

NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA

NTG 36011:2013

Aprobada 2013-10-04

Barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto. Especificaciones

Esta norma está basada y es esencialmente equivalente a la norma ASTM A615/A615M-12 modificada específicamente por la inclusión de tamaños nominales no contemplados en ésta y en la adición de requisitos de resistencia a la fluencia de ACI 318.

Adoptada Consejo Nacional de Normalización:



Comisión Guatemalteca de Normas
Ministerio de Economía

Edificio Centro Nacional de Metrología Referencia
Calzada Atanasio Azul 27-32, zona 12
Teléfonos: (502) 2247-2600
Fax: (502) 2247-2687
www.mineco.gob.gt
info-coguanor@mail.mineco.gob.gt

Prólogo COGUANOR

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, cuya principal misión es proporcionar soporte técnico al sector productivo y protección al consumidor, por medio de la actividad de normalización.

La Comisión Guatemalteca de Normas preocupada por el desarrollo de la actividad productiva de bienes y servicios en el país, atiende las solicitudes de los diferentes sectores productivos, oficiales y académicos, a fin de elaborar o revisar normas que se requieran con el objeto de mantener actualizadas las especificaciones técnicas para el adecuado desenvolvimiento del país.

El proceso de normalización se desarrolla a través de Comités Técnicos de Normalización (CTN) o por encuesta pública, con lo que se garantiza la participación de todos los sectores, dando transparencia al mismo.

El estudio y revisión de la presente norma, fue realizado a través del Comité Técnico de Barras de Acero, integrado por los miembros que se indican a continuación:

Aceros de Guatemala, Sociedad Anónima	Carlos Fuentes Huette
Aceros Suárez, Sociedad Anónima	Estuardo René Rivera Valladares
Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica	Emilio Beltranena Matheu Mario Fernando Yon
Cámara Guatemalteca de la Construcción	Federico Prado Ortiz
Cámara de Industria de Guatemala	Oswaldo René Morales Sanjay
Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala	Pablo Christian de León Rodríguez
Colegio de Ingenieros de Guatemala	Edgar Antonio Diaz García
Comisión Guatemalteca de Normas	Héctor René Herrera Mazariegos José Roberto Zuñiga Ruiz
Gremial de Industrias de Metalurgia	Carmen Ileana Álvarez de Torre

Índice

	Página
1 Objeto.....	4
2 Documentos citados.....	5
3 Terminología.....	5
4 Información de la orden de compra.....	6
5 Materiales y Fabricación.....	7
6 Composición química.....	7
7 Requisitos de las corrugaciones.....	7
8 Mediciones de las corrugaciones.....	8
9 Requisitos de tracción.....	9
10 Requisitos de doblado.....	11
11 Variación admisible en peso (masa).....	12
12 Acabado.....	12
13 Número de ensayos.....	13
14 Reensayos.....	13
15 Especímenes de ensayo.....	14
16 Informe de ensayo.....	14
17 Inspección.....	15
18 Rechazo y audiencias.....	16
19 Marca.....	16
20 Embalaje y marca.....	17
21 Descriptores.....	17

1. OBJETO

1.1 Esta especificación trata sobre las barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto en tramos cortados y rollos, fabricados y/o comercializados en el país. Se permiten las barras de acero que contiene adiciones de aleaciones, tales como las series de aceros aleados del Instituto Americano del Hierro y del Acero (AISC) y de la Sociedad de Ingenieros de Automotor (SAE), si el producto resultante cumple con todos los otros requisitos de esta especificación. Los tamaños y dimensiones estándar de las barras corrugadas y sus números de designación están dados en el cuadro 1. El texto de esta especificación hace referencia a notas y notas a pie de página que proveen material explicativo. Estas notas y notas a pie de página (excluyendo aquellas en cuadros y figuras) no deben ser consideradas como requisitos de esta especificación. Esta norma no es aplicable al acero de pre esfuerzo.

1.2 Las barras tienen cuatro niveles de límite de fluencia mínima: 280 MPa (40000 psi), 420 MPa (60000 psi), 520 MPa (75000 psi) y 550 MPa (80000 psi), designados como Grado 280 (40), Grado 420 (60), Grado 520 (75) y Grado 550 (80), respectivamente.

1.3 Las barras redondas lisas laminadas en caliente, en tamaños de hasta e incluyendo, 63.5 mm (2 ½ pulg) de diámetro, en rollos o en tamaños cortados, cuando son ordenadas deben ser suministradas bajo esta especificación en Grado 280 (40), Grado 420 (60), Grado 520 (75) y Grado 550 (80). Para propiedades de ductilidad (elongación y flexión), deben aplicarse las disposiciones del ensayo de la barra corrugada del diámetro nominal más pequeño que esté más cercano. No son aplicables los requisitos dados para corrugado y etiquetado.

NOTA 1. Soldabilidad – La soldadura del material en esta especificación debe ser abordada con cuidado debido a que no se han inducido en la misma, disposiciones específicas para mejorar la soldabilidad. Cuando el acero va a ser soldado, debe usarse un procedimiento de soldadura adecuado para la composición química y el uso o servicio previsto. Se recomienda el uso de la última edición de la norma AWS D1.4/D1.4M. Este documento describe la selección apropiada de los metales de aporte y de las temperaturas de precalentamiento / entrapaso, así como también los requisitos de calificación del desempeño y del procedimiento.

1.4 Esta especificación es aplicable para órdenes de compra en unidades SI o en unidades pulgada-libra.

1.5 Los valores indicados en unidades SI o en unidades pulgada-libra deben ser consideradas separadamente como el estándar. Dentro del texto, las unidades en pulgada-libra se muestran entre corchetes. Los valores indicados en cada sistema no son exactamente equivalentes; por eso cada sistema debe ser utilizado independientemente del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en una no conformidad con la especificación.

1.6 Esta norma no tiene el propósito de tratar todos los aspectos de seguridad, si los hubiere, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma el establecer las prácticas de seguridad y salubridad apropiadas y determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias, antes de su uso.

2. DOCUMENTOS CITADOS

2.1 Normas NTG (ASTM)

- (ASTM A 6/ A 6M) Requisitos generales para barras de acero estructural laminado, planchas, perfiles y tabla estacas. Especificaciones.
- (ASTM A 370) Métodos de ensayo y definiciones para el ensayo mecánico de productos de acero.
- (ASTM A 510) Requisitos generales para varillas de alambre y alambre redondo grueso de acero al carbono. Especificaciones (pulgada-libra).
- (ASTM A510 M) Requisitos generales para varillas de alambre y alambre redondo grueso de acero al carbono. Especificaciones (Métrico SI)
- (ASTM A 700) Práctica para el embalaje, marcado y embarque de productos de acero.
- (ASTM A 706 / A 706M) Barras de acero de bajas aleaciones lisas y corrugadas, para refuerzo de concreto. Especificaciones.
- (ASTM A 751) Método de ensayo, práctica y terminología para el análisis químico de productos de acero.
- (ASTM E 29) Práctica para el uso de dígitos significativos en los datos de ensayos, para determinar la conformidad con especificaciones.

2.2 Normas AWS – American Welding Society

- AWS D1.4/D1.4M Código de soldadura estructural – Acero de refuerzo – (Puede ser obtenido de American Welding Society (AWS) <http://www.aws.org>)

2.3 Normas ACI- American Concrete Institute

- ACI 318S-11** Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (puede ser obtenido de American Concrete Institute www.concrete.org)

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones de términos específicos para esta norma:

3.1.1 Corrugaciones – Salientes o nervaduras transversales en una barra corrugada.

3.1.2 Barra corrugada – barra de acero con corrugaciones, prevista para ser usada como refuerzo en construcciones de concreto reforzado.

3.1.2.1 Discusión – La superficie de la barra está provista con rebordes o corrugaciones que inhiben el movimiento longitudinal de la barra relativo al concreto que circunda la barra en tal construcción. Los bordes y corrugaciones cumplen con las disposiciones de esta especificación.

3.1.3 Barra lisa – Barra de acero sin corrugaciones.

3.1.4 Cordon o ribete – saliente o nervadura longitudinal sobre una barra corrugada.

3.1.5 Colada (hornada) – Acero producido en un solo ciclo en el proceso de fusión.

3.1.6 Lote – Cantidad determinada de barras del mismo acabado, diámetro y grado de acero, obtenidas de una misma tanda de fabricación y que se somete a inspección como conjunto unitario.

4. INFORMACIÓN DE LA ORDEN DE COMPRA

4.1 Es responsabilidad del comprador el especificar todos los requisitos que son necesarios para el material ordenado de acuerdo con esta especificación. Tales requisitos deben incluir sin limitarse a ellos, lo siguiente:

4.1.1 Cantidad requerida (peso) (masa),

4.1.2 Nombre del material (barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto),

4.1.3 Tamaño (número de designación de la barra, véase Cuadro 1),

4.1.4 Tramos cortados (indicando longitud 6 m, 9 m, 12 m),

4.1.5 Corrugado o liso,

4.1.6 Grado (véase Cuadro 3),

4.1.7 Empaquetado y marcado (véase Secciones 19 y 20),

4.1.8 Designación de la norma: NTG 36011 (3ra.Revisión) (ASTM A 615 / A 615M-12).

4.1.9 Informes de ensayo de fábrica (véase secciones 13 y 16).

5. MATERIALES Y FABRICACION

5.1 Las barras lisas y corrugadas de acero al carbón deben ser conformadas por el proceso de laminación en caliente a partir de coladas o lotes de palanquilla identificados en la forma apropiada. Las coladas o lotes de palanquilla deben ser obtenidos por uno de los procesos siguientes: horno eléctrico, convertidor básico de oxígeno u horno de solera abierta.

6. COMPOSICIÓN QUÍMICA

6.1 El análisis químico de cada colada de acero debe ser realizado de acuerdo a los Métodos de ensayo, práctica y terminología de ASTM A751. El fabricante debe realizar el análisis de cada colada de acero a partir de muestras de ensayo tomadas preferentemente durante el vertido de las coladas, debiendo determinar los porcentajes de carbono, manganeso, fósforo y azufre. El contenido de fósforo no debe exceder de 0.06%.

6.2 En un análisis de comprobación realizado por el comprador, en alguna barra determinada, el contenido de fósforo no debe exceder del especificado en 6.1, en más de 25%, o sea que no debe exceder de 0.075%.

7. REQUISITOS PARA LAS CORRUGACIONES

7.1 Las corrugaciones deben estar espaciadas a lo largo de la barra a distancias sustancialmente uniformes. Las corrugaciones sobre lados opuestos de la barra deben ser similares en tamaño, forma y patrón.

7.2 Las corrugaciones deben estar ubicadas con respecto al eje longitudinal de la barra, en forma tal, que el ángulo incluido no sea menor a 45°. Donde la línea de corrugaciones forma un ángulo incluido con el eje de la barra de 45° a 70° inclusive, las corrugaciones deben revertirse en su dirección alternativa sobre cada lado, o aquellas sobre un lado, deben revertirse en dirección de aquellas del lado opuesto. Donde la línea de corrugaciones está a más de 70°, no debe requerirse una revisión de la dirección (véase Figura 1, 2 y 3).

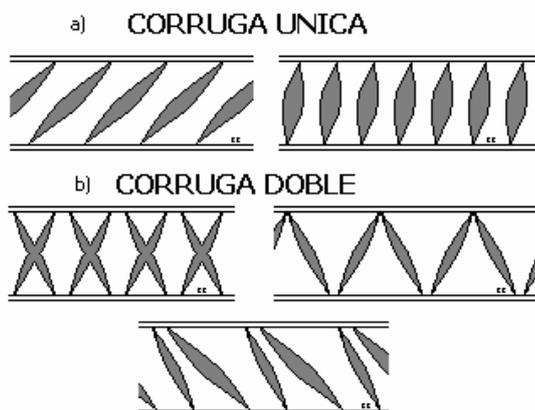


Figura 1. Diagrama de tipo de corrugas: a) corruga única; b) corruga doble

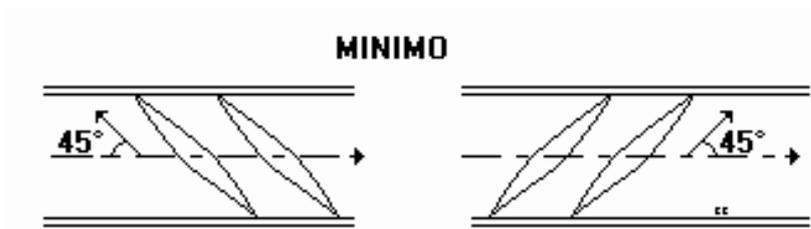


Figura 2. Ángulo de las corrugaciones

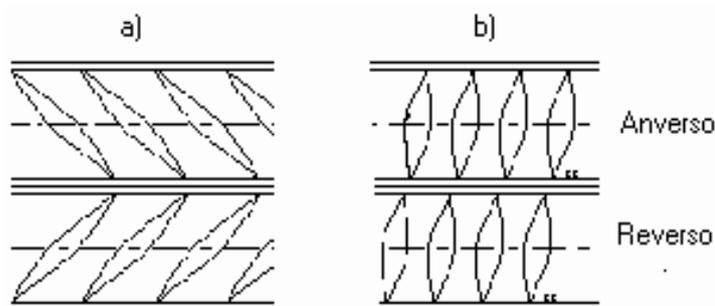


Figura 3. Dirección de corrugas de acuerdo al ángulo: a) $45^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$; b) $70^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

7.3 El espaciamiento promedio o distancia entre las corrugaciones sobre cada lado de la barra, no deben exceder de siete décimos (0.70) del diámetro nominal de la barra.

7.4 La longitud total de las corrugaciones debe ser tal que el espacio sin corruga entre los extremos de las corrugaciones no exceda del 12.5% del perímetro nominal de la barra. Donde los extremos termina en un cordón o nervadura, el ancho de la nervadura debe ser considerado como el espacio sin corruga entre esos extremos. La suma de espacios sin corruga no deben exceder de 25% del perímetro de la barra. El perímetro nominal de la barra es igual a 3.1416 veces el diámetro nominal.

7.5 El espaciamiento, altura y espacio sin corrugaciones deben cumplir con los requisitos prescritos en el Cuadro 1.

8. MEDICIONES DE LAS CORRUGACIONES

8.1 El espaciamiento promedio de las corrugaciones se determina dividiendo una longitud de un mínimo de 10 corrugaciones entre el número de espacios incluidos en ese largo. La medición se inicia desde un punto de la corrugación al comienzo del primer espacio, hasta un punto correspondiente de la corrugación posterior al último espacio incluido. Las mediciones de espaciamiento no deben hacerse sobre áreas de la barra que contengan marcas de letras o números.

8.2 La altura promedio de las corrugaciones se determina a partir de mediciones hechas sobre no menos de dos corrugaciones típicas. Las determinaciones deben estar basadas en tres mediciones por corrugación, una al centro de la longitud total y las otras dos en los cuartos de la longitud total.

8.3 Una altura insuficiente, una cobertura circunferencial insuficiente o un espaciado excesivo de las deformaciones, no deben constituir causa de rechazo, a menos que haya sido claramente establecido por determinaciones sobre cada lote ensayado (véase Nota 2) que la altura, el espacio o cordón sin corrugaciones, o el espaciado típico de las corrugaciones no cumplen con los requisitos mínimos prescritos en la Sección 7. No debe realizarse un rechazo sobre la base de mediciones, si se mide menos de diez corrugaciones adyacentes sobre cada lado de la barra.

CUADRO 1 – Designación de la barra corrugada, masa nominal dimensiones nominales y requisitos de las corrugaciones

No. de designación de barra A	Masa nominal kg/m (lb/pie)	Dimensiones nominales B			Requerimientos de corrugaciones mm (pulg)		
		Diámetro mm (pulg)	Área de la sección transversal mm ² (pulg ²)	Perímetro mm (pulg)	Espaciado máximo promedio	Altura mínima promedio	Ancho máximo sin corrugaciones C (cordón de 12.5% del perímetro nominal)
7M ^C	0.302 (0.203)	7.0 (0.276)	38 (0.06)	22.0 (0.866)	4.9 (0.193)	0.38 (0.015)	2.7 (0.108)
8M ^C	0.395 (0.265)	8.0 (0.315)	50 (0.08)	25.1 (0.990)	5.6 (0.220)	0.38 (0.015)	3.1 (0.124)
10 (3)	0.560 (0.376)	9.5 (0.375)	71 (0.11)	29.9 (1.178)	6.7 (0.262)	0.38 (0.015)	3.6 (0.143)
11M ^C	0.746 (0.501)	11.0 (0.433)	95 (0.15)	34.6 (1.361)	7.7 (0.303)	0.51 (0.020)	4.3 (0.170)
13 (4)	0.994 (0.668)	12.7 (0.500)	129 (0.20)	39.9 (1.571)	8.9 (0.350)	0.51 (0.020)	4.9 (0.191)
16 (5)	1.552 (1.439)	15.9 (0.625)	199 (0.31)	49.9 (1.963)	11.1 (0.437)	0.71 (0.028)	6.1 (0.239)
19 (6)	2.235 (1.502)	19.1 (0.750)	284 (0.44)	59.8 (2.356)	13.3 (0.525)	0.97 (0.038)	7.3 (0.286)
22 (7)	3.042 (2.044)	22.2 (0.875)	387 (0.60)	69.8 (2.749)	15.5 (0.612)	1.12 (0.044)	8.5 (0.334)
25 (8)	3.973 (2.670)	25.4 (1.000)	510 (0.79)	79.8 (3.142)	17.8 (0.700)	1.27 (0.050)	9.7 (0.383)
29 (9)	5.060 (3.400)	28.7 (1.128)	645 (1.00)	90.0 (3.544)	20.1 (0.790)	1.42 (0.056)	10.9 (0.431)
32 (10)	6.404 (4.303)	32.3 (1.270)	819 (1.27)	101.3 (3.990)	22.6 (0.889)	1.63 (0.064)	12.4 (0.487)
36 (11)	7.907 (5.313)	35.8 (1.410)	1006 (1.56)	112.5 (4.430)	25.1 (0.987)	1.80 (0.071)	13.7 (0.540)
38 (12)	8.950 (6.014)	38.1 (1.500)	1140 (1.77)	119.7 (4.712)	26.7 (1.050)	1.91 (0.075)	15.0 (0.589)
43 (14)	11.38 (7.65)	43.0 (1.643)	1452 (2.25)	135.1 (5.32)	30.1 (1.185)	2.16 (0.085)	16.5 (0.648)
57 (18)	20.24 (13.60)	57.3 (2.257)	2581 (4.00)	180.1 (7.09)	40.1 (1.58)	2.59 (0.102)	21.9 (0.864)

A Corresponde al número aproximado de milímetros (o de octavos de pulgada) del diámetro nominal de las barras.

B Las dimensiones nominales de una barra corrugada son equivalentes a las de una barra redonda lisa de la misma masa nominal por metro o por pie que la barra corrugada.

C Es el espacio sin corrugaciones, entre los extremos de las corrugaciones.

D Tamaños nominales no contemplados en ASTM A615/A615M-12.

NOTA 2 – El término lote mencionados en 8.3, significa todas las barras de un mismo tamaño o designación, y el mismo patrón de deformaciones, contenidas en un embarque individual o en una orden de envío.

9. REQUISITOS DE TRACCIÓN

9.1 El material representando por los especímenes de ensayo, debe cumplir con los requisitos de las propiedades de tracción prescritos en el cuadro 2.

9.2 El límite de fluencia (o punto cedente) debe ser determinado por uno de los siguientes métodos:

9.2.1 El límite de fluencia debe ser determinado por la detención o caída de la aguja indicadora o la detención del indicador digital de la máquina de ensayo, cuando el acero ensayado tiene un límite de fluencia bien definido.

9.2.2 Cuando el acero ensayado no tiene un límite de fluencia bien definido, el límite de fluencia debe ser determinado por el método del corrimiento del 0.2% (offset), como se describe en el Método de Ensayos y Definiciones de ASTM A370. Un segundo resultado del ensayo de tracción debe también ser requerido, como se indica en 9.2.2.1.

9.2.2.1 Cuando se usa el método del corrimiento del 0.2% (offset) para determinar el límite de fluencia, el material representado, por los especímenes de ensayo, debe cumplir con un requisito adicional: El esfuerzo de fluencia correspondiente a una deformación unitaria por tracción de 0.005, debe tomarse como la resistencia a la fluencia para barras de un límite especificado de fluencia menor de 420 Mpa (60000 psi) (véase numeral 3.5.3.2 de ACI 318S-11). Para límites especificados de fluencia de 420 Mpa (60000 psi) y mayores, el esfuerzo de fluencia correspondiente a una deformación unitaria por tracción de 0.0035 debe ser un mínimo de 420 Mpa (60,000 psi) para el Grado 60 (420), un mínimo de 520 Mpa (75,000 psi) para el Grado 75 (520), y un mínimo de 550 Mpa (80,000 psi) para el Grado 80 (550). El valor del esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de tracción de 0.005, o bien de 0.0035 deberá ser reportado en el informe de ensayo (véase 16.1.2).

9.2.2.2 De acuerdo con la norma ACI 318S-11, numeral 21.1.5.2, se permite el uso de acero de refuerzo corrugado de la norma NTG 36011 (ASTM A615/A615M) de los Grados 280 (40) y 420 (60) para uso en el diseño sismo resistente de estructuras, siempre y cuando se cumpla con lo siguiente:

- a) El límite de fluencia real basado en ensayos realizados por la fábrica, no debe ser mayor del límite de fluencia especificado en el Cuadro 2, en más de 125 Mpa (18000 psi), y
- b) La relación entre la resistencia real de tracción y el límite de fluencia real no debe ser menor de 1.25

9.3 Cuando el material es fabricado en rollo el espécimen de ensayo deberá ser tomado del rollo y enderezado previo a su colocación en las mordazas de la máquina de ensayos de tensión. El enderezado de los especímenes deberá ser realizado cuidadosamente para evitar la formación de dobleces agudos y minimizar el trabajo en frío. (Ver Nota 3).

9.3.1 Los especímenes de ensayo tomados de material ya utilizado no debe ser usado para determinar la conformidad de esta especificación.

NOTA 3 – Un estiramiento insuficiente antes de fijar el extensómetro, puede resultar en lecturas de límite de fluencia menores que las reales. La deformación múltiple por flexión debida al estiramiento mecánico y efecto de las máquinas de fabricación, pueden conducir un trabajo en frío excesivo, resultando en límites de fluencia más altos, menores valores de alargamiento y a una reducción de la altura de deformación.

9.4 El porcentaje de elongación debe ser como se prescribe en el cuadro 2.

CUADRO 2 – Requisitos de Tracción

	Grado 280 [40] ^A	Grado 420 [60]	Grado 520 [75]	Grado 550 [80]
Resistencia a la tracción min, MPa (psi)	420 [60,000]	620 [90,000]	690 [100.000]	725 [105.000]
Límite de fluencia, min. MPa [psi]	280 [40,000]	420 [60,000]	520 [75,000]	550 [80,000]
Elongación en 200mm [8 pulg], min, %:				
No. De designación de barra:				
7M	11			
8M	11			
10 [3]	11	9	7	7
11M	11			
13,16 [4,5]	12	9	7	7
19 [6]	12	9	7	7
22,25, [7,8]	12	8	7	7
29,32, 36, [9,10,11]	...	7	6	6
38 [12]	...	7	6	6
43, 57 [14, 18]	...	7	6	6

^A Las barras de Grado 280 (40) se suministran solo en tamaño de 7 mm a 25 mm.

10 REQUISITOS DE DOBLADO

10.1 El espécimen del ensayo de doblado debe resistir ser doblado alrededor de un mandril, sin fisurarse sobre el radio externo de la porción doblada. Los requisitos para el grado de doblado y los tamaños del mandril se prescriben en el cuadro 3. Cuando se suministra el material en rollos, el espécimen de ensayo debe ser estirado antes de colocarla en el aparato de doblado.

10.2 El ensayo de doblado debe realizarse sobre especímenes de longitud suficiente para asegurar un doblado libre y con aparatos que provean:

10.2.1 La aplicación de una fuerza continua y uniforme durante la duración completa de la operación de doblado.

10.2.2 Movimiento irrestricto del espécimen en los puntos de contacto con el aparato y con el doblaje alrededor del mandril libre para rotar.

10.2.3 Envoltura ajustada del espécimen alrededor del mandril durante la operación de doblado.

10.3 Se permite el uso de métodos más severos de ensayo de doblado, tales como la colocación de un espécimen a través de dos mandriles libres para rotar y aplicando una fuerza de doblado con un mandril fijo. Cuando ocurren fallas bajo los métodos más severos, deben permitirse la realización de reensayos bajo el método de ensayo de doblado indicado en 10.2.

CUADRO 3 – Requisitos del ensayo de doblado.

No. de designación de barra [octavos de pulgada]	Diámetro del mandril para el ensayo de doblado ^A			
	Grado 40 [280]	Grado 60 [414]	Grado 75 [517]	Grado 80 [550]
7M, 8M, 11M	$3\frac{1}{2} d^B$			
10, 13 16 [3, 4, 5]	$3\frac{1}{2} d$	$3\frac{1}{2} d$	5d	5d
19 [6]	5d	5d	5d	5d
22, 25 [7,8]	5d	5d	5d	5d
29, 32, 36 [9, 10, 11]	...	7d	7d	7d
38 [12]	...	8d	8d	8d
43, 57 [14,18] [90°]	...	9d	9d	9d
No. de designación de barra [mm]

^A El doblado se ensaya a 180°, a menos que se indique de otro modo.

^B d= Diámetro nominal del espécimen.

11. VARIACIÓN ADMISIBLE EN PESO (MASA)

11.1 Las barras de refuerzo corrugadas deben ser evaluadas sobre la base del peso (masa) nominal. El peso (masa) determinado usando el peso (masa) medido del espécimen de ensayo y redondeado de acuerdo con la Práctica ASTM E29, debe ser como mínimo el 94% del peso (masa) por unidad de longitud prescrito en el cuadro 1. En ningún caso el sobre peso (exceso de masa) de cualquier barra corrugada debe ser causa de rechazo.

11.2 La variación de peso o (masa) para barras redondas lisas debe ser computada sobre la base de la variación admisible del diámetro. Para barras lisas menores de 9.5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) se usa la especificación ASTM A510 M o la especificación ASTM A510. Para barras mayores de 9.5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) hasta 63.5 mm ($2\frac{1}{2}$ pulg) se usa la especificación ASTM A6/A6M.

12. ACABADO

12.1 Las barras deben estar libres de imperfecciones superficiales perjudiciales.

12.2 El óxido, las costuras, las irregularidades superficiales, las cascarillas de laminación, no deben ser causa de rechazo siempre que el peso, dimensiones, área de la sección transversal y propiedades de tracción de un espécimen de ensayo cepillado a mano con cepillo de alambre, no sean menores que los requisitos de esta especificación.

12.3 Las imperfecciones superficiales o defectos diferentes a los especificados en 12.2 deben ser considerados perjudiciales cuando los especímenes que contengan tales imperfecciones fallan en el cumplimiento de cualquiera de los requisitos de tracción o doblado. Ejemplos incluyen, pero sin limitarse a ellos, los dobleces, las costuras, costras, escamas, grietas por enfriamiento o por colado y las marcas de los molinos en el laminado.

NOTA 4 – Las barras de refuerzo previstas para aplicaciones con recubrimiento con epoxi, deberán tener superficies con un mínimo de bordes agudos para lograr un recubrimiento apropiado. Deberá darse atención particular a las marcas de las barras y a las corrugaciones cuando hay propensión a que ocurran dificultades con el recubrimiento.

NOTA 5 – Las barras corrugadas destinadas a ser empalmadas mecánicamente o soldadas a tope pueden requerir de un cierto grado de redondeado para que los empalmes cumplan adecuadamente con los requisitos de resistencia.

13. NUMERO DE ENSAYOS

13.1 Para el caso de barras corrugadas del número 7M al 38 (No. 7M a No.12) inclusive obtenidas por tandas de laminación en caliente de lingote o palanquilla, se debe realizar un ensayo de tracción y un ensayo de doblado de cada tamaño laminado de cada tanda de laminación de lingote o palanquilla.

13.2 Para tamaños de barra del número 43 y 57 (No.14 y No.18) se debe realizar un ensayo de tracción y un ensayo de doblado de cada tamaño laminado de una colada o de una tanda de laminación de lingote o palanquilla.

13.3 Para todos los tamaños de barra se debe realizar un conjunto de ensayos de propiedades dimensionales incluyendo el peso (masa) de la barra, espaciamento, altura y espacio sin corrugación (cordón) sobre cada tamaño de barra laminada de cada colada o tanda de laminación de lingote o palanquilla.

13.4 Las barras corrugadas y lisas que se comercializan en Guatemala, preferentemente debe tener una certificación de marca o sello de conformidad con la presente norma.

14. REENSAYO

14.1 Si los resultados de una espécimen original a tracción fallan en el cumplimiento de los requisitos mínimos especificados y están dentro de 14 MPa (2,000 psi) de la resistencia a la tracción requerida, dentro de 7 MPa (1,000 psi) del límite de fluencia requerido, o dentro de dos unidades porcentuales (2%) de la elongación requerida, se debe permitir un reensayo sobre dos especímenes al azar por cada falla de espécimen original a tracción del lote. Ambos especímenes reensayados deben cumplir con los requisitos de esta especificación.

14.2 Si un ensayo de doblado falla por razones distintas de las mecánicas o defectos en el espécimen como los descritos en 14.4.2 y 14.4.3, se debe permitir un reensayo sobre dos especímenes al azar del mismo lote. Ambos especímenes reensayados deben cumplir con los requisitos de esta especificación. El reensayo debe ser realizado sobre especímenes de ensayo que estén a la temperatura ambiente, pero a no menos de 16°C (60°F).

14.3 Si un ensayo de peso (masa) falla por razones distintas a los defectos en el espécimen como se describe en 14.4.3, se debe permitir un reensayo sobre dos especímenes al azar del mismo lote. Ambos especímenes reensayados deben cumplir con los requisitos de esta especificación.

14.4 Si el ensayo original o cualquiera de los reensayos al azar falla por cualquiera de las razones listadas en 14.4.1, 14.4.2 o 14.4.3, el ensayo debe considerarse inválido:

14.4.1 Si la propiedad de elongación de cualquier espécimen de ensayo de tracción es menor que la especificada y cualquier parte de la fractura está fuera de la mitad central de la longitud de base indicada por las marcas efectuadas antes del ensayo.

NOTA 6 – El marcado de los especímenes con múltiples marcas grabadas o punzonadas, puede reducir la ocurrencia de fractura fuera o cerca de esas marcas y la necesidad de declarar inválido el ensayo.

14.4.2 Las razones mecánicas tales como falla del equipo de ensayo o la preparación inapropiada del espécimen, y

14.4.3 Los defectos detectados en un espécimen de ensayo, tanto antes como durante la realización del ensayo.

14.5 Los resultados originales de las secciones 14.4.1, 14.4.2 o 14.4.3 deben ser descartados y el ensayo debe repetirse sobre un nuevo espécimen del mismo lote.

15. ESPECÍMENES DE ENSAYO

15.1 Todos los ensayos mecánicos deben ser realizados de acuerdo con los métodos de ensayo y definiciones de A370, incluyendo el Anexo 9.

15.2 Los especímenes de ensayo a tracción deben tener la sección completa de la barra laminada. La determinación del esfuerzo unitario debe estar basada sobre el área nominal de la barra. Para los tamaños para los que no hay posibilidad de realizar el ensayo de tracción sobre la sección completa de la barra, la determinación del esfuerzo de tracción y del límite de fluencia, pueden obtenerse de un espécimen maquinado estándar de sección circular de un diámetro de 12.5 mm (0.500 pulg) y de 50.0 ± 0.10 mm (2.00 ± 0.005 pulg) de longitud de bases que cumpla con los requisitos de la norma ASTM A 370.

15.3 Los especímenes de ensayo de doblado deben tener la sección completa de la barra laminada.

16. INFORMES DE ENSAYO

16.1 Cuando se especifique en la orden de compra, el fabricante debe suministrar la siguiente información sobre una base por colada o tanda de laminación de lingote o palanquilla de una misma colada. Se debe informar también los ítems adicionales por acuerdo entre comprador y fabricante.

16.1.1 Análisis químico incluyendo carbono, manganeso, fósforo y azufre.

16.1.2 Propiedades de tracción.

16.1.3 Ensayo de doblado.

16.1.4 Identificación de marcado de barra.

16.2 Se debe considerar que un informe de Ensayo de Materiales, Certificado de Inspección o documento similar impreso o utilizado en forma electrónica a partir de una transmisión de intercambio de datos electrónicos (EDI), tiene la misma validez que su homólogo impreso en las instalaciones del generador del informe de ensayo. El contenido del documento EDI transmitido debe cumplir con los requisitos de la norma NTG o ASTM invocados y cumplir con todo acuerdo EDI entre el comprador y el proveedor. A pesar de la falta de una firma, la organización que envía la transmisión EDI es responsable del contenido del informe.

NOTA 7 – La definición industrial invocada aquí es: EDI es el intercambio de computadora a computadora de información comercial en un formato estandarizado tal como el ANSI ASC X12.

17. INSPECCIÓN

17.1 El inspector que representa al comprador debe tener entrada libre en todo momento, mientras se estén realizando los trabajos sobre el contrato con el comprador, a todas las partes de los trabajos del fabricante que conciernen a la fabricación del material ordenado. El fabricante debe proporcionar al inspector todas las facilidades razonables para satisfacer a éste, que el material está siendo suministrado de acuerdo con esta especificación. Todos los ensayos (excepto los análisis del producto) y las inspecciones deben ser realizados en el lugar de fabricación antes del envío, a menos que se especifique de otra forma, y deben ser realizados de modo de no interferir innecesariamente con la operación de los trabajos.

17.2 Caso de partidas o lotes especialmente en contratos por licitación (pública o privada). Excepto que se especifique de otro modo en el contrato, el contratista es responsable por el desempeño de los requisitos de inspección y de ensayo especificados aquí. Para el efecto deberá comprobar primero si la partida o lote dados cuentan con la debida documentación que respalde la calidad del producto por ensayos realizados en el lugar de fabricación antes del envío, o si el fabricante cuenta con un certificado de sello o marca de conformidad con norma para dicho producto. Luego formará lotes de barras del mismo tamaño, de la misma partida y fabricante, como sigue:

- a) Lotes de 10 toneladas para producto que no cuente con un sello o marca de conformidad con norma
- b) Lotes de 20 toneladas para producto que cuente con sello o marca de conformidad con norma

De cada lote se ensayan 2 especímenes, y si cumplen con lo especificado, se acepta el lote. Si un espécimen no cumple, se repiten los ensayos en 2 especímenes adicionales. Si uno o los ensayos de repetición no cumplen con lo especificado se rechaza el lote y se hace prontamente el correspondiente informe al fabricante (véase sección 18).

18. RECHAZO Y REVISIÓN

18.1 Cualquier rechazo basado en los ensayos llevados a cabo por el comprador, debe ser informado prontamente al fabricante.

18.2 Las muestras ensayadas que representan el material rechazado deben ser preservadas durante dos semanas a partir de la fecha en que el rechazo es informado al fabricante. En caso de insatisfacción con los resultados de los ensayos, el fabricante tiene derecho a realizar un reclamo para una revisión dentro de este tiempo.

19. MARCADO

19.1 Cuando se carguen para el envío de fábrica, las barras deben ser separadas adecuadamente y marcadas con el número de identificación de la colada o tanda de laminación del fabricante o la identificación del ensayo.

19.2 Cada fabricante debe identificar los símbolos de su sistema de marca.

19.3 Todas las barras producidas según esta especificación excepto las barras lisas redondas, las cuales deben ser etiquetadas por grado, deben ser identificadas por un conjunto distintivo de marcas legibles grabadas sobre la superficie de un lado de la barra, en el orden siguiente:

19.3.1 Punto de origen – Letra o símbolo como designación de la fábrica del fabricante.

19.3.2 Designación del tamaño – Número arábigo de designación de la barra – Cuadro 1.

19.3.3 Tipo de acero – La letra S indicando que la barra fue fabricada de acuerdo con esta especificación, o para los grados 60 (420) y 80 (550) solamente, las letras S y W cuando la barra cumpla con ambas especificaciones: NTG 36011 (ASTM A615/A615M) y la especificación ASTM A706/A706M.

19.3.4 Designación del límite de fluencia mínimo. Para barras del Grado 420 (60) el número 60 (4) o una línea longitudinal continua a través de por lo menos cinco espacios desplazados desde el centro del lado de la barra. Para barras de Grado 520 (75), el número 75 (5) o dos líneas longitudinales continuas a través de por lo menos cinco espacios desplazados en cada dirección desde el centro de la barra. Para el Grado 550 (80) el número 80 (6) o tres líneas longitudinales continuas a través de cinco espacios. Para el Grado 40 no hay ninguna designación de marca.

19.3.5 Designación del país de origen del producto – Nombre del país de origen donde fue manufacturado el producto, puede ser el nombre completo del país o una abreviatura de un mínimo de 3 caracteres.

19.3.6 Se debe permitir la sustitución de una barra de tamaño métrico de Grado 280 por la barra de tamaño correspondiente en pulgada-libra de Grado 40; una barra de

tamaño métrico de Grado 420 por la correspondiente barra en pulgada-libra de Grado 60; una barra métrica del Grado 520 por la correspondiente barra en pulgada-libra de Grado 75; y una barra métrica de Grado 550, por la correspondiente barra en pulgada-libra de Grado 80.

20. EMBALAJE Y MARCADO DE LOS PAQUETES

20.1 El embalaje, el marcado y la carga para el envío debe estar de acuerdo con las Prácticas ASTM A700.

20.2 Cada fardo, haz o lío de barras debe llevar una tarjeta o etiqueta conteniendo como mínimo la siguiente información.

- a) Nombre del fabricante.
- b) Número de designación de las barras.
- c) Grado de las barras.
- d) Longitud de las barras o tamaño de los rollos.
- e) Cantidad de barras por fardo, haz o lío de barras.
- f) Fecha de producción.
- g) Número de lote y colada o tanda de laminación.
- h) Designación de la norma de fabricación que cumpla con la presente norma.

21. DESCRIPTORES

21.1 Refuerzo del concreto; corrugaciones; barras de acero.

-- Última línea --