

2004-09-29

**REQUISITOS GENERALES PARA BARRAS,
CHAPAS, PERFILES Y TABLESTACOS DE ACERO
LAMINADO DE CALIDAD ESTRUCTURAL**



E: SPECIFICATION FOR ROLLED STRUCTURAL STEEL BARS,
PLATES, SHAPES AND SHEET PILING

CORRESPONDENCIA: esta norma es idéntica (IDT) a la norma
ASTM A 6/A 6M:04A Standard
Specification for Rolled Structural Steel
Bars, Plates, Shapes and Sheet Piling.,
Copyright ASTM International. 100 Barr
Harbor Drive, West Conshohocken, PA
19429, USA

DESCRIPTORES: producto metalúrgico; barras; perfiles;
planchas; acero estructural.

I.C.S.: 77.140.50

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2004-10-08

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4537 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2004-09-29.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 106 Productos laminados.

ACERÍAS DE COLOMBIA -ACESCO-	LAMINADOS ANDINOS
ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.	MULTIHERRAJES
AJOVER	SENA
FIJATEC S.A.	SIDERÚRGICA DEL NORTE
GRUPO SIDERÚRGICO DIACO	SIDERÚRGICA DEL TURBIO
HORNOS NACIONALES S.A. -HORNASA-	SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ACERÍAS DE CALDAS S.A. -ACASA-	FENALCO
ACERO 50	FERRASA S.A.
ACERO ESTRUCTURAL DE COLOMBIA	GRAPAS Y PUNTILLAS EL CABALLO LTDA.
LTDA -ACERAL-	HORNASA
ACEROS SOGAMOSO LTDA.	LAMINADOS Y DERIVACIÓN
ACESCO S.A.	MAECO
ACIEM	MINISTERIO COMERCIO, INDUSTRIA Y
AIS	TURISMO
ANDI	PRODUCTORA DE ALAMBRES
CENTRO ACEROS S.A.	COLOMBIANOS S.A. -PROALCO-
COMPAÑIA GENERAL DE ACEROS	SIDERÚRGICA DE MEDELLÍN -SIMESA-
CORPACERO	SIDERÚRGICA DEL ORINOCO -SIDOR-
ELEMENTOS ESTRUCTURALES LTDA.	SIDERÚRGICA DEL PACIFICO S.A. -SIDELPA-
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
ESTRUCTURAS CENO DE ANTIOQUIA S.A.	COMERCIO
FABRICACIONES ELECTROMECÁNICAS -	SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS
FEM-	PÚBLICOS

UNIVERSIDAD LIBRE
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
BUCARAMANGA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
UNIVERSIDAD DEL VALLE
UNIVERSIDAD EL BOSQUE
UNIVERSIDAD NACIONAL
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
PEREIRA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**REQUISITOS GENERALES PARA BARRAS, CHAPAS, PERFILES Y
TABLESTACOS DE ACERO LAMINADO DE CALIDAD ESTRUCTURAL****1. OBJETO**

1.1 La presente norma comprende un grupo de requisitos comunes, que, a menos que se especifique algo diferente en las normas de producto aplicables, se aplican a chapas, perfiles, tablestacos y barras de acero laminado, cubiertas por cada una de las siguientes normas de producto:

Designación de la norma	Título de la norma
NTC 1920 (A 36A/A 36M) A 131/A 131M	Acero Estructural al Carbono Structural Steel for Ships
NTC 1950 (A 242/A 242M) A 283/A 283M A 328/A 328M	Acero Estructural De Baja Aleación y Alta Resistencia Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates Steel Sheet Piling
NTC 4014 (A 514/A 514M)	Planchas de Acero Aleado, Templadas y Revenidas de Alta Resistencia a la Fluencia y Aptas para ser Soldadas.
NTC 4007 (A 529/A 529M)	Especificaciones para el Acero al Carbono-Manganeso de Alta Resistencia y Calidad Estructural.
NTC 1985 (A 572/A 572M) A 573/A 573M	Aceros de Calidad Estructural de Alta Resistencia Baja Aleación al Niobio (Columbio) Vanadio. Structural Carbon Steel Plates of Improved Toughness
NTC 2012 (A 588/A 588M)	Acero Estructural de Alta Resistencia y Baja Aleación Con Límite de Fluencia Mínimo de 345 MPa (50 ksi) en Espesores hasta 100 mm (4 pulgadas)
A 633/A 633M A 656/A 656M	Normalized High Strength Low-Alloy Structural Steel Plates Hot-Rolled Structural Steel, High Strength Low-Alloy Plate with Improved Formability
A 678/A 678M	Quenched-and-Tempered Carbon and High-Strength Low-Alloy Structural Steel Plates
A 690/A 690M	High Strength Low-Alloy Steel H-Piles and Sheet Piling for Use in Marine Environments
NTC 4005 (A 709/A 709M) A 710/A 710M	Acero Estructural para Puentes Age-Hardening Low-Carbon Nickel-Copper-Chromium-Molybdenum-Columbium Alloy Structural Steel Plates
A 769/A 769M	Carbon and High-Strength Electric Resistance Welded Steel Structural Shapes

Designación de la norma	Título de la norma
A 786/A 786	Rolled Steel Floor Plates
A 808/A 808M	High-Strength Low-Alloy Carbon, Manganese, Columbium, Vanadium Steel of Structural Quality with Improved Notch Toughness
A 827/A 827M	Plates, Carbon Steel, for Forging and Similar Applications
A 829/A 829M	Plates, Alloy Steel, Structural Quality
A 830/A 830M	Plates, Carbon Steel, Structural Quality, Furnished to Chemical Composition Requirements
NTC 4012 (A 852/A 852M)	Plancha de Acero Estructural de Baja Aleación, Templada y Revenida, con Limite de Fluencia Mínimo de 485 MPa (70 ksi) y Espesores hasta de 100 mm (4 pulgadas).
A 857/A 857M	Steel Sheet Piling, Cold Formed, Light Gage
A 871/A 871M	High-Strength Low-Alloy Structural Steel Plate with Atmospheric Corrosion Resistance
A 913/A 913M	Specification for High-Strength Low-Alloy Steel Shapes of Structural Quality, Produced by Quenching and Self-Tempering Process (QST)
A 945/A 945M	Specification for High-Strength-Low-Alloy Structural Steel Plate with Low Carbon and Restricted Sulfur for Improved Weldability, Formability, and Toughness
A 992/A 992M	Specification for Steel for Structural Shapes for Use in Building Frame

1.2 En el Anexo A.1 se presentan las variaciones permitidas en dimensiones y masa (véase la Nota 1) en unidades del sistema internacional (SI). Los valores enumerados no son conversiones exactas de los valores de la Tabla 1 a 31, sino valores redondeados o justificados. La conformidad con el Anexo A.1 es obligatoria cuando se usa la designación "M".

NOTA 1 El término "peso" se usa cuando las unidades libra-pulgada son las normalizadas; sin embargo, en el SI se prefiere el término "masa".

1.3 En el Anexo A.2 se presentan las dimensiones de algunas formas de perfiles.

1.4 En el Apéndice X.1 se presenta información sobre el producto en rollo, como fuente de productos estructurales.

1.5 En el Apéndice X.2 se proporciona información sobre la variabilidad de las propiedades de tracción en chapas y perfiles estructurales.

1.6 En el Apéndice X.3 se proporciona información sobre soldabilidad.

1.7 En el Apéndice X.4 se proporciona información sobre doblado en frío de chapas, incluidos los radios internos mínimos sugeridos para doblado en frío.

1.8 Esta norma también comprende un grupo de requisitos suplementarios aplicables a varias de las especificaciones de producto anteriores, como se indica aquí. Estos requisitos se proporcionan cuando el comprador desea realizar ensayos adicionales o establecer restricciones adicionales, y se aplican únicamente cuando lo especifica individualmente el comprador en el pedido.

1.9 En caso de conflicto entre requisitos, deben prevalecer los requisitos de la norma de producto aplicable, sobre los de esta norma general.

1.10 Se permiten requisitos adicionales que se especifiquen en el pedido y sean aceptados por el proveedor, siempre y cuando dichos requisitos no anulen ninguno de los requisitos de la presente norma, ni de la norma de producto aplicable.

1.11 Para determinar la conformidad con esta norma y con la norma de producto aplicable, los valores se deben redondear a la unidad más cercana a la derecha, en las cifras usadas para expresar los valores límites, de acuerdo con el método de redondeo de la norma ASTM E 29.

1.12 Los valores en unidades libra-pulgada o del SI se deben considerar normalizados. Dentro del texto, las unidades del libra-pulgada se presentan entre paréntesis. Los valores establecidos en cada sistema no son equivalentes exactos: por lo tanto, cada sistema se debe usar independientemente del otro, sin combinar sus valores de ninguna forma.

1.13 La presente norma y las normas de materiales aplicables se expresan tanto en unidades del SI como en unidades libra - pulgada. Sin embargo, a menos que en el pedido se especifique la designación "M" aplicable (unidades del sistema internacional), el producto estructural se debe suministrar en unidades libras-pulgada.

1.14 El texto de esta norma contiene notas y/o notas de pie de página que suministran material aclaratorio. Estas notas, exceptuando las de las tablas y las figuras, no contienen requisitos obligatorios.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

2.1 NORMAS ASTM

A 370, Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products. (NTC 3353)

A 673/A 673 M, Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel. (NTC 4008)

A 700, Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment. (NTC 2674)

A 751, Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products. (NTC 5192)

A 829, Specification for Plates, Alloy Steel, Structural Quality

E 29, Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

E 112, Test Methods for Determining Average Grain Size.

E 208, Test Method for Conducting Drop-Weight Test to Determine Nil-Ductility Transition Temperature of Ferritic Steels.

2.2 NORMAS DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY

A5.1, Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes

A5.5, Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.

2.3 NORMAS MILITARES DE E.U

MIL-STD- 129, Marking for Shipment and Storage.

MIL-STD- 163, Steel Mill Products Preparation for Shipment and Storage.

2.4 NORMA FEDERAL DE E.U

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipments (Civil Agencies).

2.5 NORMA AIAG

B-1, Bar Code Symbology Standard

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DEFINICIONES DE LOS TÉRMINOS ESPECÍFICOS DENTRO DE ESTA NORMA

3.1.1

chapas (diferentes de las chapas para pisos)

acero laminado en caliente, plano, cuyo pedido se hace por espesor o masa (peso) y típicamente ancho y longitud, y clasificado comúnmente como:

3.1.1.1

cuando se ordenan por espesor:

- 1) Más de 200 mm (8 pulgadas) de ancho y más de 6 mm (0,230 pulgadas) de espesor.
- 2) Más de 1 200 mm (48 pulgadas) de ancho y 4,5 mm (0,180 pulgadas) o más, de espesor.

3.1.1.2

cuando se ordena por masa (peso):

- 1) Más de 200 mm (8 pulgadas) de ancho y 47,10 kg/m² (9,392 lb/pie²) o más pesado.
- 2) Más de 1 200 mm (48 pulgadas) de ancho y 35,32 kg/m² (7,350 lb/pie²) o más pesado.

3.1.1.3

comentario

los productos de acero se consiguen en diferentes combinaciones de espesores, ancho y longitud, dependiendo de los equipos y de las capacidades de procesamiento de los diferentes fabricantes y procesadores. Las limitaciones históricas de un producto con base en sus dimensiones (espesor, ancho y longitud) no tienen en cuenta la producción y las capacidades de procesamiento corrientes. Para calificar cualquier producto con una norma de producto particular, se requiere que se realicen todos los ensayos necesarios y que los resultados cumplan los límites establecidos en esa norma de producto. Si no es posible realizar los ensayos exigidos en una norma de producto, éste no se puede calificar con dicha norma. Esta norma de requisitos generales contiene las variaciones permitidas para los tamaños comúnmente disponibles. Las variaciones permitidas para otros tamaños están sujetas a acuerdo entre el cliente y el fabricante o procesador, el que sea aplicable.

3.1.1.4

los planchones, láminas para tubos, aunque con frecuencia se encuentran en los intervalos de tamaño anteriores, no se clasifican como chapas.

3.1.1.5

los Bobinas se excluyen de calificación con la norma de producto aplicable, hasta que sean desenrollados, nivelados, cortados a longitud, y si se requiere, ensayados apropiadamente por el procesador, de acuerdo con los requisitos de esta norma (véanse las Secciones 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18 y 19 y la norma de producto aplicable).

3.1.2**perfiles (secciones con alas)****3.1.2.1****perfiles de tamaño estructural**

secciones con alas laminadas que tienen al menos una dimensión de sección transversal de 75 mm (3 pulgadas) o más.

3.1.2.2**perfiles livianos**

secciones con alas laminadas, donde la dimensión máxima de la sección transversal es menor de 75 mm (3 pulgadas).

3.1.2.3**perfiles "W"**

perfiles de ala ancha doblemente simétricos, con las superficies internas de las alas esencialmente paralelas.

3.1.2.4**perfiles "HP" (perfil H)**

perfiles de ala ancha usados generalmente como pilares de soporte, cuyas alas y alma tienen el mismo espesor nominal, y cuya profundidad y ancho son esencialmente los mismos.

3.1.2.5**perfiles "S" (perfil I estándar)**

perfiles de viga doblemente simétricos, en donde las superficies internas de las alas tienen una pendiente de aproximadamente 16,67 % (Aprox. 9,5 °).

3.1.2.6**perfiles "M"**

perfiles doblemente simétricos que no se pueden clasificar como "W", "S" o "HP".

3.1.2.7**perfiles "C" (Perfil U)**

canales en los cuales las superficies internas de las alas tienen una pendiente aproximada de 16,67 % (Aprox. 9,5 °).

3.1.2.8**perfiles "MC"**

canales que no se pueden clasificar como perfiles "C".

3.1.2.9**perfiles "L" (Ángulos)**

es un perfil en ángulo con lados iguales o desiguales

3.1.3**tablestacos (as) (Sheet Piling)**

secciones de acero laminadas que se pueden entrelazar formando una pared continua cuando las partes individuales se unen la una con la otra.

3.1.4**barras**

redondas, cuadradas y hexagonales, en todos los tamaños; platinas de espesor mayor a 5 mm (13/64 pulgadas (0,203 pulgadas)) , con un ancho máximo de 150 mm (6 pulgadas); y platinas de espesor mayor de 6 mm (0,230 pulgadas) y ancho de 150 mm a 200 mm inclusive (6 pulgadas a 8 pulgadas).

3.1.5**exclusiones**

cuando se usa “exclusive” en rangos para el espesor en las tablas de variaciones permisibles en las dimensiones, se prevé excluir solamente el valor mayor del rango. Así, un rango de 1 500 mm a 1 800 mm exclusive, (60 pulgadas a 72 pulgadas exclusive) incluye 1 500 mm (60 pulgadas) pero no incluye 1 800 mm (72 pulgadas).

3.1.6**acero efervescente**

acero que contiene suficiente oxígeno para emitir continuamente monóxido de carbono durante la solidificación, lo que da como resultado una superficie o contorno de metal prácticamente libre de vacíos.

3.1.7**acero semicalmado**

acero desoxidado en forma parcial, que contiene una cantidad suficiente de oxígeno para formar suficiente monóxido de carbono durante la solidificación, con el fin de compensar la contracción por solidificación.

3.1.8**acero bloqueado (tapado)**

acero efervescente cuya acción de efervescencia está limitada por una operación de bloqueo temprana. El bloqueo se puede llevar a cabo mecánicamente usando una tapa de metal pesado sobre una lingotera* en la parte superior, o se puede llevar a cabo químicamente mediante una adición de aluminio o ferrosilicio en la parte de arriba del acero derretido en un molde abierto.

3.1.9**acero calmado**

acero desoxidado, ya sea por la adición de agentes desoxidantes fuertes o por tratamiento al vacío, para reducir el contenido de oxígeno a un nivel tal que no ocurra reacción entre el carbono y el oxígeno durante la solidificación.

3.1.10**borde de laminado**

el borde normal producido por el laminado entre los rodillos horizontales de acabado. El borde de laminado no tiene un contorno definido. Las chapas con borde laminado tienen dos bordes laminados y dos bordes recortados.

3.1.11**borde de laminado universal**

borde normal producido por la laminación entre los cilindros de acabado horizontales y verticales. Las chapas de laminado universal, algunas veces designadas chapas UM, tienen dos bordes de laminado universal y dos bordes recortados.

3.1.12**bordes cizallados**

borde normal producido por cizallamiento. Las chapas de bordes cizallados son recortadas en todos los bordes.

3.1.13**borde cortado con gas**

borde producido por corte con llama de gas.

3.1.14**borde de corte especial**

usualmente el borde producido por el corte con llama de gas, que implica prácticas especiales como precalentamiento y postcalentamiento, o ambos, para minimizar los esfuerzos, evitar la formación de grietas térmicas y reducir la dureza del borde de corte con gas. En circunstancias particulares, el borde de corte especial se puede usar para designar un borde producido por maquinado.

3.1.15**croquis**

cuando se usa para describir una forma de chapa, denota una chapa que no es rectangular, circular ni semicircular. Las chapas cortadas según croquis se pueden suministrar redondeadas o con cuatro o más lados rectos.

3.1.16**normalizado**

proceso de tratamiento térmico en el que se recalienta una chapa de acero a una temperatura uniforme por encima de la temperatura crítica superior y luego se enfría al aire por debajo del rango de transformación.

3.1.17**chapa como se laminó**

cuando se usa en relación con el sitio y número de ensayos, el término hace referencia a la chapa unitaria laminada de un planchón o directamente de un lingote. No hace referencia a la condición de la chapa.

3.1.18**práctica de grano fino**

práctica de acería destinada a producir un acero calmado capaz de cumplir los requisitos para tamaño de grano austenítico fino

3.1.18.1**comentario**

normalmente implica la adición de uno o más elementos de refinación del grano austenítico, en cantidades que el fabricante del acero ha determinado que son suficientes. Los elementos de refinación del grano austenítico incluyen, entre otros: aluminio, niobio (columbio) , titanio y vanadio.

3.1.19**producto estructural**

una chapa, perfil, tablestaco o barra de acero laminado en caliente.

3.1.20**rollo**

acero laminado en caliente en forma de bobina, previsto para ser procesado con el fin de obtener un producto estructural terminado.

3.1.21**fabricante**

la organización que controla directamente la conversión de lingotes de acero, planchones, tochos o palanquillas, por laminado en caliente, en productos estructurales laminados, o en un rollo; y para productos estructurales fabricados de productos estructurales como se laminaron, es la organización que controla directamente o es responsable de las operaciones involucradas en el terminado de productos estructurales.

3.1.21.1**comentario**

estas operaciones de terminado incluyen nivelado o rectificado, formado en caliente o en frío (si es aplicable), soldeo (si es aplicable), corte a longitud, ensayo, inspección, acondicionamiento, tratamiento térmico (si es aplicable), empaque, rotulado, carga para despacho, y certificación.

3.1.22**procesador**

la organización que controla directamente o es responsable de las operaciones involucradas en el procesamiento de un rollo para la obtención de un producto estructural terminado. Estas operaciones de procesamiento incluyen: desenrollado, nivelado o rectificado, formado en caliente o formado en frío, soldeo (si es aplicable), corte a longitud, ensayo, inspección, acondicionamiento, tratamiento térmico (si es aplicable), empaque, rotulado, carga para despacho y certificación.

3.1.22.1**comentario**

no se requiere que las operaciones de procesamiento sean realizadas por la organización que llevó a cabo el laminado en caliente del rollo.

Si sólo hay una organización involucrada en el laminado en caliente y en las operaciones de procesamiento, esa organización se denomina el *fabricante*, para la operación de laminado en caliente, y *procesador*, para las operaciones de procesamiento. Si hay más de una organización involucrada en las operaciones de laminado en caliente y procesamiento, la organización que hizo el laminado en caliente se denomina el *fabricante*, y la organización que realiza una o más operaciones de procesamiento se denomina el *procesador*.

4. INFORMACIÓN SOBRE PEDIDOS

4.1 La información que se debe considerar para inclusión en las órdenes de compra, si es apropiada, es la siguiente:

4.1.1 La designación de la norma de producto ASTM (véase el numeral 1.1) y la fecha de ratificación.

4.1.2 Nombre del producto estructural (perfiles, chapas, barras o tablestacos).

4.1.3 Designación del perfil, o tamaño y espesor, o diámetro.

4.1.4 Grado, clase y designación del tipo, si es aplicable.

4.1.5 Condición (véase el numeral 6), si es diferente de como se laminó.

4.1.6 Cantidad (masa (peso) o número de piezas).

4.1.7 Longitud

4.1.8 Exclusión de cualquier producto estructural fabricado de un rollo, o de un producto estructural fabricado a partir de un producto estructural como se laminó (véanse el numeral 5.3 y el Apéndice X.1), si es aplicable.

4.1.9 Requisitos para tratamiento térmico (véanse los numerales 6.2 y 6.3), si los hay.

4.1.10 Ensayo para la determinación del tamaño de grano austenítico fino (véase el numeral 8.3.2).

4.1.11 Requisitos del informe de ensayo de propiedades mecánicas (véase el numeral 14), si los hay.

4.1.12 Requisitos especiales de embalaje, rotulado y carga para despacho (véase el numeral 19), si los hay.

4.1.13 Requisitos suplementarios, si los hay, incluido cualquier requisito específico establecido en los requisitos suplementarios.

4.1.14 Uso final, si hay algún requisito específico de uso final (véanse los numerales 18.1, 11.3.4, la Tabla 22, o la Tabla A.1.22, y la Tabla 24, ó la Tabla A.1.24.

4.1.15 Requisitos especiales (véase el numeral 1.10) si lo hay, y

4.1.20 Requisitos sobre reparación de soldaduras (véase el numeral 9.5), si los hay.

5. MATERIALES Y FABRICACIÓN

5.1 El acero se debe fabricar por un proceso de solera abierta, oxígeno básico u horno eléctrico, seguido posiblemente de refinación adicional en un horno de metalurgia en cuchara (LMF) o fundición secundaria mediante refundición por arco en vacío (VAR) o refundición por electroescoria (ESR).

5.2 El acero debe ser colado en colada continua o en lingoteras .

5.2.1 Colada continua

5.2.1.1 Cuando coladas de la misma composición química nominal se hacen en forma secuencial, una a la vez, el número de colada asignado al producto fundido puede permanecer sin alteración hasta que todo el acero en el producto colado sea de la siguiente colada.

5.2.1.2 Cuando dos coladas continuas secuenciales tienen diferentes rangos de composición química nominal, el fabricante debe retirar el material de transición mediante un procedimiento establecido que separe positivamente los grados.

5.3 Los productos estructurales se deben fabricar de un producto estructural como se laminó, o de un rollo.

5.4 En donde una parte de una colada se trata como producto estructural como se laminó, y el resto de la colada se lamina en rollo, cada parte se debe ensayar separadamente.

5.5 Los productos estructurales fabricados de un rollo no deben contener soldaduras de empalme, a menos que lo apruebe previamente el comprador.

6. TRATAMIENTO TÉRMICO

6.1 Cuando es necesario aplicar un tratamiento térmico al producto estructural, esto lo puede realizar el fabricante, el procesador o el ensamblador, a menos que se especifique algo diferente en la norma de producto aplicable.

NOTA Cuando no se requiere tratamiento térmico, el fabricante o procesador tienen la opción de tratar térmicamente el producto estructural mediante normalización, alivio de esfuerzos, o normalización y luego alivio de esfuerzos, para cumplir con la norma de producto aplicable

6.2 Cuando el tratamiento térmico lo va a realizar alguien diferente del fabricante, se debe establecer en el pedido.

6.2.1 Cuando el tratamiento térmico lo va a llevar a cabo alguien diferente del fabricante, los productos estructurales se deben aceptar con base en los ensayos realizados a probetas tomadas de muestras de espesor completo tratadas térmicamente de acuerdo con los requisitos especificados en la norma de producto aplicable o en el pedido. Si no se especifican temperaturas para el tratamiento térmico, el fabricante o procesador debe tratar las muestras bajo las condiciones que considere apropiadas, siempre y cuando se informe al comprador sobre el procedimiento seguido al tratar térmicamente las muestras.

6.3 Cuando el tratamiento térmico lo vaya a llevar a cabo el fabricante o procesador, el producto estructural se debe tratar térmicamente como se especifica en la norma de producto aplicable, o como se especifica en el pedido, siempre y cuando el tratamiento térmico especificado por el comprador no entre en conflicto con los requisitos de la norma de producto aplicable.

6.4 Cuando el normalizado lo lleve a cabo el ensamblador, el producto estructural se debe normalizar o calentar uniformemente para formado en caliente, siempre y cuando la temperatura a la cual se calientan los productos estructurales para formado en caliente no exceda significativamente la temperatura de normalización.

6.5 El uso de tasas de enfriamiento más rápidas que las obtenidas por enfriamiento al aire, para mejorar la tenacidad, se debe someter a la aprobación del comprador, y los productos estructurales tratados de esta forma se deben revenir posteriormente a un rango de temperatura de 595 °C a 705 °C (1 100 °F a 1 300 °F).

7. ANÁLISIS QUÍMICO

7.1 ANÁLISIS DE COLADA

7.1.1 El muestreo para el análisis químico y los métodos de análisis deben estar de acuerdo con la norma ASTM A 751.

7.1.2 Para cada colada, el análisis de colada debe incluir la determinación del contenido de carbono, manganeso, fósforo, azufre, silicio, níquel, cromo, molibdeno, cobre, vanadio y niobio (columbio); cualquier otro elemento que esté especificado o restringido por la norma de producto aplicable para el grado, clase y tipo aplicable; y cualquier elemento de refinado de grano austenítico fino cuyo contenido se vaya a usar en lugar de la determinación del tamaño del grano austenítico (véase el numeral 8.3.2).

7.1.3 Excepto como lo permite el numeral 7.1.4 para fundiciones primarias, los análisis de colada deben cumplir los requisitos de análisis de colada de la norma de producto aplicable para el grado, clase y tipo aplicables.

7.1.4 Cuando se usa refundición por arco en vacío o refundición por electroescoria, una colada se define como todos los lingotes refundidos de una sola fundición primaria. Si el análisis de colada de la fundición primaria cumple los requisitos pertinentes de la norma de producto aplicable para el grado, clase y tipo, el análisis de colada para la colada refundida se debe determinar de una muestra de ensayo tomada de un lingote refundido, o el producto de un lingote refundido, de la fundición primaria. Si el análisis de colada de la fundición primaria no cumple los requisitos de análisis de colada de la norma de producto aplicable para el grado, tipo y clase aplicables, el análisis de colada para la colada refundida se debe determinar de una muestra de ensayo tomada de cada lingote refundido, o del producto de un lingote refundido, de la fundición primaria.

7.2 ANÁLISIS DE PRODUCTO

Para cada colada, el comprador debe tener la opción de analizar muestras representativas tomadas del producto estructural terminado. El muestreo para análisis químico y los métodos de análisis deben estar de acuerdo con la norma ASTM A 751. Los análisis de producto así determinados deben cumplir con los requisitos de análisis de colada de la norma de producto aplicable para el grado, clase y tipo, sujetos a las variaciones permitidas en el análisis de producto de la Tabla A. Si se especifica un rango, las determinaciones de cualquier elemento en una colada no deben variar por encima o por debajo del rango especificado. El acero efervescente o bloqueado se caracteriza por la falta de homogeneidad de su composición, especialmente para los elementos carbono, fósforo y azufre. Por lo tanto, las limitaciones para estos elementos no deben ser aplicables a menos que se indique claramente una mala aplicación.*

7.3 ANÁLISIS DE ARBITRAJE

Para propósitos de arbitraje se debe usar la norma ASTM A 751.

7.4 SUSTITUCIÓN DE GRADO

Los grados de acero de aleación que cumplen los requisitos químicos de la Tabla 1 de la norma ASTM A 829 no deben sustituir los grados de acero al carbono.

8. ESTRUCTURA METALÚRGICA

8.1 Cuando se exige una determinación del tamaño de grano austenítico, este ensayo debe estar de acuerdo con la norma ASTM E 112 y al menos el 70 % de los granos en el área examinada deben cumplir el requisito de tamaño de grano especificado.

8.2 TAMAÑO DE GRANO AUSTENÍTICO GRUESO

Cuando se especifica tamaño de grano austenítico grueso, se debe llevar a cabo una determinación del tamaño de grano austenítico por colada, y el número del tamaño de grano austenítico así determinado debe estar dentro del rango de 1 a 5, inclusive.

8.3 TAMAÑO DE GRANO AUSTENÍTICO FINO

8.3.1 Cuando se especifica tamaño de grano grado austenítico fino, excepto como se indica en el numeral 8.3.2, se debe llevar a cabo una determinación de tamaño de grano austenítico por colada, y el número de tamaño de grano austenítico así determinado debe ser 5 ó más.

NOTA Estos números de tamaño de grano austenítico se pueden lograr con contenidos de elementos de refinado del grado austenítico menores de los elementos de refinado que el numeral 8.3.2 exige para pasar por alto la determinación del tamaño de grano austenítico fino.

8.3.2 A menos que la determinación del tamaño de grano austenítico se especifique en el pedido, no es necesario realizar una determinación de tamaño de grano austenítico fino para ninguna colada que tenga, por el análisis de colada, uno o más de los siguientes:

8.3.2.1 Un contenido total de aluminio de 0,020 % o más.

8.3.2.2 Un contenido de aluminio soluble en ácido, de 0,015 % o más.

8.3.2.3 Un contenido de un elemento de refinado de grano austenítico que exceda el valor mínimo aceptado por el comprador como suficiente para obviar la determinación del tamaño de grano austenítico, o

8.3.2.4 Un contenido, para la combinación de dos o más elementos de refinado de grano austenítico, que exceda los valores mínimos aplicables aceptados por el comprador como suficientes para obviar la determinación del tamaño de grano austenítico.

9. CALIDAD

9.1 GENERALIDADES

Los productos estructurales deben estar libres de defectos perjudiciales y deben tener un buen acabado.

NOTA 4 A menos que se especifique algo diferente, los productos estructurales normalmente se suministran en la condición como se laminaron, y se someten a inspección visual por parte del fabricante o procesador. En el producto estructural como se entregó puede haber imperfecciones internas o superficiales, o ambas, y se puede requerir acondicionamiento por parte del comprador para mejorar su apariencia, o en la preparación para soldadura, recubrimiento u otro proceso adicional.

Se pueden especificar requisitos más restrictivos mediante el uso de requisitos suplementarios, o por acuerdo entre el comprador y el proveedor.

Los productos estructurales que presentan defectos perjudiciales durante el ensamble posterior, se considera que no cumplen con la norma de producto aplicable (véase el numeral 17.2). Los ensambladores deben estar conscientes de que se pueden iniciar grietas al doblar un borde cizallado o quemado durante el proceso de ensamble; esto no se considera una falla del acero, sino más bien una función (consecuencia)* del labrado en frío o de la zona afectada por el calor.

Los requisitos de acondicionamiento de los numerales 9.2, 9.3 y 9.4 limitan el acondicionamiento permitido que van a realizar el fabricante o procesador. El acondicionamiento de imperfecciones más allá de los límites de los numerales 9.2, 9.3 y 9.4 lo pueden realizar otras partes diferentes del fabricante o procesador, a discreción del comprador.

Tabla A. Variaciones permitidas en el análisis de producto

NOTA En donde aparecen puntos suspensivos (...) en esta tabla, no hay requisito.

Elemento	Límite superior o valor máximo especificado, %	Variaciones permitidas, %	
		Bajo el límite mínimo	Sobre el límite máximo
Carbono	hasta 0,15 inclusive	0,02	0,03
	más de 0,15 a 0,40 inclusive	0,03	0,04
	más de 0,40 a 0,75 inclusive	0,04	0,05
	más de 0,75	0,04	0,06
Manganeso ^A	Hasta 0,60 inclusive	0,05	0,06
	más de 0,60 hasta 0,90 inclusive	0,06	0,08
	más de 0,90 hasta 1,20 inclusive	0,08	0,10
	más de 1,20 hasta 1,35 inclusive	0,09	0,11
	más de 1,35 hasta 1,65 inclusive	0,09	0,12
	más de 1,65 hasta 1,95 inclusive	0,11	0,14
	más de 1,95	0,12	0,16
Fósforo	Hasta 0,04 inclusive	...	0,010
	más de 0,04 hasta 0,15 inclusive	...	NA ^B
Azufre	Hasta 0,06 inclusive	...	0,010
	más de 0,06	NA ^B	NA ^B
Silicio	Hasta 0,30 inclusive	0,02	0,03
	más de 0,30 a 0,40 inclusive	0,05	0,05
	más de 0,40 a 2,20 inclusive	0,06	0,06
Níquel	Hasta 1,00 inclusive	0,03	0,03
	más de 1,00 a 2,00 inclusive	0,05	0,05
	más de 2,00 a 3,75 inclusive	0,07	0,07
	más de 3,75 a 5,30 inclusive	0,08	0,08
	más de 5,30	0,10	0,10
Cromo	Hasta 0,90 inclusive	0,04	0,04
	más de 0,90 a 2,00 inclusive	0,06	0,06
	más de 2,00 a 4,00 inclusive	0,10	0,10
Molibdeno	Hasta 0,20 inclusive	0,01	0,01
	más de 0,20 a 0,40 inclusive	0,03	0,03
	más de 0,40 a 1,15 inclusive	0,04	0,04
Cobre	0,20 mínimo solamente	0,02	...
	hasta 1,00 inclusive	0,03	0,03
	más de 1,00 hasta 2,00 inclusive	0,05	0,05
Titanio	Hasta 0,10 inclusive	0,01 ^C	0,01 ^C
Vanadio	Hasta 0,10 inclusive	0,01 ^C	0,01 ^C
	más de 0,10 a 0,25 inclusive	0,02	0,02
	más de 0,25	0,02	0,03
	solamente mínimo especificado	0,01	
Boro	Cualquiera	NA ^B	NA ^B
Culombio	Hasta 0,10 inclusive	0,01 ^C	0,01 ^C
Circonio	Hasta 0,15 inclusive	0,03	0,03
Nitrógeno	Hasta 0,030 inclusive	0,005	0,005
^A Las variaciones permitidas en el contenido de manganeso para barras y perfiles livianos deben ser de 0,90 inclusive \pm 0,03; sobre 0,90 a 2,20 inclusive \pm 0,06.			
^B NA-Análisis de producto no aplicable.			
^C 0,005 %, si el mínimo del rango es 0,01 %.			

Índice de las tablas de variaciones permitidas

Dimensión	Tabla	
	Unidades libra-pulgada	Unidades del SI
Combadura		
Chapas. Acero al carbono; cizalladas y cortadas con gas	12	A1.12
Chapas. Acero al carbono; Laminado universal	11	A1.11
Chapas. Diferentes de acero al carbono; cizalladas, cortadas con gas y laminado universal	11	A1.11
Perfiles. Laminados; S, M, C, MC y L	21	A1.21
Perfiles. Laminados; W y HP	24	A1.24
Perfiles. Divididos; L y T	25	A1.25
Sección transversal de perfiles y barras		
Barras planas	26	A1.26
Hexágonos	28	A1.28
Barras redondas y cuadradas	27	A1.27
Perfiles. Laminados L; Ángulos de bordón, y Z	17	A1.17
Perfiles. Laminados; W, HP, S, M, C y MC	16	A1.16
Perfiles. Laminados; T	18	A1.18
Perfiles. Divididos: L y T	25	A1.25
Diámetro		
Chapas. Cizalladas	6	A1.6
Chapas. Diferentes de acero de aleación, cortadas con gas	7	A1.7
Chapas. Acero de aleación, cortadas con gas.	10	A1.10
Barras redondas	27	A1.27
Extremos fuera de escuadra		
Perfiles, diferentes de W	20	A1.20
Perfiles, W	22	A1.22
Perfiles, laminados, diferentes de W	23	A1.23
Planitud		
Chapas, acero al carbono	13	A1.13
Chapas, otras diferentes de acero al carbono	14	A1.14
Chapas, restrictivo - acero al carbono	S27-2	S27.1
Chapas, restrictivo - diferentes de acero al carbono	S27-4	S27.3
Longitud		
Barras	30	A1.30
Barras, recorte	31	A1.31
Chapas, cizalladas y laminado universal	3	A1.3
Chapas, diferentes de acero de aleación, cortadas con gas	9	A1.9
Chapas, acero de aleación, cortadas con gas	8	A1.8
Chapas, borde laminado	4	A1.4
Perfiles, laminados; diferentes de W	19	A1.19
Perfiles, laminados; W y HP	22	A1.22
Perfiles, divididos: L y T	25	A1.25
Perfiles, laminados	23	A1.23

Continúa...

Índice de las tablas de variaciones permitidas (Final)

Dimensión	Tabla	
	Unidades libra-pulgada	Unidades del SI
Rectitud		
Barras	29	A1.29
Perfiles diferentes de W	21	A1.21
Flecha		
Perfiles W y HP	24	A1.24
Espesor		
Barras planas	26	A1.26
Chapas, ordenadas según espesor	1	A1.1
Ondulación		
Chapas	15	A1.15
Masa (peso)		
Chapas, ordenadas según masa (peso)	2	A1.2
Ancho		
Barras planas	26	A1.26
Chapas, cizalladas	3	A1.3
Chapas, laminado universal	5	A1.5
Chapas, diferentes de acero de aleación, cortadas con gas	9	A1.9
Chapas, acero de aleación, cortadas con gas	8	A1.8
Chapas, borde laminado	4	A1.4

9.2 ACONDICIONAMIENTO DE CHAPAS

9.2.1 El esmerilado de las chapas realizado por el fabricante o procesador para retirar las imperfecciones en la superficies superior o inferior, debe estar sujeto a que el área esmerilada esté bien perfilada, sin cambios abruptos en su contorno, y a que el esmerilado no reduzca el espesor de la chapa en: 1) más del 7 % bajo el espesor nominal para chapas ordenadas por masa por metro cuadrado o (peso por pie cuadrado), pero en ningún caso más de 3 mm (1/8 de pulgada); ó 2) por debajo del espesor mínimo permitido para chapas ordenadas por espesor en pulgadas o milímetros.

9.2.2 La deposición del metal de soldadura (véase el numeral 9.5), posterior a la eliminación de imperfecciones en la superficie superior o inferior de las chapas por cincelado, esmerilado o acondicionamiento con soplete (*arc-air gouging*), debe estar sujeta a las siguientes condiciones limitantes:

9.2.2.1 El área cincelada, esmerilada o acondicionada con soplete* no debe exceder el 2 % del área de la superficie que se acondiciona.

9.2.2.2 Después de retirar cualquier imperfección como preparación para la soldadura, el espesor en ningún punto de la chapa se debe reducir más del 30 % del espesor nominal de la chapa. (La norma ASTM A 131/A 131 M limita la reducción a un máximo del 20 %).

9.2.3 La deposición del metal de soldadura (véase el numeral 9.5), posterior a la eliminación de imperfecciones en los bordes de las chapas por cincelado, esmerilado o acondicionamiento con soplete (*arc-air gouging*), debe estar sujeta a la limitación de que, antes de la soldadura, la profundidad de la depresión, medida desde el borde de la chapa hacia adentro, no debe ser mayor que el espesor de la chapa ó 25 mm (1 pulgada), de estos valores el menor.

9.3 ACONDICIONAMIENTO DE PERFILES DE TAMAÑO ESTRUCTURAL, PERFILES LIVIANOS Y TABLESTACOS DE ACERO

9.3.1 El esmerilado, o cincelado y esmerilado de perfiles de tamaño estructural, perfiles livianos y tablestacos, realizados por el fabricante o procesador para eliminar imperfecciones, deben estar sujetos a las limitaciones de que el área esmerilada esté bien perfilada sin cambios abruptos en el contorno y que la depresión no se extienda por debajo de la superficie laminada en más de (1) 1 mm (1/32 de pulgada) para material de menos de 10 mm (3/8 de pulgada) de espesor; (2) 2 mm (1/16 de pulgada) para material de 10 mm a 50 mm (3/8 de pulgada a 2 pulgadas) inclusive, de espesor; ó (3) 3 mm (1/8 de pulgada) para material de más de 50 mm (2 pulgadas) de espesor.

9.3.2 La deposición del metal de soldadura (véase el numeral 9.5), después de eliminar las imperfecciones cuya profundidad es mayor que los límites del numeral 9.3.1, debe estar sujeta a las siguientes condiciones limitantes:

9.3.2.1 El área total de la superficie cincelada o esmerilada de cualquier pieza antes del soldeo no debe exceder el 2 % del área superficial total de esa pieza.

9.3.2.2 La reducción del espesor del material, que resulta al eliminar las imperfecciones antes de soldadura, no debe exceder el 30 % del espesor nominal en el lugar de la imperfección, ni la profundidad de la depresión antes de soldadura debe exceder 32 mm (1 1/4 de pulgada) en ningún caso, excepto como se establece en el numeral 9.3.2.3.

9.3.2.3 La deposición del metal de soldadura (véase el numeral 9.5) después de esmerilado, cincelado, o acondicionado con soplete* de los bordes de ángulos, vigas, canales y zetas, y los vástagos y bordes de las tes, se debe someter a la limitación de que, antes del soldeo, la profundidad de la depresión, medida desde el borde hacia adentro, no sea mayor que el espesor del material en la base de la depresión, ó 12,5 mm (1/2 pulgada), de estos valores el menor.

9.3.2.4 La deposición del metal de soldadura (véase el numeral 9.5) y el esmerilado para corregir o montar el entrelazamiento de cualquier sección del tablestaco en cualquier punto, debe estar sujeta a la limitación de que el área superficial total de la soldadura no exceda el 2 % del área superficial total de la pieza.

9.4 ACONDICIONAMIENTO DE LAS BARRAS

9.4.1 El acondicionamiento de las barras por el fabricante o procesador para la eliminación de imperfecciones mediante esmerilado, cincelado o algún otro medio, debe estar sujeto a que el área acondicionada esté bien perfilada y a que el área de la sección afectada no se reduzca más de las variaciones permitidas aplicables (véase el numeral 12).

9.4.2 La deposición del metal de soldadura (véase el numeral 9.5), después de cincelado o esmerilado para eliminar imperfecciones de profundidad superior a los límites del numeral 9.4.1, debe estar sujeta a las siguientes condiciones:

9.4.2.1 El área total de la superficie cincelada o esmerilada de cualquier pieza, antes del soldeo, no debe exceder el 2 % del área superficial total de la pieza.

9.4.2.2 La reducción de la dimensión seccional de una barra redonda, cuadrada o hexagonal, o la reducción en el espesor de una barra plana, resultantes de la eliminación de una imperfección, antes de la soldadura, no debe exceder el 5 % de la dimensión o espesor nominal en el lugar de la imperfección.

9.4.2.3 Para los bordes de las barras planas, la profundidad de la depresión de acondicionamiento antes de soldeo se debe medir desde hacia adentro del borde, y se debe limitar a una profundidad máxima igual al espesor de la barra plana ó 12,5 mm (1/2 de pulgada), de los dos valores el menor.

9.5 REPARACIÓN MEDIANTE SOLDADURA

9.5.1 Requisitos generales

9.5.1.1 La reparación mediante soldadura debe estar de acuerdo con la especificación de procedimiento de soldadura (WPS) usando procesos de soldadura de arco metálico protegido (SMAW), soldadura de arco metal a gas (GMAW), soldadura de arco con núcleo de fundente (FCAW), o soldadura de arco sumergido (SAW). Los gases protectores usados deben ser de calidad para soldadura.

9.5.1.2 Los electrodos y combinaciones electrodo-fundente deben estar de acuerdo con los requisitos de la norma AWS A5.1, A5.5, A5.17, A5.18, A5.20, A5.23, A5.28, ó A5.29, cualquiera que sea aplicable. Para SMAW se deben usar electrodos con bajo contenido de hidrógeno.

9.5.1.3 Los electrodos y combinaciones electrodo-fundente se deben seleccionar de manera que la resistencia a la tracción del metal de soldadura depositado (después de cualquier tratamiento térmico requerido) sea consistente con la resistencia de tracción especificada para el metal base sometido a reparación.

9.5.1.4 Los electrodos para soldadura y los materiales fundentes deben estar secos y protegidos de la humedad durante su almacenamiento y uso.

9.5.1.5 Antes de llevar a cabo la soldadura de reparación, la superficie que se va a soldar se debe inspeccionar para verificar que las imperfecciones previstas para eliminación ya hayan sido retiradas por completo. Las superficies por soldar y las superficies adyacentes a la soldadura deben estar secas y libres de escamas, escoria, óxido, humedad, grasa y cualquier otro material extraño que pueda impedir una soldadura apropiada.

9.5.1.6 Los soldadores y operadores de soldadura deben estar calificados de acuerdo con los requisitos de la norma ANSI/AWS D1.1 ó ASME, Sección IX, excepto que cualquier calificación de soldadura para relleno de ranuras con penetración completa en la junta, también califica al soldador u operador de soldeo para hacer soldaduras de reparación.

9.1.5.7 La soldadura de reparación de productos estructurales debe estar de acuerdo con una especificación de procedimiento de soldadura (WPS) que esté de acuerdo con los requisitos de ANSI/AWS D1.1 ó ASME sección IX, con las siguientes excepciones o aclaraciones:

- a) La WPS se debe calificar ensayando una soldadura de ranura de penetración completa en la junta, o una soldadura de ranura superficial.
- b) La geometría de la soldadura de ranura superficial sólo necesita describirse en una forma general.
- c) Una WPS de soldadura de ranura de penetración completa en la junta, precalificada con ANSI/AWS D1.1 es aceptable.
- d) Cualquier material no incluido en las combinaciones de metal de aporte – metal de base precalificados de la ANSI/AWS D1.1 también se considera precalificado si su composición química y propiedades mecánicas son comparables a las de uno de los metales de base calificados incluidos en la ANSI/AWS D1.1.

- e) Cualquier material no incluido en la Sección IX de ASME también se considera como un material con un número-S en la Sección IX de ASME, si su composición química y sus propiedades mecánicas son comparables a las de uno de los materiales incluidos en la sección IX de ASME con un número-S.

9.1.5.8 Cuando se especifique en la orden de compra, la especificación del procedimiento de soldadura (WPS) debe incluir la calificación para el ensayo Charpy de entalla en V, con los sitios de ensayo, condiciones de ensayo y criterios de aceptación que cumplan los requisitos especificados para soldadura de reparación en la orden de compra.

9.1.5.9 Cuando se especifique en la orden de compra, la especificación del procedimiento de soldadura (WPS) se debe someter a la aprobación por parte del comprador, antes de realizar la soldadura de reparación.

9.5.2 Productos estructurales con una resistencia a la tracción mínima especificada de 690 MPa (100 ksi) o mayor

La soldadura de reparación para productos estructurales con una resistencia a la tracción mínima especificada de 690 MPa (100 ksi) o mayor, debe cumplir los siguientes requisitos adicionales:

9.5.2.1 Cuando se especifique en el pedido, se debe obtener autorización del comprador para la reparación mediante soldeo.

9.5.2.2 La superficie que se va a soldar se debe inspeccionar usando un método de partícula magnética o un método con penetración de líquido para verificar que las imperfecciones previstas para ser eliminadas lo hayan sido efectivamente. Cuando se emplee inspección de partículas magnéticas, la superficie se debe inspeccionar tanto en dirección paralela como perpendicular al área que se va a reparar.

9.5.2.3 Cuando las soldaduras de reparación se van a someter a un tratamiento térmico post-soldo, se debe tener cuidado especial en la selección de los electrodos, para evitar compuestos que se pueden volver quebradizos como resultado de este tratamiento.

9.5.2.4 Las reparaciones en productos estructurales que se van a someter a un tratamiento térmico posterior en el taller, se deben inspeccionar después de dicho tratamiento; las reparaciones en productos estructurales que no se someten a este tratamiento se deben inspeccionar no antes de 48 h después del soldeo. En esta inspección se debe usar un método de partículas magnéticas o de penetración de líquido; cuando se realice inspección de partículas magnéticas, se debe hacer paralela y perpendicular a la longitud de la reparación.

9.5.2.5 La ubicación de las reparaciones de soldadura se debe marcar en la pieza terminada.

9.5.3 Calidad de la reparación

Las soldaduras y la zona adyacente afectada por el calor deben estar sanas y libres de grietas, el metal de soldadura debe estar completamente fundido a todas las superficies y bordes sin socavado ni traslapo. Cualquier grieta visible, porosidad, fusión incompleta o socavado en cualquier capa se debe eliminar antes de la deposición de la capa siguiente. El metal de soldadura se debe proyectar mínimo 2 mm (1/16 de pulgada) sobre la superficie laminada después de soldadura y el metal que se proyecte se debe eliminar mediante cincelado o esmerilado, o ambos, para nivelarlo con la superficie laminada y producir un buen acabado.

9.5.4 Inspección de las reparaciones

El fabricante o procesador debe mantener un programa de inspección del trabajo, con el fin de verificar que:

9.5.4.1 Las imperfecciones se hayan eliminado por completo.

9.5.4.2 Las limitaciones especificadas arriba no se hayan excedido.

9.5.4.3 Los procedimientos de soldadura establecidos se hayan seguido, y

9.5.4.4 Cualquier depósito de soldadura sea de calidad aceptable, como se definió anteriormente.

10. MÉTODOS DE ENSAYOS

10.1 Todos los ensayos se deben llevar a cabo de acuerdo con la norma ASTM A 370.

10.2 La resistencia a la fluencia se debe determinar por el método de intervalo de deformación especificado del 0,2 % (*offset*) o por el método de extensión bajo carga de 0,5 %, a menos que se establezca algo diferente en la norma de material.

10.3 PROCEDIMIENTOS DE REDONDEO

Para determinar la conformidad con la norma, el valor calculado se debe redondear con aproximación a 5 MPa (1 ksi) de tracción y resistencia a la fluencia, y con aproximación a la unidad más cercana a la derecha de las cifras usadas al expresar el valor límite para otros valores, de acuerdo con el método de redondeo de la norma ASTM E 29.

10.4 Para las probetas de sección de ángulos completa, el área de sección transversal usada para calcular las resistencias a la fluencia y a la tracción debe ser un área teórica calculada con base en el peso de la probeta (véase el numeral 12.1).

11. ENSAYOS DE TRACCIÓN

11.1 CONDICIÓN

Las probetas de ensayo de productos estructurales no tratados térmicamente se deben tomar de muestras de ensayo que sean representativas de los productos estructurales en el estado en que se entregaron. Las probetas de ensayo de productos estructurales no tratados térmicamente se deben tomar de muestras de ensayo que sean representativas de los productos estructurales en el estado en que se entregaron, o de piezas separadas de espesor completo o de la sección completa, de la misma colada sometida a tratamiento térmico similar.

11.1.1 Cuando la chapa es tratada térmicamente con una tasa de enfriamiento más rápida que el enfriamiento en aire quieto desde la temperatura de austenización, además de los otros requisitos especificados en la presente norma, se debe aplicar uno de los siguientes:

11.1.1.1 La longitud entre marcas de la probeta del ensayo de tracción se debe tomar como mínimo a 1 T de cualquier borde en el estado en que se trató térmicamente, en donde T es el espesor de la chapa y debe estar mínimo a 12,5 mm (1/2 de pulgada) de las superficies cortadas por llama o de la zona afectada por el calor.

11.1.1.2 Una almohadilla reguladora térmica de acero de 1 T por 1 T por mínimo 3 T se debe unir al borde de la chapa por una soldadura de penetración parcial que sella completamente el borde regulado antes del tratamiento térmico.

11.1.1.3 Se debe usar aislamiento térmico u otras barreras térmicas durante el tratamiento térmico, adyacente al borde de la chapa de donde se van a retirar las probetas. Se debe demostrar que la velocidad de enfriamiento de la probeta del ensayo de tracción no es mayor ni substancialmente menor que la obtenida por el método descrito en el numeral 11.1.1.2.

11.1.1.4 Cuando se usan muestras de ensayo cortadas de la chapa pero de tratamiento térmico separado, las dimensiones de la muestra deben ser mínimo 3 T por 3 T por T y cada probeta de tracción cortada de ella debe cumplir los requisitos del numeral 11.1.1.1.

11.1.1.5 El tratamiento térmico de los especímenes de ensayo, separadamente en el dispositivo, debe estar sujeto a las limitaciones de que haya a disposición (1) datos de velocidad de enfriamiento para la chapa y (2) dispositivos de control de velocidad de enfriamiento de las probetas de ensayo, y (3) que el método haya recibido la aprobación previa del comprador.

11.2 ORIENTACIÓN

Para chapas de ancho mayor de 600 mm (24 pulgadas), se deben tomar probetas tales que el eje longitudinal de la probeta sea transversal a la dirección final de laminado de la chapa. Las probetas de ensayo para todos los otros productos estructurales se deben tomar de manera que el eje longitudinal de la probeta sea paralelo a la dirección final de laminado.

11.3 UBICACIÓN

11.3.1 Chapas

Las probetas de ensayo se deben tomar de una esquina de la chapa.

11.3.2 Perfiles W y HP con alas de 150 mm (6 pulgadas) o más anchas

Los especímenes de ensayo se deben seleccionar de un punto en el alma a 2/3 de la distancia desde la línea central del ala hasta el borde de ésta.

11.3.3 Perfiles diferentes de los del numeral 11.3.2

Las probetas de ensayo se deben seleccionar del alma de las vigas, canales y zetas; de los vástagos* de las tes laminadas; y de los lados de los ángulos y ángulos de bordón, excepto en donde se usan especímenes de sección completa para ángulos, y en consecuencia, los criterios de aceptación para alargamiento se aumentan (véase el numeral 11.6.2).

11.3.4 Barras

11.3.4.1 Las probetas de ensayo de barras que se van a usar para pasadores y rodillos se deben tomar de manera que el eje esté a media distancia entre el centro y la superficie, para pasadores y rodillos de menos de 75 mm (3 pulgadas); 25 mm (1 pulgada) desde la superficie, para pasadores y rodillos de 75 mm (3 pulgadas) y más de diámetro, o como se especifica en el Anexo 1 de la norma ASTM A 370, si el requisito anterior aplicable no es viable.

11.3.4.2 Las probetas de ensayo para barras diferentes de las usadas para pasadores y rodillos se deben tomar como se especifica en el Anexo A.1 de la norma ASTM A 370.

11.4 FRECUENCIA DE LOS ENSAYOS

11.4.1 Productos estructurales fabricados de un producto estructural como se laminó

El número mínimo de piezas o chapas como se laminaron que se van a ensayar para cada colada y gradación de resistencia, en donde sea aplicable, debe ser el siguiente, excepto que debe ser permisible que cualquier ensayo individual represente múltiples gradaciones de resistencia:

11.4.1.1 Como se indica en la Tabla B, o

11.4.1.2 Una tomada del espesor mínimo en la colada, y una tomada del espesor máximo en la colada, en donde el espesor hace referencia al espesor, diámetro o dimensión comparable especificada, el que sea apropiado para el producto estructural laminado.

11.4.2 Productos estructurales fabricados de bobinas y suministrados sin tratamiento térmico o solamente con alivio de esfuerzos

11.4.2.1 Excepto como se exige en el numeral 11.4.4, el número mínimo de bobinas que se van a ensayar para cada colada y grados de resistencia, en donde sea aplicable, debe ser como se indica en la Tabla C, excepto que será permisible que cualquier rollo individual represente múltiples grados de resistencia.

11.4.2.2 Excepto como se exige en el numeral 11.4.2.3, se deben tomar dos probetas de tracción de cada rollo ensayado, la primera tomada inmediatamente antes de que el primer producto estructural sea calificado, y la segunda tomada aproximadamente del traslapo central.

11.4.2.3 Si durante el desenrollado, la cantidad de material desenrollado es menor de la requerida para llegar al traslapo central aproximado, el segundo ensayo para la calificación de cada porción desenrollada se debe tomar de un lugar adyacente al extremo de la porción más interna desenrollada. Para calificar porciones sucesivas de este rollo, se debe realizar un ensayo adicional de la porción más interna desenrollada, hasta que se obtenga un ensayo* del traslapo central aproximado.

11.4.3 Productos estructurales fabricados de bobinas y suministrados con tratamiento térmico diferente del alivio de esfuerzos

El número mínimo de piezas que se va a ensayar para cada colada y gradación de resistencia, en donde sea aplicable, debe ser como sigue, excepto que será permisible que cualquier ensayo individual represente múltiples gradaciones de resistencia.

11.4.3.1 Como se indica en la Tabla B, o

11.4.3.2 Una tomada del espesor mínimo de la colada y otra tomada del máximo espesor de la colada, en donde espesor hace referencia al espesor, el diámetro o una dimensión comparable especificada, el(la) que sea apropiado(a) para el producto estructural aplicable laminado.

11.4.4 productos estructurales producidos de bobinas y calificados usando probetas de ensayo tratadas térmicamente por un proceso distinto al de alivio de tensiones

El número mínimo de piezas a ser ensayadas por cada colada y grado de resistencia, cuando sea aplicable, debe ser como se indica a continuación, excepto que se debe permitir algunos ensayos individuales que representen múltiples grados de resistencia

11.4.4.1 como se indica en la Tabla B, ó

11.4.4.2 una muestra tomada del mínimo espesor en la colada, donde el espesor significa el espesor especificado, el diámetro o dimensión comparable, cualquiera es apropiada para ser aplicable en el producto estructural laminado.

Tabla B. Número mínimo de ensayos de tracción requeridos.

Rango de espesor ^A laminado para la colada	Diferencia de espesor ^A entre piezas o chapas como se laminaron, en el rango de espesor ^A	Número mínimo de ensayos de tracción requeridos
menos de 10 mm [3/8 pulgadas]	mas de 2 mm o menos	Dos ^B ensayos por colada, realizados en diferentes piezas o chapas como se laminaron, que tengan cualquier espesor ^A en el rango de espesor.
	más de 2 mm [1/16 de pulgada]	Dos ^B ensayos por colada, uno en el espesor mínimo dentro del rango de espesor ^A y otro en el espesor máximo ^A en el rango de espesor.
10 mm a 50 mm [3/8 de pulgada a 2 pulgadas]	menos de 10 mm [3/8 de pulgada]	Dos ^B ensayos por colada, realizados en diferentes piezas o chapas como se laminaron, que tengan cualquier espesor ^A en el rango de espesor.
	menos de 10 mm [3/8 de pulgada]	Dos ^B ensayos por colada, uno en el espesor mínimo dentro del rango de espesor ^A y otro en el espesor máximo ^A en el rango de espesor.
más de 50 mm [2 pulgadas]	menos de 25 mm [1 pulgada]	Dos ^B ensayos por colada, realizados en diferentes piezas o chapas como se laminaron, que tengan cualquier espesor ^A en el rango de espesor.
	25 mm [1 pulgada]	Dos ^B ensayos por colada, uno en el espesor mínimo dentro del rango de espesor ^A y otro en el espesor máximo ^A en el rango de espesor.
^A La palabra espesor hace referencia al espesor, diámetro o dimensión comparable, el que sea apropiado para el producto estructural específico laminado.		
^B Un ensayo, si solamente se va a calificar una pieza o chapa como se laminó.		

11.5 PREPARACIÓN

11.5.1 Chapas

11.5.1.1 Las probetas para el ensayo de tracción de chapas de 20 mm (3/4 de pulgada) y menos de espesor deben tener el espesor completo de las chapas. Las probetas de ensayo deben cumplir con los requisitos de la Figura 3 de la norma ASTM A 370 para probetas de 40 mm (1 1/2 pulgadas) ó 12,5 mm (1/2 pulgada) de ancho.

11.5.1.2 Para chapas hasta de 100 mm (4 pulgadas) de espesor inclusive, el uso de probetas de 40 mm (1 1/2 pulgadas) de ancho, del espesor completo de la chapa, y que cumplan los requisitos de la Figura 3 y las definiciones de la norma ASTM A 370, debe estar sujeto a la limitación de una adecuada capacidad de la máquina de ensayo.

11.5.1.3 Para chapas de más de 20 mm (3/4 de pulgada) de espesor, excepto como se permite en el numeral 11.5.1.2, las probetas del ensayo de tracción deben cumplir con los requisitos de la Figura 4 de la ASTM A 370 para una probeta de 12,5 mm (0,500 pulgadas) de diámetro. El eje de estas probetas debe estar ubicado a media distancia entre el centro del espesor y la superficie superior o inferior de la chapa.

11.5.2 Perfiles

11.5.2.1 Excepto cuando los ángulos se ensayan en la sección completa, las probetas para el ensayo de tracción de perfiles de 20 mm (3/4 de pulgada) y menos de espesor se deben ensayar en su espesor completo. Las probetas deben cumplir con los requisitos de la Figura 3 de la ASTM A 370 para probetas de 40 mm (1 1/2 pulgadas) ó 12,5 mm (1/2 pulgada) de ancho.

11.5.2.2 Para perfiles hasta de 100 mm (4 pulgadas) inclusive, de espesor, el uso de probetas de 40 mm (1 1/2 pulgadas) de ancho, del espesor completo del perfil y que cumplen los requisitos de la norma ASTM A 370, está sujeto a que la máquina de ensayo tenga la capacidad adecuada.

Tabla C. Número mínimo de Bobinas requeridas para el ensayo de tracción

NOTA Véanse los numerales 11.4.2.2 y 11.4.2.3 para el número de ensayos por rollo.

Diferencia de espesor ^A entre los Bobinas de la colada	Número mínimo de Bobinas requeridos para el ensayo de tracción
menos de 2 mm [1/16 de pulgada]	Dos ^B Bobinas por colada, a cualquier espesor ^A en la colada
2 mm [1/16 de pulgada o más]	Dos ^B Bobinas por colada, uno al espesor mínimo ^A y otro al espesor máximo ^A en la colada
^A La palabra espesor hace referencia al espesor, diámetro o dimensión comparable, el que sea apropiado para el producto estructural específico laminado.	
^B Un rollo, si solamente se va a calificar el producto de un rollo.	

11.5.2.3 Para perfiles de más de 20 mm (3/4 de pulgada) de espesor, excepto como se permite en el numeral 11.5.2.2, las probetas del ensayo de tracción deben cumplir con los requisitos que se presentan en la Figura 4 de la norma ASTM A 370 para una probeta de 12,5 mm (0,500 pulgadas) de diámetro. El eje de la probeta debe estar localizado en el punto intermedio entre el centro del espesor y la superficie superior o inferior del material.

11.5.3 Barras

11.5.3.1 Excepto como se indique abajo, las probetas de ensayo de barras deben estar de acuerdo con el Anexo A.1 de la norma ASTM A 370.

11.5.3.2 Excepto como se especifica en el numeral 11.5.3.5, las probetas de ensayo para barras de 20 mm (3/4 de pulgada) y menos de espesor, pueden cumplir con los requisitos de la Figura 3 de la norma ASTM A 370 para las probetas de 40 mm (1 1/2 pulgadas) ó 12,5 mm (1/2 pulgada) de ancho.

11.5.3.3 Excepto como se especifica en los numerales 11.5.3.4 y 11.5.3.5, las probetas de ensayo para barras de más de 20 mm (3/4 de pulgada) de espesor o diámetro deben cumplir con los requisitos para las probetas de 40 mm (1 1/2 pulgadas) ó 12,5 mm (1/2 pulgada) de ancho, de la Figura 3 de la norma ASTM A 370, o con los requisitos para la probeta de 12,5 mm (0,500 pulgadas) de diámetro, de la Figura 4 de la norma ASTM A 370.

11.5.3.4 Para barras diferentes de las que se van a usar para pasadores y rodillos, el fabricante o procesador tiene la opción de usar probetas que estén maquinadas hasta un espesor o diámetro mínimo de 20 mm (3/4 de pulgada), en una longitud mínima de 230 mm (9 pulgadas).

11.5.3.5 Las probetas de barras que se van a usar en pasadores y rodillos deben cumplir los requisitos de la Figura 4 de la norma ASTM A 370 para probetas de ensayo de 12,5 mm (0,500 pulgada) de diámetro.

11.6 AJUSTES PARA EL REQUISITO DE ALARGAMIENTO

11.6.1 Debido a la geometría de la probeta, el efecto encontrado cuando se usa la probeta rectangular para el ensayo de tracción de material delgado, se deben hacer ajustes en los requisitos de alargamiento para espesores menores de 8 mm (0,312 pulgadas). En consecuencia, se deben aplicar las siguientes reducciones de los requisitos de alargamiento de base:

Intervalo de espesor nominal, mm (pulgadas)	Reducción del alargamiento, % ^A
7,60 - 7,89 (0,299 - 0,311)	0,5
7,30 - 7,59 (0,286 - 0,298)	1,0
7,00 - 7,29 (0,273 - 0,285)	1,5
6,60 - 6,99 (0,259 - 0,272)	2,0
6,20 - 6,59 (0,246 - 0,258)	2,5
5,90 - 6,19 (0,233 - 0,245)	3,0
5,50 - 5,89 (0,219 - 0,232)	3,5
5,20 - 5,49 (0,206 - 0,218)	4,0
4,90 - 5,19 (0,193 - 0,205)	4,5
4,60 - 4,89 (0,180 - 0,192)	5,0
4,20 - 4,59 (0,166 - 0,179)	5,5
3,90 - 4,19 (0,153 - 0,165)	6,0
3,60 - 3,89 (0,140 - 0,152)	6,5
3,20 - 3,59 (0,127 - 0,139)	7,0
< 3,20 (0,127)	7,5
⁴ Las reducciones del alargamiento para espesores menores de 4,60 mm (0,180 pulgada) se aplican solamente a perfiles estructurales.	

11.6.2 Debido a la geometría de la probeta, el efecto encontrado cuando se usan probetas de ensayo de sección completa para ángulos, los requisitos de alargamiento para ángulos de tamaño estructural se deben aumentar en seis puntos porcentuales cuando se usen probetas de ensayo de sección completa.

11.6.3 Debido al alargamiento inherentemente bajo que se puede obtener en productos estructurales más gruesos, se deben hacer ajustes en los requisitos de alargamiento. Para productos estructurales de más de 90 mm (3,5 pulgadas) de espesor, se debe hacer una reducción de 0,5 puntos porcentuales del porcentaje especificado de alargamiento en 50 mm (2 pulgadas), por cada incremento de 12,5 mm (0,5 pulgadas) de espesor de más de 90 mm (3,5 pulgadas). Esta reducción no debe exceder 3 puntos porcentuales. En consecuencia, se deben aplicar las siguientes reducciones de los requisitos de alargamiento básicos:

Intervalo de espesor nominal, mm (pulgadas)	Reducción del alargamiento, %
90,00-102,49 (3,500-3,999)	0,5
102,50-114,99 (4,000-4,499)	1,0
115,00-127,49 (4,500-4,999)	1,5
127,50-139,99 (5,000-5,499)	2,0
140,00-152,49 (5,500-5,999)	2,5
152,50 y más gruesos (6,000 y más gruesos)	3,0

11.6.4 Cuando se establece en la norma de producto aplicable, para chapas hasta de 20 mm (3/4 de pulgada) de espesor, inclusive, si el porcentaje de alargamiento de una probeta de 200 mm (8 pulgadas) de longitud entre marcas se encuentra a máximo 3 puntos porcentuales por debajo de la cantidad establecida, el alargamiento se debe considerar satisfactorio si el porcentaje de alargamiento en 50 mm (2 pulgadas) a través de la rotura no es inferior al 25 %.

11.6.5 Las tablas de requisitos de propiedades de tracción en muchas de las normas de producto cubiertas por esta norma de requisitos generales especifican requisitos de alargamiento en longitudes entre marcas de 200 mm (8 pulgadas) y 50 mm (2 pulgadas). A menos que se indique algo diferente en la norma de producto aplicable, no se requiere aplicar ambos requisitos simultáneamente y el alargamiento sólo necesita determinarse en la longitud entre marcas apropiada para la probeta usada. Después de seleccionar la longitud entre marcas apropiada, el requisito de alargamiento para la longitud entre marcas alterna alternativa no se debe considerar aplicable.

11.7 APLICACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLUENCIA

11.7.1 Cuando las probetas de ensayo no presentan un punto de fluencia desproporcionado bien definido, se debe determinar la resistencia a la fluencia y sustituir al punto de fluencia.**

11.7.2 El fabricante o procesador debe tener la opción de sustituir la resistencia a la fluencia por el punto de fluencia, si la probeta de ensayo presenta un punto de fluencia desproporcionado bien definido.

11.7.3 La resistencia a la fluencia se debe determinar por el método de intervalo de deformación especificado (*offset*) al 0,2 % ó por el método de extensión bajo carga del 0,5 %

11.8 ENSAYOS DE TRACCIÓN DEL PRODUCTO

La presente norma no establece requisitos para ensayo de tracción del producto posteriores al despacho (véase el numeral 15.1). Por lo tanto, los requisitos del numeral 11.1 al 11.7 inclusive, y el numeral 13, se aplican solamente a ensayos realizados en el sitio de fabricación antes del despacho.

NOTA 5 El cumplimiento de esta norma y las normas de producto aplicables, por parte del fabricante o procesador, no excluye la posibilidad de que los resultados de los ensayos de tracción puedan variar por fuera de los rangos especificados. Las propiedades de tracción variarán dentro de la misma colada o pieza, ya sea como se laminó, laminada de control o tratada térmicamente. El ensayo de tracción de acuerdo con los requisitos de la presente norma no brinda la seguridad de que todos los productos de una colada tendrán propiedades de tracción idénticas a los productos ensayados. Si el comprador desea mayor seguridad que la brindada mediante la aplicación de esta norma, debería imponer requisitos o ensayos adicionales, por ejemplo el Requisito Complementario S4.

11.8.1 El Apéndice X.2 brinda información adicional sobre la variabilidad de las propiedades de tracción en chapas y perfiles estructurales.

12. VARIACIONES PERMITIDAS EN LAS DIMENSIONES Y EN LA MASA (PESO)

12.1 Se supone que un pie cúbico de acero laminado pesa 490 lb, y que un metro cúbico de acero laminado tiene una masa de 7 850 kg.

12.2 CHAPAS

Las variaciones permitidas para las dimensiones y masa (peso) no deben exceder los límites aplicables de las Tablas 1-5 (Anexo A.1, Tablas A.1.1 a A.1.15), inclusive.

12.3 PERFILES

12.3.1 El Anexo 2 enumera las designaciones y dimensiones, en unidades del SI y unidades libra-pulgada, de perfiles que son los más comúnmente disponibles. Los radios de los filetes y los bordes de los perfiles varían con los fabricantes individuales y por tanto no se especifican.

12.3.2 Las variaciones permitidas en las dimensiones no deben exceder los límites aplicables de las Tablas 16-25 (Anexo 1, Tablas A.1.16 a A.1.25) inclusive. Las variaciones permitidas para los perfiles especiales no incluidas en las tablas se deben acordar entre el fabricante y el comprador.

NOTA Las variaciones permitidas se dan en las Tablas 16 a 25 (Anexo 1, Tablas A.1.16 a A.1.25) para algunos perfiles que no se encuentran incluidos en el Anexo A.2 (es decir, ángulos de bordón, tes y zetas). La adición de estas secciones al Anexo 2 se considerará por el Subcomité A01.02 cuando se presente esta necesidad.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 1. Variaciones permisibles en el espesor para chapas de acero al carbono aleado y de baja aleación, rectangulares, de alta resistencia, de 15 pulgadas y menos de espesor cuando se ordenan de acuerdo con el espesor

NOTA 1 Las Tablas 1-31, inclusive, contienen variaciones permitidas en las dimensiones y peso establecidos en unidades libra-pulgada.

NOTA 2 Variación permitida según el espesor especificado, 0,01 pulgada.

NOTA 3 Espesor por medir de 3/8 de pulgada a 3/4 de pulgada del borde longitudinal.

NOTA 4 Para espesores medidos en cualquier lugar diferente del especificado en la Nota 3, las variaciones permitidas sobre el espesor especificado deben ser de 1 ¾ veces las cantidades de esta tabla, redondeadas con aproximación a 0,01 pulgada.

NOTA 5 En donde aparece "..." en esta tabla, no hay requisito.

Espesor especificado pulgadas	Variaciones permitidas sobre el espesor especificado para anchos dados, pulgadas											
	48 y menos	más de 48 a 60, exclusive	60 a 72, exclusive	72 a 84, exclusive	84 a 96, exclusive	96 a 108, exclusive	108 a 120, exclusive	120 a 132, exclusive	132 a 144, exclusive	144 a 168, exclusive	168 a 182, exclusive	182 y más
Hasta 1/4, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	...	...	...
1/4 a 5/16, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	...	...	...
5/16 a 3/8, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	...	...
3/8 a 7/16, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	...
7/16 a 1/2, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	...
1/2 a 5/8, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	...
5/8 a 3/4, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07
3/4 a 1, exclusive	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1 a 2, exclusive	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,10	0,11	0,13	0,16
2 a 3, exclusive	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	...
3 a 4, exclusive	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,17	...
4 a 6, exclusive	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	...
6 a 10, exclusive	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,27	0,28	...
10 a 12, exclusive	0,29	0,29	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	...
12 a 15, inclusive	0,29	0,29	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 2. Variaciones permitidas en el peso para chapas rectangulares cizalladas y chapas con laminado universal de 613,0 lb/pies² y menos, cuando se ordenan por peso

NOTA 1 Las variaciones permitidas de exceso de peso para lotes de chapas cortadas según croquis y circulares deben ser de 1 ¼ veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 2 Las variaciones permitidas de exceso de peso para chapas sencillas deben ser de 1 1/3 veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 3 Las variaciones permitidas de exceso de peso para chapas circulares sencillas y cortadas según croquis debe ser de 1 2/3 veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 4 La densidad estándar adoptada del acero laminado es 490 lb/pie³.

NOTA 5 En donde aparece "..." en esta tabla, no hay requisito.

Pesos especificados, pulgadas	Variaciones permitidas en el peso promedio de lotes ^A para anchos dados en pulgadas, expresadas en porcentaje de los pesos especificados por pie cuadrado																					
	48 y menos		más de 48 a 60 exclusive		60 a 72 exclusive		72 a 84 exclusive		84 a 96 exclusive		96 a 108 exclusive		108 a 120 exclusive		120 a 132 exclusive		132 a 144 exclusive		144 a 168 exclusive		168 y más	
	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de
hasta 10, exclusive	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,5	3,0	9,0	3,0	11,0	3,0	13,0	3,0	...	...	...	...
10 a 12,5, exclusive	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,5	3,0	7,0	3,0	8,0	3,0	9,0	3,0	12,0	3,0	...	...
12,5 a 15,0, exclusive	4,0	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,5	3,0	8,0	3,0	11,0	3,0	...	...
15 a 17,5 exclusive	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,0	3,0	9,0	3,0	10,0	3,0
17,5 a 20, exclusive	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	8,0	3,0	9,0	3,0
20 a 25, exclusive	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	7,0	3,0	8,0	3,0
25 a 30, exclusive	3,0	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	6,5	3,0	7,0	3,0
30 a 40, exclusive	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5	3,5	2,5	4,0	3,0	4,5	3,0	6,0	3,0	6,5	3,0
40 a 81,7, exclusive	2,5	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	4,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0
81,7 a 122,6, exclusive	2,5	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0
122,6 a 163,4, exclusive	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0
163,4 a 245,1, exclusive	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	3,0	1,0	3,5	1,0
245,1 a 409,0, exclusive	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	3,0	1,0
409,0 a 490,1, exclusive	2,0	1,0	2,0	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0
490,1 a 613,0, exclusive	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0

^A El término "lote" hace referencia a todas las chapas de cada ancho tabulada y de cada grupo de peso representado en cada despacho.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 3. Variaciones permitidas en ancho y longitud para chapas cizalladas de 1 ½ pulgadas y menos de espesor.
Longitud solamente de chapas de cizallado universal de 2 ½ pulgadas y menos de espesor

Dimensiones especificadas, pulgadas		Variaciones permitidas en el ancho y longitud ^A especificados, para espesores en pulgadas o pesos equivalente, lb/pie ²							
Longitud	Ancho	hasta 3/8, exclusive	3/8 a 5/8, exclusive	5/8 a 1, exclusive	1 a 2. inclusive ^B				
		hasta 15, 3 exclusive	15,3 a 25,5, exclusive	25,5 a 40,8, exclusive	40,8 a 81,7, inclusive				
		ancho	longitud	ancho	longitud	ancho	longitud	ancho	longitud
Hasta 120 exclusive	Hasta 60 exclusive	3/8	1/2	7/16	5/8	1/2	3/4	5/8	1
	60 hasta 84 exclusive	7/16	5/8	1/2	11/16	5/8	7/8	3/4	1
	84 hasta 108 exclusive	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4	1	1	1 1/8
	108 y superiores	5/8	7/8	3/4	1	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/4
120 hasta 240 exclusive	Hasta 60 exclusive	3/8	3/4	1/2	7/8	5/8	1	3/4	1 1/8
	60 hasta 84 exclusive	1/2	3/4	5/8	7/8	3/4	1	7/8	1 1/4
	84 hasta 108 exclusive	9/16	7/8	11/16	15/16	13/16	1 1/8	1	1 3/8
	108 y superiores	5/8	1	3/4	1 1/8	7/8	1 1/4	1 1/8	1 3/8
240 hasta 360 exclusive	Hasta 60 exclusive	3/8	1	1/2	1 1/8	5/8	1 1/4	3/4	1 1/2
	60 hasta 84 exclusive	1/2	1	5/8	1 1/8	3/4	1 1/4	7/8	1 1/2
	84 hasta 108 exclusive	9/16	1	11/16	1 1/8	7/8	1 3/8	1	1 1/2
	108 y superiores	11/16	1 1/8	7/8	1 1/4	1	1 3/8	1 1/4	1 3/4
360 hasta 480 exclusive	Hasta 60 exclusive	7/16	1 1/8	1/2	1 1/4	5/8	1 3/8	3/4	1 5/8
	60 hasta 84 exclusive	1/2	1 1/4	5/8	1 3/8	3/4	1 1/2	7/8	1 5/8
	84 hasta 108 exclusive	9/16	1 1/4	3/4	1 3/8	7/8	1 1/2	1	1 7/8
	108 y superiores	3/4	1 3/8	7/8	1 1/2	1	1 5/8	1 1/4	1 7/8
480 hasta 600 exclusive	Hasta 60 exclusive	7/16	1 1/4	1/2	1 1/2	5/8	1 5/8	3/4	1 7/8
	60 hasta 84 exclusive	1/2	1 3/8	5/8	1 1/2	3/4	1 5/8	7/8	1 7/8
	84 hasta 108 exclusive	5/8	1 3/8	3/4	1 1/2	7/8	1 5/8	1	1 7/8
	108 y superiores	3/4	1 1/2	7/8	1 5/8	1	1 3/4	1 1/4	1 7/8

^A Variación permitida por debajo del ancho y longitud especificadas, ¼ pulgada.

^B Las variaciones permitidas en la longitud se aplican también a las chapas de laminado universal hasta de 12 pulgadas de ancho para espesores de más de 2 pulgadas a 2 ½ pulgadas, inclusive, excepto para acero de aleación de hasta 2 pulgadas de espesor.

Tabla 4. Variaciones permitidas en el ancho para chapas al carbono de baja aleación y alta resistencia de borde laminado producidas en laminador de flejes (se aplica a chapas producidas de bobinas o chapas producidas en longitudes discretas de productos planos)

Ancho especificado, pulgadas	Variación permitida sobre el ancho especificado, ^A pulgadas
Hasta 14 exclusive	7/16
14 hasta 17 exclusive	1/2
17 hasta 19 exclusive	9/16
19 hasta 21 exclusive	5/8
21 hasta 24 exclusive	11/16
24 hasta 26 exclusive	13/16
26 hasta 28 exclusive	15/16
28 hasta 35 exclusive	1 1/8
35 hasta 50 exclusive	1 1/4
50 hasta 60 exclusive	1 1/2
60 hasta 65 exclusive	1 5/8
65 hasta 70 exclusive	1 3/4
70 hasta 80 exclusive	1 7/8
80 y superiores	2
^A No se permite variación por debajo del ancho especificado	

Tabla 5. Variaciones permitidas en el ancho laminado para chapas de laminado universal de 15 pulgadas y menos de espesor

Ancho especificado, pulgadas	Variaciones permitidas sobre el ancho especificado ^A para espesores en pulgadas o pesos equivalentes lb/pie ²					
	Hasta 3/8 exclusive	3/8 hasta 5/8 exclusive	5/8 hasta 1 exclusive	1 hasta 2 inclusive	más de 2 hasta 10 inclusive	más de 10 hasta 15 inclusive
	Hasta 15,3 exclusive	15,3 hasta 25,5 exclusive	25,5 hasta 40,8 exclusive	40,8 hasta 81,7 inclusive	81,7 hasta 409,0 inclusive	409,0 hasta 613,0 inclusive
Más de 8 a 20 exclusive	1/8	1/8	3/16	1/4	3/8	1/2
20 hasta 36 exclusive	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	9/16
36 y superiores	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8
^A No se permite variación por debajo del ancho especificado, 1/8 de pulgada						

Tabla 6. Variaciones permitidas en el diámetro para chapas circulares cizalladas de 1 pulgada y menos de espesor

Diámetro especificado, pulgadas	Variaciones permitidas sobre el diámetro especificado ^A para espesores dados en pulgadas		
	Hasta 3/8 exclusive	3/8 hasta 5/8 exclusive	5/8 hasta 1 inclusive
Hasta 32 exclusive	1/4	3/8	1/2
32 hasta 84 exclusive	5/16	7/16	9/16
84 hasta 108 exclusive	3/8	1/2	5/8
108 hasta 130 exclusive	7/16	9/16	11/16
130 y superiores	1/2	5/8	3/4
^A No se permite variación por debajo del diámetro especificado.			

Tabla 7. Variaciones permitidas en el diámetro para chapas circulares cortadas con gas (no aplicables a acero de aleación)

Diámetro especificado, pulgadas	Variaciones permitidas sobre el diámetro especificado ^A para espesores dados en pulgadas					
	Hasta 1 exclusive	1 hasta 2 exclusive	2 hasta 4 exclusive	4 hasta 6 exclusive	6 hasta 8 exclusive	8 hasta 15 inclusive
Hasta 32 exclusive	3/8	3/8	1/2	1/2	5/8	3/4
32 hasta 84 exclusive	3/8	1/2	1/2	5/8	3/4	7/8
84 hasta 108 exclusive	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
108 hasta 130 exclusive	1/2	9/16	11/16	7/8	1	1 1/8
130 y superiores	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4

^A No se permite variación por debajo del diámetro especificado.

Tabla 8. Variaciones permitidas en el ancho y longitud para chapas rectangulares cuando se especifica o se exige corte con gas (se aplica solamente a especificaciones de acero de aleación)

NOTA 1 Estas variaciones permitidas se deben tomar todas por debajo, o divididas por encima o por debajo, si así se especifica.

NOTA 2 Las chapas con bordes de laminado universal sólo se deben cortar con gas a la longitud especificada.

Espesor especificado, pulgadas	Variaciones permitidas sobre los anchos o longitudes especificadas, pulgadas
Hasta 2 exclusive	3/4
2 hasta 4 exclusive	1
4 hasta 6 exclusive	1 1/8
6 hasta 8 exclusive	1 5/16
8 hasta 15 inclusive	1 1/2

Tabla 9. Variaciones permitidas en el ancho y longitud para chapas rectangulares cuando se especifica o se exige corte con gas (no se aplica a acero de aleación)

NOTA 1 Estas variaciones permitidas se pueden tomar todas por debajo, o divididas por encima o por debajo, si así se especifica.

NOTA 2 Las chapas con bordes de laminado universal sólo se cortarán con gas a la longitud especificada.

Espesor especificado, pulgadas	Variaciones permitidas sobre los anchos o longitudes especificadas, pulgadas
Hasta 2 exclusive	1/2
2 hasta 4 exclusive	5/8
4 hasta 6 exclusive	3/4
6 hasta 8 exclusive	7/8
8 hasta 15 inclusive	1

Tabla 10. Variaciones permitidas en el diámetro para chapas circulares cortadas con gas (se aplican solamente a especificaciones de acero de aleación)

Diámetro especificado, pulgadas	Variaciones permitidas sobre el diámetro especificado ^A para espesores dados en pulgadas					
	Hasta 1 exclusive	1 hasta 2 exclusive	2 hasta 4 exclusive	4 hasta 6 exclusive	6 hasta 8 exclusive	8 hasta 15 inclusive
Hasta 32 exclusive	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1
32 hasta 84 exclusive	1/2	5/8	7/8	1	1 1/8	1 1/4
84 hasta 108 exclusive	5/8	3/4	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8
108 hasta 130 inclusive	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2

^A No se permite variación por debajo del diámetro especificado.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 11. Combadura permitida^A para chapas de laminado universal de acero de aleación, acero de baja aleación y alta resistencia y acero al carbono, y chapas rectangulares cortadas con gas, o de corte especial, cizalladas de acero de aleación y de acero de baja aleación y alta resistencia.**

Espesor, pulgadas	Peso especificados lb/pie ²	Ancho especificados, pulgadas	Combadura permitida, pulgadas
Hasta 2 inclusive	Hasta 81,7 inclusive	todos	1/8 de pulgada x (No. de pies de longitud/5)
Más de 2 hasta 15 inclusive	81,7 hasta 613,0 inclu.	Hasta 32 inclu.	3/16 de pulgada x (No. de pies de longitud/5)
Más de 2 hasta 15 inclusive	81,7 hasta 613,0 inclu.	más de 30	1/4 de pulgada x (No. de pies de longitud/5)
^A La combadura, en chapas, es la curvatura en la longitud del borde horizontal, medida en toda la longitud de la chapa cuando está plana.			

Tabla 12. Combadura permitida^A para chapas cizalladas y chapas rectangulares cortadas con gas, para todos los espesores (se aplica solamente a acero al carbono)

Combadura rectangular, pulgadas = $1/8 \times (\text{número de pies de longitud}/5)$	
^A La combadura, en chapas, es la curvatura en la longitud del borde horizontal, medida en toda la longitud de la chapa cuando está plana.	

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 13. Variaciones permitidas para chapas de acero al carbono, con relación a una superficie plana

NOTA 1 Cuando la dimensión más larga es menor de 36 pulgadas, la variación permitida con relación a una superficie plana no debe exceder ¼ pulgada. Cuando la dimensión más larga es de 36 a 72 pulgadas inclusive, la variación permitida con relación a una superficie plana no debe exceder el 75 % de la cantidad de la tabla para el ancho especificado, pero en ningún caso menos de ¼ de pulgada.

NOTA 2 Estas variaciones permitidas se aplican a chapas que tienen una resistencia a la tracción mínima especificada de máximo 60 ksi, o composición química o dureza comparables. Los límites de esta tabla se incrementan 50 % para chapas que tienen una mayor resistencia a la tracción mínima especificada, o composición química o dureza comparables.

NOTA 3 Esta tabla y estas notas cubren las variaciones permitidas con relación a una superficie plana para chapas circulares y chapas cortadas según croquis, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 4 En donde aparece "..." en esta tabla, no hay requisito.

NOTA 5 Cuando se mide la planicidad, las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana.

Espesor especificado, pulgadas	Peso especificado, lb/pie ²	Variaciones permitidas con relación a una superficie plana para los anchos especificados, pulgadas ^{A,B}										
		Hasta 36 excl.	36 hasta 48 excl.	48 hasta 60 excl.	60 hasta 72 excl.	72 hasta 84 excl.	84 hasta 96 excl.	96 hasta 108 excl.	108 hasta 120 excl.	120 hasta 144 excl.	144 hasta 168 excl.	168 y superiores
Hasta 1/4 exclusive	Hasta 10,2 exclusive	9/16	3/4	15/16	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	---	---
1/4 hasta 3/8 exclusive	10,2 hasta 15,3 exclusive	1/2	5/8	3/4	15/16	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	---	---
3/8 hasta 1/2 exclusive	15,3 hasta 20,4 exclusive	1/2	9/16	5/8	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 7/8	2 1/8
1/2 hasta 3/4 exclusive	20,4 hasta 30,6 exclusive	7/16	1/2	9/16	5/8	5/8	3/4	1	1	1 1/8	1 1/2	2
3/4 hasta 1 exclusive	30,6 hasta 40,8 exclusive	7/16	1/2	9/16	5/8	5/8	5/8	3/4	7/8	1	1 3/8	1 3/4
1 hasta 2 exclusive	40,8 hasta 81,7 exclusive	3/8	1/2	1/2	9/16	9/16	5/8	5/8	5/8	11/16	1 1/8	1 1/2
2 hasta 4 exclusive	81,7 hasta 163,4 exclusive	5/16	3/8	7/16	1/2	1/2	1/2	1/2	9/16	5/8	7/8	1 1/8
4 hasta 6 exclusive	163,4 hasta 245,1 exclusive	3/8	7/16	1/2	1/2	9/16	9/16	5/8	3/4	7/8	7/8	1
6 hasta 8 exclusive	245,1 hasta 326,8 exclusive	7/16	1/2	1/2	5/8	11/16	3/4	7/8	7/8	1	1	1
8 hasta 10 exclusive	326,8 hasta 409,0 exclusive	1/2	1/2	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	1	1	1
10 hasta 12 exclusive	409,0 hasta 490,1 exclusive	1/2	5/8	3/4	13/16	7/8	15/16	1	1	1	1	1
12 hasta 15 exclusive	490,1 hasta 613,0 inclusive	5/8	3/4	13/16	7/8	15/16	1	1	1	1	1	---
^A Variación permitida con relación a una superficie plana, para la longitud. Se considera que la longitud es la dimensión más larga especificada, y la variación permitida de una superficie plana en la longitud no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado, para chapas de hasta 12 pies de longitud o en cualquier 12 pies, para chapas de mayor longitud.												
^B Variación permitida con relación a una superficie plana, para el ancho. La variación permitida con relación a una superficie plana, a través del ancho, no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.												

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 14. Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para chapas de acero de aleación y acero de baja aleación y alta resistencia al carbono, laminadas en caliente o tratadas térmicamente

NOTA 1 Cuando la dimensión más larga es menor de 36 pulgadas, la variación permitida con relación a una superficie plana no debe exceder 3/8 pulgada. Cuando la dimensión más larga es de 36 a 72 pulgadas inclusive, la variación permitida con relación a una superficie plana no debe exceder el 75% de la cantidad de la tabla para el ancho especificado.

NOTA 2 Esta tabla y estas notas cubren las variaciones permitidas con relación a una superficie plana para chapas circulares y chapas cortadas según croquis, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 4 En donde aparece "..." en esta tabla, no hay requisito.

NOTA 5 Cuando se mide la planicidad, las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana.

Espesor especificado, pulgadas	Peso especificado, lb/pie ²	Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para los anchos especificados, pulgadas ^{A,B}										
		Hasta 36 excl	36 hasta 48 excl.	48 hasta 60 excl.	60 hasta 72 excl.	72 hasta 84 excl.	84 hasta 96 excl.	96 hasta 108 excl.	108 hasta 120 excl.	120 hasta 144 excl.	144 hasta 168 excl.	168 y superiores
Hasta 1/4 exclusive	Hasta 10,2 exclusive	13/16	1 1/8	1 3/8	1 7/8	2	2 1/4	2 3/8	2 5/8	2 3/4	---	---
1/4 hasta 3/8 exclusive	10,2 hasta 15,3 exclusive	3/4	15/16	1 1/8	1 3/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/4	2 3/8	---	---
3/8 hasta 1/2 exclusive	15,3 hasta 20,4 exclusive	3/4	7/8	15/16	15/16	1 1/8	1 5/16	1 1/2	1 5/8	1 7/8	2 3/4	3 1/8
1/2 hasta 3/4 exclusive	20,4 hasta 30,6 exclusive	5/8	3/4	13/16	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 5/8	2 1/4	3
3/4 hasta 1 exclusive	30,6 hasta 40,8 exclusive	5/8	3/4	7/8	7/8	15/16	1	1 1/8	1 5/16	1 1/2	2	2 5/8
1 hasta 2 exclusive	40,8 hasta 81,7 exclusive	9/16	5/8	3/4	13/16	7/8	15/16	1	1	1	1 5/8	2 1/4
2 hasta 4 exclusive	81,7 hasta 163,4 exclusive	1/2	9/16	11/16	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	1	1 1/4	1 5/8
4 hasta 6 exclusive	163,4 hasta 245,1 exclusive	9/16	11/16	3/4	3/4	7/8	7/8	15/16	1 1/8	1 1/4	1 1/4	1 1/2
6 hasta 8 exclusive	245,1 hasta 326,8 exclusive	5/8	3/4	3/4	15/16	1	1 1/8	1 1/4	1 5/16	1 1/2	1 1/2	1 1/2
8 hasta 10 exclusive	326,8 hasta 409,0 exclusive	3/4	13/16	15/16	1	1 1/8	1 1/4	1 5/16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2
10 hasta 12 exclusive	409,0 hasta 490,1 exclusive	3/4	15/16	1 1/8	1 1/4	1 5/16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
12 hasta 15 inclusive	490,1 hasta 613,0 inclusive	7/8	1	1 3/16	1 5/16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
^A Variación permitida de una superficie plana, para la longitud. Se considera que la longitud es la dimensión más larga especificada, y la variación permitida con relación a una superficie plana en toda la longitud no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado, para chapas de hasta 12 pies de longitud, o en cualquier 12 pies, para chapas de mayor longitud.												
^B Variación permitida de una superficie plana, para el ancho. **La variación permitida con relación a una superficie plana, a través del ancho, no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.												

12.3.3 Perfiles con una dimensión de 75 mm (3 pulgadas) de sección transversal, o mayor (perfiles de tamaño estructural). El área transversal o masa (peso) de cada perfil no debe variar más de 2,5 % de las cantidades teóricas o especificadas.

12.4 TABLESTACO

La masa (peso) de cada tablestaco de acero no debe variar más del 2,5 % de la masa (peso) especificada o teórica. La longitud de cada tablestaco de acero no debe ser inferior a la longitud especificada y no mayor de 125 mm (5 pulgadas) sobre la longitud especificada.

12.5 BARRAS LAMINADAS EN CALIENTE

Las variaciones permitidas de las dimensiones nominales de las barras laminadas en caliente no deben exceder los límites aplicables en las Tablas 26 a 31 (Anexo A.1, Tablas A.1.26 a A.1.31), inclusive.

13. REENSAYOS

13.1 Si alguna probeta muestra un maquinado defectuoso o desarrolla defectos, el fabricante o procesador debe tener la opción de descartarla y sustituirla por otra.

13.2 Se debe permitir un reensayo si el porcentaje de alargamiento de cualquier probeta de tensión de ensayo es menor que el especificado y cualquier parte de la fractura mide más de 20 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada) desde el centro de la longitud entre marcas de una probeta de 50 mm (2 pulgadas), o está por fuera de la parte media de la longitud entre marcas de una probeta de 200 mm (8 pulgadas), como se indica por las marcas en la probeta antes del ensayo.

13.3 Excepto como se establece en el numeral 13.3.1, si los resultados de una probeta de tracción original no cumplen los requisitos especificados, pero se encuentran dentro de 14 MPa (2 ksi) de la resistencia a la tracción requerida, dentro de 7 MPa (1 ksi) de la resistencia a la fluencia o del punto de fluencia requerido, o dentro de 2 puntos porcentuales del alargamiento requerido, se permite un reensayo para reemplazar el ensayo que ha fallado. Se debe realizar un reensayo para el ensayo original que ha fallado, y la probeta se selecciona aleatoriamente de la colada. Si los resultados del reensayo cumplen los requisitos especificados, la colada o lote se debe aprobar.

13.3.1 Para productos estructurales que se ensayan como se indica en la Tabla C, se requiere que ambos ensayos de cada rollo ensayado para calificar una colada cumplan todos los requisitos de propiedades mecánicas. Si alguno de los ensayos falla, ese rollo no se debe usar para calificar la colada; sin embargo, la porción de ese rollo individual que está cubierta* por ensayos aceptables (véase el numeral 11.4.2.3) se considera calificada.

13.4 Las chapas de acero templadas y revenidas se deben someter a requisitos de reensayo adicionales contenidos en la norma de producto aplicable.

13.5 Cuando se usa la opción de sección completa del numeral 11.3.3, y el alargamiento desciende por debajo del requisito especificado, el fabricante o procesador debe tener la opción de hacer otro ensayo usando una probeta permitida en el numeral 11.5.2.

14. INFORMES DE ENSAYO

14.1 Se requieren informes de ensayo para cada colada suministrada, y se debe reportar lo siguiente:

14.1.1 La designación de la norma de producto aplicable, incluida la fecha y año, y el grado o clase, si es aplicable, según el cual se suministra el producto estructural.

14.1.2 El número de colada, análisis de colada (véase el numeral 7.1) y los tamaños nominales.

NOTA 8 Si la cantidad de cobre, cromo, níquel, molibdeno o silicio es menor de 0,02 %, el análisis de colada para ese elemento se puede reportar como < 0,02 %. Si la cantidad de niobio (columbio) o vanadio es menor de 0,008 %, el análisis de colada para ese elemento se puede reportar como < 0,008 %.

14.1.3 El resultado de dos ensayos de tracción son apropiados para calificar el despacho (véase el numeral 11.4), para productos estructurales que se ensayan como se indica en la Tabla B, excepto que es necesario reportar el resultado de un ensayo de tracción si el despacho consta de una sola pieza o chapa en estado de laminación.

14.1.3.1 Se deben indicar tanto el incremento porcentual como la longitud original entre marcas, al reportar valores de alargamiento.

14.1.4 Todos los tratamientos térmicos, incluyendo los rangos de temperatura y duración a una temperatura determinada, para productos estructurales que requieren ser tratados térmicamente, ya sea en la norma de producto aplicable o en la orden de compra; a menos que el comprador y el proveedor hayan acordado el suministro del procedimiento de tratamiento térmico en lugar de las temperaturas y tiempos reales.

14.1.4.1 No es necesario reportar un tratamiento térmico subcrítico para suavizar los bordes cortados térmicamente, excepto para los productos estructurales que poseen una resistencia a la tracción mínima especificada de 655 MPa (95 ksi) o mayor, a menos que el calentamiento subcrítico se logre a temperaturas de 40 °C (75 °F) por debajo de la temperatura mínima de revenido.

14.1.5 Los resultados de cualquier ensayo requerido de tamaño de grano austenítico (véanse los numerales 8.2 u 8.3, el que sea aplicable).

14.1.6 Los resultados de cualquier otro ensayo exigido en la norma de producto aplicable, los requisitos suplementarios aplicables y la orden de compra.

14.2 El espesor del producto estructural ensayado no es necesariamente el mismo que el espesor ordenado individualmente, puesto que es la colada la que se ensaya, no cada elemento ordenado. Los ensayos de los espesores especificados de acuerdo con el numeral 11.4 y que abarcan los espesores en un despacho deben ser suficientes para calificar el producto estructural en el despacho. No se requiere que estos espesores estén dentro de los que previamente se han ensayado y despachado para la misma colada.

14.3 Para productos estructurales fabricados a partir de bobinas que son suministradas como se laminaron o que tienen un tratamiento térmico solamente de alivio de tensiones, el reporte de ensayo debe indicar como “fabricado a partir de bobina.” Se debe reportar ambos resultados de ensayo para cada bobina calificada, y la localización dentro de la bobina para cada ensayo debe ser indicada.

14.4 Para productos estructurales fabricados a partir de bobinas, se debe identificar tanto el fabricante como el procesador en el reporte de ensayo.

14.5 Cuando se han usado probetas de sección completa para la calificación de los ángulos, esta información se debe suministrar en el reporte de ensayo.

14.6 No se requiere una firma para el reporte de ensayo; sin embargo, el documento debe identificar claramente la organización que presenta el reporte. Aunque no haya firma, la organización que presenta el reporte es la responsable del contenido de éste.

14.7 Para productos estructurales terminados por alguien diferente del fabricante original, el proveedor del producto estructural también debe suministrar al comprador una copia del reporte de ensayo del fabricante original.

14.8 Un reporte de ensayo, certificado de inspección o documento similar impreso o en formato electrónico, de una transmisión de intercambio de datos (EDI), se debe considerar que tiene la misma validez que su contraparte impresa en la instalación del certificador. El contenido del documento transmitido por EDI debe cumplir los requisitos de la norma de producto aplicable y debe cumplir con cualquier acuerdo EDI existente entre el comprador y el proveedor. Aunque no haya firma, la organización que hace la transmisión del EDI será responsable por el contenido del reporte.

NOTA 9 La definición industrial de EDI como se presenta aquí es: el intercambio de información comercial entre computadores, en un formato estándar tal como la norma ANSI ASC X12.

Tabla 15. Variaciones permitidas en la ondulación para chapas

NOTA 1 El término ondulación denota la desviación máxima de la superficie de la chapa desde un plano paralelo a la superficie del punto de medición y contiguo a la superficie de la chapa en cada uno de las dos crestas ondulados adyacentes, cuando la chapa descansa sobre una superficie horizontal plana, medida en un incremento de menos de 12 pies de longitud. La variación permitida en la ondulación está en función de la variación permitida con relación a una superficie plana, obtenida de la Tabla 13 ó Tabla 14, según sea aplicable.

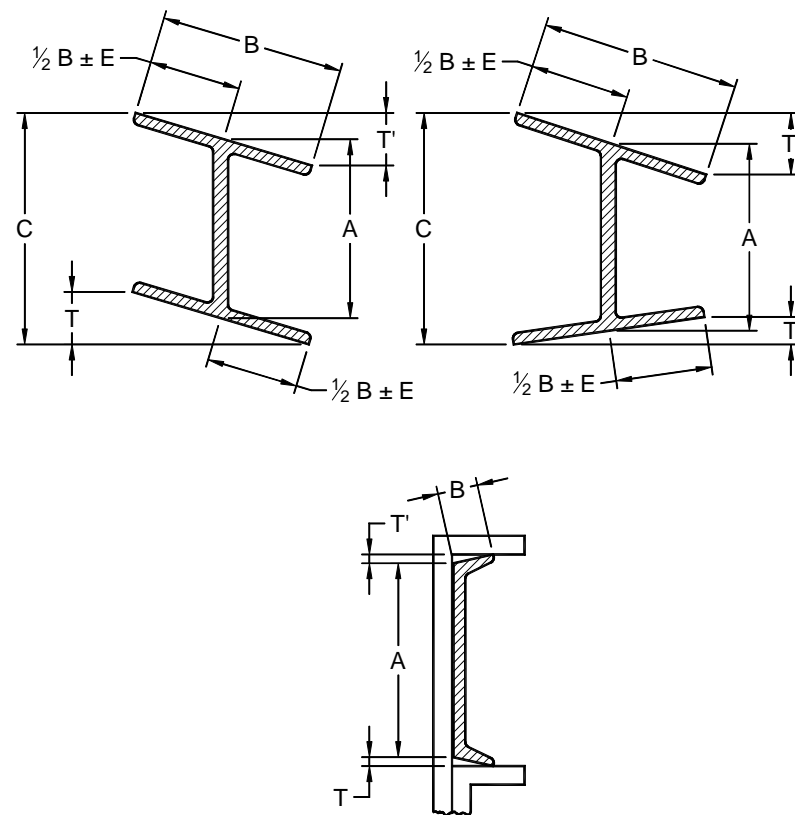
NOTA 2 Cuando se mide la ondulación, las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana.

Variación permitida con relación a una superficie plana (de la Tabla 13 ó 14), pulgadas	Variación permitida en la ondulación, en pulgadas, cuando el número de ondas en 12 pies es						
	1	2	3	4	5	6	7
5/16	5/16	¼	3/16	1/8	1/8	1/16	1/16
3/8	3/8	5/16	3/16	3/16	1/8	1/16	1/16
7/16	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8	1/8	1/16
1/2	1/2	3/8	5/16	3/16	3/16	1/8	1/16
9/16	9/16	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8	1/8
5/8	5/8	1/2	3/8	1/4	3/16	1/8	1/8
11/16	11/16	1/2	3/8	5/16	3/16	3/16	1/8
3/4	3/4	9/16	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8
13/16	13/16	5/8	7/16	5/16	1/4	3/16	1/8
7/8	7/8	11/16	1/2	3/8	1/4	3/16	1/8
15/16	15/16	11/16	1/2	3/8	5/16	1/4	3/16
1	1	3/4	9/16	7/16	5/16	1/4	3/16
1 1/8	1 1/8	7/8	5/8	1/2	3/8	1/4	3/16
1 1/4	1 1/4	15/16	11/16	1/2	3/8	5/16	1/4
1 3/8	1 3/8	1 1/16	3/4	9/16	7/16	5/16	1/4
1 1/2	1 1/2	1 1/8	7/8	5/8	1/2	3/8	1/4
1 5/8	1 5/8	1 1/4	15/16	11/16	1/2	3/8	5/16
1 3/4	1 3/4	1 5/16	1	3/4	9/16	7/16	5/16
1 7/8	1 7/8	1 7/16	1 1/16	13/16	9/16	7/16	5/16
2	2	1 1/2	1 1/8	7/8	5/8	1/2	3/8
2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 3/16	7/8	11/16	1/2	3/8
2 1/4	2 1/4	1 11/16	1 1/4	15/16	11/16	9/16	3/8
2 3/8	2 3/8	1 13/16	1 5/16	1	3/4	9/16	7/16
2 1/2	2 1/2	1 7/8	1 7/16	1 1/16	13/16	9/16	7/16
2 5/8	2 5/8	2	1 1/2	1 1/8	13/16	5/8	7/16
2 3/4	2 3/4	2 1/16	1 9/16	1 1/8	7/8	5/8	1/2
2 7/8	2 7/8	2 3/16	1 5/8	1 3/16	15/16	11/16	1/2
3	3	2 1/4	1 11/16	1 1/4	15/16	11/16	9/16
3 1/8	3 1/8	2 3/8	1 ¾	1 5/16	1	¾	9/16

Tabla 16. Variaciones permitidas en secciones transversales para perfiles W, HP, S, M, C y MC

NOTA 1 A se mide en la línea central del alma para perfiles S, M y W y HP; al respaldo del alma, para perfiles C y MC. La medición es total para perfiles C de menos de 3 pulgadas. B se mide paralelo al ala. C se mide paralela al alma.

NOTA 2 En donde aparece "...", no hay requisito.



Continúa...

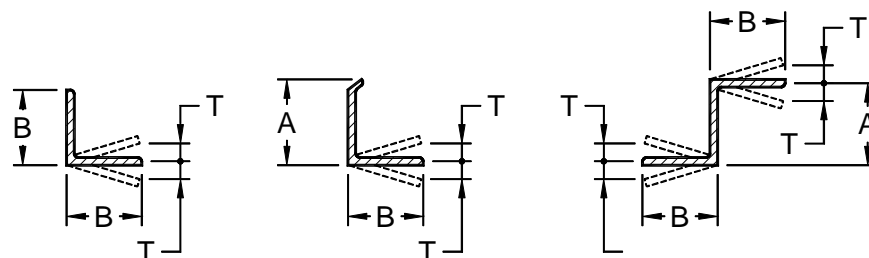
Tabla 16. (Final)

Perfil	Tamaños nominales de la sección, pulgadas	Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección dada, pulgadas								
		A, profundidad, pulgadas		B, Ancho de ala, pulgadas		Alas T + T' A fuera de escuadra ^B , máx, pulgadas	E, Alma fuera de centro, máx, pulgadas, ^C	C, Profundidad máxima en cualquier sección transversal sobre la profundidad nominal, pulgadas	Variaciones permitidas por encima y por debajo del espesor nominal del alma para los espesores dados en pulgadas	
		Por encima del valor nominal	Por debajo del valor nominal	Por encima del valor nominal	Por debajo del valor nominal				3/16 e inferiores	mayores de 3/16
W y HP	Hasta 12 inclusive	1/8	1/8	1/4	3/16	1/4	3/16	1/4	...	...
	Más de 12	1/8	1/8	1/4	3/16	5/16	3/16	1/4	...	...
S y M	3 hasta 7 inclusive	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32	3/16	...	...	...
	Más de 7 hasta 14 incl.	1/8	3/32	5/32	5/32	1/32	3/16	...	...	...
	Más de 14 hasta 24 incl.	3/16	1/8	3/16	3/16	1/32	3/16	...	...	...
C y MC	1 1/2 y menores	1/32	1/32	1/32	1/32	1/32	...	...	0,010	0,015
	Más de 1 1/2 hasta 3 excl.	1/16	1/16	1/16	1/16	1/32	...	...	0,015	0,020
	3 hasta 7 inclusive	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32	...	...	...	...
	Más de 7 hasta 14 incl.	1/8	3/32	1/8	5/32	1/32	...	...	...	...
	Más de 14	3/16	1/8	1/8	3/16	1/32	...	...	...	...
^A T + T' se aplica cuando las alas de los canales están hacia adentro o hacia fuera. Para canales de 5/8 pulgada y menores de profundidad, el valor de fuera de escuadra permitido es de 3/64 pulgada/pulgada de profundidad. ^B La variación permitida es por pulgada de ancho del ala para perfiles S , M, C y MC. ^C Variación permitida de 5/16 pulgada máximo para secciones de más de 426 lb/pie.										

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 17. Variaciones permitidas en la sección transversal para ángulos (perfiles L), ángulos de bordón y zetas

NOTA 1 En donde aparece "...", en esta tabla, no hay requisito.



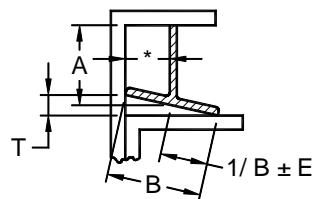
Sección	Tamaño nominal, pulgadas	Variaciones permitidas en las dimensiones de la secciones dadas, pulgadas					Variaciones permitidas por encima y por debajo del espesor nominal, para los espesores dados en pulgadas		
		A, Profundidad, pulgadas		B. Ancho de ala o longitud del lado, pulgadas		T, fuera de escuadra por pulgada de B			
		Por encima del valor nominal	Por debajo del valor nominal	Por encima del valor nominal	Por debajo del valor nominal		3/16 y menos	más de 3/16 hasta 3/8 inclusive	más de 3/8
Ángulos ^A (Perfiles L)	1 y menores	...	...	1/32	1/32	3/128 ^B	0,008	0,010	...
	Más de 1 hasta 2, inclusive	...	...	3/64	3/64	3/128 ^B	0,010	0,010	0,012
	Más de 2 hasta 3, exclusive	...	...	1/16	1/16	3/128 ^B	0,012	0,015	0,015
	3 hasta 4 inclusive	...	...	1/8	3/32	3/128 ^B	...	...	...
	Más de 4 hasta 6, inclusive	...	...	1/8	1/8	3/128 ^B	...	...	...
	Más de 6	...	...	3/16	1/8	3/128 ^B	...	...	...
Ángulos de bordón	3 hasta 4 inclusive (profundidad)	1/8	1/16	1/8	3/32	3/128 ^B	...	...	...
	Más de 4 hasta 6, inclusive	1/8	1/16	1/8	1/8	3/128 ^B	...	...	...
	Más de 6	1/8	1/16	3/16	1/8	3/128 ^B	...	...	...
Zetas	3 hasta 4 inclusive	1/8	1/16	1/8	3/32	3/128 ^B	...	...	...
	Más de 4 hasta 6, inclusive	1/8	1/16	1/8	1/8	3/128 ^B	...	...	...
^A Para ángulos de alas desiguales, el ala mayor determina la clasificación.									
^B 3/128 pulgada/pulgada = 1 ½ °									

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 18. Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección para perfiles te laminados

NOTA 1 La parte posterior de la escuadra y la línea central del alma deben ser paralelas cuando se mide el "fuera de escuadra".

NOTA 2 En donde aparece "..." en esta tabla, no hay requisito.



Tamaño nominal, A	Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección dada, pulgadas										
	A, Profundidad ^B , Pulgadas		B, Ancho ^B , Pulgadas		T, Fuera de escuadra por pulgada de B, pulgadas	E, Alma fuera de centro	Vástago fuera de escuadra ^C ,	Espesor del ala, Pulgadas		Espesor del vástago	
	Por encima del valor nominal	por debajo del valor nominal	Por encima del valor nominal	por debajo del valor nominal				Más de	Menos de	Más de	Menos de
1 1/4 y menores	3/64	3/64	3/64	3/64	...	...	1/32	0,010	0,010	0,005	0,020
Más de 1 1/4 hasta 2 incl.	1/16	1/16	1/16	1/16	...	...	1/16	0,012	0,012	0,010	0,020
Más de 2 hasta 3 excl.	3/32	3/32	3/32	3/32	...	...	3/32	0,015	0,015	0,015	0,020
3 hasta 5 incl.	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32	3/32	...	...	...	...	...
Más de 5 hasta 7 incl.	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32	1/8	...	...	...	...	...
^A El elemento más largo de una te desigual determina el tamaño de las variaciones permitidas.											
^B Las mediciones tanto de profundidad como de ancho son generales.											
^C Vástago fuera de escuadra es la variación de la línea central del vástago, con respecto a su posición recta, medida en el punto.											

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 19. Variaciones permitidas en la longitud para S, M, C, MC, L, T, Z y perfiles de ángulo de bordón

NOTA 1 Cuando en esta tabla aparece "...", no hay requisito.

Tamaño nominal ^A , pulgadas	Variaciones permitidas de la longitud especificada para longitudes dadas en pies, pulgadas													
	5 hasta 10 pies exclusive		10 hasta 20 pies exclusive		20 hasta 30 pies inclusive		más de 30 hasta 40 pies inclusive		más de 40 hasta 50 pies inclusive		más de 50 hasta 65 pies inclusive		más de 65 pies	
	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de	más de	menos de
Menos de 3	5/8	0	1	0	1 1/2	0	2	0	2 1/2	0	2 1/2	0	...	...
3 y superiores	1/2	1/4	1/2	1/4	1/2	1/4	3/4	1/4	1	1/4	1 1/8	1/4	1 1/4	1/4
^A Mayor dimensión de sección transversal.														

Tabla 20. Variaciones permitidas en los extremos fuera de escuadra para S, M, C, MC, L, T, Z y perfiles de ángulo de bordón

Perfiles	Variación permitida
S, M, C y MC	1/64 pulgada por pulgada de profundidad
L ^A	3/128 pulgada por pulgada de longitud del brazo, ó 1 1/2 °
Ángulos de bordón	3/128 pulgada por pulgada de profundidad, o 1 1/2 °
Tes laminadas ^A	1/64 pulgada por pulgada de ala o vástago
Zetas	3/128 pulgada por pulgada de la suma de ambas longitudes de alas
^A Las variaciones permitidas en los extremos fuera de escuadra se determinan en los elementos más largos del perfil	

15. INSPECCIÓN Y ENSAYO

15.1 El inspector que representa al comprador debe tener libre entrada, en todo momento, mientras se llevan a cabo los trabajos relacionados con la fabricación del producto estructural ordenado, a las instalaciones en las que se realiza el contrato del comprador. El fabricante debe brindar al inspector todas las facilidades razonables hasta que éste obtenga la satisfacción de que el producto estructural se suministra de acuerdo con la norma de requisitos generales, la norma de producto aplicable y la orden de compra. Todos los ensayos (excepto el de producto) y la inspección se deben llevar a cabo en el lugar de fabricación antes del despacho, a menos que se especifique algo diferente, y se deben realizar de manera que no interfieran con la operación de los trabajos del fabricante.

15.2 En donde se fabrican productos estructurales a partir de bobinas, el numeral 15.1 se debe aplicar al procesador, en lugar de al fabricante, y se debe aplicar el lugar del proceso en vez del lugar de fabricación. En donde los productos estructurales se fabrican a partir de bobinas y el procesador es diferente del fabricante, el inspector que representa al comprador debe tener libre entrada en todo momento a las instalaciones en las que se realiza el contrato del comprador, mientras se realiza el trabajo relacionado con la fabricación del producto estructural ordenado.

16. RE-TRATAMIENTO

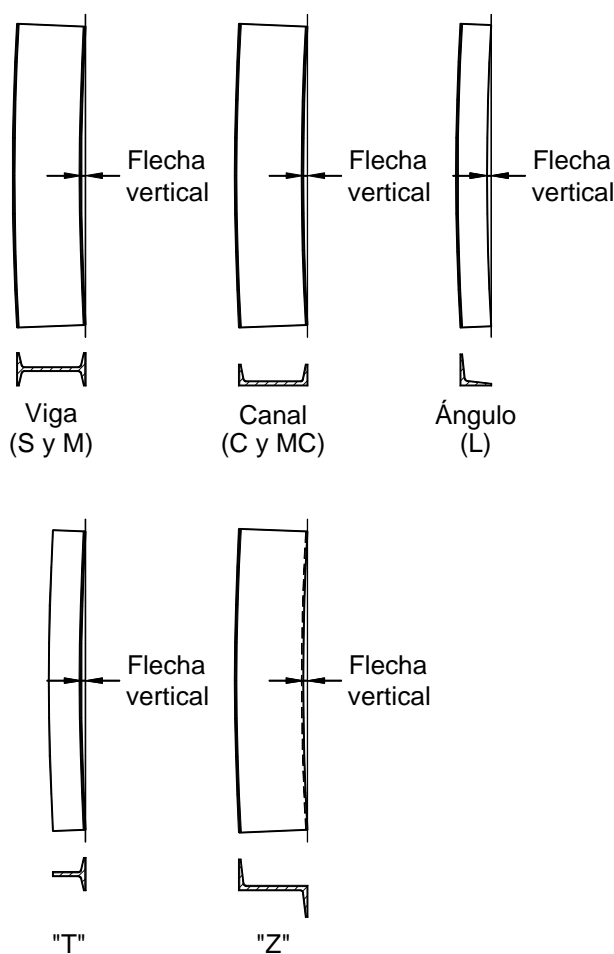
Si cualquier material tratado térmicamente no cumple los requisitos de propiedades mecánicas de la norma de producto aplicable, el fabricante o procesador tiene la opción de someter nuevamente a tratamiento térmico el producto estructural. Cuando el material es presentado nuevamente para inspección, se deben repetir todos los ensayos de propiedades mecánicas y el producto estructural se debe re-examinar para determinar la presencia de defectos superficiales.

17. RECHAZO

17.1 Cualquier rechazo basado en el análisis de producto realizado de acuerdo con la norma de producto aplicable, se debe reportar al proveedor y las muestras que representan el material rechazado se deben conservar durante dos semanas a partir de la fecha de notificación de dicho rechazo. En caso de desacuerdo con los resultados del ensayo, el proveedor tendrá la opción de solicitar una revisión en ese tiempo.

17.2 El comprador debe tener la opción de rechazar producto estructural que presente defectos perjudiciales posteriores a su aceptación en las instalaciones del fabricante o procesador, y de manifestarlo así al fabricante o procesador.

Tabla 21. Variaciones permitidas en la rectitud para S, M, C, MC, L, T, Z y perfiles de ángulos de bordón



Posiciones para medir la combadura de los perfiles

Variable	Tamaño nominal ^A , pulgadas	Variación permitida, pulgadas
Combadura	Menores de 3	¼ pulgada en cualquier 5 pies, ó ¼ x (número de pies de longitud total/5)
	3 y mayores	1/8 x (número de pies de longitud total/5)
Flecha	Todos	Debido a las variaciones extremas en la flexibilidad de estos perfiles, las variaciones permitidas para flecha están sujetas a negociaciones entre el fabricante y el comprador, para las secciones individuales involucradas.
^A La mayor dimensión de sección transversal.		

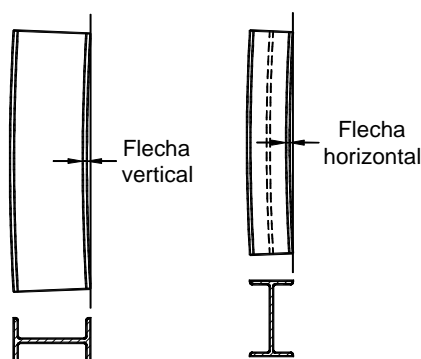
Tabla 22. Variaciones permitidas en la longitud para perfiles W y HP

Perfiles W y HP	Variaciones permitidas de la longitud especificada para longitudes dadas en pies, pulgadas ^{A,B}			
	30 y menores		Más de 30	
	Por encima	Por debajo	Por encima	Por debajo
Vigas de 24 pulgadas y menores de profundidad nominal	3 / 8	3 / 8	3/8 más 1/16 por cada 5 pies adicionales o fracción	3/8
Vigas de más de 24 pulgadas de profundidad nominal y todas las columnas	1 / 2	1 / 2	1/2 más 1/16 por cada 5 pies adicionales o fracción	1/2
^A Para perfiles HP y W para uso como postes de soporte, las variaciones permitidas en la longitud son más 5 pulgadas y menos 0 pulgadas. Estas variaciones permitidas en la longitud también se aplican a tablestacos.				
^B Las variaciones permitidas en extremos fuera de escuadra para perfiles W y HP debe ser de 1/64 de pulgada de profundidad o por pulgada de ancho del ala, si este ancho es mayor que la profundidad.				

Tabla 23. Variaciones permisibles para longitud y extremos fuera de escuadra, perfiles laminados

Profundidad nominal, pulgadas	Longitud, pies ^B	Variaciones permisibles para longitud y extremos fuera de escuadra, perfiles laminados, pulgadas ^A					
		Longitud		Extremo fuera de escuadra	longitud		Extremo fuera de escuadra (extremo laminado)
		Por encima	Por debajo		Por encima	Por debajo	
6 a 36	6 a 70	1/32	1/32	1/32	1/4	1/4	1/32
^A La longitud se mide a lo largo de la línea central del alma. Las mediciones se hacen con el acero y la cinta a la misma temperatura.							
^B La variación en la longitud y variación fuera de escuadra son adicionales							
^C Los extremos fuera de escuadra se miden (a) haciendo escuadra desde la línea central del alma y (b) haciendo escuadra desde la línea central del ala. La variación medida desde la rectitud real en cualquier plano es posible que no exceda la cantidad tabulada total.							

Tabla 24. Variaciones permitidas en planitud para perfiles W y HP



Posiciones para medir la flecha vertical y horizontal de los perfiles W y HP

	Variación permisible en planitud, pulgadas
Combadura y flecha Cuando se especifican algunas secciones ^B con ancho de ala aproximadamente igual a la profundidad en la orden de compra se usa como columnas:	$1/8 \times (\text{número de pies de longitud total}/10)^A$
Longitudes de 45 pies y menores	$1/8 \times (\text{número de pies de longitud total}/10)$ pero no más de 3/8 de pulgada
Longitudes mayores de 45 pies	$3/8 + [1/8 \text{ de pulgada} \times ((\text{número de pies de longitud total} - 45)/10)]$

^A En las secciones con ancho de ala menor de 6 pulgadas, la tolerancia para flecha horizontal, pulgadas = $1/8 \times (\text{número de pies de longitud total}/5)$.

^B Se aplica solamente a:
secciones de 8 pulgadas de profundidad, 31 lb/pie y más pesadas
secciones de 10 pulgadas de profundidad, 49 lb/pie y más pesadas
secciones de 12 pulgadas de profundidad, 65 lb/pie y más pesadas, y
secciones de 14 pulgadas de profundidad, de 90 lb/pies y más pesadas

Para otras secciones especificadas en el pedido como columnas, la tolerancia estará sujeta a negociación con el fabricante.

Tabla 25. Variaciones permisibles en las dimensiones para tes divididas y ángulos divididos (Perfiles L)^A

Profundidad especificada, pulgadas	Variaciones permitidas de profundidad especificada, ^B superiores e inferiores, pulgadas
Hasta 6, excluido (vigas y canales)	1/8
6 a 16 excluido (vigas y canales)	3/16
16 a 20 excluido (vigas y canales)	1/4
20 a 24 excluido (vigas y canales)	5/16
24 y superiores (vigas)	3/8

^A La tolerancia de longitud para tes o ángulos divididos es la misma que la aplicable a la sección de la cual se cortaron la te y el ángulo.

^B Las tolerancias anteriores para profundidad de las tes o ángulos incluyen las tolerancias de profundidad permisibles para las vigas y canales antes de cortarlos. Se aplican las tolerancias para dimensiones y rectitud, como se establecen para vigas o canales de los cuales se cortan estas tes o ángulos, excepto:
 $\text{rectitud} = 1/8 \text{ de pulgada} \times (\text{longitud en pies}/5)$

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla 26. Variaciones permisibles en las dimensiones seccionales para barras planas de bordes cuadrados y borde redondo

NOTA En donde aparecen puntos suspensivos (...) en la tabla no se establece requisito.

Anchos especificados, pulgadas	Variaciones del espesor especificado permitidas, para espesores dados superiores e inferiores, pulgadas							Variaciones del ancho especificado, pulgadas	
	0,203 hasta 0,230 excl.	0,230 hasta 1/4 excl.	1/4 hasta 1/2 incl.	Más de 1/2 hasta 1 incl.	Más de 1 hasta 2 incl.	Más de 2 hasta 3 incl.	Más de 3	Más de	Menos de
Hasta 1 inclusive	0,007	0,007	0,008	0,010	...	...	...	1/64	1/64
más de 1 hasta 2, inclusive	0,007	0,007	0,012	0,015	1/32	...	...	1/32	1/32
más de 2 hasta 4, inclusive	0,008	0,008	0,015	0,020	1/32	3/64	3/64	1/16	1/32
más de 4 hasta 6, inclusive	0,009	0,009	0,015	0,020	1/32	3/64	3/64	3/32	1/16
más de 6 hasta 8, inclusive	^A	0,015	0,016	0,025	1/32	3/64	1/16	1/8 ^B	3/32 ^B
^A No se consiguen barras planas de más de 6 pulgadas y hasta 8 pulgadas de ancho, como barras de acero al carbono laminadas en caliente, de espesor menor de 0,230 pulgadas.									
^B Para barras planas de más de 6 pulgadas y hasta 8 pulgadas de ancho y hasta 3 pulgadas inclusive de espesor.									

Tabla 27. Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección para barras redondas y cuadradas y cuadrados con bordes redondeados

Tamaño especificado, pulgadas	Variaciones permitidas para tamaño especificado, pulgadas		Deformación circunferencial o fuera de escuadra permitida, pulgadas ^A
	más de	menos de	
Hasta 5/16	0,005	0,005	0,008
Más de 5/16 hasta 7/16 inclusive	0,006	0,006	0,009
Más de 7/16 hasta 5/8 inclusive	0,007	0,007	0,010
Más de 5/8 hasta 7/8 inclusive	0,008	0,008	0,012
Más de 7/8 hasta 1 inclusive	0,009	0,009	0,013
Más de 1 hasta 1 1/8 inclusive	0,010	0,010	0,015
Más de 1 1/8 hasta 1 1/4 inclusive	0,011	0,011	0,016
Más de 1 1/4 hasta 1 3/8 inclusive	0,012	0,012	0,018
Más de 1 3/8 hasta 1 1/2 inclusive	0,014	0,014	0,021
Más de 1 1/2 hasta 2 inclusive	1/64	1/64	0,023
Más de 2 hasta 2 1/2 inclusive	1/32	0	0,023
Más de 2 1/2 hasta 3 1/2 inclusive	3/64	0	0,035
Más de 3 1/2 hasta 4 1/2 inclusive	1/16	0	0,046
Más de 4 1/2 hasta 5 1/2 inclusive	5/64	0	0,058
Más de 5 1/2 hasta 6 1/2 inclusive	1/8	0	0,070
Más de 6 1/2 hasta 8 1/4 inclusive	5/32	0	0,085
Más de 8 1/4 hasta 9 1/2 inclusive	3/16	0	0,100
Más de 9 1/2 hasta 10 inclusive	1/4	0	0,120
^A Deformación circunferencial es la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de la barra, medida en la misma sección transversal. La sección fuera de escuadra es la diferencia en la distancia perpendicular entre caras opuestas, medida en la misma sección transversal.			

Tabla 28. Variaciones permisibles en las dimensiones seccionales para hexágonos

Tamaños especificados entre lados opuestos, pulgadas	Variaciones permitidas del tamaño especificado, pulgadas		Diferencia máxima permitida fuera de hexágono, tres mediciones, pulgadas ^A
	más de	menos de	
1/2 y menores	0,007	0,007	0,011
Mas de 1/2 hasta 1, inclusive	0,010	0,010	0,015
Mas de 1 hasta 1 1/2, inclusive	0,021	0,013	0,025
Mas de 1 1/2 hasta 2, inclusive	1/32	1/64	1/32
Mas de 2 hasta 2 1/2, inclusive	3/64	1/64	3/64
Mas de 2 1/2 hasta 3 1/2, inclusive	1/16	1/64	1/16
^A La sección fuera de hexágono es la mayor diferencia en la distancia entre cualesquiera dos caras opuestas medidas en la misma sección transversal.			

18. IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS ESTRUCTURALES

18.1 MARCADO REQUERIDO EN LAS CHAPAS

18.1.1 Excepto como se permita en los numerales 18.1.4.2 y 18.6, las chapas deben estar marcadas en forma legible con lo siguiente: designación NTC (ASTM) aplicable (véase el numeral 1.1) (no se requiere el año); "G" o "MT" si es aplicable (véase el numeral 18.1.2); grado aplicable; número de colada; tamaño y espesor; y nombre, marca o marca registrada del fabricante (para chapas producidas de productos estructurales en estado de laminación), o el procesador (para chapas producidas a partir de bobinas).

18.1.2 Las chapas que se requieren tratar térmicamente, pero que no han sido tratadas aún, se deben marcar con el nombre del fabricante o procesador, con la letra "G" (por la inicial *green: verde*) seguida de la marca de designación NTC (ASTM) requerida, excepto que la marca "G" no es necesaria si estas chapas son para despachar con el propósito de efectuar el tratamiento térmico requerido, a una organización bajo el control del fabricante. Estas chapas deben estar calificadas para despacho con base en las probetas de ensayo que han sido tratadas térmicamente. Las chapas que requieren tratamiento térmico y han recibido este tratamiento, deben estar marcadas con las letras "MT" (material tratado) y en seguida la designación ASTM apropiada, por quien realice el tratamiento.

18.1.3 Excepto como se permita en los numerales 18.1.4.2 y 18.6, las marcas requeridas para las chapas se deben hacer mediante estampado con troquel de acero, pintura, o por medio de etiquetas o rótulos fijos en forma permanente, de colores inalterables, resistentes a la intemperie. Es responsabilidad del proveedor que todas las marcas exigidas estén intactas y sean completamente legibles cuando las reciba el comprador.

18.1.4 Ubicación de las marcas

18.1.4.1 Las marcas requeridas para las chapas deben estar al menos en un lugar sobre la chapa terminada.

18.1.4.2 Para paquetes atados de todos los tamaños de chapas de 10 mm (3/8 de pulgada) ó {8 mm (5/16 de pulgada) para material especificado para uso final en construcción de puentes}, o de menor espesor, y para paquetes atados de todos los espesores de chapas de 900 mm (36 pulgadas) o de menor ancho, el fabricante o procesador debe tener la opción de colocar estas marcas en la parte superior de cada paquete, o de colocar estas marcas en una etiqueta resistente colocada a cada paquete, a menos que se especifique algo diferente.

18.2 PERFILES

18.2.1 Excepto como se permite en los numerales 18.2.2 y 18.6, los perfiles se deben marcar con el número de la colada, tamaño de la sección, longitud y marcas de identificación de la fábrica, sobre cada pieza. El nombre del fabricante o marca registrada deben ir en letras realzadas, a intervalos en toda la longitud. Además, los perfiles se deben identificar con la designación NTC (ASTM) (no se requiere el año) y el grado, ya sea marcando cada pieza individualmente, mediante una etiqueta o rótulo de un color inalterable y resistente a la intemperie, o si va en paquetes, colocando al paquete una etiqueta resistente.

18.2.2 Es permisible el empaquetado para despacho de perfiles pequeños cuya sección transversal mayor no es superior a 150 mm (6 pulgadas). Cada carga o paquete debe llevar una marca o una etiqueta resistente que muestre la información de identificación presentada en el numeral 18.2.1.

18.2.3 Es permitido que el fabricante conforme un paquete de tamaño normal al final de la colada, añadiendo producto de una colada laminada consecutivamente, de la misma composición química nominal. El fabricante debe identificar un paquete compuesto de productos de dos coladas, con el número de la primera colada laminada, o debe identificar ambas. El fabricante debe mantener registros de las coladas contenidas en cada paquete .

18.3 TABLESTACOS DE ACERO

Los tablestacos de acero deben ir marcados con el número de la colada, tamaño de la sección, longitud, marcas de identificación de la fábrica en cada pieza, ya sea mediante marcado o mediante la colocación de un rótulo o etiqueta fija en forma permanente, resistente a la intemperie. El nombre del fabricante, marca o marca registrada deben ir en letras realzadas, a intervalos, en toda la longitud.

18.4 BARRAS

Las barras de todos los tamaños, cuando se carguen para despacho, se deben identificar apropiadamente con el nombre o marca del fabricante, el nombre del comprador y número de la orden de compra, el número de designación NTC (ASTM) (no se requiere el año), el número del grado, el tamaño, longitud, masa (peso) de la carga, y el número de la colada. A menos que se especifique algo diferente, el método de marcado se deja a elección del fabricante, y debe ser mediante estampado en caliente, estampado en frío, pintura, o etiquetas de identificación fijas a los paquetes. No se requiere que vayan estampadas con troquel.

18.4.1 Es permitido que el fabricante conforme un paquete de tamaño normal al final de la colada, añadiendo producto de una colada laminada consecutivamente, de la misma composición química nominal. El fabricante debe identificar un paquete compuesto de productos de dos coladas, con el número de la primera colada laminada, o debe identificar ambas. El fabricante debe mantener registros de las coladas contenidas en cada paquete .

18.5 CÓDIGOS DE BARRAS

Además de los requisitos del numeral 18.1 a 18.4 inclusive, el fabricante o procesador debe tener la opción de usar códigos de barras como método de identificación suplementario.

NOTA 10 El código de barras debe ser coherente con la norma AIAG B-1.

18.6 MATERIAL SUBDIVIDIDO

18.6.1 Excepto como se permite en el numeral 18.6.2, las piezas de un producto estructural separadas por una organización diferente del fabricante original, se deben identificar con la designación NTC (ASTM) (no se requiere el año), el grado, número de colada e identificación del tratamiento térmico, si es aplicable, junto con la marca registrada, la marca o el nombre de la organización que subdivide el producto estructural. Los métodos de identificación deben estar de acuerdo con los requisitos de los numerales 18.1 a 18.4 inclusive, excepto que no se requiere el método de las letras realzadas para los perfiles y tablestacos de acero. Si la identificación del fabricante original permanece intacta, no es necesario identificar adicionalmente el producto estructural por parte de la organización que lo suministra.

18.6.2 Será permitido que las piezas de la misma colada de producto estructural sean empaquetadas o colocadas en atados, con la identificación especificada en el numeral 18.6.1 colocada en la pieza de la parte superior de cada carga, o en una etiqueta resistente colocada a cada paquete o carga.

19. EMBALAJE, MARCADO Y CARGA PARA DESPACHO

19.1 El embalaje, marcado y carga para despacho deben estar de acuerdo con la norma ASTM A 700.

19.2 Cuando se especifica el nivel A, y cuando se especifica en el contrato o pedido, o para adquisición directa o despacho directo al Gobierno de los E.U, la preservación, embalaje y empaque deben estar de acuerdo con los requisitos del nivel A de la norma MIL-STD-163.

19.3 Cuando se especifica en la orden o pedido, y para adquisición directa o despacho directo al Gobierno de los Estados Unidos, el marcado para despacho, además de los requisitos especificados en el contrato u orden, deben estar de acuerdo con la norma MIL-STD-129 para agencias militares, y con la Fed. Std. 123, para agencias civiles.

20. DESCRIPTORES

20.1 Barras; requisitos generales; chapas; laminado; perfiles; tablestacos; acero estructural.

REQUISITOS SUPLEMENTARIOS

Los siguientes requisitos normalizados suplementarios los puede usar el comprador a voluntad. Estos, se consideran adecuados para el uso con cada especificación de material listada en la presente norma. Se pueden llevar a cabo otros ensayos, mediante acuerdo entre el fabricante y el comprador. Estos requisitos adicionales se deben aplicar solamente cuando así se especifica en el pedido, en cuyo caso los ensayos especificados los debe llevar a cabo el fabricante o procesador antes de despachar el material.

S.1 TRATAMIENTO AL VACÍO

S.1.1 El acero se debe elaborar mediante un proceso que incluye desgasificación al vacío mientras se funde. A menos que se acuerde algo diferente con el comprador, es responsabilidad del fabricante seleccionar el proceso mas adecuado.

S.2 ANÁLISIS DE PRODUCTO

S.2.1 Los análisis de producto se deben llevar a cabo para los elementos especificados o restringidos por la norma de producto aplicable para el grado, clase y tipo. Las probetas para análisis se deben tomar adyacentes o de la probeta de ensayo de tracción, o de una muestra tomada de la misma ubicación relativa como la de la probeta del ensayo de tracción que fue tomada.

S.3 TRATAMIENTO TÉRMICO POSTSOLDADURA SIMULADO DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO MECÁNICO

S.3.1 Antes del ensayo, las probetas de ensayo que representan el producto estructural para propósitos de aceptación de propiedades mecánicas se deben tratar térmicamente para simular tratamientos térmicos postsoldadura por debajo de la temperatura crítica (A_{c3}), usando los parámetros de tratamiento térmico (tales como escala de temperatura, tiempo y velocidad de enfriamiento) especificados en el pedido. Los resultados de ensayo para estas probetas tratadas térmicamente deben cumplir los requisitos de la norma de producto aplicables.

S.4 ENSAYO DE TRACCIÓN ADICIONAL

S.4.1 Chapas

Se debe llevar a cabo un ensayo de tracción de cada chapa unitaria laminada de un planchón o directamente de un lingote, excepto que para chapas templadas y revenidas, se debe llevar a cabo un ensayo de cada unidad de chapa tratada térmicamente. Los resultados obtenidos se deben presentar en los informes de ensayo en fábrica cuando se exigen en el pedido.

S.5 ENSAYO DE IMPACTO CHARPY CON ENTALLA EN V

S.5.1 Los ensayos de impacto Charpy con entalla en V se deben llevar a cabo de acuerdo con la norma ASTM A 673/A 673 M.

S.5.2 La frecuencia del ensayo, la temperatura que se va a usar y los requisitos de energía absorbida deben ser como se especifican en el pedido.

S.6 ENSAYO DE CAÍDA DE PESO (PARA MATERIALES MAYORES O IGUALES A 16 mm (0,625 Pulgadas) DE ESPESOR)

S.6.1 Los ensayos de caída de peso se deben llevar a cabo de acuerdo con la norma ASTM E 208. Las probetas deben representar el material en la condición final de tratamiento térmico. Debe haber acuerdo entre el comprador y el fabricante o procesador en cuanto al número de piezas que se va a ensayar y si es obligatoria una temperatura de transición ductilidad nula máxima (TDN), o si los resultados del ensayo son para información solamente.

S.8 EXAMEN DE ULTRASONIDO

S.8.1 El material se debe examinar por ultrasonido, de acuerdo con los requisitos especificados en el pedido.

S.15 MEDICIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL ÁREA

S.15.1 La reducción del área determinada en la probeta redonda del ensayo de tracción de 12,5 mm (0,500 pulgadas) de diámetro, de acuerdo con la norma ASTM A 370, no debe ser menor del 40 %

S.18 RESISTENCIA MÁXIMA A LA TRACCIÓN

S.18.1 El acero con una resistencia a la tracción mínima especificada menor que 485 MPa (70 ksi) no debe exceder el mínimo de la resistencia a la tracción especificada en más de 205 MPa (30 ksi).

S.18.2 El acero con una resistencia a la tracción mínima especificada de 485 MPa (70 ksi) o superior, no debe exceder ésta en más de 170 MPa (25 ksi).

S.23 ACERO AL COBRE PARA COJINENTES (PARA RESISTENCIA MEJORADA A LA CORROSIÓN ATMOSFÉRICA)

S.23.1 El contenido de cobre debe ser mínimo de 0,20 % en el análisis de colada, y 0,18 % en el análisis de producto.

S.26 MARCADO DE PIEZAS INDIVIDUALES PARA MATERIALES SUBDIVIDIDOS

S.26.1 Las piezas subdivididas se deben identificar individualmente mediante marcado, estarcido o estampado con troquel, con el número de la norma de producto (no se requiere el año), grado, número de colada e identificación del tratamiento térmico, si es aplicable, junto con la marca registrada, marca o nombre de la organización que subdivide el producto estructural. Como alternativa, para identificar las piezas individuales subdivididas se puede usar un código trazable hasta la identificación original requerida, siempre y cuando la marca registrada o marca de la organización que subdivide el material también se coloque en el producto estructural y que la identificación original exigida de referencia cruzada con el código, se suministre con el producto estructural.

S.27 PLANITUD RESTRICTIVA DE LA CHAPA

S.27.1 Las chapas de acero al carbono, como se laminaron o con tratamiento térmico de normalizado, ordenadas con planitud restrictiva, deben estar conforme con las variaciones permitidas de una superficie plana, como se especifica en las Tablas S.27.1 ó S.27.2, siempre y cuando sean aplicables.

S.27.2 Las chapas de acero de baja aleación y alta resistencia, como se laminaron o con tratamiento térmico de normalizado, ordenadas con planitud restrictiva, deben estar conforme con las variaciones permitidas de una superficie plana indicadas en las Tablas S27.3 ó S27.4, siempre y cuando sean aplicables.

S.28 PRÁCTICA DE GRANO FINO

S.28.1 El acero se debe elaborar por una práctica de grano fino.

S.29 TAMAÑO DE GRANO AUSTENÍTICO FINO

S.29.1 Se deben cumplir los requisitos para tamaño de grano austenítico fino (véanse los numerales 8.1 y 8.3).

S.30 ENSAYO DE IMPACTO CHARPY CON ENTALLA EN V PARA PERFILES ESTRUCTURALES: UBICACIÓN ALTERNA DEL NÚCLEO

S.30.1 Para perfiles con espesor de ala igual o mayor de 38,1 mm (1 ½ pulgada), en donde en la orden de compra se especifica que se deben ensayar de acuerdo con este requisito suplementario, los ensayos de impacto Charpy con entalla en V se deben realizar de acuerdo con la norma ASTM A 673/A 673 M, usando probetas tomadas de una ubicación alterna del núcleo. A menos que se especifique algo diferente en la orden de compra, el promedio mínimo de energía absorbida para cada ensayo debe ser de 27 J (20 pies x libras/fuerza) y una temperatura de ensayo de 21 °C (70 °F).

S.30.2 La frecuencia de ensayo debe ser la Frecuencia (H), excepto que para perfiles laminados producidos de lingotes, la frecuencia debe ser la Frecuencia (P) y las probetas se deben tomar de un lugar que representa la parte superior de un lingote o parte de un lingote usado para fabricar el producto representado por estas probetas.

S.31 MÁXIMO CARBONO EQUIVALENTE PARA SOLDABILIDAD

S.31.1 Las chapas y perfiles se deben suministrar con un valor máximo de carbono equivalente específico, como lo establezca el comprador. Este valor debe estar basado en el análisis de colada. Se deben reportar el análisis químico requerido, al igual que el carbono equivalente.

S.31.2 El carbono equivalente se debe calcular usando la siguiente ecuación:

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

S.31.3 Para información adicional sobre la soldabilidad del acero, véase el Apéndice X.3.

Tabla S.27.1. Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para chapas de acero al carbono como se laminaron o con tratamiento de normalizado, ordenadas para planitud restrictiva

NOTA 1 Variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud. La dimensión más larga especificada se considera como la longitud y la variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado, en chapas de hasta 12 pies de longitud, o en cualquier longitud de 12 pies en chapas más largas.

NOTA 2 Variación permitida de una superficie plana a través del ancho. Variación permitida de una superficie plana a lo largo del ancho no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.

NOTA 3 Cuando la dimensión más larga es menor de 36 pulgadas, la variación permitida de una superficie plana no debe exceder de 1/4 pulgada en cada dirección. Cuando la dimensión más larga es de 36 pulgadas a 72 pulgadas, inclusive, la variación permitida de la superficie plana no debe exceder el 75 % de la cantidad tabulada para el ancho especificado, pero en ningún caso menos de 1/4 de pulgada.

NOTA 4 Las variaciones permitidas en esta Tabla se aplican a chapas que tienen una resistencia a la tracción mínima especificada que no es superior a 60 ksi, o equivalente en composición química o dureza. En chapas especificadas para una resistencia a la tracción mínima más alta, o equivalente en composición química o dureza, las variaciones permitidas son 1 1/2 veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 5 La presente Tabla y las notas comprenden las variaciones permitidas de una superficie plana para las chapas circulares y cortadas según plantillas, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 6 No se aplican las variaciones permitidas para ondulación.

NOTA 7 Las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana cuando se va medir la planitud.

Espesor especificado, Pulgadas	Pesos especificados, lb/pie ²	Variaciones permitidas de una superficie plana para los anchos especificados, pulgadas					
		48 hasta 60 exclusive	60 hasta 72 exclusive	72 hasta 84 exclusive	84 hasta 96 exclusive	96 hasta 108 exclusive	108 hasta 120 inclusive
Hasta 1/4 excl.	Hasta 10,2 exclusive	15/32	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8
1/4 hasta 3/8 excl.	10,2 hasta 15,3, excl.	3/8	15/35	9/16	5/8	11/16	3/4
3/8 hasta 1/2 excl.	15,3 hasta 20,4 excl.	5/16	5/16	1/38	7/16	1/2	9/16
1/2 hasta 3/4 excl.	20,4 hasta 30,6 excl.	9/32	5/16	5/16	3/8	1/2	1/2
3/4 hasta 1 excl.	30,6 hasta 40,8 excl.	9/32	5/16	5/16	5/16	3/8	7/16
1 hasta 2 incl.	40,8 hasta 51,7 incl.	1/4	5/32	9/32	5/16	5/16	5/16

Tabla S.27.2. Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para chapas de acero al carbono como se laminaron o con tratamiento de normalizado, ordenadas para planitud restrictiva

NOTA 1 Variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud. La dimensión más larga especificada se considera como la longitud y la variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado, en chapas de hasta 3 700 mm de longitud, o en cualquier longitud de 3 700 mm en chapas más largas.

NOTA 2 Variación permitida de una superficie plana a través del ancho. Variación permitida de una superficie plana a lo largo del ancho no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.

NOTA 3 Cuando la dimensión más larga es menor de 900 mm, la variación permitida de una superficie plana no debe exceder de 6 mm en esa dirección. Cuando la dimensión más larga es de 900 a 1 800 mm, inclusive, la variación permitida de la superficie plana no debe exceder el 75 % de la cantidad tabulada para el ancho especificado, pero en ningún caso menos de 6 mm.

NOTA 4 Las variaciones permitidas en esta Tabla se aplican a chapas que tienen una resistencia a la tracción mínima especificada que no es superior a 415 MPa, o cuya química o dureza son comparables. En chapas especificadas para una resistencia a la tracción mínima más alta, o química o dureza compatibles, las variaciones permitidas son 1 1/2 veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 5 La presente Tabla y las notas comprenden las variaciones permitidas de una superficie plana para las chapas circulares y cortadas según plantillas, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 6 No se aplican las variaciones permitidas para ondulación.

NOTA 7 Las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana cuando se va medir la planitud.

Espesor especificado mm	Pesos especificados, kg/m ²	Variaciones permitidas de una superficie plana para los anchos especificados, mm					
		1 200 hasta 1 500 exclusive	1 500 hasta 1 800 exclusive	1 800 hasta 2 100 exclusive	2 100 hasta 2 400 exclusive	2 400 hasta 2 700 exclusive	2 700 hasta 3 000 inclusive
Hasta 6 exclusive	Hasta 47.1 exclusive	12	16	17	19	20	22
6 hasta 10 excl.	47,1 hasta 78,5, excl.	9	12	14	16	17	19
10 hasta 12 excl.	78,5 hasta 94,2 excl.	8	8	9	11	12	14
12 hasta 20 excl.	94,2 hasta 157,0 excl.	7	8	8	9	12	12
20 hasta 25 excl.	157,0 hasta 196,2 excl.	7	8	8	8	9	11
25 hasta 50 incl.	196,2 hasta 392,5 incl.	6	7	7	8	8	8

Tabla S. 27.3. Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para chapas de acero baja aleación y alta resistencia como se laminaron o con tratamiento de normalizado, ordenadas con planitud restrictiva

NOTA 1 Variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud. La dimensión más larga especificada se considera como la longitud y la variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado, en chapas de hasta 12 pies de longitud, o en cualquier longitud de 12 pies en chapas más largas.

NOTA 2 Variación permitida de una superficie plana a través del ancho. Variación permitida de una superficie plana a lo largo del ancho no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.

NOTA 3 Cuando la dimensión más larga es menor de 36 pulgadas, la variación permitida de una superficie plana no debe exceder de 1/4 pulgada en esa dirección. Cuando la dimensión más larga es de 36 pulgadas a 72 pulgadas, inclusive, la variación permitida de la superficie plana no debe exceder el 75 % de la cantidad tabulada para el ancho especificado, pero en ningún caso menos de 1/4 pulgada.

NOTA 4 La presente Tabla y las notas comprenden las variaciones permitidas de una superficie plana para las chapas circulares y cortadas según plantillas, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 5 No se aplican las variaciones permitidas para ondulación.

NOTA 6 Las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana cuando se va medir la planitud.

Espesor especificado, pulgadas	Pesos especificados, lb/pie ²	Variaciones permitidas de una superficie plana para los anchos especificados, pulgadas					
		48 hasta 60 exclusive	60 hasta 72 exclusive	72 hasta 84 exclusive	84 hasta 96 exclusive	96 hasta 108 exclusive	108 hasta 120 inclusive
Hasta 1/4 exclusive	Hasta 10,2 exclusive	11/16	15/16	1	1 1/8	1 3/16	1 5/16
1/4 hasta 3/8 excl.	10,2 hasta 15,3, excl.	9/16	11/16	7/8	15/16	1	1 1/8
3/8 hasta 1/2 excl.	15,3 hasta 20,4 excl.	15/32	15/32	9/16	21/32	38/4	13/16
1/2 hasta 3/4 excl.	20,4 hasta 30,6 excl.	13/32	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16
3/4 hasta 1 excl.	30,6 hasta 40,8 excl.	7/16	7/16	15/32	1/2	9/16	21/32
1 hasta 2 incl.	40,8 hasta 51,7 incl.	3/8	13/32	7/16	15/32	1/2	1/2

Tabla S. 27.4 Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para chapas de acero baja aleación y alta resistencia como se laminaron o con tratamiento de normalizado, ordenadas con planitud restrictiva

NOTA 1 Variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud. La dimensión más larga especificada se considera como la longitud y la variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado, en chapas de hasta 3 700 mm de longitud, o en cualquier longitud de 3 700 mm en chapas más largas.

NOTA 2 Variación permitida de una superficie plana a través del ancho. Variación permitida de una superficie plana a lo largo del ancho no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.

NOTA 3 Cuando la dimensión más larga es menor de 900 mm, la variación permitida de una superficie plana no debe exceder de 6 mm en esa dirección. Cuando la dimensión más larga es de 900 a 1 800 mm, inclusive, la variación permitida de la superficie plana no debe exceder el 75 % de la cantidad tabulada para el ancho especificado, pero en ningún caso menos de 6 mm.

NOTA 4 La presente Tabla y las notas comprenden las variaciones permitidas de una superficie plana para las chapas circulares y cortadas según plantillas, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 5 No se aplican las variaciones permitidas para ondulación.

NOTA 6 Las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana cuando se va medir la planitud.

Espesor especificado, mm	Pesos especificados, kg/m ²	Variaciones permisibles de una superficie plana para los anchos especificados, mm					
		1 200 Hasta 1 500 exclusive	1 500 Hasta 1 800 exclusive	1 800 Hasta 2 100 exclusive	2 100 Hasta 2 400 exclusive	2 400 Hasta 2 700 exclusive	2 700 Hasta 3 000 exclusive
Hasta 6 exclusive	Hasta 47.1 exclusive	17	24	25	28	30	33
6 hasta 10 excl.	47.1 hasta 78.5, excl.	14	17	22	24	25	28
10 hasta 12 excl.	78,5 hasta 94,2 excl.	12	12	14	16	19	20
12 hasta 20 excl.	94,2 hasta 157,0 excl.	11	11	12	14	16	17
20 hasta 25 excl.	157,0 hasta 196,2 excl.	11	11	12	12	14	16
25 hasta 50 incl.	196,2 hasta 392,5 incl.	9	10	11	12	12	12

ANEXOS
(Normativo)

A.1. VARIACIONES PERMITIDAS EN LAS DIMENSIONES Y MASA EN UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)

A.1.1 Las Tablas A.1.1 a A.1.31 inclusive, contienen variaciones permitidas en las dimensiones y masa expresadas en la terminología del Sistema Internacional (SI).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.1. Variaciones permitidas en el espesor para chapas rectangulares de aceros al carbono, acero aleado y aceros de baja aleación y alta resistencia, con espesores menores o iguales a 300 mm, cuando se ordenan por espesor.

NOTA 1 Variación permitida por debajo del espesor especificado, 0,3 mm.

NOTA 2 El espesor se debe medir a una distancia de 10 mm a 20 mm del borde longitudinal.

NOTA 3 Para espesores no listados en esta Tabla, la variación permitida en el espesor debe ser dado por el siguiente valor superior al valor especificado en esta Tabla.

NOTA 4 Para el espesor medido en cualquier sitio diferente del especificado en la Nota 2, las variaciones permitidas sobre el espesor especificado deben ser de 1, 75 veces la cantidad de esta tabla, redondeada con aproximación a 0,1 mm.

NOTA 5 En donde aparece "..." en esta tabla, no se establecen requisitos.

Espesor especificado mm	Tolerancia sobre el espesor especificado para anchos dados, mm										
	1 200 y menores	más de 1 200 hasta 1 500 excl.	1 500 hasta 1 800 excl.	1 800 hasta 2 100 excl.	2 100 hasta 2 400 excl.	2 400 hasta 2 700 excl.	2 700 hasta 3 000 excl.	3 000 hasta 3 300 excl.	3 300 hasta 3 600 excl.	3 600 hasta 4 200 excl.	4 200 y superiores
5,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	...	...
5,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	...	...
6,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	...	...
7,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	...
8,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	...
9,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,3	1,5	...
10,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,3	1,5	1,7
11,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,3	1,5	1,7
12,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,3	1,5	1,8
14,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8
16,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8
18,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	2,0
20,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	2,0
22,0	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,3	1,5	1,8	2,0
25,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5	1,8	2,2
28,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,3	1,4	1,8	1,8	2,0	2,2
30,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,8	1,8	2,1	2,4
32,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	2,0	2,0	2,3	2,6
35,0	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,6	1,7	2,3	2,3	2,5	2,8
38,0	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7	1,8	2,3	2,3	2,7	3,0
40,0	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,8	2,0	2,5	2,5	2,8	3,3
45,0	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	2,0	2,3	2,8	2,8	3,0	3,5
50,0	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0	2,3	2,5	3,0	3,0	3,3	3,8
55,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,5	2,8	3,3	3,3	3,5	3,8
60,0	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,8	3,0	3,4	3,4	3,8	4,0
70,0	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	3,0	3,3	3,5	3,6	4,0	4,0
80,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	3,3	3,5	3,5	3,6	4,0	4,0
90,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,6	4,0	4,4
100,0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,5	3,8	3,8	3,8	3,8	4,4	4,4
110,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,8	3,8	3,8	3,8	4,4	4,4
120,0	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	4,8	4,8
130,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,2	5,2
140,0	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	5,6	5,6
150,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,6	5,6
160,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	5,6	5,6
180,0	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	6,3	6,3
200,0	5,8	5,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0
250,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	8,8
300,0	7,5	7,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.2. Variaciones permitidas en masa para chapas rectangulares cortadas y chapas de laminado universal con masa de 2 983 kg/m² y menores, cuando se ordenan por masa

NOTA 1 Las variaciones permitidas en exceso de masa para lotes de chapas circulares y cortadas según plantilla deben ser 1,25 veces las cantidades de esta Tabla.

NOTA 2 Las variaciones permitidas en exceso de masa para chapas individuales debe ser 1,33 veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 3 Las variaciones permitidas en exceso de masa para chapas circulares individuales y chapas cortadas según plantilla, deben ser 1,66 veces las cantidades de esta tabla.

NOTA 4 La densidad estándar adoptada para el acero laminado es 7 850 kg/m³

NOTA 5 En donde aparecen puntos suspensivos (...) en esta Tabla, no se establece requisito.

Masa especificada kg/m ²	Variación permitida en la masa promedio de lotes ^A para anchos dados en mm, expresada en porcentaje de las masas especificadas por metro cuadrado.																					
	1 200 y menores		Superiores a 1 200 hasta 1 500 exclusive		1 500 a 1 800 exclusive		1 800 a 2 100 exclusive		2 100 a 2 400 exclusive		2 400 a 2 700 exclusive		2 700 a 3 000 exclusive		3 000 a 3 300 exclusive		3 300 a 3 600 exclusive		3 600 a 4 200 exclusive		4 200 y superiores	
	más de	meno s de	más de	menos de	más de	meno s de	más de	menos de	más de	meno s de	más de	menos de	más de	menos de	más de	men os de	más de	men os de	más de	meno s de	más de	menos de
Hasta 51,02 excl.	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,5	3,0	9,0	3,0	...	...	...	...	...	...	...	...
51,02 hasta 62,80 excl.	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	6,5	3,0	7,0	3,0	8,0	3,0	9,0	3,0	...	...	...	...
62,80 hasta 74,58 excl.	4,0	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,5	3,0	8,0	3,0	11	3,0	...	...
74,58 hasta 86,35 excl.	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,0	3,0	9,0	3,0	10	3,0
86,35 hasta 102,0 excl.	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	8,0	3,0	9,0	3,0
102,0 hasta 125,6 excl.	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	7,0	3,0	8,0	3,0
125,6 hasta 149,2 excl.	3,0	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	6,5	3,0	7,0	3,0
149,2 hasta 196,2 excl.	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5	3,5	2,5	4,0	3,0	4,5	3,0	6,0	3,0	6,5	3,0
196,2 hasta 392,5 excl.	2,5	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	4,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0
392,5 hasta 588,8 excl.	2,5	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,5	3,0
588,8 hasta 785,0 excl.	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0
785,0 hasta 1 178, excl.	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	3,0	1,0	3,5	1,0
1 178 hasta 1 962, excl.	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	3,0	1,0
1 962 hasta 2 355, excl.	2,0	1,0	2,0	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0
2 355 hasta 2 983, incl.	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0

^A El término "lote" significa todas las chapas de cada ancho tabulado y grupo de masa representado en cada despacho.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.3. Variaciones permitidas en ancho y longitud para chapas cortadas con espesores menores o iguales a 40 mm ; variaciones en longitud solamente para chapas de laminado universal con espesores menores o iguales a 65 mm

Dimensiones especificadas mm		Variaciones permitidas en mm, por encima del ancho y longitud ^A especificado para espesores dados en mm, y masas equivalentes en kg/m ²							
		hasta 10,5 exclusive		10,5 hasta 16, exclusive		16 hasta 25, exclusive		25 hasta 50 inclusive ^B	
Longitud	Ancho	Hasta 78,50 exclusive		78,50 hasta 125,6 exclusive		125,6 hasta 196,2 exclusive		196,2 hasta 392,5 exclusive	
		Ancho	Longitud	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud
Hasta 3 000, excl.	Hasta 1 500, excl.	10	13	11	16	13	19	16	25
	1 500 hasta 2100, excl.	11	16	13	18	16	22	19	25
	2100 hasta 2700 excl.	13	19	16	22	19	25	25	29
	2 700 y superiores	16	22	19	25	22	29	29	32
3 000 hasta 6 000 excl.	Hasta 1 500, excl.	10	19	13	22	16	25	19	29
	1500 hasta 2100, excl.	13	19	16	22	19	25	22	32
	2100 hasta 2700 excl.	14	22	18	24	21	29	25	35
	2 700 y superiores	16	25	19	29	22	32	29	35
6 000 hasta 9 000. excl.	Hasta 1 500, excl.	10	25	13	29	16	32	19	38
	1500 hasta 2100, excl.	13	25	16	29	19	32	22	38
	2100 hasta 2700 excl.	14	25	18	32	22	35	25	38
	2 700 y superiores	18	29	22	32	25	35	32	44
9 000 hasta 12 000 excl.	Hasta 1 500, excl.	11	29	13	32	16	35	19	41
	1500 hasta 2100, excl.	13	32	16	35	19	38	22	41
	2100 hasta 2700 excl.	14	32	19	35	22	38	25	48
	2 700 y superiores	19	35	22	38	25	41	32	48
12 000 hasta 15 000, excl.	Hasta 1 500, excl.	11	32	13	38	16	41	19	48
	1500 hasta 2100, excl.	13	35	16	38	19	41	22	48
	2100 hasta 2700 excl.	16	35	19	38	22	41	25	48
	2 700 y superiores	19	38	22	41	25	44	32	48
15 000 hasta 18 000, excl.	Hasta 1 500, excl.	13	44	16	48	19	48	22	57
	1500 hasta 2100, excl.	16	44	19	48	22	48	25	57
	2100 hasta 2700 excl.	16	44	19	48	22	48	29	57
	2 700 y superiores	22	44	25	51	29	57	32	64
18 000 y superiores	Hasta 1 500, excl.	14	51	19	54	22	57	25	70
	1500 hasta 2100, excl.	19	51	22	54	25	57	29	70
	2100 hasta 2700 excl.	19	51	22	54	25	57	32	70
	2 700 y superiores	25	51	29	60	32	64	35	76
^A Variaciones permitidas por debajo del ancho y la longitud especificadas, 6 mm.									
^B Las variaciones permitidas en la longitud se aplican también a chapas de laminado universal hasta de 300 mm de ancho para espesores de más de 50 mm a 65 mm, inclusive, excepto para acero aleados hasta de 50 mm de espesor.									

Tabla A.1.4. Variaciones permitidas en el ancho para chapas de acero al carbono de baja aleación y alta resistencia de borde laminado, producidas en laminador de flejes (se aplica a chapas producidas de Bobinas o a chapas producidas en tramos cortados de productos planos)

Ancho especificado, mm	Variaciones permitidas sobre el ancho especificado, mm ^A
Hasta 360 excl.	11
360 hasta 430 excl.	13
430 hasta 480 excl.	14
480 hasta 530 excl.	16
530 hasta 610 excl.	17
610 hasta 660 excl.	21
660 hasta 710 excl.	24
710 hasta 890 excl.	29
890 hasta 1 270 excl.	32
1 270 hasta 1 520 excl.	38
1 520 hasta 1 650 excl.	41
1 650 hasta 1 780 excl.	44
1 780 hasta 2 030 excl.	47
2 030 y superiores	51
^A No hay variación permitida por debajo del ancho especificado.	

Tabla A.1.5. Variaciones permitidas en el ancho para chapas de laminado universal de espesores menores o iguales a 380 mm

Ancho especificado, mm	Variaciones permitidas por encima del ancho ^A especificado para espesores dados en mm, o masas equivalentes dadas en kg/m ² , mm					
	hasta 10 exclusive	10 hasta 16, exclusive	16 hasta 25, exclusive	25 hasta 50 inclusive	Más de 50 hasta 250 inclusive	Más de 250 hasta 400 inclusive
	hasta 78,50 exclusive	78,50 hasta 125,6 exclusive	125,6 hasta 196,2 exclusive	196,2 hasta 392,5 inclusive	más de 392,5 hasta 1962, inclusive	Más de 1 962 hasta 3 140, inclusive
Más de 200 hasta 500 excl.	3	3	5	6	10	13
500 hasta 900 excl.	5	6	8	10	11	14
900 y superiores	8	10	11	13	14	16
^A Variación permitida por debajo del ancho especificado, 3 mm.						

Tabla A.1.6. Variaciones permitidas en el diámetro para chapas circulares cortadas de espesores menores o iguales a 25 mm

Diámetros especificados, mm	Variaciones permitidas por encima del diámetro especificado para espesores dados en milímetros, mm ^A		
	Hasta 10, excl.	10 a 16, excl.	16 a 25, incl.
Hasta 800, excl.	6	10	13
800 hasta 2 100 excl.	8	11	14
2 100 hasta 2 700, excl.	10	13	16
2 700 hasta 3 300, excl.	11	14	17
3 300 y superiores	13	16	19
^A No hay variaciones permitidas por debajo del diámetros especificado.			

Tabla A.1.7. Variaciones permitidas en el diámetro para chapas circulares cortadas con gas (no aplicables a acero de aleación)

Diámetros especificados, mm	Variaciones permitidas por encima del diámetro especificado para espesores dados, mm ^A					
	Hasta 25 exclusive	25 hasta 50 exclusive	50 hasta 100 exclusive	100 hasta 150 exclusive	150 hasta 200 exclusive	200 hasta 400 inclusive
Hasta 800 exclusive	10	10	13	13	16	19
800 hasta 2 100 exclusive	10	13	13	16	19	22
2 100 hasta 2 700 exclusive	13	14	16	19	22	25
2 700 hasta 3 300 exclusive	13	14	17	22	25	29
3 300 y superiores	16	19	22	25	29	32
^A No hay variaciones permitidas por debajo del diámetros especificado.						

Tabla A.1.8. Variaciones permitidas en el ancho y longitud para chapas rectangulares cuando se especifica o se exige corte con gas (se aplica solamente a especificaciones de acero aleado)

NOTA 1 Las chapas con bordes de laminado universal deben ser cortadas con gas para longitud solamente.

NOTA 2 Las variaciones permitidas deben ser tomadas por debajo o divididas por debajo y por encima, si así se especifica.

Espesor especificado, mm	Variación especificada por encima de los anchos o longitudes especificadas, mm
Hasta 50, exclusive	19
50 hasta 100, exclusive	25
100 hasta 150, exclusive	29
150 hasta 200 exclusive	33
200 hasta 400, exclusive	38

Tabla A.1.9. Variaciones permitidas de ancho y longitud para chapas rectangulares cuando se especifica o se exige corte con gas (no aplicable a acero aleado)

NOTA 1 Las chapas con bordes de laminado universal deben ser cortadas con gas para longitud solamente.

Espesor especificado, mm	Variación permitida por encima de los anchos o longitudes especificadas, mm ^A
Hasta 50, exclusive	13
50 hasta 100, exclusive	16
100 hasta 150, exclusive	19
150 hasta 200 exclusive	22
200 hasta 400, exclusive	25
^A Las variaciones permitidas deben ser tomadas por debajo o divididas por debajo y por encima, si así se especifica.	

Tabla A.1.10. Variaciones permitidas en el diámetro para chapas circulares cortadas con gas (se aplica solamente a especificaciones de acero aleado)

Espesor especificado, mm	Variaciones permitidas por encima del diámetro especificado para espesores dados, mm ^A					
	Hasta 25 exclusive	25 hasta 50 exclusive	50 hasta 100 exclusive	100 hasta 150 exclusive	150 hasta 200 exclusive	200 hasta 400 inclusive
Hasta 800 exclusive	13	13	19	19	25	25
800 hasta 2 100 excl.	13	16	22	25	29	32
2 100 hasta 2 700 excl.	16	19	25	29	32	35
2 700 hasta 3 300 incl.	22	25	29	32	35	38
^A No hay variaciones permitidas por debajo del diámetro especificado.						

Tabla A.1.11. Flecha permitida^A para chapas de laminado universal, de acero aleado, acero de baja aleación y alta resistencia y acero al carbono, y chapas rectangulares cortadas con gas o cizalladas de acero aleado y acero de baja aleación y alta resistencia.

Ancho especificado, mm	Flecha permitida, mm
Hasta 750, inclusive	Longitud en milímetros/300
Más de 750 hasta 1 500	Longitud en milímetros/250
^A En las chapas, flecha es la curvatura del borde horizontal, medida sobre toda la longitud de la chapa en posición plana.	

Tabla A.1.12. Flecha permitida^A para chapas cizalladas y chapas rectangulares cortadas con gas. Todos los espesores (se aplica solamente a acero al carbono)

Combadura permitida, mm = longitud en milímetros/500
^A En las chapas, combadura es la curvatura del borde horizontal, medida sobre toda la longitud de la chapa en posición plana.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.13. Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para chapas de acero al carbono

NOTA 1 Cuando la dimensión mayor es menor de 900 mm, la variación permitida con relación a una superficie plana no debe exceder 6 mm. Cuando la dimensión mayor es de 900 mm a 1 800 mm, inclusive, la variación permitida en la superficie plana no debe exceder el 75 % de la cantidad tabulada para el ancho especificado, pero en ningún caso menos de 6 mm.

NOTA 2 Estas variaciones permitidas se aplican a chapas que tienen una resistencia a la tracción mínima especificada de máximo 415 MPa o que tienen una composición química o dureza comparables. Los límites de la Tabla se incrementan 50 % para chapas que tienen una resistencia mínima a la tracción mayor, o que tienen una composición química o dureza comparables.

NOTA 3 Esta tabla y estas notas comprenden las variaciones permitidas para superficies planas de las chapas circulares y cortadas según plantilla, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 4 En donde aparece "(...)" en esta tabla, no se establece requisito.

NOTA 5 Las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana cuando se va medir la planitud.

Espesor especificado, mm	Masa especificada kg/m ²	Variaciones permitidas de una superficie plana para los anchos especificados, mm ^{A,B}										
		Hasta 900 exclusive	900 hasta 1 200 exclusive	1 200 hasta 1 500 exclusive	1 500 hasta 1 800 exclusive	1 800 hasta 2 100 exclusive	2 100 hasta 2 400 exclusive	2 400 hasta 2 700 exclusive	2 700 hasta 3 000 exclusive	3 000 hasta 3 600 exclusive	3 600 hasta 4 200 exclusive	4 200 y superiores
Hasta 6 exclusive	Hasta 47,1 exclusive	14	19	24	32	35	38	41	44	48	---	---
6 hasta 10 excl.	47,1 hasta 78,5 excl.	13	16	19	24	29	32	35	38	41	---	---
10 hasta 12 excl.	78,5 hasta 94,2 excl.	13	14	16	16	19	22	25	29	32	48	54
12 hasta 20 excl.	94,2 hasta 157,0 excl.	11	13	14	16	16	19	25	25	29	38	51
20 hasta 25 excl.	157,0 hasta 196,2 excl.	11	13	14	16	16	16	19	22	25	35	44
25 hasta 50 excl.	196,2 hasta 392,5 excl.	10	13	13	14	14	16	16	16	18	29	38
50 hasta 100 excl.	392,5 hasta 785,0 excl.	8	10	11	13	13	13	13	14	16	22	29
100 hasta 150 excl.	785,0 hasta 1 178 excl.	10	11	13	13	14	14	16	19	22	22	25
150 hasta 200 excl.	1 178 hasta 1 570 excl.	11	13	13	16	18	19	22	22	25	25	25
200 hasta 250 excl.	1 570 hasta 1 962 excl.	13	13	16	18	19	21	22	24	25	25	25
250 hasta 300 excl.	1 962 hasta 2 355 excl.	13	16	19	21	22	24	25	25	25	25	25
300 hasta 400 incl.	2 355 hasta 3 140 incl.	16	19	21	22	24	25	25	25	25	25	---

^A Variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud. Se considera como longitud la dimensión especificada más larga y las variaciones permitidas de la superficie plana a lo largo de la longitud no deben exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado de las chapas hasta de 4 000 mm de longitud, o para cualquier longitud de chapas mas largas que 4 000 mm.

^B Variación permitida de una superficie plana a través del ancho. Las variaciones permitidas de una superficie plana a lo través del ancho no deben exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.14. Variaciones permitidas de la planitud para chapas de acero aleado y de baja aleación y alta resistencia, laminadas en caliente o tratadas térmicamente.

NOTA 1 Cuando la dimensión mayor es menor de 900 mm, la variación permitida no debe exceder 10 mm. Cuando la dimensión mayor es de 900 mm a 1 800 mm inclusive, la variación permitida no debe exceder el 75 % de la cantidad tabulada para el ancho especificado.

NOTA 2 Esta tabla y notas comprenden las variaciones permitidas para planitud de las chapas circulares y las chapas cortadas según plantilla, con base en las dimensiones máximas de estas chapas.

NOTA 3 En donde aparece "(...)" en esta tabla, no se establece requisito.

NOTA 4 Cuando se mide la planitud, las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana.

Espesor especificado mm	Masa especificada kg/m ²	Variaciones permitidas con relación a una superficie plana, para los anchos especificados, mm ^{A,B}										
		Hasta 900 excl.	900 hasta 1 200 excl.	1 200 hasta 1 500 excl.	1 500 hasta 1 800 excl.	1 800 hasta 2 100 excl.	2 100 hasta 2 400 excl.	2 400 hasta 2 700 excl.	2 700 hasta 3 000 excl.	3 000 hasta 3 600 excl.	3 600 hasta 4 200 excl.	4 200 y superiores
Hasta 6 exclusive	Hasta 47,1 exclusive	21	29	35	48	51	57	60	67	70	---	---
6 hasta 10 excl.	47,1 hasta 78,5 excl.	19	24	29	35	44	48	51	57	60	---	---
10 hasta 12 excl.	78,5 hasta 94,2 excl.	19	22	24	24	29	33	38	41	48	70	79
12 hasta 20 excl.	94,2 hasta 157,0 excl.	16	19	22	22	25	29	32	35	41	57	76
20 hasta 25 excl.	157,0 hasta 196,2 excl.	16	19	22	22	24	25	29	33	38	51	67
25 hasta 50 excl.	196,2 hasta 392,5 excl.	14	16	19	21	22	24	25	25	25	41	57
50 hasta 100 excl.	392,5 hasta 785,0 excl.	13	14	18	19	19	19	19	22	25	32	41
100 hasta 150 excl.	785,0 hasta 1 178 excl.	14	18	19	19	22	22	24	29	32	32	38
150 hasta 200 excl.	1 178 hasta 1 570 excl.	16	19	19	24	25	29	32	33	38	38	38
200 hasta 250 excl.	1 570 hasta 1 962 excl.	19	21	24	25	29	32	33	35	38	38	38
250 hasta 300 excl.	1 962 hasta 2 355 excl.	19	24	29	32	33	35	38	38	38	38	38
300 hasta 400 incl.	2 355 hasta 3 140 incl.	22	25	30	33	35	38	38	38	38	38	38
^A Variación permitida de una superficie plana a lo largo de la longitud. Se considera como longitud la dimensión especificada más larga y las variaciones permitidas de la superficie plana a lo largo de la longitud no deben exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado de las chapas hasta de 4 000 mm de longitud, o para cualquier longitud de chapas mas largas que 4 000 mm.												
^B Variaciones de planitud para ancho. La variación de planitud a lo ancho no debe exceder la cantidad tabulada para el ancho especificado.												

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.15. Variaciones permitidas en la ondulación para chapas

NOTA 1 Ondulación denota la máxima desviación de la superficie desde un plano paralelo a la superficie en el punto de medición y contiguo a la superficie del lugar de dos ondas o picos adyacentes, cuando la chapa descansa sobre una superficie horizontal plana, medida en un incremento de menos de 4 000 mm de longitud. La variación permitida en ondulación es una función de la variación permitida de la planitud superficial, como la obtenida en la Tabla A.113 ó A.1.14, según el caso.

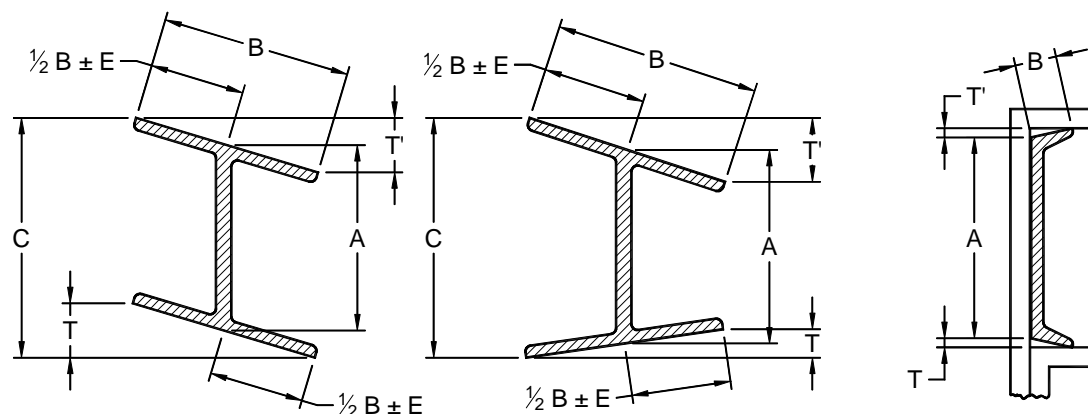
NOTA 2 Cuando se mide la planitud, las chapas deben estar en posición horizontal sobre una superficie plana.

Variación permitida de planitud, mm, de las Tablas A.1.13 ó A.1.14	Tolerancia de ondulación, mm. Cuando el número de ondas en 4 000 mm es:						
	1	2	3	4	5	6	7
8	8	6	5	3	3	2	2
10	10	8	5	5	3	2	2
11	11	8	6	5	3	3	2
13	13	10	8	5	5	3	2
14	14	11	8	6	5	3	2
16	16	13	10	6	5	3	2
17	17	13	10	8	5	5	2
19	19	14	11	8	6	5	2
21	21	16	11	8	6	5	2
22	22	17	13	10	6	5	2
24	24	17	13	10	8	6	5
25	25	19	14	11	8	6	5
29	29	22	16	13	10	6	5
32	32	24	17	13	10	8	6
35	35	27	19	14	11	8	6
38	38	29	22	16	13	10	6
41	41	32	24	17	13	10	8
44	44	33	25	19	14	11	8
48	48	37	27	21	14	11	8
51	51	38	29	22	16	13	10
54	54	41	30	22	17	13	10
57	57	43	32	24	17	14	10
60	60	46	33	25	19	14	11
64	64	48	37	27	21	14	11
67	67	51	38	29	21	16	11
70	70	52	40	29	22	16	13
73	73	56	41	30	24	17	13
76	76	57	43	32	24	17	14
79	79	60	44	33	25	19	14

Tabla A.1.16. Variaciones permitidas en la sección transversal para perfiles W, HP, S, M, C y MC

NOTA 1 A es la medida en la línea central del alma para perfiles S, M, W y HP; en la parte posterior del alma para los perfiles C y MC. La medición es total para los perfiles C de menos de 75 mm. B es la medida paralela al ala. C se mide paralela al alma.

NOTA 2 En donde aparece "(...)" en la Tabla, no se establece requisito.



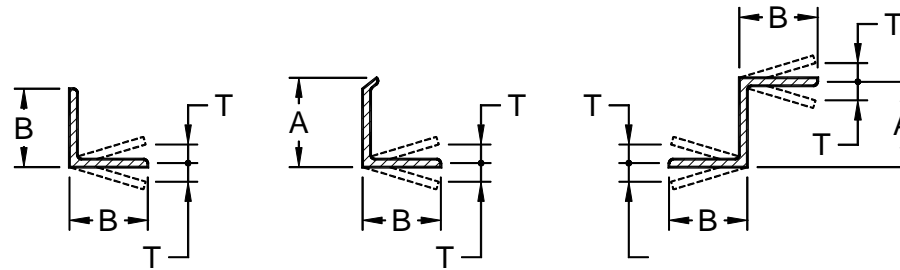
Continúa...

Tabla A1.16. (Final)

		Variaciones permitidas en las dimensiones de las secciones dadas, en mm								
Perfil	Tamaño de sección nominal, mm	A. Profundidad, mm		B. Ancho de ala, mm		Alas T + T ^A fuera de escuadra, máx. _B , mm	E. Alma fuera de centro, máx. ^C	C, profundidad máxima en cualquier sección transversal sobre la profundidad teórica, mm	Variaciones permitidas por encima y por debajo del espesor teórico del alma, para espesores dados en mm	
		Por encima del teórico	por debajo del teórico	por encima del teórico	Por debajo del teórico				5 y menores	sobre 5
W y HP	Hasta 310 incl.	4	3	6	5	6	5	6	...	...
	Más de 310	4	3	6	5	8	5	6	...	...
S y M	75 hasta 180 incl.	2	2	3	3	0,03	5	...	...	.
	Más de 180 hasta 360 incl.	3	2	4	4	0,03	5	...	...	...
	Más de 360 hasta 610 incl.	5	3	5	5	0,03	5	...	...	...
C y MC	40 y menores	1	1	1	1	0,03	...	...	0,2	0,4
	Más de 40 hasta 75 excl.	2	2	2	2	0,03	...	...	0,4	...
	75 hasta 180 incl.	3	2	3	3	0,03	...	...	...	...
	Más de 180 hasta 360 incl.	3	3	3	4	0,03	...	...	...	...
	más de 360	5	4	3	5	0,03	...	...	...	...
^A T + T' se aplica cuando las alas de las canales se voltean hacia adentro o hacia afuera. Para canales de 16 mm y menos de profundidad, el valor permitido fuera de escuadra es 0,05 mm/mm de profundidad. La tolerancia se debe redondear al milímetro más cercano después del cálculo.										
^B La variación permitida es por milímetro de ancho de ala para los perfiles S, M, C y MC.										
^C Variación permitida de 8 mm máx para secciones de más de 634 kg/m.										

**Tabla A.1.17. Variaciones permitidas en la sección transversal de los ángulos (perfiles L),
ángulos de bordón y zetas**

NOTA En donde aparece "(...)" en esta tabla, no se establece requisito.



Continúa...

Tabla A.1.17. (Final)

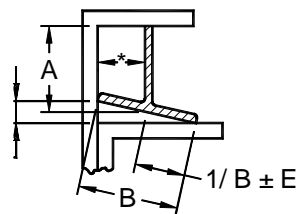
		Variaciones permitidas en las dimensiones de secciones dadas, mm							
Sección	Tamaño nominal, mm	A. Profundidad, mm		B. Ancho de ala o longitud de lado, mm		T, Fuera de escuadra por mm de B, mm	Variaciones permitidas por encima o por debajo de los espesores teóricos dados en mm, mm		
		por encima del teórico	por debajo del teórico	por encima del teórico	por debajo del teórico		5 y menores	Más de 5 hasta 10	Más de 10
Ángulos ^A (perfiles L)	25 y menores	...	...	1	1	0,026 ^B	0,2	0,2	...
	Más de 25 hasta 50 inclusive	...	...	1	1	0,026 ^B	0,2	0,2	0,3
	Más de 50 hasta 75 exclusive	...	...	2	2	0,026 ^B	0,3	0,4	0,4
	75 hasta 100 incl	...	...	3	2	0,026 ^B	...	...	...
	Más de 100 hasta 150 inclusive	...	...	3	3	0,026 ^B	...	...	...
	Más de 150	...	...	5	3	0,026 ^B	...	...	...
Ángulos de bordón	75 hasta 100 incl.(profundidad)	3	2	4	2	0,026 ^B	...	...	...
	Más de 100 hasta 150 inclusive	3	2	4	3	0,026 ^B	...	...	...
	Más de 150	3	2	5	3	0,026 ^B	...	...	...
Zetas	75 hasta 100 incl.	3	2	4	2	0,026 ^B	...	...	...
	Más de 100 hasta 150 inclusive	3	2	4	3	0,026 ^B	...	...	...
^A Para ángulos de lados desiguales, la clasificación la determina el lado más largo.									
^B 0,026 mm/mm = 1 1/2°. La variación permitida se debe redondear al milímetro más cercano después de cálculo.									

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.18. Variaciones permitidas en las dimensiones seccionales para tes laminadas

NOTA 1 * La parte de atrás del cuadrado* y la línea central del vástago deben ser paralelas cuando se mide "fuera de escuadra".

NOTA 2 En donde aparece "(...)" en la Tabla, no se establece requisito.



Tamaño nominal, ^A	Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección dada, mm										
	A. Profundidad, ^B mm		B. Ancho ^B , mm		T Fuera de escuadra por mm de B,	E. Alma fuera de centro, máx,	Vástago fuera de escuadra ^C ,	Espesor del ala, mm		Espesor del vástago, mm	
	Más de	Menos de	Más de	Menos de	mm	mm	mm	Más de	Menos de	Más de	Menos de
30 y menores	1	1	1	1	...	...	1	0,2	0,2	0,1	0,5
Más de 30 hasta 50 inclusive	2	2	2	2	...	...	2	0,3	0,3	0,2	0,5
Más de 50 hasta 75 exclusive	2	2	2	2	...	...	2	0,4	0,4	0,4	0,5
75 hasta 125 inclusive	2	2	3	3	0,03	2	...	...	...	...	...
más de 125 hasta 180 inclusive	2	2	3	3	0,03	3	...	...	...	...	...
^A La sección más larga de una te desigual determina el tamaño de las variaciones permitidas.											
^B Las mediciones para profundidad y ancho son totales.											
^C Vástago fuera de escuadra es la variación de la línea central del vástago con respecto a su posición recta, medida en este punto.*											

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.19. Variaciones permitidas en la longitud para perfiles S, M, C, MC, L, T y Z y de ángulo de bordón

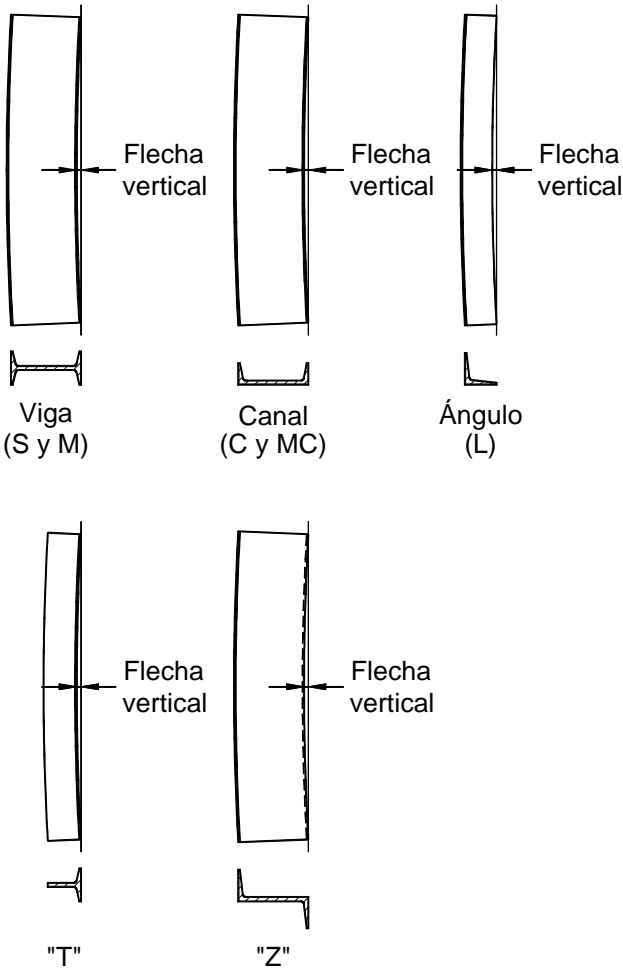
NOTA En donde aparece "(...)" en esta tabla, no se establece requisito.

Tamaño nominal ^A , mm	Variaciones de la longitud especificada, para longitudes dadas en metros, mm													
	1,5 hasta 3 exclusive		3 hasta 6 exclusive		6 hasta 9 exclusive		9 hasta 12 inclusive		12 hasta 15 inclusive		15 hasta 20 inclusive		Más de 20	
	Más de	Menos de	Más de	Menos de	Más de	Menos de	Más de	Menos de	Más de	Menos de	Más de	Menos de	Más de	Menos de
Menos de 75	16	0	25	0	38	0	51	0	64	0	64	0	...	...
75 y superiores	13	6	13	6	13	6	19	6	25	6	29	6	32	6
^A La mayor dimensión de la sección transversal.														

Tabla A.1.20. Variaciones permitidas en los extremos fuera de escuadra para perfiles S, M, C, MC, L, T y Z y de ángulo de bordón

Perfiles	Variación permitida
S.M.C y MC	0,017 mm/mm de profundidad
L ^A	0,026 mm/mm de longitud de lado ó 1 1/2 grado
Ángulos de bordón	0,026 mm/mm de profundidad o 1 1/2 grado
Tes laminadas ^A	0,017 mm/mm de ala o vástago
Zetas	0,026 mm/mm de la suma de ambas longitudes de ala
^A Las variaciones permitidas para extremos fuera de escuadra se determinan en el elemento más larga del perfil.	

Tabla A.1.21. Variaciones permitidas en la rectitud para S, M, C, MC, L, T, Z y perfiles de ángulo de bordón



Posiciones para medir la flecha de los perfiles

Variable	Tamaño nominal ^A mm	Variación permitida, mm
Flecha vertical (<i>camber</i>)	Menos de 75 75 y superiores	4 x número de metros de longitud total 2 x número de metros de longitud total
Flecha horizontal (<i>sweep</i>)	todos	Debido a la flexibilidad de estos perfiles las variaciones permitidas para la flecha horizontal están sujetas a negociación entre el fabricante y el comprador para las secciones individuales comprometidas.
^A La mayor dimensión de sección transversal.		

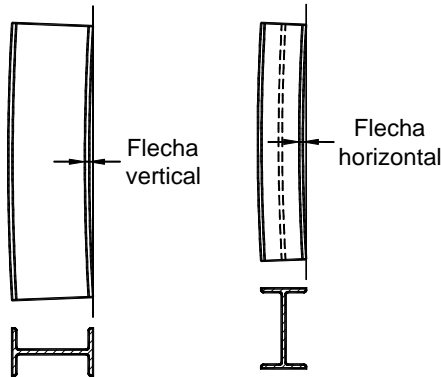
Tabla A.1.22. Variaciones permitidas en la longitud para perfiles W y HP

Perfiles W	Variaciones de la longitud especificada para longitudes dadas en metros, mm ^{A,B}			
	9 y menos		Más de 9	
	Más de	Menos de	Más de	Menos de
Vigas menores o iguales a de 610 mm de profundidad nominal	10	10	10 más 1 por cada 1 m adicional o fracción	10
Vigas mayores a 610 mm de profundidad nominal y todas las columnas	13	13	13 más 1 por cada 1 m adicional o fracción	13
^A Para perfiles HP y W cuando se usan como pilares de soporte, la tolerancia de longitud es más 125 mm y menos 0 mm. Esta tolerancia también se aplica a tablestacos. ^B Las variaciones permitidas en los extremos fuera de escuadra para los perfiles W y HP debe ser de 0,016 mm/mm de profundidad, o de ancho de ala si éste es mayor que la profundidad. Las variaciones permitidas se deben redondear con aproximación al milímetro más cercano después de cálculo.				

Tabla A.1.23. Variaciones permitidas para longitud y fuera de escuadra, perfiles laminados

		Variaciones permitidas en la longitud y extremo fuera de escuadra, mm ^A					
Profundidad nominal, mm	Longitud, ^B m	Ambos extremos rectificad ^C			Un extremo rectificado ^C		
		Longitud, mm		Extremo fuera de escuadra,	Longitud, mm		Extremo fuera de escuadra, (para el extremo rectificado)
		por encima	por debajo		por encima	por debajo	
150 a 920	2 a 21	1	1	1	6	6	1
^A Las variaciones permitidas para la longitud y extremo fuera de escuadra son acumulables ^B La longitud se mide a lo largo de la línea central del alma. Las mediciones se hacen con el acero y la cinta a la misma temperatura. ^C fuera de escuadra se miden (a) haciendo escuadra desde la línea central del alma y (b) haciendo escuadra desde la línea central del ala. La variación medida desde la rectangularidad real en cualquier plano no debe exceder la cantidad tabulada total.							

Tabla A.1.24. Variaciones permitidas en la rectitud para perfiles W y HP



Posiciones para medir la combadura y la flecha de los perfiles W y HP

	Variación permitida en la rectitud, mm
Flecha horizontal (Camber) y flecha vertical (sweep) Cuando algunas secciones ^B con ancho de ala aproximadamente igual a la profundidad se ordenan para ser usadas como columnas: Longitudes de 14 m y menores Longitudes de más de 14 m	1 x número de metros de longitud total ^A 1 x número de metros de longitud total, pero no más de 10 10 + (1 x (número de metros de longitud total - 14 m))
^A En las secciones con ancho de ala menor de 150 mm, la variación permitida para flecha, mm = 2 x el número de metros de la longitud total. ^B Se aplica solamente a: secciones de 200 mm de profundidad - 46,1 kg/m y más pesadas secciones de 250 mm de profundidad - 73 kg/m y más pesadas secciones de 310 mm de profundidad - 97 kg y más pesadas, y secciones de 360 mm de profundidad - 116 kg y más pesadas Si en el pedido se especifican otras secciones para ser usadas como columnas, la variación permitida estará sujeta a negociación con el fabricante.	

Tabla A.1.25. Variaciones permitidas en las dimensiones para tes divididas y ángulos divididos (Perfiles L)^A

Profundidad especificada, mm	Variaciones permitidas por encima o por debajo de la profundidad especificada,^B mm
Hasta 150 exclusive (vigas y canales)	3
150 a 410 exclusive (vigas y canales)	5
410 a 510 exclusive (vigas y canales)	6
510 a 610 exclusive (vigas)	8
610 y superiores (vigas)	10
<p>^A Las variaciones permitidas en la longitud para tes o ángulos divididos son las mismas que las aplicables a la sección de la cual se cortaron la te o el ángulo.</p> <p>^B Las variaciones anteriores para profundidad de las tes o ángulos incluyen las variaciones permitidas en la profundidad para vigas o canales antes de cortarlos. Se aplican las variaciones permitidas para dimensiones y rectitud, como se establecen para vigas o canales de los cuales se cortan estas tes o ángulos, excepto:</p> <p style="text-align: center;">rectitud = 2 mm x longitud en metros</p>	

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.26. Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección para platinas de borde recto y borde redondeado

NOTA En donde aparece "(...)" en la tabla, no se establece requisito.

Anchos especificados, mm	Variaciones permitidas por encima o por debajo del espesor especificado, para espesores dados en mm, mm						Variaciones permitidas del ancho especificado, mm	
	Más de 5 hasta 6 incl.	Más de 6 hasta 12 incl.	Más de 12 hasta 25 incl.	Más de 25 hasta 50 incl.	Más de 50 hasta 75 incl.	Más de 75	Por encima	Por debajo
Hasta 25 inclusive	0,18	0,20	0,25	...	...	...	0,5	0,5
Más de 25 hasta 50 incl.	0,18	0,30	0,40	0,8	...	...	1,0	1,0
Más de 50 hasta 100 incl.	0,20	0,40	0,50	0,8	1,2	1,2	1,5	1,0
Más de 100 hasta 150 incl.	0,25	0,40	0,50	0,8	1,2	1,2	2,5	1,5
Más de 150 hasta 200 incl.	^A	0,40	0,65	0,8	1,2	1,6	3,0	2,5
^A Las platinas de más de 150 mm a 200 mm inclusive, de ancho, no se fabrican como barras laminadas en caliente de espesores de 6 mm e inferiores.								

Tabla A.1.27. Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección para barras redondas y cuadradas y cuadrados con bordes redondeados

NOTA En donde aparece "(...)" en la tabla, no se establece requisito.

Tamaños especificados, mm	Variaciones permitidas por encima o por debajo del tamaño especificado		Ovalamiento o fuera de escuadra permitidas, mm ^A	
	mm	%	mm	%
Hasta 7,0 inclusive	0,13	...	0,20	...
Más de 7,0 hasta 11,0 incl.	0,15	...	0,22	...
Más de 11,0 hasta 15,0 incl.	0,18	...	0,27	...
Más de 15,0 hasta 19,0 incl.	0,20	...	0,30	...
Más de 19,0 hasta 250 incl.	...	1 ^B	...	1 1/2 ^B
^A Deformación circunferencial es la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de la barra, medidos en la misma sección transversal. La sección fuera de escuadra es la diferencia en la distancia perpendicular entre caras opuestas, medida en la misma sección transversal.				
^B La variación permitida se debe redondear a la décima de milímetro más cercana después del cálculo.				

Tabla A.1.28. Variaciones permitidas en las dimensiones de la sección para hexágonos

Tamaños especificados entre lados opuestos, mm	Variaciones del tamaño especificado, mm		Sección fuera de hexágono, mm ^A
	Por encima	por debajo	
Hasta 13 inclusive	0,18	0,18	0,3
Más de 13 hasta 25 inclusive	0,25	0,25	0,4
Más de 25 hasta 40 inclusive	0,55	0,35	0,6
Más de 40 hasta 50 inclusive	0,8	0,40	0,8
Más de 50 hasta 65 inclusive	1,2	0,40	1,2
Más de 65 hasta 80 inclusive	1,6	1,6	
^A La sección fuera de hexágono es la mayor diferencia en la distancia entre cualquiera de las dos caras opuestas, medidas en la misma sección transversal.			

Tabla A.1.29. Variaciones permitidas en la rectitud para barras

Variaciones máximas permitidas en la rectitud, mm ^A	
6 mm en cualquier 1 500 mm y (longitud en milímetros/250) ^B	
^A	Las variaciones permitidas en rectitud no se aplican a barras laminadas en caliente si se ha realizado alguna operación de calentamiento posterior.
^B	Se redondea con aproximación al milímetro entero más cercano.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.1.30. Variaciones permitidas en la longitud para barras y platinas de acero cortadas en caliente^A

NOTA En donde aparece "(...)" en la tabla, no se establece requisito.

Tamaños especificados de barras redondas, cuadradas y hexagonales, mm	Tamaños especificados de platinas, mm		Variaciones permitidas por encima de las longitudes especificadas, dadas en metros, mm (no hay variación por debajo)				
	Espesor	Ancho	1,5 a 3 exclusive	3 a 6 exclusive	6 a 9 exclusive	9 a 12 exclusive	12 a 18 exclusive
Hasta 25, inclusive	Hasta 25, inclusive	Hasta 75, inclusive	15	20	35	45	60
Más de 25 hasta 50 inclusive	Más de 25	Hasta 75, inclusive	15	25	40	50	65
	Hasta 25 inclusive	Más de 75 hasta 150 incl..	15	25	40	50	65
Más de 50 hasta 125 inclusive	Más de 25	Más de 75 hasta 150 incl..	25	40	45	60	70
Más de 125 hasta 250 inclusive	...	...	50	65	70	75	85
	Más de 6 hasta 25 inclusive	Más de 150 hasta 200 inclusive	20	30	45	90	100
	Más de 25 hasta 75 inclusive	Más de 150 hasta 200 inclusive	30	45	50	90	100
Secciones de tamaño de barra	...	...	15	25	40	50	65
Corte con sierra en caliente							
50 hasta 125 inclusive	25 y superiores	75 y superiores	^B	40	45	60	70
Más de 125 hasta 250 inclusive	...	...	^B	65	70	75	85
^A Para platinas de más de 150 mm a 200 mm inclusive de ancho, y más de 75 mm de espesor, se deben consultar al productor las variaciones permitidas en la longitud.							
^B Los tamaños y longitudes menores comúnmente no se corta con sierra en caliente.							

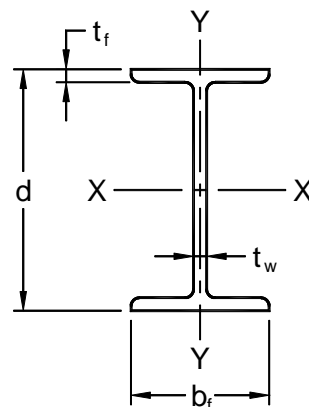
Tabla A.1.31. Variaciones permitidas en la longitud para barras cortadas de nuevo en ambos extremos después del enderezado^{A,B}

Tamaños de barras redondas, cuadradas, hexagonales. Ancho de las platinas y dimensión máxima de otras secciones, mm	Variaciones permitidas por encima de la longitud especificada en metros, mm (no hay variación por debajo)	
	Hasta 3,7 inclusive	Más de 3,7
Hasta 75 inclusive	6	8
Más de 75 hasta 150 inclusive	8	11
Más de 150 hasta 200 inclusive	11	14
Redondeo sobre 200 hasta 250 inclusive	14	18
^A Para platinas de más de 150 mm hasta 200 mm inclusive, de ancho, y más de 75 mm de espesor, se deben consultar al productor las variaciones permitidas de longitud.		
^B Con frecuencia se requieren variaciones superiores o inferiores a la longitud especificada, en cuyo caso se aplica la suma de las dos variaciones permitidas.		

A.2 DIMENSIONES DE PERFILES ESTÁNDAR

A.2.1 A continuación se presentan las dimensiones y masa (peso) de algunos perfiles estándar. Los valores establecidos en unidades libra pulgada o del SI son independientes entre sí. Los valores de los dos sistemas no se deben combinar bajo ninguna circunstancia. A menos que en el pedido se especifique la designación de la especificación aplicable "M", el material se debe suministrar en unidades libra-pulgada.

Tabla A.2.1. Perfiles "W"



Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A , Pulgadas ²	Altura total d , pulgadas	Ala		Espesor del alma t_w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A , mm ²	Profundidad d , mm	Ala		Espesor del alma t_w , mm ^A
			Ancho b_f , pulgadas	Espesor t_f , pulgadas ^A					Ancho b_f , mm	Espesor t_f , mm ^A	
W44 X 335	98,7	44,02	15,945	1,772	1,024	W1 100 X 499	63 521	1 118	405	45,0	26,0
X 290	85,8	43,62	15,827	1,575	0,866	X 433	55 119	1 108	402	40,0	22,0
X 262	77,2	43,31	15,748	1,417	0,787	X 390	49 703	1 100	400	36,0	20,0
X 230	67,9	42,91	15,748	1,220	0,709	X 343	43 647	1 090	400	31,0	18,0
W40 X 503	147,8	42,05	16,417	2,756	1,535	W1 000 X 748	95 345	1 068	417	70,0	39,0
X 431	126,7	41,26	16,220	2,362	1,339	X 642	81 765	1 048	412	60,0	34,0
X 372	109,4	40,63	16,063	2,047	1,161	X 554	70 581	1 032	408	52,0	29,5
X 321	94,2	40,08	15,906	1,772	1,004	X 477	60 797	1 018	404	45,0	25,5
X 174	51,1	38,20	15,748	0,827	0,650	X 258	32 885	970	400	21,0	16,5

Continúa ...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W". (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundida d d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W40 X 466	137,0	42,44	12,638	2,953	1,673	W1 000 X 694	88 363	1 078	321	75,0	42,5
X 392	115,3	41,57	12,362	2,520	1,417	X 584	74 373	1 056	314	64,0	36,0
X 331	97,5	40,79	12,165	2,126	1,220	X 494	62 913	1 036	309	54,0	31,0
X 278	81,9	40,16	11,969	1,811	1,024	X 415	52 869	1 020	304	46,0	26,0
W40 X 593	174,4	42,99	16,690	3,230	1,790	W1 000 X 883	112 517	1 092	424	82,0	45,5
X 297	87,4	39,84	15,825	1,650	0,930	X 443	56 387	1 012	402	41,9	23,6
X 277	81,3	39,69	15,830	1,575	0,830	X 412	52 470	1 008	402	40,0	21,1
X 249	73,3	39,38	15,750	1,420	0,750	X 371	47 271	1 000	400	36,1	19,0
X 215	63,3	38,98	15,750	1,220	0,650	X 321	40 849	990	400	31,0	16,5
X 199	58,4	38,67	15,750	1,065	0,650	X 296	37 699	982	400	27,1	16,5
W40 X 183	53,7	38,98	11,810	1,220	0,650	W1 000 X 272	34 647	990	300	31,0	16,5
X 167	49,1	38,59	11,810	1,025	0,650	X 249	31 675	980	300	26,0	16,5
X 149	43,8	38,20	11,810	0,830	0,630	X 222	28 232	970	300	21,1	16,0
W40 X 264	77,6	40,00	11,930	1,730	0,960	W1 000 X 393	50 100	1 016	303	43,9	24,4
X 235	68,9	39,69	11,890	1,575	0,830	X 350	44 600	1 008	302	40,0	21,1
X 211	62,0	39,37	11,810	1,415	0,750	X 314	40 000	1 000	300	35,9	19,1

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W". (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W36 x 848	249,2	42,45	18,130	4,530	2,520	W920 x 1 262	160 753	1 078	461	115,1	64,0
x 798	234,6	41,97	17,990	4,290	2,380	x 1 188	151 347	1 066	457	109,0	60,5
x 650	191,0	40,47	17,575	3,540	1,970	x 967	123 210	1 028	446	89,9	50,0
x 527	154,7	39,21	17,220	2,910	1,610	x 784	99 835	996	437	73,9	40,9
x 439	129,0	38,26	16,965	2,440	1,360	x 653	83 195	972	431	62,0	34,5
x 393	115,6	37,80	16,830	2,200	1,220	x 585	71 559	960	427	55,9	31,0
x 359	105,4	37,40	16,730	2,010	1,120	x 534	68 004	950	425	51,1	28,4
x 328	96,4	37,09	16,630	1,850	1,020	x 488	62 165	942	422	47,0	25,9
x 300	88,3	36,74	16,655	1,680	0,945	x 446	57 000	933	423	42,7	24,0
x 280	82,4	36,52	16,595	1,570	0,885	x 417	53 200	928	422	39,9	22,5
x 260	76,5	36,26	16,550	1,440	0,840	x 387	49 400	921	420	36,6	21,3
x 245	72,1	36,08	16,510	1,350	0,800	x 365	46 500	916	419	34,3	20,3
x 230	67,6	35,90	16,470	1,260	0,760	x 342	43 600	912	418	32,0	19,3
x 210	61,8	36,69	12,180	1,360	0,830	x 313	39 900	932	309	34,5	21,1
x 194	57,0	36,49	12,150	1,260	0,765	x 289	36 800	927	308	32,0	19,4
x 182	53,6	36,33	12,075	1,180	0,725	x 271	34 600	923	307	30,0	18,4
x 170	50,0	36,17	12,030	1,100	0,680	x 253	32 300	919	306	27,9	17,3
x 160	47,0	36,01	12,000	1,020	0,650	x 238	30 300	915	305	25,9	16,5
x 150	44,2	35,85	11,975	0,940	0,625	x 223	28 500	911	304	23,9	15,9
x 135	39,7	35,55	11,950	0,790	0,600	x 201	25 600	903	304	20,1	15,2
W36 x 256	75,4	37,43	12,215	1,730	0,960	W920 x 381	48 600	951	310	43,9	24,4
x 232	68,1	37,12	12,120	1,570	0,870	x 845	44 000	943	308	39,9	22,1
W33 x 354	104,1	35,55	16,100	2,090	1,160	W840 x 527	67 173	903	409	53,1	29,5
x 318	93,5	35,16	15,985	1,890	1,040	x 473	60 316	893	406	48,0	26,4
x 291	85,6	34,84	15,905	1,730	0,960	x 433	55 218	885	404	43,9	24,4
x 263	77,4	34,53	15,805	1,570	0,870	x 392	49 915	877	401	39,9	22,1
x 241	70,9	34,18	15,860	1,400	0,830	x 359	45 700	868	403	35,6	21,1
x 221	65,0	33,93	15,805	1,275	0,775	x 329	41 900	862	401	32,4	19,7
x 201	59,1	33,68	15,745	1,150	0,715	x 299	38 100	855	400	29,2	18,2
x 169	49,5	33,82	11,500	1,220	0,670	x 251	31 900	859	292	31,0	17,0

Continúa ...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W". (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W33 x 152	44,7	33,49	11,565	1,055	0,635	W 840 x 226	28 800	851	294	26,8	16,1
x 141	41,6	33,30	11,535	0,960	0,605	x 210	26 800	846	293	24,4	15,4
x 130	38,3	33,09	11,510	0,855	0,580	x 193	24 700	840	292	21,7	14,7
x 118	34,7	32,86	11,480	0,740	0,550	x 176	22 400	835	292	18,8	14,0
W30 x 581	170,9	35,39	16,200	3,540	1,970	W 760 x 865	110 226	899	411	89,9	50,0
x 526	154,5	34,76	16,020	3,230	1,790	x 783	99 697	883	407	82,0	45,5
x 477	140,1	34,21	15,865	2,950	1,630	x 710	90 408	869	403	74,9	41,4
x 433	127,1	33,66	15,725	2,680	1,500	x 644	82 013	855	399	68,1	38,1
x 391	115,0	33,19	15,590	2,440	1,360	x 582	74 171	843	396	62,0	34,5
x 357	104,8	32,80	15,470	2,240	1,240	x 531	67 617	833	393	56,9	31,5
x 326	95,7	32,40	15,370	2,050	1,140	x 484	61 718	823	390	52,1	29,0
x 292	85,7	32,01	15,255	1,850	1,020	x 434	55 293	813	387	47,0	25,9
x 261	76,7	31,61	15,155	1,650	0,930	x 389	49 499	803	385	41,9	23,6
x 235	69,0	31,30	15,055	1,500	0,830	x 350	44 541	795	382	38,1	21,1
x 211	62,0	30,94	15,105	1,315	0,775	x 314	40 000	786	384	33,4	19,7
x 191	56,1	30,68	15,040	1,185	0,710	x 284	36 200	779	382	30,1	18,0
x 173	50,8	30,44	14,985	1,065	0,655	x 257	32 800	773	381	27,1	16,6
x 148	43,5	30,67	10,480	1,180	0,650	x 220	28 100	779	266	30,0	16,5
W 30 x 132	38,9	30,31	10,545	1,000	0,615	W 760 x 196	25 100	770	268	25,4	15,6
x 124	36,5	30,17	10,515	0,930	0,585	x 185	23 500	766	267	23,6	14,9
x 116	34,2	30,01	10,495	0,850	0,565	x 173	22 100	762	267	21,6	14,4
x 108	31,7	29,83	10,475	0,760	0,545	x 161	20 500	758	266	19,3	13,8
x 99	29,1	29,65	10,450	0,670	0,520	x 147	18 800	753	265	17,0	13,2
x 90	26,4	29,53	10,400	0,610	0,470	x 134	17 041	750	264	15,5	11,9
W 27 x 539	158,4	32,52	15,255	3,540	1,970	W 620 x 802	102 208	826	387	89,9	50,0
x 448	131,6	31,42	14,940	2,990	1,650	x 667	84 914	798	379	75,9	41,9
x 368	108,1	30,39	14,665	2,480	1,380	x 548	69 762	772	372	63,0	35,1
x 307	90,2	29,61	14,445	2,090	1,160	x 457	58 180	752	367	53,1	29,5
x 258	75,7	28,98	14,270	1,770	0,980	x 384	48 869	736	362	45,0	24,9
x 235	69,1	28,66	14,190	1,610	0,910	x 350	44 608	728	360	40,9	23,1
x 194	57,0	28,11	14,035	1,340	0,750	x 289	36 765	714	356	34,0	19,0
x 178	52,3	27,81	14,085	1,190	0,725	x 265	33 700	706	358	30,2	18,4
x 161	47,4	27,59	14,020	1,080	0,660	x 240	30 600	701	356	27,4	16,8
x 146	42,9	27,38	13,965	0,975	0,605	x 217	27 700	695	355	24,8	15,4

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W". (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W 27 x 217	63,8	28,43	14,115	1,500	0,830	W 690 x 323	41 100	722	359	38,1	21,1
x 129	37,8	27,63	10,010	1,100	0,610	x 192	24 400	702	254	27,9	15,5
W 27 x 114	33,5	27,29	10,070	0,930	0,570	W 690 x 170	21 600	693	256	23,6	14,5
x 102	30,0	27,09	10,015	0,830	0,515	x 152	19 400	688	254	21,1	13,1
x 94	27,7	26,92	9,990	0,745	0,490	x 140	17 900	684	254	18,9	12,4
x 84	24,8	26,71	9,960	0,640	0,460	x 125	16 000	678	253	16,3	11,7
W 24 x 492	144,6	29,65	14,115	3,540	1,970	W 16 x 732	93 304	753	359	89,9	50,0
x 408	120,0	28,54	13,800	2,990	1,650	x 608	77 402	725	351	75,9	41,9
x 335	98,4	27,52	13,520	2,480	1,380	x 498	63 495	699	343	63,0	35,1
x 279	82,0	26,73	13,305	2,090	1,160	x 415	52 902	679	338	53,1	29,5
x 250	73,5	26,34	13,185	1,890	1,040	x 372	47 437	669	335	48,0	26,4
x 229	67,2	26,02	13,110	1,730	0,960	x 341	43 383	661	333	43,9	24,4
x 207	60,7	25,71	13,010	1,570	0,870	x 307	39 169	653	330	39,9	22,1
x 192	56,3	25,47	12,950	1,460	0,810	x 285	36 125	647	329	37,1	20,6
x 176	51,7	25,24	12,890	1,340	0,750	x 262	33 348	641	327	34,0	19,0
x 162	47,7	25,00	12,955	1,220	0,705	x 241	30 800	635	329	31,0	17,1
x 146	43,0	24,74	12,900	1,090	0,650	x 217	27 700	628	328	27,7	16,5
x 131	38,5	24,48	12,855	0,960	0,605	x 195	24 800	622	327	24,4	15,4
x 117	34,4	24,26	12,800	0,850	0,550	x 174	22 200	616	325	21,6	14,0
x 104	30,6	24,06	12,750	0,750	0,500	x 155	19 700	611	324	19,0	12,7
x 103	30,3	24,53	9,000	0,980	0,550	W 610 x 153	19 600	623	229	24,9	14,0
W 24 x 94	27,7	24,31	9,065	0,875	0,515	W 610 x 140	17 900	617	230	22,2	13,1
x 84	24,7	24,10	9,020	0,770	0,470	x 125	15 900	612	229	19,6	11,9
x 76	22,4	23,92	8,990	0,680	0,440	x 113	14 500	608	228	17,3	11,2
x 68	20,1	23,73	8,965	0,585	0,415	x 101	13 000	603	228	14,9	10,5
W 24 x 62	18,2	23,74	7,040	0,590	0,430	W 610 x 92	11 700	603	179	15,0	10,9
x 55	16,2	23,57	7,005	0,505	0,395	x 82	10 500	599	178	12,8	10,0
W 21 x 201	59,2	23,03	12,575	1,630	0,910	x 300	38 222	585	319	41,4	23,1
x 182	53,7	22,72	12,500	1,480	0,830	x 272	34 620	577	317	37,6	21,1
x 166	48,9	22,48	12,420	1,360	0,750	x 248	31 524	571	315	34,5	19,0

Continúa ...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W" (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , ^A pulgadas	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
x 147	43,2	22,06	12,510	1,150	0,720	x 219	27 900	560	318	29,2	18,3
x 132	38,8	21,83	12,440	1,035	0,650	x 196	25 000	554	316	26,3	16,5
x 122	35,9	21,68	12,390	0,960	0,600	x 182	23 200	551	315	24,4	15,2
x 111	32,7	21,51	12,340	0,875	0,550	x 165	21 100	546	313	22,2	14,0
x 101	29,8	21,36	12,290	0,800	0,500	x 150	19 200	543	312	20,3	12,7
W 21 x 93	27,3	21,62	8,420	0,930	0,580	W 530 x 138	17 600	549	214	23,6	14,7
x 83	24,3	21,43	8,355	0,835	0,515	x 123	15 700	544	212	21,2	13,1
x 73	21,5	21,24	8,295	0,740	0,455	x 109	13 900	539	211	18,8	11,6
x 68	20,0	21,13	8,270	0,685	0,430	x 101	12 900	537	210	17,4	10,9
x 62	18,3	20,99	8,240	0,615	0,400	x 92	11 800	533	209	15,6	10,2
W 21 x 57	16,7	21,06	6,555	0,650	0,405	W 530 x 85	10 800	535	166	16,5	10,3
x 50	14,7	20,83	6,530	0,535	0,380	x 74	9 480	529	166	13,6	9,7
x 44	13,0	20,66	6,500	0,450	0,350	x 66	8 390	525	165	11,4	8,9
W 18 x 311	91,5	22,32	12,005	2,740	1,520	W 460 x 464	59 060	567	305	69,6	38,6
x 283	83,2	21,85	11,890	2,500	1,400	x 421	53 676	555	302	63,5	35,6
x 258	75,9	21,46	11,770	2,300	1,280	x 384	48 956	545	299	58,4	32,5
x 234	68,9	21,06	11,650	2,110	1,160	x 349	44 423	535	296	53,6	29,5
x 211	62,2	20,67	11,555	1,910	1,060	x 315	40 103	525	293	48,5	26,9
x 192	56,4	20,35	11,455	1,750	0,960	x 286	36 405	517	291	44,4	24,4
x 175	51,3	20,04	11,375	1,590	0,890	x 260	33 120	509	289	40,4	22,6
x 158	46,3	19,72	11,300	1,440	0,810	x 235	29 899	501	287	36,6	20,6
x 143	42,1	19,49	11,220	1,320	0,730	x 213	27 148	495	285	33,5	18,5
x 130	38,2	19,25	11,160	1,200	0,670	x 193	24 666	489	283	30,5	17,0
x 119	35,1	18,97	11,265	1,060	0,655	x 177	22 600	482	286	26,9	16,6
x 106	31,1	18,73	11,200	0,940	0,590	x 158	20 100	476	284	23,9	15,0
x 97	28,5	18,59	11,145	0,870	0,535	x 144	18 400	472	283	22,1	13,6
x 86	25,3	18,39	11,090	0,770	0,480	x 128	16 300	467	282	19,6	12,2
x 76	22,3	18,21	11,035	0,680	0,425	x 113	14 400	463	280	17,3	10,8
W 18 x 71	20,8	18,47	7,635	0,810	0,495	W 460 x 106	13 400	469	194	20,6	12,6
x 65	19,1	18,35	7,590	0,750	0,450	x 97	12 300	466	193	19,0	11,4
x 60	17,6	18,24	7,555	0,695	0,415	x 89	11 400	463	192	17,7	10,5
x 55	16,2	18,11	7,530	0,630	0,390	x 82	10 500	460	191	16,0	9,9
x 50	14,7	17,99	7,495	0,570	0,355	x 74	9 480	457	190	14,5	9,0

Continúa ...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W". (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W18 x 46	13,5	18,06	6,060	0,605	0,360	W 460 x 68	8 710	459	154	15,4	9,1
x 40	11,8	17,90	6,015	0,525	0,315	x 60	7 610	455	153	13,3	8,0
x 35	10,3	17,70	6,000	0,425	0,300	x 52	6 650	450	152	10,8	7,6
W 16 x 100	29,4	16,97	10,425	0,985	0,585	W 41 x 149	19 000	431	265	25,0	14,9
x 89	26,2	16,75	10,365	0,875	0,525	x 132	16 900	425	263	22,2	13,3
x 77	22,6	16,52	10,295	0,760	0,455	x 114	14 600	420	261	19,3	11,6
x 67	19,7	16,33	10,235	0,665	0,395	x 100	12 700	415	260	16,9	10,
W 16 x 57	16,8	16,43	7,120	0,715	0,430	W 410 x 85	10 800	417	181	18,2	10,9
x 50	14,7	16,26	7,070	0,630	0,380	x 75	9 480	413	180	16,0	9,7
x 45	13,3	16,13	7,035	0,565	0,345	x 67	8 580	410	179	14,4	8,8
x 40	11,8	16,01	6,995	0,505	0,305	x 60	7 610	407	178	12,8	7,7
x 36	10,6	15,86	6,985	0,430	0,295	x 53	6 840	403	177	10,9	7,5
W 16 x 31	9,12	15,88	5,525	0,440	0,275	W 410 x 46,1	5 880	403	140	11,2	7,0
x 26	7,68	15,69	5,500	0,345	0,250	x 38,8	4 950	399	140	8,8	6,4
W 14 x 808	237,4	22,84	18,560	5,120	3,740	W 360 x 1 202	153 000	580	471	130,0	95,0
x 730	215,0	22,42	17,890	4,910	3,070	x 1 086	139 000	569	454	125,0	78,0
x 665	196,0	21,64	17,650	4,520	2,830	x 990	126 000	550	448	115,0	71,9
x 605	178,0	20,92	17,415	4,160	2,595	x 900	115 000	531	442	106,0	65,9
x 550	162,0	20,24	17,200	3,820	2,380	x 818	105 000	514	437	97,0	60,5
x 500	147,0	19,60	17,010	3,500	2,190	x 744	94 800	498	432	88,9	55,6
x 455	134,0	19,02	16,835	3,210	2,015	x 677	86 500	483	428	81,5	51,2
x 426	125,0	18,67	16,695	3,035	1,875	x 634	80 600	474	424	77,1	47,6
x 398	117,0	18,29	16,590	2,845	1,770	x 592	75 500	465	421	72,3	45,0
x 370	109,0	17,92	16,475	2,660	1,655	x 551	70 300	455	418	67,6	42,0
x 342	101,0	17,54	16,360	2,470	1,540	x 509	65 200	446	416	62,7	39,1
x 311	91,4	17,12	16,230	2,260	1,410	x 463	59 000	435	412	57,4	35,8
x 283	83,3	16,74	16,110	2,070	1,290	x 421	53 700	425	409	52,6	32,8
x 257	75,6	16,38	15,995	1,890	1,175	x 382	48 800	416	406	48,0	29,8
x 233	68,5	16,04	15,890	1,720	1,070	x 347	44 200	407	404	43,7	27,2
x 211	62,0	15,72	15,800	1,560	0,980	x 314	40 000	399	401	39,6	24,9
x 193	56,8	15,48	15,710	1,440	0,890	x 287	36 600	393	399	36,6	22,6
x 176	51,8	15,22	15,650	1,310	0,830	x 262	33 400	387	398	33,3	21,1
x 159	46,7	14,98	15,565	1,190	0,745	x 237	30 100	380	395	30,2	18,9
x 145	42,7	14,78	15,500	1,090	0,680	x 216	27 500	375	394	27,7	17,3

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W" (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _i , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _i , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W 14 x 132	38,8	14,66	14,725	1,030	0,645	W 360 x 196	25 000	372	374	26,2	16,4
x 120	35,3	14,48	14,670	0,940	0,590	x 179	22 800	368	373	23,9	15,0
x 109	32,0	14,32	14,605	0,860	0,525	x 162	20 600	364	371	21,8	13,3
x 99	29,1	14,16	14,565	0,780	0,485	x 147	18 800	360	370	19,8	12,3
x 90	26,5	14,02	14,520	0,710	0,440	x 134	17 100	356	369	18,0	11,2
x 82	24,1	14,31	10,130	0,855	0,510	x 122	15 500	363	257	21,7	13,0
x 74	21,8	14,17	10,070	0,785	0,450	x 110	14 100	360	256	19,9	11,4
x 68	20,0	14,04	10,035	0,720	0,415	x 101	12 900	357	255	18,3	10,5
x 61	17,9	13,89	9,995	0,645	0,375	x 91	11 500	353	254	16,4	9,5
W 14 x 53	15,6	13,92	8,060	0,660	0,370	W 360 x 79	10 100	354	205	16,8	9,4
x 48	14,1	13,79	8,030	0,595	0,340	x 72	9 100	350	204	15,1	8,6
x 43	12,6	13,66	7,995	0,530	0,305	x 64	8 130	347	203	13,5	7,7
W 14 x 38	11,2	14,10	6,770	0,515	0,310	W 360 x 57,8	7,230	358	172	13,1	7,9
x 34	10,0	13,98	6,745	0,455	0,285	x 51	6,450	355	171	11,6	7,2
x 30	8,85	13,84	6,730	0,385	0,270	x 44	5,710	352	171	9,8	6,9
W 14 x 26	7,69	13,91	5,025	0,420	0,255	W 360 x 39,0	4 960	353	128	10,7	6,5
x 22	6,49	13,74	5,000	0,335	0,230	x 32,9	4 190	349	127	8,5	5,8
W 12 x 336	98,8	16,82	13,385	2,955	1,775	W 310 x 500	63 700	427	340	75,1	45,1
x 305	89,6	16,32	13,235	2,705	1,625	x 454	57 800	415	336	68,7	41,3
x 279	81,9	15,85	13,140	2,470	1,530	x 415	52 800	403	334	62,7	38,9
x 252	74,1	15,41	13,005	2,250	1,395	x 375	47 800	391	330	57,2	35,4
x 230	67,7	15,05	12,895	2,070	1,285	x 342	43 700	382	328	52,6	32,6
x 210	61,8	14,71	12,790	1,900	1,180	x 313	39 900	374	325	48,3	30,0
x 190	55,8	14,38	12,670	1,735	1,060	x 283	36 000	365	322	44,1	26,9
x 170	50,0	14,03	12,570	1,560	0,960	x 253	32 300	356	319	39,6	24,4
x 152	44,7	13,71	12,480	1,400	0,870	x 226	28 800	348	317	35,6	22,1
x 136	39,9	13,41	12,400	1,250	0,790	x 202	25 700	341	315	31,8	20,1
x 120	35,3	13,12	12,320	1,105	0,710	x 179	22 800	333	313	28,1	18,0
x 106	31,2	12,89	12,220	0,990	0,610	x 158	20 100	327	310	25,1	15,5
x 96	28,2	12,71	12,160	0,900	0,550	x 143	18 200	323	309	22,9	14,0
x 87	25,6	12,53	12,125	0,810	0,515	x 129	16 500	318	308	20,6	13,1
x 79	23,2	12,38	12,080	0,735	0,470	x 117	15 000	314	307	18,7	11,9
x 72	21,1	12,25	12,040	0,670	0,430	x 107	13 600	311	306	17,0	10,9
x 65	19,1	12,12	12,000	0,605	0,390	x 97	12 300	308	305	15,4	9,9

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W"(Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W 12 x 58	17,0	12,19	10,010	0,640	0,360	W 310 x 86	11 000	310	254	16,3	9,1
x 53	15,6	12,06	9,995	0,575	0,345	x 79	10 100	306	254	14,6	8,8
W 12 x 50	14,7	12,19	8,080	0,640	0,370	W 310 x 74	9 480	310	205	16,3	9,4
x 45	13,2	12,06	8,045	0,575	0,335	x 67	8 520	306	204	14,6	8,5
x 40	11,8	11,94	8,005	0,515	0,295	x 60	7 610	303	203	13,1	7,5
W 12 x 35	10,3	12,50	6,560	0,520	0,300	W 310 x 52	6 650	317	167	13,2	7,6
x 30	8,79	12,34	6,520	0,440	0,260	x 44,5	5 670	313	166	11,2	6,6
x 26	7,65	12,22	6,490	0,380	0,230	x 38,7	4 940	310	165	9,7	5,8
W 12 x 22	6,48	12,31	4,030	0,425	0,260	W 310 x 32,7	4 180	313	102	10,8	6,6
x 19	5,57	12,16	4,005	0,350	0,235	x 28,3	3 590	309	102	8,9	6,0
x 16	4,71	11,99	3,990	0,265	0,220	x 23,8	3 040	305	101	6,7	5,6
x 14	4,16	11,91	3,970	0,225	0,200	x 21,0	2 680	303	101	5,7	5,1
W 10 x 112	32,9	11,36	10,415	1,250	0,755	W 250 x 167	21 200	289	265	31,8	19,2
x 100	29,4	11,10	10,340	1,120	0,680	x 149	19 000	282	263	28,4	17,3
x 88	25,9	10,84	10,265	0,990	0,605	x 131	16 700	275	261	25,1	15,4
x 77	22,6	10,60	10,190	0,870	0,530	x 115	14 600	269	259	22,1	13,5
x 68	20,0	10,40	10,130	0,770	0,470	x 101	12 900	264	257	19,6	11,9
x 60	17,6	10,22	10,080	0,680	0,420	x 89	11 400	260	256	17,3	10,7
x 54	15,8	10,09	10,030	0,615	0,370	x 80	10 200	256	255	15,6	9,4
x 49	14,4	9,98	10,000	0,560	0,340	x 73	9 290	253	254	14,2	8,6
W 10 x 45	13,3	10,10	8,020	0,620	0,350	W 250 x 67	8 580	257	204	15,7	8,9
x 39	11,5	9,92	7,985	0,530	0,315	x 58	7 420	252	203	13,5	8,0
x 33	9,71	9,73	7,960	0,435	0,290	x 49,1	6 260	247	202	11,0	7,4
W 10 x 30	8,84	10,47	5,810	0,510	0,300	W 250 x 44,8	5 700	266	148	13,0	7,6
x 26	7,61	10,33	5,770	0,440	0,260	x 38,5	4 910	262	147	11,2	6,6
x 22	6,49	10,17	5,750	0,360	0,240	x 32,7	4 190	258	146	9,1	6,1

Continúa ...

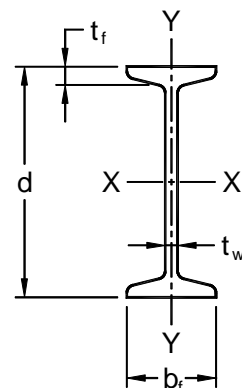
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.1. Perfiles "W". (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
W 10 x 19	5,62	10,24	4,020	0,395	0,250	W 250 x 28,4	3 630	260	102	10,0	6,4
x 17	4,99	10,11	4,010	0,330	0,240	x 25,3	3 220	257	102	8,4	6,1
x 15	4,41	9,99	4,000	0,270	0,230	x 22,3	2 850	254	102	6,9	5,8
x 12	3,54	9,87	3,960	0,210	0,190	x 17,9	2 280	251	101	5,3	4,8
W 8 x 67	19,7	9,00	8,280	0,935	0,570	W 200 x 100	12 700	229	210	23,7	14,5
x 58	17,1	8,75	8,220	0,810	0,510	x 86	11 000	222	209	20,6	13,0
x 48	14,1	8,50	8,110	0,685	0,400	x 71	9 100	216	206	17,4	10,2
x 40	11,7	8,25	8,070	0,560	0,360	x 59	7 550	210	205	14,2	9,1
x 35	10,3	8,12	8,020	0,495	0,310	x 52	6 650	206	204	12,6	7,9
x 31	9,13	8,00	7,995	0,435	0,285	x 46,1	5 890	203	203	11,0	7,2
W 8 x 28	8,25	8,06	6,535	0,465	0,285	W 200 x 41,7	5 320	205	166	11,8	7,2
x 24	7,08	7,93	6,495	0,400	0,245	x 35,9	4 570	201	165	10,2	6,2
W 8 x 21	6,16	8,28	5,270	0,400	0,250	W 200 x 31,3	3 970	210	134	10,2	6,4
x 18	5,26	8,14	5,250	0,330	0,230	x 26,6	3 390	207	133	8,4	5,8
W 8 x 15	4,44	8,11	4,015	0,315	0,245	W 200 x 22,5	2 860	206	102	8,0	6,2
x 13	3,84	7,99	4,000	0,255	0,230	x 19,3	2 480	203	102	6,5	5,8
x 10	2,96	7,89	3,940	0,205	0,170	x 15,0	1 910	200	100	5,2	4,3
W 6 x 25	7,34	6,38	6,080	0,455	0,320	W 150 x 37,1	4 740	162	154	11,6	8,1
x 20	5,87	6,20	6,020	0,365	0,260	x 29,8	3 790	157	153	9,3	6,6
x 15	4,43	5,99	5,990	0,260	0,230	x 22,5	2 860	152	152	6,6	5,8
W 6 x 16	4,74	6,28	4,030	0,405	0,260	W 150 x 24,0	3 060	160	102	10,3	6,6
x 12	3,55	6,03	4,000	0,280	0,230	x 18,0	2 290	153	102	7,1	5,8
x 9	2,68	5,90	3,940	0,215	0,170	x 13,5	1 730	150	100	5,5	4,3
W 5 x 19	5,54	5,15	5,030	0,430	0,270	W 130 x 28,1	3 590	131	128	10,9	6,9
x 16	4,68	5,01	5,000	0,360	0,240	x 23,8	3 040	127	127	9,1	6,1
W 4 x 13	3,83	4,16	4,060	0,345	0,280	W 100 x 19,3	2 470	106	103	8,8	7,1

^{A.} Los espesores de ala y alma reales varían por las prácticas de laminado en fábrica; sin embargo, no se tratan las variaciones permitidas para estas dimensiones.

Tabla A.2.2. Perfiles "S"



Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A, Pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
S 24 X 121	35,6	24,50	8,050	1,090	0,800	S 610 X 180	23 000	622	204	27,7	20,3
X 106	31,2	24,50	7,870	1,090	0,620	X 158	20 100	622	200	27,7	15,7
S 24 X 100	29,3	24,00	7,245	0,870	0,745	S 610 X 149	18 900	610	184	22,1	18,9
X 90	26,5	24,00	7,125	0,870	0,625	X 134	17 100	610	181	22,1	15,9
X 80	23,5	24,00	7,000	0,870	0,500	X 119	15 200	610	178	22,1	12,7
S 20 X 96	28,2	20,30	7,200	0,920	0,800	S 510 X 143	18 200	516	183	23,4	20,3
X 86	25,3	20,30	7,060	0,920	0,660	X 128	16 300	516	179	23,4	16,8
S 20 X 75	22,0	20,00	6,385	0,795	0,635	S 510 X 112	14 200	508	162	20,2	16,1
X 66	19,4	20,00	6,255	0,795	0,505	X 98,2	12 500	508	159	20,2	12,8
S 18 X 70	20,6	18,00	6,251	0,691	0,711	S 460 X 104	13 300	457	159	17,6	18,1
X 54,7	16,1	18,00	6,001	0,691	0,461	X 81,4	10 400	457	152	17,6	11,7
S15 X 50	14,7	15,00	5,640	0,622	0,550	S 380 X 74	9 480	381	143	15,8	14,0
X 42,9	12,6	15,00	5,501	0,622	0,411	X 64	8 130	381	140	15,8	10,4

Continúa...

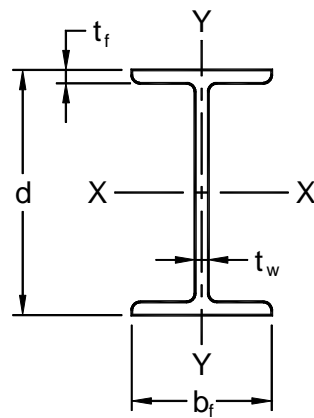
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.2. Perfiles "S" (Continuación)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área ^A , Pul- gadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área ^A , mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
S12 X 50	14,7	12,00	5,477	0,659	0,687	S 310 X 74	9 480	305	139	16,7	17,4
X 40,8	12,0	12,00	5,252	0,659	0,462	X 60,7	7 740	305	133	16,7	11,7
S 12 X 35	10,3	12,00	5,078	0,544	0,428	S 310 X 52	6 650	305	129	13,8	10,9
X 31,8	9,35	12,00	5,000	0,544	0,350	X 47,3	6 030	305	127	13,8	8,9
S10 X 35	10,3	10,00	4,944	0,491	0,594	S 250 X 52	6 650	254	126	12,5	15,1
X 25,4	7,46	10,00	4,661	0,491	0,311	X 37,8	4 810	254	118	12,5	7,9
S 8 X 23	6,77	8,00	4,171	0,425	0,441	S 200 X 34	4 370	203	106	10,8	11,2
X 18,4	5,41	8,00	4,001	0,425	0,271	X 27,4	3 480	203	102	10,8	6,9
S6 X 17,25	5,07	6,00	3,565	0,359	0,465	S 150 X 25,7	3 270	152	91	9,1	11,8
X 12,5	3,67	6,00	3,332	0,359	0,232	X 18,6	2 360	152	85	9,1	5,9
S5 X 10	2,94	5,00	3,004	0,326	0,214	S 130 X 15	1 880	127	76	8,3	5,4
S4 X 9,5	2,79	4,00	2,796	0,293	0,326	S 100 X 14,1	1 800	102	71	7,4	8,3
X 7,7	2,26	4,00	2,663	0,293	0,193	X 11,5	1 450	102	68	7,4	4,9
S3 X 7,5	2,21	3,00	2,509	0,260	0,349	S 75 X 11,2	1 430	76	64	6,6	8,9
X 5,7	1,67	3,00	2,330	0,260	0,170	X 8,5	1 080	76	59	6,6	4,3

^A. Los espesores de ala y alma reales varían por las prácticas de laminado en fábrica; sin embargo, no se tratan las variaciones permitidas para estas dimensiones.

Tabla A.2.3. Perfiles "M"



Continúa...

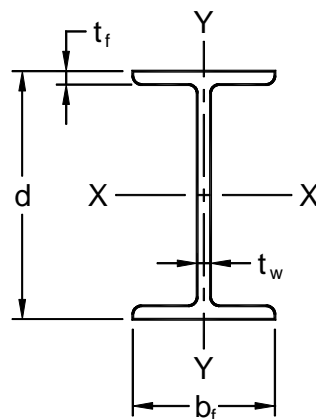
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.3. (Final)

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A, pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
M 12,5 x 12,4 X 11,6	3,66 3,43	12,534 12,500	3,750 3,500	0,228 0,211	0,155 0,155	M318 X 18,5 M318 X 17,3	2,361 2,213	318 317	95 89	5,8 5,4	3,9 3,9
M 12 X 11,8	3,47	12,00	3,065	0,225	0,177	M 310 X 17,6 M 310 X 16,1	2,240 2 050	305 304	78 78	5,7 5,3	4,5 4,1
X 10,8	3,18	11,97	3,065	0,210	0,160	M 310	1 900	304	83	4,6	3,8
X 10,0	2,94	11,97	3,250	0,180	0,149	X 14,9		254	68	4,6	3,6
M 10 X 9,0	2,65	10,00	2,690	0,206	0,157	M 250 X 13,4	1 710				
X 8,0	2,35	9,95	2,690	0,182	0,141	M 250 X 11,9	1 520	253	68	5,2	4,0
M 10 X 7,5	2,21	9,99	2,688	0,173	0,130	M 250 X 11,2	1 430	253	68	4,4	3,3
M 8 X 6,5 X 6,5	1,92 1,81	8,00 8,00	2,281 0,281	0,189 0,177	0,135 0,129	M 200 X 9,7 M 200 X 9,2	1240 1 170	203 203	57 58	4,8 4,5	3,4 3,3
M 6 X 4,4 X3,7	1,29 1,09	6,00 5,92	1,844 2,000	0,171 0,129	0,114 0,098	M 150 X 6,6 M150 X 5,5	832 703	152 150	47 51	4,3 3,3	2,9 2,5
M 5 X 18,9	1,09	5,00	5,003	0,416	0,316	M 130 X 28,1	3 580	127	127	10,6	8,0
M 4 X 6,0 X 4,08 X 3,45 X 3,2	5,55 1,20 1,029 0,94	3,80 4,00 4,00 4,00	3,80 2,250 2,250 2,250	0,160 0,170 0,130 0,130	0,160 0,170 0,130 0,130	M 100 X 8,9 M 100 X 6,1 M 100 X 5,1 M 100 X 4,8	1 150 775 665 610	97 102 102 102	97 57 57 57	4,1 4,3 3,3 3,3	3,3 2,9 2,8 2,3
M 3X 2,9	0,853	3,00	2,250	0,130	0,090	M 75 BX 4,3	550	76	57	3,3	2,3

^A. Los espesores reales de ala y alma varían por los procedimientos de laminado en fábrica; sin embargo, no se tratan las variaciones permitidas para estas dimensiones.

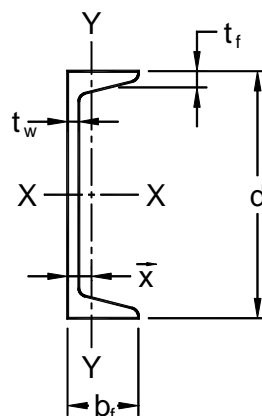
Tabla A.2.4. Perfiles "HP"



Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A, pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
HP 14 X 117	34,4	14,21	14,885	0,805	0,805	HP360 X 174	22 200	361	378	20,4	20,4
X 102	30,0	14,01	14,785	0,705	0,705	X 152	19 400	356	376	17,9	17,9
X 89	26,1	13,83	14,695	0,615	0,615	X 132	16 800	351	373	15,6	15,6
X 73	21,4	13,61	14,585	0,505	0,505	X 108	13 800	346	370	12,8	12,8
HP12 X 84	24,6	12,28	12,295	0,685	0,685	HP310 X 125	15 900	312	312	17,4	17,4
X 74	21,8	12,13	12,215	0,610	0,605	X 110	14 100	308	310	15,5	15,4
X 63	18,4	11,94	12,125	0,515	0,515	X 93	11 900	303	308	13,1	13,1
X 53	15,5	11,78	12,045	0,435	0,435	X 79	10 000	299	306	11,0	11,0
HP 10 X 57	16,8	9,99	10,225	0,565	0,565	HP 250 X 85	10 800	254	260	14,4	14,4
X 42	12,4	9,70	10,075	0,420	0,415	X 62	8 000	246	256	10,7	10,5
HP 8 X 36	10,6	8,02	8,155	0,445	0,445	HP200 X 53	6 840	204	207	11,3	11,3

^{A.} Los espesores de ala y alma reales varían por las prácticas de laminado en fábrica; sin embargo, no se tratan las variaciones permitidas para estas dimensiones.

Tabla A.2.5. Perfiles "C"



Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A, pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
C 15 X 50	14,7	15,00	3,716	0,650	0,716	C 380 X 74	9 480	381	94	16,5	18,2
X 40	11,8	15,00	3,520	0,650	0,520	X 60	7 610	381	89	16,5	13,2
X 33,9	9,96	15,00	3,400	0,650	0,400	X 50,4	6 430	381	86	16,5	10,2
C 12 X 30	8,82	12,00	3,170	0,501	0,510	C 310 X 45	5 690	305	80	12,7	13,0
X 25	7,35	12,00	3,047	0,501	0,387	X 37	4 740	305	77	12,7	9,8
X 20,7	6,09	12,00	2,942	0,501	0,282	X 30,8	3 930	305	74	12,7	7,2
C 10 X 30	8,82	10,00	3,033	0,436	0,673	C 250 X 45	5 690	254	76	11,1	17,1
X 25	7,35	10,00	2,886	0,436	0,526	X 37	4 740	254	73	11,1	13,4
X 20	5,88	10,00	2,739	0,436	0,379	X 30	3 790	254	69	11,1	9,6
X 15,3	4,49	10,00	2,600	0,436	0,240	X 22,8	2 900	254	65	11,1	6,1

Continúa...

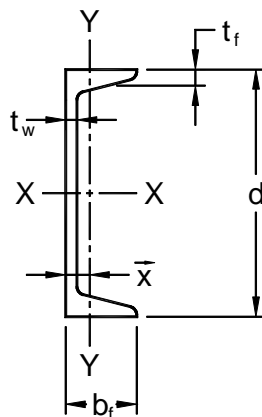
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.5. (Continuación). Perfiles "C"

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A, pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _i , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _i , mm	Espesor t _f , mm ^A	
C 9 X 20	5,88	9,00	2,648	0,413	0,448	C 230 X 30	3 790	229	67	10,5	11,4
X 15	4,41	9,00	2,485	0,413	0,285	X 22	2 850	229	63	10,5	7,2
X 13,4	3,94	9,00	2,433	0,413	0,233	X 19,9	2 540	229	61	10,5	5,9
C 8 X 18,75	5,51	8,00	2,527	0,390	0,487	C 200 X 27,9	3 550	203	64	9,9	12,4
X 13,75	4,04	8,00	2,343	0,390	0,303	X 20,5	2 610	203	59	9,9	7,7
X 11,5	3,38	8,00	2,260	0,390	0,220	X 17,1	2 180	203	57	9,9	5,6
C 7 X 14,75	4,33	7,00	2,299	0,366	0,419	C 180 X 22	2 790	178	58	9,3	10,6
X 12,25	3,60	7,00	2,194	0,366	0,314	X 18,2	2 320	178	55	9,3	8,0
X 9,8	2,87	7,00	2,090	0,366	0,210	X 14,6	1 850	178	53	9,3	5,3
C 6 X 13	3,83	6,00	2,157	0,343	0,437	C 150 X 19,3	2 470	152	54	8,7	11,1
X 10,5	3,09	6,00	2,034	0,343	0,314	X 15,6	1 990	152	51	8,7	8,0
X 8,2	2,40	6,00	1,920	0,343	0,200	X 12,2	1 550	152	48	8,7	5,1
C 5 X 9	2,64	5,00	1,885	0,320	0,325	C 130 X 13	1 700	127	47	8,1	8,3
X 6,7	1,97	5,00	1,750	0,320	0,190	X 10,4	1 270	127	44	8,1	4,8
C 4 X 7,25	2,13	4,00	1,721	0,296	0,321	C 100 X 10,8	1 370	102	43	7,5	8,2
X 5,4	1,59	4,00	1,584	0,296	0,184	X 8	1 030	102	40	7,5	4,7
C 3X 6	1,76	3,00	1,596	0,273	0,356	C 75 X 8,9	1 130	76	40	6,9	9,0
X 5	1,47	3,00	1,498	0,273	0,258	X 7,4	948	76	37	6,9	6,6
X 4,1	1,21	3,00	1,410	0,273	0,170	X 61,1	781	76	35	6,9	4,3
X 3,5	*										

^{A.} Los espesores de ala y alma reales varían por las prácticas de laminado en fábrica; sin embargo, no se tratan las variaciones permitidas para estas dimensiones.

Tabla A.2.6. Perfiles "MC"



Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _f , pulgadas	Espesor t _f , pulgadas ^A					Ancho b _f , mm	Espesor t _f , mm ^A	
MC 18 X 58	17,1	18,00	4,200	0,625	0,700	MC 460 X 86	11 000	457	107	15,9	17,8
X 51,9	15,3	18,00	4,100	0,625	0,600	X 77,2	9 870	457	104	15,9	15,2
X 45,8	13,5	18,00	4,000	0,625	0,500	X 68,2	8 710	457	102	15,9	12,7
X 42,7	12,6	18,00	3,950	0,625	0,450	X 63,5	8 130	457	100	15,9	11,4
MC 13 X 50	14,7	13,00	4,412	0,610	0,787	MC 330 X 74	9 480	330	112	15,5	20,0
X 40	11,8	13,00	4,185	0,610	0,560	X 60	7 610	330	106	15,5	14,2
X 35	10,3	13,00	1,072	0,610	0,447	X 52	6 640	330	103	15,5	11,4
X 31,8	9,35	13,00	4,000	0,610	0,375	X 47,3	6 030	330	102	15,5	9,5

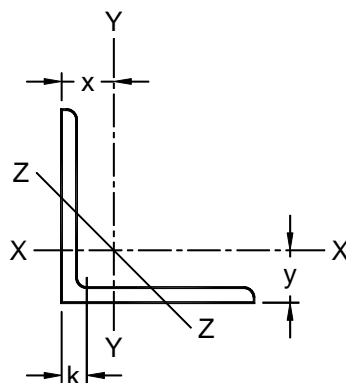
Continúa..

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4537 (Primera actualización)

Tabla A.2.6. (Continuación). Perfiles "MC"

Designación (profundidad nominal en pulgadas y peso en libras por pie lineal)	Área A pulgadas ²	Profundidad d, pulgadas	Ala		Espesor del alma t _w , pulgadas ^A	Designación (profundidad nominal en milímetros y masa en kilogramos por metro)	Área A, mm ²	Profundidad d, mm	Ala		Espesor del alma t _w , mm ^A
			Ancho b _r , pulgadas	Espesor t _r , pulgadas ^A					Ancho b _r , mm	Espesor t _r , mm ^A	
MC 12 X 50	14,7	12,00	4,135	0,700	0,835	MC 310 X 74	9 480	305	105	17,8	21,2
X 45	13,2	12,00	4,010	0,700	0,710	X 67	8 502	305	102	17,8	18,0
X 40	11,8	12,00	3,890	0,700	0,590	X 60	7 610	305	98	17,8	15,0
X 35	10,3	12,00	3,765	0,700	0,465	X 52	6 620	305	96	17,8	11,8
X 31	9,12	12,00	3,670	0,700	0,370	X 46	5 890	305	93	17,8	9,4
MC 12 X 10,6	3,10	12,00	1,500	0,309	0,190	MC 310 X 15,8	2 000	305	38	7,8	4,8
MC 10 X 41,1	12,1	10,00	4,321	0,575	0,796	MC 250 X 61,2	7 810	254	110	14,6	20,2
X 33,6	9,87	10,00	4,100	0,575	0,575	X 50	6 370	254	104	14,6	14,6
X 28,5	8,37	10,00	3,950	0,575	0,425	X 42,4	5 400	254	100	14,6	10,8
MC 10 X 25	7,35	10,00	3,405	0,575	0,380	MC 250 X 37	4 740	254	86	14,6	9,7
X 22	6,45	10,00	3,315	0,575	0,290	X 33	4 160	254	84	14,6	7,4
MC 10 X 8,4	2,46	10,00	1,500	0,280	0,170	MC 250 X 12,5	1 590	254	38	7,1	4,3
MC 9 X 25,4	7,47	9,00	3,500	0,550	0,450	MC 230 X 37,8	4 820	229	88	14,0	11,4
X 23,9	7,02	9,00	3,450	0,550	0,400	X 35,6	4 530	229	87	14,0	10,2
MC X 22,8	6,70	8,00	3,502	0,525	0,427	MC 200 X 33,9	4 320	203	88	13,3	10,8
X 21,4	6,28	8,00	3,450	0,525	0,375	X 31,8	4 050	203	87	13,3	9,5
MC 8 X 20	5,88	8,00	3,025	0,500	0,400	MC 200 X 29,8	3 790	203	76	12,7	10,2
X 18,7	5,50	8,00	2,978	0,500	0,353	X 27,8	3 550	203	75	12,7	9,0
MC 8 X 8,5	2,50	8,00	1,874	0,311	0,179	MC 200 X 12,6	1 610	203	47	7,9	4,5
MC 7 X 22,7	6,67	7,00	3,603	0,500	0,503	MC 180 X 33,8	4 300	178	91	12,7	12,8
X 19,1	5,61	7,00	3,452	0,500	0,352	X 28,4	3 620	178	87	12,7	8,9
MC 6 X 18	5,29	6,00	3,504	0,475	0,379	MC 150 X 26,8	3 410	152	88	12,1	9,6
X 15,3	4,50	6,00	3,500	0,385	0,340	X 22,8	2 900	152	88	9,8	8,6
MC 6 X 16,3	4,79	6,00	3,000	0,475	0,375	MC 150 X 24,3	3 090	152	76	12,1	9,5
X 15,1	4,44	6,00	2,941	0,475	0,316	X 22,5	2 860	152	74	12,1	8,0
MC 6 X 12	3,53	6,00	2,497	0,375	0,310	MC 150 X 17,9	2 280	152	63	9,5	7,9

Tabla A.2.7. Perfiles "L" (lados iguales)



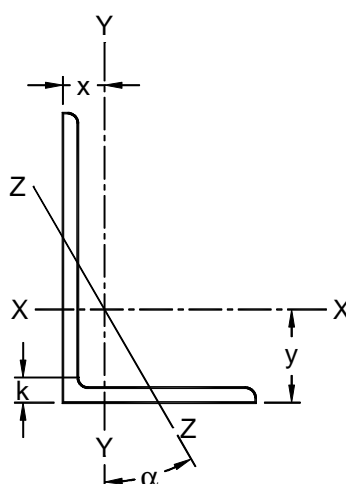
Tamaño y espesor, pulgadas	Peso por pie, libra	Área, pulgada ²	Tamaño y espesor, mm	Masa por metro, kg	Área, mm ²
L8 x 8 x 1 1/8	56,9	16,7	L203 x 203 x 28,6	84,7	10 800
L8 x 8 x 1	51,0	15,0	L203 x 203 x 25,4	75,9	9 680
L8 x 8 x 7/8	45,0	13,2	L203 x 203 x 22,2	67,0	8 502
L8 x 8 x 3/4	38,9	11,4	L203 x 203 x 19,0	57,9	7 360
L8 x 8 x 5/8	32,7	9,61	L203 x 203 x 15,9	48,7	6 200
L8 x 8 x 9/16	29,6	8,68	L203 x 203 x 14,3	44,0	5 600
L8 x 8 x 1/2	26,4	7,75	L203 x 203 x 12,7	39,3	5 000
L6 x 6 x 1	37,4	11,0	L152 x 152 x 25,4	55,7	7 100
L6 x 6 x 7/8	33,1	9,73	L152 x 152 x 22,2	49,3	6 280
L6 x 6 x 3/4	28,7	8,44	L152 x 152 x 19,0	42,7	5 450
L6 x 6 x 5/8	24,2	7,11	L152 x 152 x 15,9	36,0	4 590
L6 x 6 x 9/16	21,9	6,43	L152 x 152 x 14,3	32,6	4 150
L6 x 6 x 1/2	19,6	5,75	L152 x 152 x 12,7	29,2	3 710
L6 x 6 x 7/16	17,2	5,06	L152 x 152 x 11,1	25,6	3 270
L6 x 6 x 3/8	14,9	4,36	L152 x 152 x 9,5	22,2	2 810
L6 x 6 x 5/16	12,4	3,65	L152 x 152 x 7,9	18,5	2 360
L5 x 5 x 7/8	27,2	7,98	L127 x 127 x 22,2	40,5	5 150
L5 x 5 x 3/4	23,6	6,94	L127 x 127 x 19,0	35,1	4 480
L5 x 5 x 5/8	20,0	5,86	L127 x 127 x 15,9	29,8	3 780
L5 x 5 x 1/2	16,2	4,75	L127 x 127 x 12,7	24,1	3 070
L5 x 5 x 7/16	14,3	4,18	L127 x 127 x 11,1	21,3	2 700
L5 x 5 x 3/8	12,3	3,61	L127 x 127 x 9,5	18,3	2 330
L5 x 5 x 5/16	10,3	3,03	L127 x 127 x 7,9	15,3	1 960
L4 x 4 x 3/4	18,5	5,44	L102 x 102 x 19,0	27,5	3 510
L4 x 4 x 5/8	15,7	4,61	L102 x 102 x 15,9	23,4	2 970
L4 x 4 x 1/2	12,8	3,75	L102 x 102 x 12,7	19,0	2 420
L4 x 4 x 7/16	11,3	3,31	L102 x 102 x 11,1	16,8	2 140
L4 x 4 x 3/8	9,8	2,86	L102 x 102 x 9,5	14,6	1 850
L4 x 4 x 5/16	8,2	2,40	L102 x 102 x 7,9	12,2	1 550
L4 x 4 x 1/4	6,6	1,94	L102 x 102 x 6,4	9,8	1 250
L3 1/2 x 3 1/2 x 1/2	11,1	3,25	L89 x 89 x 12,7	16,5	2 100
L3 1/2 x 3 1/2 x 7/16	9,8	2,87	L89 x 89 x 11,1	14,6	1 850
L3 1/2 x 3 1/2 x 3/8	8,5	2,48	L89 x 89 x 9,5	12,6	1 600
L3 1/2 x 3 1/2 x 5/16	7,2	2,09	L89 x 89 x 7,9	10,7	1 350
L3 1/2 x 3 1/2 x 1/4	5,8	1,69	L89 x 89 x 6,4	8,6	1 090
L3 x 3 x 1/2	9,4	2,75	L76 x 76 x 12,7	14,0	1 770
L3 x 3 x 7/16	8,3	2,43	L76 x 76 x 11,1	12,4	1 570
L3 x 3 x 3/8	7,2	2,11	L76 x 76 x 9,5	10,7	1360
L3 x 3 x 5/16	6,1	1,78	L76 x 76 x 7,9	9,1	1 150
L3 x 3 x 1/4	4,9	1,44	L76 x 76 x 6,4	7,3	929
L3 x 3 x 3/16	3,71	1,09	L76 x 76 x 4,8	5,5	703

Continúa ..

Tabla A.2.7. Perfiles "L" (lados iguales) (Continuación)

Tamaño y espesor, pulgadas	Peso por pie, libra	Área, pulgada²	Tamaño y espesor, mm	Masa por metro, kg	Área, mm²
L2 1/2 x 2 1/2 x 1/2	7,7	2,25	L64 x 64 x 12,7	11,4	1 450
L2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5,9	1,73	L64 x 64 x 9,5	8,7	1 120
L2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	5,0	1,46	L64 x 64 x 7,9	7,4	942
L2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4,1	1,19	L64 x 64 x 6,4	6,1	768
L2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3,07	0,90	L64 x 64 x 4,8	4,6	581
L2 x 2 x 3/8	4,7	1,36	L51 x 51 x 9,5	7,0	877
L2 x 2 x 5/16	3,92	1,15	L51 x 51 x 7,9	5,8	742
L2 x 2 x 1/4	3,19	0,938	L51 x 51 x 6,4	4,7	605
L2 x 2 x 3/16	2,44	0,715	L51 x 51 x 4,8	3,6	461
L2 x 2 x 1/8	1,65	0,484	L51 x 51 x 3,2	2,4	312
L1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	2,77	0,813	L44 x 44 x 6,4	4,1	525
L1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	2,12	0,621	L44 x 44 x 4,8	3,1	401
L1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	1,44	0,422	L44 x 44 x 3,2	2,1	272
L1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2,34	0,688	L38 x 38 x 6,4	3,4	444
L1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1,80	0,527	L38 x 38 x 4,8	2,7	340
L1 1/2 x 1 1/2 x 5/32	1,52	0,444	L38 x 38 x 4,0	2,2	286
L1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,23	0,359	L38 x 38 x 3,2	1,8	232
L1 1/4 x 1 1/4 x 1/4	1,92	0,563	L32 x 32 x 6,4	2,8	363
L1 1/4 x 1 1/4 x 3/16	1,48	0,434	L32 x 32 x 4,8	2,2	280
L1 1/4 x 1 1/4 x 1/8	1,01	0,297	L32 x 32 x 3,2	1,5	192
L1 x 1 x 1/4	1,49	0,438	L25 x 25 x 6,4	2,2	283
L1 x 1 x 3/16	1,16	0,340	L25 x 25 x 4,8	1,8	219
L1 x 1 x 1/8	0,80	0,234	L25 x 25 x 3,2	1,2	151
L3/4 x 3/4 x 1/8	0,59	0,172	L19 x 19 x 3,2	0,9	111

Tabla A.2.8. Perfiles "L" (lados desiguales)



Tamaño y espesor, pulgadas	Peso por pie, libra	Área, pulgada ²	Tamaño y espesor, mm	Masa por metro, kg	Área, mm ²
L8 x 6 x 1	44,2	13,0	L203 x 152 x 25,4	65,5	8 390
L8 x 6 x 7/8	39,1	11,5	L203 x 152 x 22,2	57,9	7 420
L8 x 6 x 3/4	33,8	9,94	L203 x 152 x 19,0	50,1	6 410
L8 x 6 x 5/8	28,5	8,36	L203 x 152 x 15,9	42,2	5 390
L8 x 6 x 9/16	25,7	7,56	L203 x 152 x 14,3	38,1	4 880
L8 x 6 x 1/2	23,0	6,75	L203 x 152 x 12,7	34,1	4 350
L8 x 6 x 7/16	20,2	5,93	L203 x 152 x 11,1	29,9	3 830
L8 x 4 x 1	37,4	11,0	L203 x 102 x 25,4	55,4	7 100
L8 x 4 x 3/4	28,7	8,44	L203 x 102 x 19,0	42,5	5 450
L8 x 4 x 9/16	21,9	6,43	L203 x 102 x 14,3	32,4	4 150
L8 x 4 x 1/2	19,6	5,75	L203 x 102 x 12,7	29,0	3 710
L8 x 4 x 7/8	33,1	9,73	L203 x 102 x 22,2	49,3	6 280
L8 x 4 x 5/8	24,2	7,11	L203 x 102 x 15,9	36,0	4 590
L8 x 4 x 7/16	17,2	5,06	L203 x 102 x 11,1	25,6	3 260
L7 x 4 x 3/4	26,2	7,69	L178 x 102 x 19,0	38,8	4 960
L7 x 4 x 5/8	22,1	6,48	L178 x 102 x 15,9	32,7	4 180
L7 x 4 x 1/2	17,9	5,25	L178 x 102 x 12,7	26,5	3 390
L7 x 4 x 3/8	13,6	3,98	L178 x 102 x 9,5	20,2	2 570
L7 x 4 x 7/16	15,7	4,62	L178 x 102 x 11,1	23,4	2 980
L6 x 4 x 7/8	27,2	7,98	L152 x 102 x 22,2	40,3	5 150
L6 x 4 x 3/4	23,6	6,94	L152 x 102 x 19,0	35,0	4 480
L6 x 4 x 5/8	20,0	5,86	L152 x 102 x 15,9	29,6	3 780
L6 x 4 x 9/16	18,1	5,31	L152 x 102 x 14,3	26,8	3 430
L6 x 4 x 1/2	16,2	4,75	L152 x 102 x 12,7	24,0	3 060
L6 x 4 x 7/16	14,3	4,18	L152 x 102 x 11,1	21,2	2 700
L6 x 4 x 3/8	12,3	3,61	L152 x 102 x 9,5	18,2	2 330
L6 x 4 x 5/16	10,3	3,03	L152 x 102 x 7,9	15,3	1 950
L6 x 3 1/2 x 1/2	15,3	4,50	L152 x 89 x 12,7	22,7	2 900
L6 x 3 1/2 x 3/8	11,7	3,42	L152 x 89 x 9,5	17,3	2 210
L6 x 3 1/2 x 5/16	9,8	2,87	L152 x 89 x 7,9	14,5	1 850
L5 x 3 1/2 x 3/4	19,8	5,81	L127 x 89 x 19,0	29,3	3 750
L5 x 3 1/2 x 5/8	16,8	4,92	L127 x 89 x 15,9	24,9	3 170
L5 x 3 1/2 x 1/2	13,6	4,00	L127 x 89 x 12,7	20,2	2 580
L5 x 3 1/2 x 3/8	10,4	3,05	L127 x 89 x 9,5	15,4	1 970
L5 x 3 1/2 x 5/16	8,7	2,56	L127 x 89 x 7,9	12,9	1 650
L5 x 3 1/2 x 1/4	7,0	2,06	L127 x 89 x 6,4	10,4	1 330
L5 x 3 x 1/2	12,8	3,75	L127 x 76 x 12,7	19,0	2 420
L5 x 3 x 7/16	11,3	3,31	L127 x 76 x 11,1	16,7	2 140
L5 x 3 x 3/8	9,8	2,86	L127 x 76 x 9,5	14,5	1 850
L5 x 3 x 5/16	8,2	2,40	L127 x 76 x 7,9	12,1	1 550
L5 x 3 x 1/4	6,6	1,94	L127 x 76 x 6,4	9,8	1 250

Continúa ..

Tabla A.2.8. Perfiles "L" (lados desiguales) (Continuación)

Tamaño y espesor, pulgadas	Peso por pie, libra	Área, pulgada ²	Tamaño y espesor, mm	Masa por metro, kg	Área, mm ²
L4 x 3 1/2 x 1/2	11,9	3,50	L102 x 89 x 12,7	17,6	2 260
L4 x 3 1/2 x 3/8	9,1	2,67	L102 x 89 x 9,5	13,5	1 720
L4 x 3 1/2 x 5/16	7,7	2,25	L102 x 89 x 7,9	11,4	1 450
L4 x 3 1/2 x 1/4	6,2	1,81	L102 x 89 x 6,4	9,2	1 170
L4 x 3 x 5/8	13,6	3,98	L102 x 76 x 15,9	20,2	2 570
L4 x 3 x 1/2	11,1	3,25	L102 x 76 x 1,27	16,4	2 100
L4 x 3 x 3/8	8,5	2,48	L102 x 76 x 9,5	12,6	1 600
L4 x 3 x 5/16	7,2	2,09	L102 x 76 x 7,9	10,7	1 350
L4 x 3 x 1/4	5,8	1,69	L102 x 76 x 6,4	8,6	1 090
L3 1/2 x 3 x 1/2	10,2	3,00	L89 x 76 x 12,7	15,1	1 940
L3 1/2 x 3 x 7/16	9,1	2,65	L89 x 76 x 11,1	13,5	1 710
L3 1/2 x 3 x 3/8	7,9	2,30	L89 x 76 x 9,5	11,7	1 480
L3 1/2 x 3 x 5/16	6,6	1,93	L89 x 76 x 7,9	9,8	1 250
L3 1/2 x 3 x 1/4	5,4	1,56	L89 x 76 x 6,4	8,0	1 010
L3 1/2 x 2 1/2 x 1/2	9,4	2,75	L89 x 64 x 12,7	13,9	1 770
L3 1/2 x 2 1/2 x 3/8	7,2	2,11	L89 x 64 x 9,5	10,7	1 360
L3 1/2 x 2 1/2 x 5/16	6,1	1,78	L89 x 64 x 7,9	9,0	1 150
L3 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4,9	1,44	L89 x 64 x 6,4	7,3	929
L3 x 2 1/2 x 1/2	8,5	2,50	L76 x 64 x 12,7	12,6	1 610
L3 x 2 1/2 x 7/16	7,6	2,21	L76 x 64 x 11,1	11,3	1 430
L3 x 2 1/2 x 3/8	6,6	1,92	L76 x 64 x 9,5	9,8	1 240
L3 x 2 1/2 x 5/16	5,6	1,62	L76 x 64 x 7,9	8,3	1 050
L3 x 2 1/2 x 1/4	4,5	1,31	L76 x 64 x 6,4	6,7	845
L3 x 2 1/2 x 3/16	3,39	0,996	L76 x 64 x 4,8	5,1	643
L3 x 2 x 1/2	7,7	2,25	L76 x 51 x 12,7	11,5	1 450
L3 x 2 x 3/8	5,9	1,73	L76 x 51 x 9,5	8,8	1 120
L3 x 2 x 5/16	5,0	1,46	L76 x 51 x 7,9	7,4	942
L3 x 2 x 1/4	4,1	1,19	L76 x 51 x 6,4	6,1	768
L3 x 2 x 3/16	3,07	0,902	L76 x 51 x 4,8	4,6	582
L2 1/2 x 2 x 3/8	5,3	1,55	L64 x 51 x 9,5	7,9	1 000
L2 1/2 x 2 x 5/16	4,5	1,31	L64 x 51 x 7,9	6,7	845
L2 1/2 x 2 x 1/4	3,62	1,06	L64 x 51 x 6,4	5,4	684
L2 1/2 x 2 x 3/16	2,75	0,809	L64 x 51 x 4,8	4,2	522
L2 1/2 x 1 1/2 x 1/4	3,19	0,938	L64 x 38 x 6,4	4,8	605
L2 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2,44	0,715	L64 x 38 x 4,8	3,6	461
L2 x 1 1/2 x 1/4	2,77	0,813	L51 x 38 x 6,4	4,2	525
L2 x 1 1/2 x 3/16	2,12	0,621	L51 x 38 x 4,8	3,1	401
L2 x 1 1/2 x 1/8	1,44	0,422	L51 x 38 x 3,2	2,1	272

APÉNDICES

(Informativo)

X.1 BOBINAS COMO FUENTE DE PRODUCTOS ESTRUCTURALES

X.1.1 Normalmente, los talleres de laminado continuo de flejes en caliente poseen enrolladores. Independientemente de los diferentes tipos de sistemas empleados durante o después de las operaciones de laminado, es común que el acero sea bobinado a temperaturas que se encuentran en el intervalo de alivio de tensiones. En general, estas temperaturas son mayores a medida que aumenta el espesor del material. Posteriormente, los Bobinas se enfrían a temperatura ambiente; los pliegues internos y externos se enfrían más rápidamente que los pliegues centrales. La diferencia en la tasa de enfriamiento puede dar como resultado diferencias medibles en las propiedades mecánicas de todo un rollo. Los datos confirman una resistencia a la fluencia y a la tracción reducidas al aumentar el porcentaje de alargamiento para el acero con tasas de enfriamiento más lentas desde la temperatura de enrollado a la ambiente. Estas diferencias son adicionales a los efectos sobre las propiedades mecánicas causadas por diferencias en el análisis de colada y segregación química.

X.2 VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN EN CHAPAS Y PERFILES

X.2.1 Los requisitos del ensayo de tracción de la presente norma pretenden solamente caracterizar las propiedades de tracción de una colada de acero para la determinación de la conformidad con los requisitos de las normas de material. Estos procedimientos de ensayo no pretenden definir los límites superior e inferior de las propiedades de tracción en todos los sitios de ensayo posibles dentro de una colada de acero. Es bien sabido, y está documentado, que las propiedades de tracción variarán dentro de una colada o pieza individual de acero, en función de la composición química, procesamiento, procedimiento de ensayo y otros factores. Por lo tanto, es de incumbencia de los diseñadores e ingenieros usar un criterio de ingeniería sólido cuando se usen resultados de ensayos de tracción presentados en informes de ensayo de fábrica. Se considera que los procedimientos de ensayo de esta norma brindan productos estructurales adecuados para los criterios de diseño estructural normal.

X.2.2 El American Iron and Steel Institute (AISI) llevó a cabo una estadística de la variación obtenidas en las propiedades de tracción de chapas y perfiles estructurales. Los resultados de esta estadística se encuentran en el documento "Contribuciones a la Metalurgia del acero, titulado "La variación del análisis de producto y las propiedades de tracción - Chapas de acero al carbono y perfiles de ala ancha" (SU/18, SU/19 y SU/20), publicado en septiembre de 1974. Los datos se presentan en tablas mostrando la probabilidad de las propiedades de tracción en un sitio diferente del estandarizado y pueden ser diferentes de los del sitio de ensayo reportado. Otras estadística patrocinada por la AISI titulado análisis estadístico de las propiedades mecánicas de productos planos estructurales fue publicado en enero de 2003. Esa estadística analiza los resultados de la variabilidad de aceros laminados actuales que generalmente tuvieron mas altos esfuerzos de fluencia mínima y también se comparó estos resultados con las estadísticas anteriores.

X.2.3 Esta norma no contiene requisitos aplicables a los ensayos de tracción de producto: la conformidad con las normas de producto aplicables se determina con base en los ensayos desarrollados en el sitio de fabricación o procesamiento antes del despacho, a menos que se especifique algo diferente.

X.2.4 Un grupo de trabajo del subcomité A01.02 de la ASTM ha determinado, con base en la revisión de los datos mas recientes de la AISI, que la variación en las propiedades de tracción de las chapas y perfiles estructurales se puede expresar en función de los requisitos especificados: una desviación estándar es igual a aproximadamente el 4 % de la resistencia a la tracción requerida, el 8 % de la resistencia a la fluencia y 3 unidades porcentuales del

alargamiento requerido. El resultado de las estadísticas de enero de 2003 se encontraron similares.

X.2.5 Los criterios de aceptación para el ensayo de productos con base en estos valores, ya sea por debajo del mínimo o sobre el máximo permitido por la norma de producto aplicable, son generalmente aceptables para los fabricantes. Estas tolerancias podrían ser consideradas por los usuarios de este producto como una base de aceptación razonable de materiales que, debido a su variabilidad inherente, se desvían de los requisitos de la norma de producto, cuando se someten a ensayo de tracción del producto.

X.3 SOLDABILIDAD DEL ACERO

X.3.1 Soldabilidad es un término que normalmente hace referencia a la facilidad relativa con la que un metal puede ser soldado usando los procedimientos convencionales. En el acero surgen dificultades cuando las tasas de enfriamiento asociadas con los ciclos térmicos de la soldadura producen microestructuras (por ejemplo, martensita), que son susceptibles de fractura frágil, o más comúnmente, agrietamiento inducido por el hidrógeno, (en frío). (La solidificación o agrietamiento *caliente* es un fenómeno relativamente raro que no se tratará aquí. Véase Randall, para información adicional).

X.3.2 La sensibilidad relativa de los aceros a formar microestructuras por agrietamiento en frío se denomina templabilidad y se puede medir de muchas formas. Quizás el método de evaluación más popular es por la fórmula de carbono equivalente (CE), que intenta igualar la contribución de endurecimiento relativa de los elementos componentes del acero (por ejemplo, manganeso, vanadio) a una cantidad equivalente de carbono, que es el agente de endurecimiento más importante. La fórmula más popular es la ecuación IIW (International Institute of Welding), presentada en el literal S.31.2, que se considera adecuada para predecir la templabilidad en una amplia gama de los aceros al carbono-manganeso y de baja aleación usados comúnmente.

X.3.3 Sin embargo, se recomienda observar que para la generación corriente de aceros de bajo carbono (< 0,10 %), los aceros de baja aleación cuya resistencia proviene de una combinación de microaleaciones y métodos de procesamiento térmicos, el uso de otras fórmulas puede evaluar con mayor precisión la templabilidad y la sensibilidad al agrietamiento en frío.

X.3.4 Para un gran número de aplicaciones estructurales comunes no es necesario especificar el uso de límites de CE. Sin embargo, con el fin de obtener un nivel de confianza mayor al evitar el agrietamiento en frío, se pueden utilizar los controles químicos del literal S31. Un comprador que especifique el uso del literal S.31 debería saber que hay varios factores involucrados en la selección sensata de un valor máximo de CE, tales como los siguientes:

X.3.4.1 Espesores de la fijación de la junta/ metal de base, en la producción real.

X.3.4.2 Compatibilidad entre la resistencia del metal de aporte y del metal base.

X.3.4.3 Contenido de hidrógeno difusible en el metal de soldadura depositado.

X.3.4.4 Temperaturas de precalentamiento y entre pases.

X.3.4.5 Limpieza del metal de aporte y del metal base, y

X.3.4.6 Entrada de calor.

X.3.5 Aunque se cree ampliamente que los aceros CE bajos son inmunes a problemas de agrietamiento de la soldadura, el pasar por alto estos factores de falla y otros ha dado como

resultado grietas en la soldadura o en la zona afectada por el calor en el metal de base, en estos aceros.

X.3.6 Es importante observar que la equivalencia de carbono es solamente una evaluación cualitativa de los problemas potenciales en soldadura y se recomienda no confiar únicamente en ella para asegurar la integridad de la soldadura. También se deben tener en cuenta las especificaciones de soldadura, y conocer las condiciones de construcción reales.

X.4 RADIO PARA DOBLADO EN FRÍO

X.4.1 Los radios de doblado interior mínimos sugeridos para formado en frío se denominan con designaciones de A a F inclusive, como se definen en la Tabla X.4.1. Los radios sugeridos enumerados en la Tabla X.4.2 se deberían usar como los mínimos en un taller típico. El material que no se forma satisfactoriamente cuando se fabrica de acuerdo con la Tabla X.4.2, se puede rechazar durante las negociaciones con el proveedor de acero. Cuando se requieren dobleces más cerrados, es conveniente consultar al fabricante.

Tabla X.4.1. Designaciones de grupos para doblado en frío

Norma	Grado	Designación de grupo^A
A 36/A 36 M	^B	B
A 131/ A 131 M	A, B, CS y E.	B
	A, B, D, CS y E (todo doblado en frío)	B
	AH32, DH32, EH32 y FH32	C
	AH36, DH36, EH36 y FH36	C
	AH40, DH40, EH40 Y FH40	C
A 242/242 M	B	C
A 283/A 283 M	A o B	A
	C o D	B
A 514/A 514 M	alguno	F
A 529/A 529 M	50[345] o 55 [380]	C
A 572/A 572 M	42 [290]	B
	50 [345]	C
	55 [380]	D
	60 [415] o 65 [450]	E
A 573/A 573 M	58 [400] o 65 [450]	B
	70 [485]	C
A 588/A 588 M	alguno	B
A 633/A 633 M	alguno	B
A 656/A 656 M	50[345]	D
	60 [415]	E
	70 [485]	F
	80 [550]	C
A 678/ A 678 M	A o B	D
	C o D	B
A 709/A 709 M	36 [250]	C
	50[345], 50W [345W] o HPS 50W	
	[HPS 345W]	D
	[HPS70W [HPS485W]	F
	100 [690] o 100W[690W]	F
A 710/A 710 M	A	C
A 808/A 808/M	B	D
A 852/A 852 M	B	E
A 871/A 871 M	60 [415] O 65 [450]	B
A 945 /A 945 M	50 [345] O 65 [450]	
^A Los aceros con una relación de resistencia mínima a la tracción especificada, a resistencia mínima a la fluencia especificada de 1,15 ó menos, se encuentran en el Grupo F; otros aceros están en los Grupos A a E inclusive, que se agrupan por tener valores similares especificados para alargamiento mínimo en 50 mm (2 pulgadas).		
^B Las designaciones de grados no son aplicables a esta norma.		

Tabla X.4.2. Radios internos mínimos sugeridos para doblado en frío

Designación de grupo ^B	Espesor (t), mm (pulgadas)			
	Hasta 20 mm (3/4 pulgada)	Más de 20 mm (3/4 pulgada) hasta 25 mm (1 pulgada), inclusive	Más de 25 mm (1 pulgada) a 50 mm (2 pulgadas) inclusive	Más de 50 mm (2 pulgadas)
A	1,5t	1,5t	1,5t	1,5t
B	1,5t	1,5t	1,5t	2,0t
C	1,5t	1,5t	2,0t	2,5
D	1,5t	1,5t	2,5t	3,0t
E	1,5t	1,5t	3,0t	3,5t
F	1,75t	2,25t	4,5t	5,5t
^A Los valores son para líneas de doblado perpendiculares a la dirección del laminado final. Estos radios se aplican cuando se siguen las precauciones enumeradas en el literal X.4.2. Si las líneas de doblado son paralelas a la dirección del laminado final, multiplique estos valores por 1,5.				
^B Las especificaciones para acero incluidas en las designaciones de grupos es posible que no incluyan el rango completo de espesores presentado en esta tabla.				

X.4.2 El radio de doblado y el radio del mandril macho deberían ser tan amplios como lo permita la parte terminada. El ancho a través de los hombros del mandril hembra debería ser al menos de ocho veces el espesor de la chapa. Los aceros de mayor resistencia requieren mayores aberturas del mandril. La superficie de los troqueles en el área del radio debería ser lisa.

X.4.2.1 Ya que las grietas por doblado en frío normalmente se originan desde los bordes externos, las rebabas por cizallamiento y bordes de corte con gas se deberían eliminar mediante esmerilado. Las esquinas afiladas, en los bordes y en los agujeros de corte con gas, se deberían eliminar mediante biselado o esmerilado a un radio.

X.4.2.2 Si es posible, las partes se deberían formar de manera que la línea de doblado sea perpendicular a la dirección del laminado final. Si es necesario doblar con la línea de doblado paralela a la dirección del laminado final, se sugiere un radio más amplio (1 ½ veces el valor aplicable de la Tabla X4.2 para líneas de doblado perpendiculares a la dirección de laminado).

X.4.3 REFERENCIAS

X.4.3.1 Holt, G. E., et al, "Minimum Cold Bend Radii Project – Final Report" Concurrent Technologies Corporation, Enero 27, 1997.

X.4.3.2 Brockenburg, R. L. "Fabrication Guidelines for Cold Bending", R. L. Brockenbrough & Associates, Junio 28, 1998.

X.4.3.3 Estas dos referencias se consiguen en el American Iron and Steel Institute, 1101, 17th Street NW, Washington, DC 20036-4700.

RESUMEN DE CAMBIOS

El Comité A01 de ASTM ha identificado la ubicación de los siguientes cambios a esta norma desde la última edición (A 6/A 6M-04) que pueden afectar el uso de esta norma.

- (1) El pie de Nota B de la Tabla 3 se ha revisado.
- (2) El numeral 11.4.2.1 fue revisado.
- (3) Se adicionó el numeral 11.4.4.
- (4) Los títulos de la Tabla B y la Tabla C fueron revisados.
- (5) La Nota 5 del numeral 11.6.4 fue eliminada.
- (6) Los numerales X.2.2 y X.2.4 fueron revisados.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes and Sheet Piling. Philadelphia, 2004. 64 p. (ASTM A 6/A 6 M –04a).