NORMA VENEZOLANA

COVENIN 1091:2001

MATERIALES DE FIJACIÓN EN ACERO INOXIDABLE Y ALEADO PARA SERVICIO EN ALTA TEMPERATURA

(2da Revisión)

FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN **1091:2001 Espárragos para servicio de alta temperatura**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT20 Mecánica**, por el Subcomité Técnico **SC1 Elementos de fijación** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior **N° 2001-10** de fecha **31/10/2001**.

En la revisión de esta Norma participaron las siguientes entidades: TORCAR; TORVENCA; ESPINCA; R. & G. TORNILLERÍA; INTEVEP; PDVSA; TORDISCA; CAVIA; INELECTRA; MEM; AIMM.

NORMA VENEZOLANA
MATERIALES DE FIJACIÓN EN ACERO INOXIDABLE Y ALEADO PARA SERVICIO EN ALTA TEMPERATURA

COVENIN 1091:2001 (2da Revisión)

1 OBJETO

1.1 La presente norma cubre los materiales de fijación en acero aleado y acero inoxidable destinado al uso en recipientes a presión, válvulas, bridas y abrazaderas para servicio en altas temperaturas. El término *materiales de fijación* que se utiliza en la presente norma contempla barras, pernos, tornillos, espárragos, y alambres. Las barras y los alambres son laminados en caliente. Adicionalmente, el material puede ser procesado mediante un rectificado "sin centro" o trefilado. El acero inoxidable austenítico puede ser tratado mediante un proceso de disolución de carburo o con una combinación de disolución de carburo y endurecimiento por deformación. Al momento de hacer el pedido del acero austentínico endurecido por deformación, el comprador tiene especial cuidado en asegurarse que tiene entendido totalmente lo contenido en el Anexo X1.

1.2 Son cubiertos varios grados, incluso aceros ferríticos y aceros inoxidables austeníticos designados como B5, B8 y así sucesivamente. La selección depende del diseño, las condiciones de servicio, las propiedades mecánicas y las características de altas temperaturas.

NOTA 1 En la presente especificación se han incluido quince tipos de acero que se han utilizado en forma un tanto extensiva para este propósito. Otras composiciones son consideradas en la medida que se evidencie esa necesidad.

NOTA 2 Para los grados de materiales de fijación fabricados de acero aleado a ser utilizados en aplicaciones de bajos rangos de alta temperatura, se debe hacer referencia a la norma ASTM A 354.

NOTA 3 Para los grados de materiales de fijación fabricados de acero aleado que sean utilizados en aplicaciones de baja temperatura, se debe hacer referencia a la norma ASTM A 320/A 320 M.

1.3 La Sección 14 cubre todo lo relacionado a las tuercas que van a ser utilizadas con estos materiales de fijación.

1.4 Son proporcionados los Requisitos Suplementarios desde S1 a S8 para ser utilizados en el momento en que se deseen efectuar ensayos o inspecciones adicionales. Estos aplican únicamente cuando sea especificado por el comprador.

1.5 La presente norma se expresa tanto en unidades de pulgadas y libras como en unidades del SI. Sin embargo, salvo que el pedido especifique que se aplique unidades SI bajo la designación de especificación M, el material debe ser suministrado en unidades de pulgadas y libras.

1.6 Los valores que se indiquen en cualquiera de las dos unidades de pulgadas y libras o en unidades SI son considerados como normas separadas. En este texto, las unidades SI aparecen entre paréntesis. Los valores indicados en cada sistema no son equivalentemente exactos; en consecuencia, cada sistema debe utilizarse independientemente del otro. La combinación de valores en los dos sistemas puede traer como consecuencia el incumplimiento de esta especificación.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes Normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realizan acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

2.1 Normas ASTM

ASTM A 29/A 29M Specification for General Requirements for steel Bars, Carbon and w

ASTM A 320/A 320M Specification for Alloy Steel Bolting Materials for Low-Temperature Service[4]

ASTM A 354 Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Boltws, Studs, and Other Externally Threaded Fasteners[5]

ASTM A 370	Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products [4,6]
ASTM A 484/A 484M	Specification for General Requirements for Stainless Steel Bars, Billets, and Forgings[6]
ASTM A 751	Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical analysis of Steel Products[6]
ASTM A 788	Specification for Steel forgings, General Requirements[3]
ASTM E 18	Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials[7]
ASTM E 21	Test Methods for Elevated Temperature Torsión Tests of Metallic Materials[7]
ASTM E 139	Test Methods for Conducting Creep, Creep-Rupture, and Stress-Rupture Tests of Metallic Materials[7]
ASTM E 150	Practice for Conducting Creep and Creep-Rupture Tension Tests of Metallic Materials Under Conditions of Rapid Heating and Short Times[8]
ASTM E 151	Practice for Tension Tests of Metallic Materials at Elevated Temperatures with Rapid Heating and Conventional or Rapid Strain Rates[8]
ASTM E 292	Test Methods for Conducting Time-for-Rupture Notch Tension Tests of Materials[7]
ASTM E 328	Methods for Stress-Relaxation Tests for Materials and Structures[7]
ASTM E 381	Method of Macroctch Testing Steel Bars, Billets, Blooms and Forgings[7]
ASTM E 566	Practice for Electrmagnetic (Eddy-Current) Sortig of Ferrous Metals[9]
ASTM E 709	Guide for Magnetic Particle Examination[9]
ASTM F 606	Tests Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, and Rivets[5]

2.2 Normas ANSI[10]

ANSI B 1.1	Screw Threads
ANSI B 1.13M	Metric Screw Threads
ANSI B 18.2.1	Square and Hex Bolts and Screws
ANSI B 18.2.3.1M	Metric Hex Cap Screws
ANSI B 18.3	Hexagon Socket and Spline Socket Screws
ANSI B 18.3.1M	Metric Socket Head Cap Screws
AIAG B 5 02.00	Primary Metals Identification Tag Application Standard[11]

2 Para aplicaciones en Calderas y Recipientes a Presión del Código ASME, véase la especificación relativa SA-193 en la sección II de este Código.

3 Libro anual de Normas ASTM, Volumen 01.05.

4 Libro anual de Normas ASTM, Volumen 01.01.

5 Libro anual de Normas ASTM, Volumen 15.08.

6 Libro anual de Normas ASTM, Volumen 01.03.

7 Libro anual de Normas ASTM, Volumen 03.01.

8 Suspendida, véase libro anual de Normas ASTM 1983, volumen 03.01

9 Libro anual de Normas ASTM, Volumen 03.03

10 Disponible en American National Standard Institute.

11 Disponible en Automotive Industry Action Group.

3 INFORMACIÓN SOBRE PEDIDOS

3.1 La solicitud y el pedido para materiales bajo los requisitos de la presente norma deben incluir lo siguientente, como requisito para describir adecuadamente el material.

3.1.1 Especificación, designación, año y grado.

3.1.2 Condiciones en el tratamiento térmico (es decir, normalizado y revenido, o templado y revenido, para los materiales ferríticos y tratados con disolución de carburo (Clase 1), tratados con disolución de carburo luego del acabado (Clase 1A), y tratados con disolución de carburo y endurecidos por deformación (Clases 2, 2B y 2C), para los aceros inoxidables austeníticos Clases 1B y 1C, se aplican a los aceros inoxidable con nitrógeno tratados con disolución de carburo. La Clase 1D aplica al material tratado con disolución de carburo enfriado rápidamente desde la temperatura de laminación.

3.1.3 Cantidad (número de piezas o peso).

3.1.4 Descripción de los conceptos necesarios (barras, pernos, tornillos o espárragos)

3.1.5 Dimensiones (es decir, diámetro, longitud de punta, longitud general, acabado, forma y rosca)

3.1.6 Tuercas, si es requerido por el comprador, de conformidad con lo indicado en el punto 14.1.

3.1.7 Requisitos Suplementarios, si los hay.

3.1.8 Requisitos especiales, de conformidad con lo establecido en los puntos 6.3, 6.5.1, 11.3, 15.1, 16.1, 18.1 y 17.1.

4 FABRICACIÓN (PROCESO)

4.1 El acero debe ser producido mediante cualquiera de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, horno básico con oxígeno, horno eléctrico, o fusión mediante inducción al vacío (MIV). El método de fusión primaria puede incorporar la desgasificación o refinación. El acero fundido puede tratarse al vacío antes o durante el vaciado del lingote o la colada. El procedimiento básico con oxígeno debe estar limitado a los aceros cuyo porcentaje de cromo no excede del 6%.

4.2 Calidad: Para asegurar mayor calidad, las barras y alambres de acero ferrítico son probadas de acuerdo con la Norma ASTM E-381 u otro método adecuado que acuerden el comprador y el fabricante. Cuando la barra o el alambre es suministrado, el productor de la barra o alambre debe realizar la prueba. Cuando los materiales de fijación son suministrados, la prueba la debe realizar bien sea el productor de las barras o el productor de las tuercas, según acuerdo entre ellos. Los procedimientos de control de calidad deben ser suficientes para demostrar que se realizó la prueba y que los resultados fueron aceptables. Un lote de barra consiste en una colada o 10.000 libras, cualquiera que sea menor, debe estar representado por un mínimo de un macroataque. La inspección visual de las secciones transversales no deben mostrar ninguna clase de imperfecciones que sean peores que los macrografias de la Norma ASTM E 381 S4-R4-C4 o su equivalente, de acuerdo a lo que se convenga. No deben estar presentes las distintas zonas de solidificación.

5 PROCESO DE DESCARTE

Un descarte suficiente debe ser realizado para asegurar tuberías libres de daños y segregaciones excesivas.

6 TRATAMIENTO TÉRMICO

6.1 Los aceros ferríticos deben ser tratados térmicamente en forma apropiada de acuerdo a las características de alta temperatura más apropiadas de cada Grado. Inmediatamente después del proceso de laminado o forjado, el elemento de fijación se deja enfriar a una temperatura por debajo del rango de transformación en frío. Los materiales que van a ser suministrados en condición de templados en liquido, deben calentarse uniformemente a la temperatura adecuada para refinar el grano (grupo calentado que se le conoce como carga de temple) y templado en un medio líquido bajo condiciones sustancialmente uniformes para cada carga de temple. Se prohibe el uso del agua como medio de temple para cualquier Grado ferrítico, en el momento en que el tratamiento térmico forme parte del proceso de fabricación de los elementos de

fijación. Esta prohibición no aplica a las barras tratadas térmicamente o a los elementos de fijación mecanizados de la misma manera. Los materiales de Grado B16 deben ser calentados a una temperatura que varíe de 1700 °F a 1750 °F (925 °C a 954 °C) y templados en aceite. Los materiales que sean suministrados en condiciones de normalizado o templados al aire deben ser calentados a la temperatura adecuada para la refinación del grano y enfriado uniformemente al aire a una temperatura situada por debajo del rango de temperatura de transformación. El material, ya sea que esté templado en líquido o esté normalizado, debe ser calentado uniformemente para proceder a su revenido. La temperatura mínima de revenido debe ser la especificada en la tabla 2 y la tabla 3.

Tabla 1 Requerimientos Químicos (Composición, en porcentaje)[A]

Tipo	Aceros Ferríticos			
Grado	B5		B6 y B6X	
Descripción	5 % Cromo		12 % Cromo	
			AISI Tipo 410	
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]
Carbono	0,10 min	0,01 inferior	0,15 máx	0,01 superior
Manganeso, máx.	1,00	0,03 superior	1,00	0,03 superior
Fósforo, máx.	0,040	0,005 superior	0,040	0,005 superior
Azufre, máx.	0,030	0,005 superior	0,030	0,005 superior
Silicio	1,00 máx	0,05 superior	1,00 máx	0,05 superior
Cromo	4,0 – 6,0	0,10	11,5 – 13,5	0,15
Molibdeno	0,40 – 0,65	0,05	...	...

Tipo	Aceros Ferríticos			
Grado	B7, B7M		B16	
Descripción	Cromo-Molibdeno [C]		Cromo-Molibdeno-Vanadio	
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]
Carbono	0,37 – 0,49 [D]	0,02	0,36 – 0,47	0,02
Manganeso	0,65 – 1,10	0,04	0,45 – 0,70	0,03
Fósforo, máx.	0,035	0,005 superior	0,035	0,005 superior
Azufre, máx.	0,040	0,005 superior	0,040	0,005 superior
Silicio	0,15 – 0,35	0,02	0,15 – 0,35	0,02
Cromo	0,75 – 1,20	0,05	0,80 – 1,15	0,05
Molibdeno	0,15 – 0,25	0,02	0-50 – 0,65	0,03
Vanadio	...	...	0,25 – 0,35	0,03
Aluminio, máx % [E]	...	...	0,015	...

Tipo	Aceros Austeníticos, [F] Clases 1, 1A, 1D y 2							
Grado	B8, B8A		B8C, B8CA		B8M, B8MA, B8M2, B8M3		B8P, B8PA	
Descripción	AISI Type 304		AISI Type 347		AISI Type 316		AISI Type 305 con restricción de carbono	
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]
Carbono, máx	0,08	0,01 sup	0,08	1,01 sup	0,08	0,01 sup	0,12	0,01 sup
Manganeso, máx.	2,00	0,04 sup	2,00	0,04 sup	2,00	0,04 sup	2,00	0,04 sup
Fósforo, máx.	0,045	0,010 sup	0,045	0,010 sup	0,045	0,010 sup	0,045	0,010 sup
Azufre, máx.	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup
Silicio, máx	1,00	0,05 sup	1,00	0,05 sup	1,00	0,05 sup	1,00	0,05 sup
Cromo	18,0 – 20,0	0,20	17,0 – 19,0	0,20	16,0 – 18,0	0,20	17,0 – 19,0	0,20
Níquel	8,0 – 11,0	0,15	9,0 – 12,0	0,15	10,0 – 14,0	0,15	11,0 – 13,0	0,15
Molibdeno	...	...	...	...	2,00 – 3,00	0,10	...	...
Columbiun + tantalum	...	...	10 x contenido de carbono, min; 1,10 máx	0,05 inf	...	...	...	...

Tabla 1 (Continuación)

Tipo	Aceros Austeníticos, [F] Clases 1A, 1B, 1D y 2				
Grado	B8N/B8NA		B8MN, B8MNA		B8MLCuN, B8MLCuNA
Descripción	AISI Type 304N		AISI Type 316N		Inestabilizado, 20 Cromo, 18 Níquel, 6 Molibdeno con Carbono restringido.
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango
Carbono, máx	0,08	0,01 sup	0,08	0,01 sup	0,020
Manganeso, máx	2,00	0,04 sup	2,00	0,04 sup	1,00
Fósforo, máx	0,045	0,010 sup	0,045	0,010 sup	0,030
Azufre, máx	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup	0,010
Silicio, máx	1,00	0,05 sup	1,00	0,05 sup	0,80
Cromo	18,0 – 20,0	0,20	16,0 – 18,0	0,20	19,5 – 20,5
Níquel	8,0 – 11,0	0,15	10,0 – 13,0	0,15	17,5 – 18,5
Molibdeno	...	...	2,00 – 3,00	0,10	6,0 – 6,5
Nitrógeno	0,10 – 0,16	0,01	0,10 – 0,16	0,01	0,18 – 0,22
Cobre	...	...	...	...	0,50 – 1,00

Tipo	Aceros Austeníticos, [F] Clases 1, 1A, y 2	
Grado	B8T, B8TA	
Descripción	AISI Type 321	
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]
Carbono, máx	0,08	0,01 sup
Manganeso, máx	2,00	0,04 sup
Fósforo, máx	0,045	0,010 sup
Azufre, máx	0,030	0,005 sup
Silicio, máx	1,00	0,05 sup
Níquel	9,0 – 12,0	0,15
Cromo	17,0 – 19,0	0,20
Titanio	5 x (C + N) min, 0,70 máx	0,05 inf

Tipo	Aceros Austeníticos, [F] Clases 1C y 1D			
Grado	B8R, B8RA		B8S, B8SA	
Descripción	22 Cromo – 13 Níquel – 5 Manganeso		18 Cromo – 8 Níquel – 4 Silicio + Nitrógeno	
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]
Carbono, máx	0,06	0,01 sup	0,10	0,01 sup
Manganeso	4,0 – 6,0	0,05	7,0 – 9,0	0,06
Fósforo, máx	0,045	0,005 sup	0,060	0,005 sup
Azufre, máx	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup
Silicio	1,00 máx	0,05 sup	3,5 – 4,5	0,15
Cromo	20,5 – 23,5	0,25	16,0 – 18,0	0,20
Níquel	11,5 – 13,5	0,15	8,0 – 9,0	0,10
Molibdeno	1,50 – 3,00	0,10	...	...
Nitrógeno	0,20 – 0,40	0,02	0,08 – 0,18	0,01
Columbiun + tantalum	0,10 – 0,30	0,05	...	...
Vanadio	0,10 – 0,30	0,02	...	...

Tabla 1 (Continuación)

Tipo	Aceros Austeníticos, [F] Clases 1, 1A y 1D			
Grado	B8LN, B8LNA		B8MLN, B8MLNA	
Descripción	AISI Type 304 N con restricción de carbono		AISI Type 316N con restricción de carbono	
	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]	Rango	Variación del producto Superior o inferior [B]
Carbono, máx	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup
Manganeso	2,00	0,04 sup	2,00	0,04 sup
Fósforo, máx	0,045	0,010 sup	0,045	0,010 sup
Azufre, máx	0,030	0,005 sup	0,030	0,005 sup
Silicio	1,00	0,05 sup	1,00	0,05 sup
Cromo	18,0 – 20,0	0,20	16,0 – 18,0	0,20
Níquel	8,0 – 11,0	0,15	10,0 – 13,0	0,15
Molibdeno	...	...	2,00 – 3,00	0,10
Nitrógeno	0,10 – 0,16	0,01	0,10 – 0,16	0,01

[A] No se permite el agregado intencional de Bi, Se, Te y Pb.

[B] Análisis del producto: Las determinaciones individuales varían ocasionalmente de los límites especificados en los rangos mostrados en la tabla. Ciertas determinaciones de cualquier elemento individual en la colada no pueden estar fuera del rango especificado.

[C] Las composiciones típicas que se utilizan en este Grado incluyen 4140, 4142, 4145, 4140H,4142H y 4145H.

[D] Para los tamaños de barras superiores a las 3 1/2 pulgadas (90 mm) inclusive, el contenido de carbono puede estar en un máximo de 0,50%. Para el Grado B7M, se permite un contenido mínimo de carbono de 0,28%, con la condición de que se cumplan las propiedades mecánicas requeridas en las secciones involucradas; se permite el uso del AISI 4130 ó 4130H.

[E] Total de elementos solubles e insolubles.

[F] Las Clases 1 y 1D son tratados con disolución; las Clases 1, 1B y algunos productos de la Clase 1C (B8R y B8S) son hechos del material tratado con disolución. La Clase 1A (B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA y B8MNA) y algunos productos de la Clase 1C (B9RA y B8SA) son tratados con disolución en condiciones de acabado. Los productos de Clase 2 son tratadas con disolución y endurecidas por deformación.

Tabla 2 Requerimientos mecánicos (Productos en pulgadas)

Grado	Diámetro (pulg)	Temperatura mínima de revenido (F)	Resistencia a la tracción min, (ksi)	Resistencia a la fluencia, 0,2 % de desplazamiento (ksi)	Elongación en 4D, mínima (%)	Reducción de área mínima (%)	Dureza máxima
Aceros Ferríticos							
B5 De 4 a 6 % de Cromo	Hasta 4	1100	100	80	16	50	...
B6 13 % de Cromo	Hasta 4	1100	110	85	15	50	...
B6X 13 % de Cromo	Hasta 4	1100	90	70	16	50	26 HRC
B7 Cromo Molibdeno	Hasta 2 1/2	1100	125	105	16	50	321 HB ó 35 HRC
	Sup 2 ½ hasta 4	1100	115	95	16	50	302 HB ó 33 HRC
	Sup 4 hasta 7	1100	100	75	18	50	277 HB ó 29 HRC
B7M[A] Cromo Molibdeno	Hasta 2 1/2	1150	100	80	18	50	235 HB ó 99 HRB
	Hasta 4	1150	100	80	18	50	235 HB ó 99 HRB
	Sup 4 hasta 7	1150	100	75	18	50	235 HB ó 99 HRB
B16 Cromo Molibdeno Vanadio	Hasta 2 1/2	1200	125	105	18	50	321 HB ó 35 HRC
	Sup 2 ½ hasta 4	1200	110	95	17	45	302 HB ó 33 HRC
	Sup 4 hasta 8	1200	100	85	18	45	277 HB ó 29 HRC

Grado, Diámetro, pulgadas	Tratamiento térmico [B]	Resistencia a la tracción min, (ksi)	Resistencia a la fluencia, 0,2 % de desplazamiento (ksi)	Elongación en 4D, mínima (%)	Reducción de área mínima (%)	Dureza máxima
Aceros Austeníticos						
Clases 1 y 1D: B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo	75	30	30	50	223 HB [C] o 96 HRB
Clase 1: B8C, B8T, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo	75	30	30	50	223 HB [C] o 96 HRB
Clases 1A: B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNAB8MLNA, B8NA, B8MNA, B8MLCuNA, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo en condición de acabado	75	30	30	50	192 HB o 90 HRB
Clases 1B y 1D: B8N, B8MN y B8MLCuN, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo	80	35	30	40	223 HB [C] o 96 HRB
Clases 1C y1D: B8R, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo	100	55	35	55	271 HB o 28 HRC
Clases 1C: B8RA, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo en condición de acabado	100	55	35	55	271 HB o 28 HRC

Tabla 2 (Continuación)

Clases 1C y 1D: B8S, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo	95	50	35	55	271 HB o 28 HRC
Clases 1C: B8SA, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo en condición de acabado	95	50	35	55	271 HB o 28 HRC
Clase 2: B8, B8C, B8P, B8T y B8N, [D] ¾ e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecimiento por deformación	125	100	12	35	321 HB o 35 HRC
Sup a ¾ hasta 1, incluido		115	80	15	35	321 HB o 35 HRC
Sup a 1 hasta 1 ¼, incluido		105	65	20	35	321 HB o 35 HRC
Sup a 1 ¼ hasta 1 ½ incluido		100	50	28	45	321 HB o 35 HRC
Clase 2: B8M, B8MN, B8MLCuN [D], ¾ e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecimiento por deformación	110	96	15	45	321 HB o 35 HRC
Sup a ¾ hasta 1 incluido		100	80	20	45	321 HB o 35 HRC
Sup a 1 hasta 1 ¼ incluido		95	65	25	45	321 HB o 35 HRC
Sup a 1 ¼ hasta 1 ½ incluido		90	50	30	45	321 HB o 35 HRC
Clase 2B: B8, B8M2 [D] 2 e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecimiento por deformación	95	75	25	40	321 HB o 35 HRC
Sup a 2 incluido		90	65	30	40	321 HB o 35 HRC
Sup a 2 ½ hasta 3 incluido		80	55	30	40	321 HB o 35 HRC
Clase 2C: B8M3 [D] 2 e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecimiento por deformación	85	65	30	60	321 HB o 35 HRC
Sup a 2		85	60	30	60	321 HB o 35 HRC

[A] Para cumplir los requerimientos de tracción la dureza Brinell debe estar por arriba de 200 HB (93 HRB).

[B] La Clase 1 es tratada en disolución. La Clase 1A es tratada en disolución en condición de acabado para resistencia a la corrosión; el tratamiento térmico es crítico para requerimientos de propiedades físicas. La Clase 2 es tratada en disolución y endurecido por deformación. Los aceros Austeníticos en condición de endurecidos por deformación pueden no evidenciar propiedades uniformes a través de la sección, particularmente en tamaños superiores a ¾ de pulgadas en el diámetro.

[C] Para tamaños de diámetros de ¾ de pulgadas y más pequeños, la máxima dureza permitida es de 241 HB (100 HRB).

[D] Para diámetros de 1 ½ pulgada y superiores las propiedades del núcleo pueden ser mas bajas que las indicadas por los reportes de ensayo los cuales están basados en determinaciones a medio radio.

Tabla 3 Requerimientos mecánicos (Productos métricos)

Clase	Diámetro (mm)	Temperatura mínima de revenido (° C)	Resistencia a la tracción min, (MPa)	Resistencia a la fluencia, 0,2 % de desplazamiento (MPa)	Elongación en 4D, mínima (%)	Reducción de área mínima (%)	Dureza máxima
Aceros Ferriticos							
B5 De 4 % a 6 % de Cromo	Hasta M100 incluido	593	690	550	16	50	...
B6 13 % de Cromo	Hasta M100 incluido	593	780	585	15	50	...
B6X 13 % de Cromo	Hasta M100 incluido	593	620	485	16	50	26 HRC
B7 Cromo – Molibdeno	M64 e inferiores	593	860	720	16	50	321 HB o 35 HRC
	Sup a M64 hasta M100	593	795	655	16	50	302 HB o 33 HRC
	Sup a M100 hasta M180	593	690	515	18	50	277 HB o 29 HRC
B7M [A] Cromo – Molibdeno	M64 e inferiores	620	690	550	18	50	235 HB o 99 HRB
	M100 e inferiores	620	690	550	18	50	235 BHN o 99 R/B
	Sup a M100 hasta M180	620	690	515	18	50	235 BHN O 99 R/B
B16 Cromo – Molibdeno – Vanadio	M64 e inferiores	650	880	725	18	50	321 HB o 35 HRC
	Sup a M64 hasta 100	650	760	655	17	45	302 HB o 33 HRC
	Sup a M100 hasta M180	650	690	586	16	45	277 HB o 29 HRC
Clase, Diámetro, mm	Tratamiento térmico [B]		Resistencia a la tracción min, (MPa)	Resistencia a la fluencia, 0,2 % de desplazamiento (MPa)	Elongación en 4D, mínima (%)	Reducción de área mínima (%)	Dureza máxima
Aceros Austeníticos							
Clases 1 y 1D: B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo		515	205	30	50	223 HB[C] o 96 HRB
Clase 1: B8C, B8T, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo		515	205	30	50	223 HB[C] o 96 HRB
Clase 1A: B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA, B8MLCuNA, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo en condición de acabado		515	205	30	50	192 HB o 90 HRB
Clases 1B y 1D: B8N, B8MN Y B8MLCuN, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo		560	240	30	40	223 HB[C] o 96 HRB
Clases 1C y 1D: B8R todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo		690	380	35	55	271 HB o 28 HRC

Tabla 2 (Continuación)

Clase 1C: B8RA, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo en condición de acabado	690	380	35	56	271 HB o 28 HRC
Clases 1C y 1D: B8S, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo	655	345	35	56	271 HB o 28 HRC
Clases 1C: B8SA, todos los diámetros	Tratada con disolución de carburo en condición de acabado	655	345	35	55	271 HB o 28 HRC
Clase 2: B8, B8C, B8P, B8T y B8N,[D] M20 e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecido por tensión	860	690	12	35	321 HB o 35 HRC
Sup. M20 hasta M24 incluido		795	550	15	35	321 HB o 35 HRC
Sup. M24 hasta M30 incluido		725	450	20	35	321 HB o 35 HRC
Sup. M30 hasta M36 incluido		690	345	28	45	321 HB o 35 HRC
Clase 2: B8M, B8MN, B8MLCuN [D] M20 e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecido por tensión	760	685	15	45	321 HB o 35 HRC
Sup. M20 hasta M24 incluido		690	550	20	45	321 HB o 35 HRC
Sup. M24 hasta M30 incluido		655	450	25	45	321 HB o 35 HRC
Sup. M30 hasta M36 incluido		620	345	30	45	321 HB o 35 HRC
Clase 2B: B8, B8M2[D] M48 e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecido por tensión	655	515	25	40	321 HB o 35 HRC
Sup. M48 hasta M64 incluido		620	450	30	40	321 HB o 35 HRC
Sup. M64 hasta M72 incluido		550	380	30	40	321 HB o 35 HRC
Clase 2C: B8M3[D] M48 e inferiores	Tratada con disolución de carburo y endurecido por tensión	585	450	30	60	321 HB o 35 HRC
Sup. M48		585	415	30	60	321 HB o 35 HRC

[A] Para cumplir con los requerimientos mecánicos, la dureza Brinell debe ser superior a 200 HB (93 HRB).

[B] La Clase 1 es tratada con disolución; la Clase 1A es tratada con disolución en condición de acabado para que resista a la corrosión; el tratamiento térmico es crítico debido a los requerimientos de las propiedades mecánicas. La Clase 2 es tratada con disolución y endurecida por tensión. Los aceros austeníticos que se encuentren en condiciones de endurecimiento por deformación pueden no mostrar propiedades uniformes a través de una sección, específicamente en los tamaños superiores a 20 mm de diámetro

[C] Para los diámetros menores o iguales a 20 mm la dureza máxima de 241 HB (100 HRB) es permitida.

[D] Para diámetros M38 y superiores las propiedades del núcleo pueden ser menores que las indicadas por los reportes de ensayo los cuales están basados en valores determinaciones a medio radio.

6.1.1 El material ferrítico templado y revenido o normalizado y revenido que posteriormente se trefila para ejercer un control dimensional debe ser aliviado de la tensión luego de este proceso. La temperatura mínima para aliviar la tensión debe ser de 100 °F (55 °C), por debajo de la temperatura de revenido. Los ensayos de propiedades mecánicas deben ser realizados luego del proceso de alivio de la tensión.

6.2 Los materiales de grado B6 y B6X se deben mantener a la temperatura de revenido por un período mínimo de 1 hora. Se puede suministrar el material con símbolo de identificación B6X en condición de laminado y revenido. Se permite realizar el trabajo en frío con limitaciones en su dureza (máximo de 26 HRC) de la Tabla 2 para el grado B6X.

6.3 Todos los aceros inoxidables austeníticos reciben un tratamiento con disolución de carburo (véase puntos 6.3.1 - 6.3.4 para requisitos específicos de cada Clase). Las Clases 1, 1B, 1C (Grados B8R y B8S únicamente), 2, 2B y 2C pueden aplicarse a barras, alambres y elementos de fijación terminados. La Clase 1A (todas los Grados) y la Clase 1C (sólo los Grados B8RA y B8SA) puede aplicarse a elementos de fijación terminados. La Clase 1D aplica únicamente a las barras, alambres y elementos de fijación terminados que sean maquinados directamente de una barra o alambre de Clase 1D sin que sean trabajados en caliente o en frío.

6.3.1 Clases 1 y 1B, y Clase 1C Grados B8R y B8S: Luego del proceso de laminado, forjado o acabado de la barra, el material debe calentarse desde temperatura ambiente y mantenerse un tiempo suficiente a una temperatura tal que permita disolver los carburos de cromo, seguidamente debe enfriarse a una velocidad tal que impida la precipitación del carburo.

6.3.2 Clase 1D: Las barras laminadas o forjadas correspondientes a los Grados B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, B8N, B8MN, B8R y B8S deben enfriarse rápidamente inmediatamente después de ser trabajado en caliente mientras que la temperatura se encuentre por encima de los 1750 F (955 °C), de modo que los carburos que bordean los granos estén en solución. La Clase 1D debe estar restringida a las aplicaciones de temperaturas menores de 850 °F (455 °C).

6.3.3 Clase 1A y Clase 1C Grados B8RA y B8SA - Los elementos de fijación deben tratarse con disolución de carburo luego de culminar los procesos de laminado, forjado , estampado y roscado. Esta designación no aplica al material inicial como las barras. Los elementos de fijación deben calentarse desde temperatura ambiente y mantenerse en una temperatura por un tiempo suficiente en el cual el carburo de cromo se disuelva y luego se debe enfriar a una velocidad suficiente para evitar la precipitación del carburo.

6.3.4 Clases 2, 2B y 2C: El material debe ser tratado con disolución de carburo, calentándolo desde temperatura ambiente y manteniéndolo a una temperatura por un tiempo suficiente en el cual el carburo de cromo se disuelva y luego enfriarse a una velocidad suficiente a fin de evitar la precipitación del carburo. Seguidamente de este tratamiento, el material debe endurecerse por deformación para lograr las propiedades requeridas.

NOTA 4-El tratamiento térmico posterior a las operaciones realizadas en porciones limitadas del producto, tales como el estampado que puede traer como consecuencia la no uniformidad en el tamaño de los granos y de las propiedades mecánicas en toda la sección afectada.

6.4 En caso de que sea necesario un acabado brillante libre de cascarilla, esto debe especificarse en la orden de compra.

6.5 El material Grado B7 y B7M debe ser tratado térmicamente por temple en un medio líquido y revenido. Para el material B7M el tratamiento térmico final que podría ser la operación de revenido si se realiza a 1150 °F (620 °C) mínimo, debe realizarse luego de concluir las operaciones de mecanizado y forjado, incluyendo el laminado de la rosca.

6.5.1 Salvo que se especifique lo contrario, el material de Grado B7 puede tratarse térmicamente mediante el Horno siguiendo el Método de Inducción o Resistencia Eléctrica.

NOTA 5: Se debe tomar en cuenta que el alivio de tensión puede variar las propiedades del lote de una colada a otra, o estas propiedades pueden variar de un método de tratamiento térmico a otro. El comprador puede especificar el requisito suplementario S8, en caso de que se desee realizar una prueba de alivio de tensión.

7 COMPOSICIÓN QUÍMICA

7.1 Cada aleación de metal debe cumplir con los requisitos de composición química especificados en la Tabla 1. No se deben utilizar los aceros que tengan agregados de plomo.

7.2 El acero no debe contener algún elemento no especificado del grado pedido, hasta el punto de que el acero cumpla con los requisitos de otro grado para el cual constituye el elemento especificado. Además, los elementos presentes en concentraciones mayores de 0,75 % en peso; deben ser reportados. Análisis químicos deben ser efectuados de conformidad con los métodos de ensayo ASTM A 751.

8 ANÁLISIS DE COLADA

El fabricante debe realizar un análisis de cada colada de acero, para determinar los porcentajes de los elementos especificados en la sección 7. Este análisis debe ser realizado a partir de muestras de ensayo tomadas durante el vaciado de la colada. Se debe informar al comprador o a su representante de la composición química determinada y debe cumplir con los requisitos especificados en la sección 7. Para los materiales fundidos se deben cumplir los requisitos especificados en los puntos 8.2 y 8.3 de la especificación ASTM A 788. En caso de que el comprador lo considere necesario tener la zona de transición de dos coladas secuenciales descartados del proceso de fusión, el comprador puede apelar al requisito suplementario S3 de la especificación ASTM A 788.

9 ANÁLISIS DEL PRODUCTO

El comprador puede realizar un análisis de muestras representativas de los elementos de fijación. La composición química determinada de este material debe cumplir con los requisitos especificados en la sección 7.

10 PROPIEDADES MECÁNICAS

10.1 Tracción

10.1.1 Requisitos

El material representado por las muestras de tracción debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 2 a temperatura ambiente luego del tratamiento térmico.

10.1.2 Método de ensayo

El ensayo de tracción se debe realizar de conformidad con los métodos de ensayos y definiciones de la ASTM A 370, incluyendo las partes del Anexo A3, para elementos de fijación de acero, aplicables a las muestras de ensayo maquinadas. La velocidad del ensayo no debe exceder los límites especificados en el punto 7.4.1 de los métodos de ensayos y definiciones de la ASTM A 370. Debe determinarse el esfuerzo de fluencia correspondiente al límite permanente de desplazamiento del 0,2% de la longitud de trabajo de la probeta.

10.1.3 Ensayo de tracción con cuña. Elementos de fijación de todas las dimensiones

Cuando sea aplicable (véase punto 13.1.4), todas las medidas de los elementos de fijación con cabeza deben ser sometidos a ensayo con cuña a tamaño completo, de conformidad con lo establecido en el Anexo A3 de los métodos de ensayo y definiciones de ASTM A 370 y debe cumplir con el esfuerzo de tracción que se muestra en la Tabla 2. El mínimo esfuerzo de ruptura del elemento completo para tamaños individuales, debe ser el siguiente::

$$Ts = UTS \ As \qquad (1)$$

Donde:

Ts = Esfuerzo de tracción con cuña

UTS = Esfuerzo de tracción especificado en la Tabla 2, y

As = área de esfuerzo en pulgadas cuadradas, tal como se indican en la norma ANSI B1.1 o calculada de la siguiente manera:

$$As = 0{,}785\left(D - \left(\frac{0{,}974}{n}\right)\right)^2 \qquad (2)$$

Donde:

D = tamaño nominal de la rosca, y

N = el número de roscas por pulgada.

1.1 Requisitos de dureza

10.1.4 La dureza debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 2. El ensayo de dureza debe realizarse de conformidad con los métodos de ensayo y definiciones de la Norma ASTM A 370 o con el método de ensayo establecido en la ASTM F 606. En caso de que exista alguna controversia relacionada con los esfuerzos mínimos, deben prevalecer los ensayos de tracción sobre las lecturas de dureza.

10.1.5 Grado B7M

La dureza máxima debe ser 235 HB ó 99 HRB (conversión según la Tabla 2B de los métodos de ensayo y definiciones ASTM A 370). La dureza mínima no debe ser menor que 200 HB ó 93 HRB. Se debe asegurar el

cumplimiento de este requisito de dureza mediante ensayos de dureza de cada espárrago o tornillo por medio de los métodos Brinell o Rockwell B, de conformidad con lo establecido en el punto 10.2.1. Se permite el uso de un 100% de los ensayos electromagnéticos de dureza como alternativa al 100% del ensayo de dureza por identación, cuando califican por muestreo al usar este tipo de ensayo. Cada lote ensayado por dureza electromagnéticamente deben estar examinados en un 100%, según el Método de Práctica ASTM E-566.

Luego de realizar los ensayos electromagnéticos de dureza, se deben hacer ensayos de muestras aleatorias de un mínimo de 100 piezas de cada colada de acero en cada lote (tal como lo define el punto 13.1.2) mediante métodos de dureza por identación. Todas las muestras deben cumplir los requisitos de dureza para permitir la aceptación del lote; en caso de que cualquiera de las muestras se encuentre fuera de los niveles mínimos o máximos de dureza especificada, el lote queda rechazado y debe ser nuevamente procesado y remuestreado o se someterlo nuevamente a un ensayo de dureza por identación en un 100%. El producto que haya sido ensayado en un 100% y se haya demostrado que es aceptable debe estar marcado bajo del símbolo del grado.

10.1.5.1 La preparación de la superficie para el ensayo de dureza por identación debe estar conforme con el Método de Ensayo ASTM E 18. Los ensayos de dureza se deben realizar en el extremo del espárrago o tornillo. En caso de que este procedimiento resulte inpráctico, el ensayo de dureza se debe realizar en otro lugar.

11 MANO DE OBRA, ACABADO Y APARIENCIA

11.1 Los pernos, tornillos y espárragos deben ser punteados y deben tener un acabado bien realizado. Las puntas deben ser planas y biseladas o redondeadas, a opción del fabricante. La longitud de las puntas en los espárragos debe ser no menor que una ni mayor que dos roscas completas medidas a partir de los extremos paralelos al eje. La longitud de los espárragos y pernos se deben medir desde la primera rosca hasta la última.

11.2 Las variaciones permisibles de las dimensiones normales de las barras deben ser las establecidas en la Especificaciones ASTM A 29 / A 29M; y la especificación ASTM A 484 / A 484M, en sus revisiones más recientes.

11.3 Las cabezas de los pernos deben estar conformes con las dimensiones establecidas en la norma ANSI B 18.2.1 o la norma ANSI B 18.2.3.1M. A menos que se especifique lo contrario en la orden de compra, se debe utilizar la serie de pernos hexagonales pesados, excepto el diámetro máximo del cuerpo y el radio del filete puede ser igual al de la serie de hexagonales pesados. El diámetro del cuerpo y el radio del filete de la cabeza tornillos y pernos hexagonales pesados con casquete no son mostrados en las respectivas tablas en las Normas ANSI B 18.2.1 o ANSI B 18.2.3.1M pero pueden ser las mostradas en las respectivas tablas de tornillos y de pernos hexagonales con casquete. Los sujetadores de cabeza del tipo embutido deben estar en conformidad con la norma ANSI B 18.3 o ANSI B18.3.1M.

12 REENSAYOS

12.1 Si los resultados de los ensayos mecánicos de cualquier lote de ensayo no están conformes con los requisitos especificados, el fabricante puede retrabajar dicho lote no más de dos veces, en cuyo caso se deben efectuar dos ensayos adicionales de tracción a partir de dicho lote, los cuales deben cumplir con los requisitos especificados.

13 MUESTRAS DE ENSAYO

13.1 Las muestras de ensayo de tracción tomadas de los pernos, tornillos y espárragos terminados deben ser maquinados de la forma y dimensiones mostradas en el punto A3.2.1.7 o los métodos de ensayo y definiciones de la norma ASTM A 370. Las muestras de ensayo de tracción de las barras están indicadas en el Anexo A1.3 de los Métodos de Ensayo y Definiciones ASTM A 370, Anexo A1.

13.1.1 Número de ensayos

Para las barras tratadas térmicamente, se debe efectuar un ensayo de tracción para cada colada que representa cada una de las cargas de templado. En caso de que sean tratadas térmicamente sin interrupción en hornos de continuo, el material en el lote debe ser de la misma colada, la misma condición anterior, el mismo tamaño y sometido al mismo tratamiento térmico. Se requieren como mínimo de dos ensayos de

tracción para cada lote que contenga 9.000 kg. (20.000 lb) o menos. Cada 4.500 kg (10.000 lb) adicional o la fracción de la misma requiere de un ensayo adicional.

13.1.2 Para espárragos, pernos y tornillos y afines, se debe efectuar un ensayo de tracción para cada diámetro de cada colada incluida en el lote. Cada lote constará en lo siguiente:

Diámetro, mm (pulgada)	**Tamaño del lote**
30 (1 1/2) y menos	780 kg (1.500 lb) o fracción
Más de 30 (1 1/2) a 1 42 (1 3/4) incluido	2.000 kg (4.500 lb) o fracción
Más de 42 (1 3/4) a 64 (2 1/2) incluido	2.700 kg (6.000 lb) o fracción
Más de 64 (2 1/2)	100 piezas o fracción

13.1.3 No son requeridos los ensayos de tracción en pernos, tornillos o espárragos que sean fabricados de barras tratadas térmicamente suministradas conformes con los requisitos de la presente especificación y ensayadas de conformidad con el punto 13.1.1, siempre y cuando no se les haya administrado un tratamiento térmico posterior.

13.1.4 Elementos de fijación con cabeza. A tamaño completo

Los elementos de fijación con cabeza, iguales y menores a 1 ½ pulgada de diámetro, con una longitud de cuerpo igual o mayor a tres veces su diámetro y que sean producidos mediante el proceso de estampado o forjado (frio o caliente) deben ser sometidos a todos los ensayos de conformidad con lo establecido en el punto 10.1.3. Este ensayo debe ser adicional al ensayo de tracción especificado en los puntos 10.1.1 y 10.1.2. La ruptura debe ocurrir en el cuerpo o en la rosca, sin que se produzcan fallas o indicios de estas, tales como grietas, en la unión de la cabeza y el vástago.

14 TUERCAS

14.1 Los pernos y espárragos deben ser suministrados junto con las tuercas, cuando sea especificado en la orden de compra. Las tuercas deben cumplir con los requisitos especificados en la norma ASTM A 194/A 194M.

15 ROSCADO

15.1 Al momento de hacerse el pedido de un producto de la serie de pulgadas, todos los pernos, espárragos y las tuercas acompañantes, deben estar roscadas de conformidad con la norma ANSI B 1.1 Clase 2ª, a menos que se especifique otra cosa. Las medidas menores a 1 pulgada en diámetro incluyendo esta con la serie de roscas gruesas y las mayores a 1 1/8 de pulgada esta incluida; Al momento de ordenar un producto métrico, la rosca debe ser de la serie de roscados métricos gruesos, según lo especificado en la norma ANSI B1.13M y debe tener una tolerancia de Grado 6G.

15.2 Cuando sea práctico, todos las roscas deben estar formadas después del tratamiento térmico, si es que resultan prácticos. La Clase 1A, Grados B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA,B8MNA y B8MLCuNA y la Clase 1C, Grados B8RA y B8SA serán tratados en solución en condiciones de acabado.

16 INSPECCIÓN

16.1 El inspector que representa al comprador debe tener en todo momento, acceso a todas las instalaciones del lugar de fabricación que tengan relación con el material ordenado, mientras se desarrolle el trabajo del contrato del comprador. El fabricante debe proporcionar a dicho inspector todas las facilidades razonables a fin de verificar que el material está siendo fabricado de acuerdo con esta especificación. Todos los ensayos (excepto análisis de producto) e inspección deben ser realizados en el lugar de fabricación, salvo que se convenga lo contrario en la orden de compra y su conducción no interferir necesariamente con las operaciones de trabajo.

17 RECHAZOS Y RECLAMOS

17.1 A menos que se especifique otra cosa en las bases de la compra, cualquier rechazo basado en los ensayos realizados de conformidad con la Sección 9, deben ser reportados al fabricante en un lapso de 30 días contados a partir del momento en que el comprador reciba las muestras.

17.2 El material que muestre defectos posterior a su aceptación en el lugar de fabricación debe ser rechazado y el fabricante debe ser notificado.

17.3 Las muestras ensayadas de conformidad con la sección 9 que representen el material rechazado deben ser preservadas por dos semanas, contadas a partir de la fecha en que se hizo el informe. En caso de no estar conformes con los resultados del ensayo, el fabricante puede hacer el reclamo para que lo acepte en ese lapso de tiempo.

18 CERTIFICACIÓN

18.1 El proveedor de la materia prima o de los elementos de fijación terminados debe suministrar una certificación al comprador o a su representante, donde se muestren los resultados del análisis químico, macroataques (únicamente para aceros aleados y aceros al carbono) y los ensayos mecánicos que indiquen el método de tratamiento térmico utilizado.

18.2 La certificación debe incluir como mínimo lo siguiente:

18.2.1 Una declaración que indique que el material o de los elementos de fijación, o ambos, sometidos a fabricación, muestreo, ensayos e inspecciones, están de conformidad con las especificaciones y cualquier requisito suplementario u otro requisito designado en la orden o contrato de compra y que se determine que cumple con esos requisitos.

18.2.2 El número de especificación, fecha y símbolo de identificación.

19 MARCAJE DEL PRODUCTO

19.1 Los símbolos de identificación de Grado/Clase y fabricantes deben ser estampados en uno de los extremos de los espárragos de 3/8 de pulgada (10 mm) de diámetro y mayores, y en las cabezas de los pernos de ¼ de pulgada (6 mm) de diámetro y mayores. (Si el área disponible no es adecuada, el símbolo del Grado puede ser marcado a un extremo y el símbolo de identificación del fabricante marcado en otro). El símbolo de identificación debe ser como el que se muestra en la Tabla 4 y Tabla 5. Los Grados B7M, que han sido evaluados en 100% en conformidad con la especificación se subrayan debajo del símbolo del grado para diferenciarlos del Grado B7M producidos en revisiones previas a esta especificación donde no era requerido se someta a una prueba de dureza en un 100%.

19.2 Para los materiales de fijación, incluyendo las barras roscadas que sean entregadas empaquetadas y etiquetadas, o empacadas en cajas, las etiquetas y cajas deben llevar el símbolo de la identificación del material y la marca de identificación o nombre del fabricante.

19.3 Para los fines de marcaje de identificación, el fabricante toma en cuenta a la organización que certifica la fabricación, extracción de muestras, ensayos e inspección de los elementos de fijación, de conformidad con lo establecido en la especificación y los resultados que se hayan determinado, para que cumplan con los requisitos de la presente especificación.

Tabla 4 Marcaje de aceros ferríticos

Grado	Marcaje
B5	B5
B6	B6
B6X	B6X
B7	B7
B7M[A]	B7M
	B7M
B16	B16

[A] Véase 10.2.2 y 19.1

Tabla 5 Marcaje de aceros Austeníticos[A]

Clase	Grado	Marcaje
Clase 1	B8	B8
	B8C	B8C
	B8M	B8M
	B8P	B8P
	B8T	B8T
	B8LN	B8F
	B8MLN	B8G
Clases 1A	B8A	B8A
	B8CA	B8B
	B8MA	B8D
	B8PA	B8H
	B8TA	B8J
	B8LNA	B8L
	B8MLNA	B8K
	B8NA	B8V
	B8MNA	B8W
	B8MLCuNA	B9K
Clases 1B	B8N	B8N
	B8MN	B8Y
	B8MLCuN	B8J
Clases 1C	B8R	B9A
	B8RA	B9B
	B8S	B9D
	B8SA	B9F
Clases 1D	B8	B94
	B8M	B95
	B8P	B96
	B8LN	B97
	B8MLN	B98
	B8N	B99
	B8MN	B100
	B8R	B101
	B8S	B102
Clases 2	B8	B8
	B8C	B8C
	B8P	B8P
	B8T	B8T
	B8N	B8N
	B8M	B8M
	B8MN	B8Y
	B8MLCuN	B9J
Clases 2B	B8M2	B9G
	B8	B9
Clases 2C	B8M3	B9H

[A] Clases 1, 1A, 1B, 1C, 2, 2B y 2C pueden ser marcados con cualquier grado o marcaje listado. La Clase 1D puede ser marcado solamente con el marcaje listado.

19.4 Código de barras

Además de los requisitos establecidos en el punto 19.1, 19.2 y 19.3, el marcaje a través de códigos de barra es aceptable como método de identificación suplementario. La codificación de barras debe ser consistente con las disposiciones de la Norma AIAG B-5 02.00 y en caso de que sea utilizado en artículos pequeños, el código de barras puede aplicarse al empaque o a una etiqueta aplicada.

20 TÉRMINOS CLAVES

20.1 Dureza; tratamiento térmico

BIBLIOGRAFÍA

ASTM A 193/A-193M:1999 Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature Service

Participaron en la revisión de esta norma: Bulgevich, Esteban; Guerra, Rosa; Marcano, Gustavo; Paduano; Angelo; Perozo, Maribel de; Padrón, Humberto; Travieso, Henry.

Anexo A

A.- Requisitos adicionales

Estos requisitos no son aplicables, salvo que se especifique en el pedido y en la Información sobre el pedido, en cuyo caso las pruebas especificadas deben ser hechas antes de despachar el producto.

A1 Ensayos a altas temperaturas

A1.1 Los ensayos para determinar las propiedades del producto a altas temperaturas deben ser realizados, conforme con las prácticas E 21, E 139, E 292, E 150 y E 151.

A2 Ensayo de Impacto de Charpy

A2.1 Los ensayos de impacto de Charpy basados en los requisitos de la especificación A 320/A 320M, secciones 6 y 7, deben ser realizadas en mutuo acuerdo entre el fabricante y el comprador. Cuando las temperaturas de ensayo sean tan bajas como las dadas en la especificación A 320/A 320M, los elementos de fijación deberían ser ordenados con aquella especificación, en lugar de la presente especificación.

A3 Ensayo de dureza 100%- Grado B7M

A3.1 Cada perno o espárrago de Grado B7M debe ser sometido a ensayo de dureza mediante el método de identación y cumplir con los requisitos especificados en la tabla 2.

A4 Ensayos de dureza - Grado B16

A4.1 Para los pernos o espárragos de 2 1/2 pulgadas (65 mm) o menores, la dureza establecida para el Grado B16 debe ser medida en o cerca del extremo de cada perno o espárrago, utilizando uno de los métodos establecidos en el punto 10.2.1 para ensayo Brinell o Rockwell C. La dureza debe estar entre 253 HB y 319 HB ó 25 HRC y 34 HRC.

A5 Marcaje del Producto

A5.1 Los Grados y marcas de identificación de fabricante deben ser aplicadas en un extremo de los espárragos y en las cabezas de los pernos de todos los tamaños (Sí el área disponible no es adecuada, el símbolo del Grado puede ser marcado a un extremo y el símbolo de identificación de fabricante marcado en el otro). Para los pernos menores que 1/4 de pulgada (6 mm) de diámetro y espárragos más pequeños de 3/8 de pulgada (10 mm) de diámetro y para 1/4 de pulgada (6 mm) de diámetro que requieran más de un total de tres símbolos, el marcaje debe ser de mutuo acuerdo entre el comprador y el fabricante.

A6 Alivio de Tensión

A6.1 La operación de alivio de tensión procede de inmediato al tratamiento térmico.

A6.2 La temperatura mínima para el alivio de tensión debe ser de 55ºC (100 ºF) por debajo de la temperatura de temple. Los ensayos de propiedades mecánicas deben ser realizados luego de realizar la operación de alivio de tensión.

A7 Inspección por Partículas Magnéticas

A7.1 Las barras deben ser inspeccionadas por partículas magnéticas de acuerdo con los establecido en la norma ASTM E 709. Las barras que presenten grietas que penetren más de un 3 % del diámetro de la barra serán rechazadas.

A8 Ensayo de alivio de tensión

A8.1 Si es requerido, se debe efectuar el ensayo de alivio de tensión, de acuerdo con el método ASTM E 328. El ensayo debe ser realizado a 850 ºF (454ºC) por un período de 100 horas. El esfuerzo inicial debe ser de 50 M psi (345 MPa). El esfuerzo residual debe ser un mínimo de 17 M psi (117 MPa) por un período de 100 horas.

Anexo

(Informativo)

X1 Endurecimiento por deformación de los aceros austeníticos

X1.1 El endurecimiento por deformación es el aumento en resistencia y dureza como resultado de la deformación plástica por debajo de la temperatura de recristalización (trabajo en frío). Este efecto se produce en los aceros inoxidables austeníticos al reducir las barras o alambres de tamaño excesivamente grande al tamaño final deseado mediante el trefilado u otro proceso. El grado de endurecimiento por deformación que se pueda lograr en cualquier aleación está limitado por sus características de endurecimiento por deformación. Además, la cantidad de endurecimiento por deformación que se puede producir está limitado posteriormente por las variables del proceso, tales como la cantidad total de reducción de secciones cruzadas, ángulo muerto y tamaño de la barra. Por ejemplo, en las barras de mayor diámetro, la deformación plástica ocurrirá principalmente en las regiones externas de la barra, de modo que el incremento de resistencia y dureza debido al endurecimiento por deformación principalmente cerca de la superficie de la barra. Es decir, mientras más pequeña sea la barra, mayor será la penetración del endurecimiento por deformación.

X1.2 En consecuencia, las propiedades mecánicas de un determinado elemento de fijación endurecido por deformación no sólo depende de la aleación, sino también del tamaño de la barra a partir de la cual se elabora. Sin embargo, el tamaño mínimo de la barra que se puede utilizar queda establecido por la configuración del elemento de fijación, de modo que ésta pueda afectar la resistencia del elemento de fijación.

X 1.3 Por ejemplo, se puede elaborar un espárrago de una aleación particular y tamaño específicos de una barra de un diámetro más pequeño que el del perno de la misma aleación y del mismo tamaño, debido a que se requiere una barra con un diámetro mayor para poder alojar la cabeza del perno. En consecuencia, es probable que el espárrago sea más fuerte que el perno del mismo tamaño en una determinada aleación.

X2 Comparación de la designación del marcaje del Grado usado en aceros austeníticos en varias ediciones de la Norma ASTM A 193/A 193M

Clase	Designación del Grado	Símbolo del marcaje usado antes de A193/A 193M - 89	Símbolo del marcaje usado en A193/A 193M – 89 hasta A193/A 193M – 91a	Símbolo del marcaje usado en A193/A 193M – 92 y versiones posteriores
1	B8	B8	B8	B8
1	B8C	B8C	B8C	B8C
1	B8M	B8M	B8M	B8M
1	B8P	B8P	B8P	B8P
1	B8T	B8T	B8T	B8T
1	B8LN	B8LN	B80 ó B8LN[A]	B8F ó B8LN
1	B8MLN	B8MLN	B81 ó B8MLN[A]	B8G ó B8MLN
1A	B8A	B8A	B8A	B8A
1A	B8CA	B8CA	B82 ó B8CA[A]	B8B ó B8CAB8MA
1A	B8MA	B8MA	B83 ó B8MA[A]	B8D ó B8MA
1A	B8PA	B8PA	B84 ó B8PA[A]	B8H ó B8PA
1A	B8TA	B8TA	B85 ó B8TA[A]	B8J ó B8TA
1A	B8LNA	B8LNA	B86 ó B8LNA[A]	B8L ó B8LNA
1A	B8MLNA	B8MLNA	B87 ó B8MLNA[A]	B8K ó B8LNA
1A	B8NA	B8NA	B88 ó B8NA[A]	B8V ó B8NA
1A	B8MNA	B8MNA	B89 ó B8MN[A]	B8W ó B8MNA
1A	B8MLCuNA			B9K[B] ó B8MLCuNA
1B	B8N	B8N	B8N	B8N

(Continuación)

1B	B8MN	B8MN	B90 ó B8MN[A]	B8Y ó B8MN
1B	B8MLCuNA		B103C ó B8MLCuNA[A]	[B]
1B	B8MLCuN			B9JB ó B8MLCuN
1C	B8R	B8R	B8R	B9A ó B8R
1C	B8RA	B8RA	B91 ó B8RA[A]	B8B ó B8RA
1C	B8S	B8S	B8S	B90 ó B8S
1C	B8SA	B8SA	B92 ó B8SA[A]	B9F ó B8SA
1D	B8		B94[C]	B94
1D	B8M		B95[C]	B95
1D	B8P		B96[C]	B96
1D	B8LN		B97[C]	B97
1D	B8MLN		B98[C]	B98
1D	B8N		B99[C]	B99
1D	B8MN		B100[C]	B100
1D	B8R		B101[C]	B101
1D	B8S		B102[C]	B102
2	B8	B8	B8	B8
2	B8C	B8C	B8C	B8C
2	B8P	B8P	B8P	B8P
2	B8T	B8T	B8T	B8T
2	B8N	B8N	B8N	B8N
2	B8M	B8M	B8M	B8M
2	B8MN	B8MN	B93 ó B8MN[A]	
2	B8MLCuN		B104[C] ó B8MLCuN[A]	
2B	B8M2	B8M2	B8M2	
2B	B8			
2C	B8M3	B8M3	B8M3	

[A] Opción a marcar con símbolo de Grado añadido cuando A 193/A 193M – 91a fue publicada

[B] Designación de la Clase corregida cuando A 193/A 193M – 93a fue publicada

[C] Clase o Grado añadido cuando A 193/A 193M – 91A fue publicada

COVENIN
1091:2001

CATEGORÍA
D

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



I.C.S: 21.06.01

ISBN: 980-06-2829-0

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Material de fijación, barra, perno, tornillo, espárrago, alambre, alta temperatura.