de los tubos debe ser por acuerdo entre fabricante y comprador.

5.2 Tubos con espesor de pared mínimo

5.2.1 Cuando el comprador lo especifique, los tubos deben suministrarse con base al espesor de pared mínimo. Tales tubos deben cumplir con los requisitos mínimos de espesor de pared conforme a lo indicado en el inciso A.1.1 de la norma extranjera del apéndice A, en lugar de los requisitos de espesor de pared nominal de esta norma. Además del marcado indicado en el capítulo 8, los tubos deben marcarse con la leyenda 5.2.

5.3 Prueba neumática

Los tubos deben someterse a una prueba neumática, bajo agua o a presión, conforme a lo indicado en el inciso A.1.1 de la norma extranjera del apéndice A.

5.4 Tratamiento térmico de estabilización

5.4.1 Posterior al recocido de solución requerido en 4.3, a los tubos de los grados TP309HCb, TP310HCb, TP321, TP321H, TP347, TP347H, TP348 y TP348H debe dárseles un tratamiento térmico de estabilización a una temperatura más baja que la que se usó en el tratamiento térmico de recocido de solución inicial. La temperatura del tratamiento térmico de estabilización debe ser por acuerdo entre fabricante y comprador.

5.5 Prueba de corrosión intergranular

5.5.1 Cuando se especifique, el material debe pasar satisfactoriamente las pruebas de corrosión intergranular efectuadas conforme a la norma extranjera que se indica en el inciso A1.3 del apéndice A.

NOTA: La práctica E (ver inciso A1.1) requiere probar los tubos de bajo carbono o grados estabilizados, después de aplicar la prueba de sensibilización, y para los otros grados en condición tal y como se envían.

5.5.2 Puede ser necesario un tratamiento térmico de estabilización conforme a lo indicado en 5.4 y se permite para cumplir estos requisitos para los grados que contienen titanio o niobio, particularmente las versiones H.

5.6 Prueba de adelgazamiento de la zona afectada por el calor (weld decay).

5.6.1 Cuando se especifique en la orden de compra, una muestra de cada lote de tubos debe ser sometido a una prueba en una solución en ebullición con 50% de ácido clorhídrico grado reactivo y 50 % de agua.

5.6.2 La muestra de aproximadamente 50 mm (2 pulgadas) de longitud, debe provenir de la línea de producción de tubos. Dependiendo del tamaño de la muestra, se permite seccionarla longitudinalmente para que pueda introducirse en un matraz Erlenmeyer. Como mínimo, la muestra ensayada debe incluir la totalidad del cordón de soldadura y su zona adyacente, así como la totalidad del metal base situada a 180° del cordón de soldadura. Se deben eliminar todas las aristas y rebabas mediante un pulido ligero. El polvo y la grasa deben eliminarse sometiendo la pieza a limpieza con jabón y agua u otros disolventes disponibles.

5.6.3 La solución de ácido clorhídrico debe prepararse adicionando lentamente el ácido grado reactivo (aproximadamente al 37%) a un volumen igual de agua destilada.

Advertencia: Proteger los ojos y utilizar guantes de látex para manejo de ácidos. La mezcla de la solución y el desarrollo de la prueba se deben llevar a cabo en un espacio protegido.

5.6.4 El frasco contenedor debe ser un matraz Erlenmeyer de 1 litro con las juntas esmeriladas y con un condensador Ahline. El volumen de la solución debe ser de aproximadamente 700 ml.

5.6.5 Se debe medir el espesor tanto del cordón de soldadura como del metal base a 180° del cordón cerca de ambos bordes de la muestra. Estas mediciones se deben realizar con un micrómetro con puntas de yunque con capacidad para medir espesores con una exactitud de al menos 0.025 mm (0.001 in).

5.6.6 Las dos secciones de la muestra, soldadura y metal base, deberán estar inmersas en la solución. Se deben adicionar pedazos de ebullentes y la solución se debe llevar a ebullición. La ebullición se debe mantener durante el tiempo que dure la prueba. El tiempo de la prueba debe ser el necesario para remover del 40% a 60% del espesor original del metal base (usualmente 2 horas o menos). Si más del 60% del espesor del metal base se mantiene, se permite finalizar la prueba después de 24 horas.

5.6.7 Al finalizar la prueba, las muestras deben sacarse de la solución, deben enjuagarse con agua destilada para finalmente secarse.

5.6.8 Se debe medir el espesor de los bordes de igual manera como se realizó según el punto 5.6.5. El micrómetro con puntas en forma de yunque debe ser capaz de medir el mínimo espesor remanente con una exactitud de al menos 0.025 mm (0.001 in).

5.6.9 La velocidad de corrosión, V_c , se debe calcular como sigue:

$$V_c = \frac{(E_{so} - E_s)}{(E_{mo} - E_m)}$$

Donde:

E_{so} es espesor promedio soldadura-metal base antes de la prueba.

E_s es espesor promedio soldadura-metal base después de la prueba,

E_{mo} es espesor promedio del metal base antes de la prueba, y,

E_m es espesor promedio del metal base después de la prueba.

5.6.10 La velocidad de corrosión (V_c) deber ser inferior o igual a 1.25, o como lo estipule la orden de compra cuando la prueba de Weld decay se especifique para tubos soldados.

5.7 Prueba hidrostática o eléctrica no destructiva

Cada tubo debe someterse ya sea a la prueba hidrostática o eléctrica no destructiva. El comprador debe especificar cuál de las pruebas debe aplicarse.

6 MUESTREO

6.1 Lote

6.1.1 Para los requisitos de la prueba de aplastamiento y pestañado, el término lote debe aplicarse a todos los tubos antes de cortarse, del mismo diámetro nominal y espesor de pared, los cuales son producidos de la misma colada de acero. Cuando el tratamiento térmico final se realiza en un horno tipo discontinuo, un lote debe incluir solamente aquellos tubos del mismo diámetro y colada, deben tratarse térmicamente en la misma carga del horno. Cuando el tratamiento térmico final se realiza en un horno continuo, el número de tubos del mismo diámetro y de la misma colada en un lote, debe determinarse el tamaño de los tubos como se indica en la tabla 4.

6.1.2 Para los requisitos de la prueba de tensión y dureza, el término lote debe aplicarse a todos los tubos antes de cortarse, del mismo diámetro nominal y espesor de pared, los cuales son producidos de la misma colada de acero. Cuando el tratamiento térmico final se realiza en un horno tipo discontinuo, un lote debe incluir solamente aquellos tubos del mismo diámetro y colada, deben tratarse térmicamente en la misma carga del horno. Cuando el tratamiento térmico final se realiza en un horno continuo, un lote debe incluir todos los tubos del mismo diámetro y colada, recocidos en el mismo horno, a la misma temperatura, tiempo de calentamiento y velocidad.

TABLA 4.- Número de tubos en un lote tratado térmicamente por el proceso continuo

Diámetro del tubo	Tamaño del lote
De 50.8 mm (2.0 in) y mayor en el diámetro exterior y de 5.1 mm (0.2 in) y mayor en el espesor de pared	Hasta 50 tubos
Menor de 50.8 mm (2.0 in) pero mayor de 25.4 (1 in) mm en el diámetro exterior o mayor de 25.4 mm (1 in) en el diámetro exterior y menor de 5.1 mm (0.2 in) en el espesor de pared	Hasta 75 tubos
De 25.4 mm (1 in) o menos en el diámetro exterior	Hasta 125 tubos

6.2 Número de pruebas

6.2.1 Análisis de producto

Debe hacerse un análisis en un tramo de lámina o en un tubo de cada colada y debe cumplir con los requisitos de composición química indicados en la tabla 2.

6.2.2 Prueba de tensión

Debe hacerse una prueba de tensión en una probeta para lotes de hasta 50 tubos, para más de 50 tubos deben hacerse dos pruebas en dos probetas

6.2.3 Prueba de aplastamiento

Debe hacerse una prueba de aplastamiento en probetas de cada extremo de un tubo terminado de cada lote, no debe usarse la misma probeta para la prueba de pestañado (ver 6.1.1 y la norma extranjera que se indica en el inciso A1.1 del apéndice A).

6.2.4 Prueba de pestañado

Debe hacerse una prueba de pestañado, ver figura 1, en probetas de cada extremo de un tubo terminado por cada lote, pero no debe usarse la misma probeta para la prueba de aplastamiento (ver 6.1.1 y la norma extranjera que se indica en el inciso A1.1 del apéndice A).



FIGURA 1.- Prueba de pestañado

6.2.5 Prueba de doblado inverso

Debe hacerse una prueba de doblado inverso de semitubo en una probeta por cada 450 m de tubo terminado, ver figura 2.

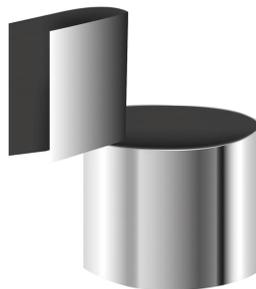


FIGURA 2.- Prueba de doblado inverso

6.2.6 Prueba de dureza

La prueba de dureza Rockwell o Brinell debe hacerse en probetas de dos tubos de cada lote (ver 6.1.2)

6.2.7 Tamaño de grano

La determinación del tamaño de grano de los grados TP309H, TP309HCb, TP310H y TP310HCb debe realizarse en probetas de cada extremo de un tubo terminado de cada lote.

6.3 Repetición de pruebas

6.3.1 Análisis del producto

Si la prueba original para el análisis del producto no cumple con lo especificado en esta norma, debe hacerse una repetición de pruebas en dos tramos adicionales de lámina o en dos tubos. Ambas pruebas deben cumplir con los requisitos especificados para los elementos en cuestión, de lo contrario debe rechazarse todo el material del lote (ver 6.1) o a opción del fabricante, cada lámina o tubo puede probarse individualmente para su aceptación. Deben rechazarse los tramos de lámina o tubos que no cumplan con los requisitos especificados.

7 MÉTODOS DE PRUEBA

7.1 Análisis químico

Este análisis debe efectuarse conforme a lo indicado en la NMX-B-001-CANACERO, ver 2, Referencias.

7.2 Requisitos de tensión

Las pruebas de tensión deben efectuarse conforme a lo indicado en la NMX-B-172-CANACERO, ver 2, Referencias.

7.3 Requisitos mecánicos

Las pruebas de aplastamiento, pestañado y doblado inverso, deben efectuarse conforme a lo indicado en la NMX-B-172-CANACERO, ver 2, Referencias.

7.4 Prueba de doblado inverso

La prueba de doblado inverso debe efectuarse conforme a lo indicado en la NMX-B-172-CANACERO, ver 2, Referencias.

7.5 Requisitos de dureza

La prueba de dureza Rockwell o Brinell debe efectuarse conforme a lo indicado en la NMX-B-119 o NMX-B-116 respectivamente, ver 2, Referencias.

7.6 Tamaño de grano

El tamaño de grano debe determinarse conforme a lo indicado en la NMX-B-307, ver 2, Referencias.

8 MARCADO

Los tubos deben marcarse como mínimo con los siguientes datos:

- a) Número de lote,
- b) Número de colada,
- c) Grado de acero,
- d) Clave de esta norma,
- e) Diámetro y calibre,
- f) Nombre o marca del fabricante,
- g) La leyenda "Hecho en México"

Por acuerdo entre fabricante y comprador se pueden incluir otros datos de marcado.

9 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

El fabricante debe proporcionar al comprador un documento (declaración de conformidad del proveedor), donde se indique que el material fue fabricado y probado conforme a esta norma mexicana, junto con un informe de los resultados de prueba.

10 DATOS PARA EL PEDIDO

En la orden de compra deben incluirse como mínimo los siguientes datos:

- a) Nombre del material (tubos soldados).
- b) Clave de esta norma.
- c) Cantidad (metros o número de tramos).
- d) Grado de acero (ver tabla 2).
- e) Dimensiones (diámetro exterior y espesor de pared nominal).

- f) Longitud (fija o de fabricación).
- g) Requisitos complementarios (ver capítulo 5).
- h) Informe de pruebas, si se requiere.
- i) Requisitos especiales y cualquier requisito complementario seleccionado.

11 BIBLIOGRAFÍA

- NOM-008-SCFI-2002 Sistema general de unidades de medida.
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de noviembre de 2002.
- ASTM A249/A249M-10a Standard specification for welded austenitic steel boiler, superheater, heat-exchanger and condenser tubes.
- NMX-B-218-1987 Tubos soldados de acero austenítico para calderas, sobrecalentadores, condensadores e intercambiadores de calor.
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de noviembre de 1987.

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no coincide con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

13 ARTÍCULO TRANSITORIO

Esta norma mexicana entrará en vigor 60 días posteriores a la fecha de la publicación de la declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

APENDICE A

(Informativo)

A.1 En tanto no se elaboren las Normas Mexicanas correspondientes, deben consultarse las siguientes normas extranjeras:

- A.1.1 ASTM A1016/A1016M-13 Standard Specification for General Requirements for Ferritic Alloy Steel, Austenitic Alloy Steel, and Stainless Steel Tubes.
- A.1.2 ASTM A480/A480M-13 Standard Specification for General Requirements for Flat-Rolled Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip.
- A.1.3 ASTM A262-13 Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels.
- A.1.4 ASTM E527-12 Standard Practice for Numbering Metals and Alloys in the Unified Numbering System (UNS).
- A.1.5 SAE J1086-12 Numbering metals and alloys.



CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN

Amores 338, Col. Del Valle,
Del. Benito Juárez, C.P. 03100 México D.F.
Tel: (55) 54 48 81 60

canacero.org.mx
onn@canacero.org.mx