
Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero

versión en español

Basado en la publicación “Specification for Structural Steel Buildings”
(estándar nacional estadounidense ANSI/AISC 360-10)
editado por la American Institute of Steel Construction (AISC)



ASOCIACIÓN
LATINOAMERICANA
DEL ACERO

Benjamín 2944, 5° Piso
Las Condes
Santiago de Chile

La información presentada en esta publicación ha sido preparada de acuerdo con principios de ingeniería reconocidos y es solamente para información general. Mientras que se considera exacta, esta información no debe ser usada o tenida en cuenta para un uso determinado sin el examen profesional competente y verificación de su exactitud, adecuación y aplicabilidad por parte de un profesional ingeniero, diseñador o arquitecto debidamente certificado.

El material que contiene esta publicación no otorga representación o garantía por parte del American Institute of Steel Construction (AISC) y la Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero) o cualquier otra persona mencionada, respecto a que esta información es adecuada para cualquier uso general o particular o que da libertad para la infracción de patentes. Cualquier persona utilizando esta información asumirá toda la responsabilidad derivada de su uso.

Se debe tener cuidado cuando se mencionan otras especificaciones y códigos desarrollados por otras entidades que han sido incorporados como referencia en este documento, debido a que tales materiales puedan ser modificados o enmendados incluso en más de una vez en forma posterior a la impresión de esta edición. Las instituciones mencionadas no tienen responsabilidad por ese material más que su referencia y su incorporación en ese carácter al momento inicial de la versión original

Proyecto Editorial

Asociación Latinoamericana del Acero

Autor y traductor

Ing. Carlos Aguirre Ahumada

Revisión

Ing. Arnaldo Gutiérrez

Diagramación

versión | Santiago de Chile

Derechos Reservados por:

Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero)

Email: alacero@alacero.org

Web: www.alacero.org

ISBN N°: 978-956-8181-12-3

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de la Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero), bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o procedimiento incluidos la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares de la misma mediante alquiler o préstamos públicos.

AISC © 2010

By American Institute of Steel Construction

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission of the publisher.

PREFACIO

La Especificación está basada en el uso pasado exitoso, avances en el estado del conocimiento y cambios en la práctica de diseño, La “Specification for Structural Steel Buildings” del American Institute of Steel Construction (AISC) provee un tratamiento integrado de los métodos de Diseño por Tensiones Admisibles y del Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LFRD) y reemplaza anteriores especificaciones. Como se indica en el capítulo B de la Especificación, los diseños pueden hacerse con las provisiones de cualquiera de esos 2 métodos de diseño.

La especificación ha sido desarrollada como un documento de consenso para proveer una práctica uniforme en el diseño de edificios de acero estructural y otras estructuras. El propósito es proveer criterios de diseño para el uso en casos de rutina y no provee criterios específicos para problemas encontrados en forma infrecuente, los cuales aparecen teniendo en cuenta el rango amplio del diseño estructural.

La Especificación es el resultado de las deliberaciones de consenso de un comité de ingenieros estructurales con una amplia experiencia y alto nivel profesional, representando una amplia distribución geográfica a lo largo de los Estados Unidos de América. El comité incluye aproximadamente una cantidad igual de ingenieros en la práctica privada y en organismos regulatorios, ingenieros dedicados a la investigación y la enseñanza e ingenieros empleados por las compañías productoras de acero y fabricantes de estructuras. La contribución y asistencia de más de 50 voluntarios adicionales en más de 10 comités de tareas debe ser reconocido. Ver detalle en: <http://www.aisc.org/WorkArea/showcontent.aspx?id=26516>

Los Símbolos, Glosario y Apéndices de la Especificación son una parte integral de la especificación. Un Comentario no obligatorio ha sido preparado para proveer de base de referencia para las provisiones de la Especificación, siendo el usuario alentado a su uso. Adicionalmente Notas para el Usuario no obligatorias se incluyen en determinadas secciones de las Especificaciones para proveer una guía práctica y concisa al uso de las provisiones.

El lector es alertado que el juicio profesional debe ser ejercido cuando los datos y recomendaciones de esta especificación son usados (Ver nota de advertencia al principio de esta edición).

TABLA DE CONTENIDOS

SIMBOLOGÍA	28
GLOSARIO	45
ESPECIFICACIÓN	
CAPÍTULO A. DISPOSICIONES GENERALES	64
A1. Alcance	64
1. Aplicaciones Sismorresistentes	65
2. Aplicaciones Nucleares.....	65
A2. Referencias: especificaciones, códigos y estándares de diseño	65
A3. Material	69
1. Materiales para Acero Estructural	69
1a. Designaciones ASTM.....	69
1b. Acero No Identificado	71
1c. Perfiles Laminados Pesados	71
1d. Perfiles Fabricados Pesados	71
2. Aceros Fundidos y Forjados	72
3. Pernos, golillas y tuercas	72
4. Barras de Anclaje y Barras con Hilo	73
5. Insumos para Soldaduras	73
6. Conectores de Corte Embebidos	74
A4. Planos de diseño y especificaciones para estructuras.....	74
CAPÍTULO B. REQUISITOS DE DISEÑO	75
B1. Disposiciones generales	75
B2. Cargas y combinaciones de cargas	75
B3. Base de diseño.....	75
1. Resistencia Requerida	76
2. Estados Límites	76
3. Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD)	76
4. Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Resistencias Admisibles (ASD).....	77
5. Diseño por Estabilidad	77
6. Diseño de Conexiones.....	77

6a. Conexiones Simples.....	77
6b. Conexiones de Momento.....	77
7. Redistribución de momento en vigas.....	78
8. Diafragmas y colectores.....	78
9. Diseño para Condiciones de Servicio.....	78
10. Diseño para prevenir la Acumulación de Agua	79
11. Diseño a Fatiga	79
12. Diseño para Condiciones de Incendio	79
13. Diseño para Efectos de la Corrosión.....	79
14. Anclaje al hormigón.....	79
B4. Propiedades de los miembros.....	80
1. Clasificación de las secciones según pandeo local.....	80
1a. Elementos No Atiesados	80
1b. Elementos Atiesados.....	80
2. Espesor de Diseño para Secciones HSS.....	81
3. Determinación del Área bruta y Área Neta	81
3a. Área Bruta.....	81
3b. Área Neta.....	81
B5. Fabricación y montaje	84
B6. Control de calidad y aseguramiento de calidad.....	84
B7. Evaluación de estructuras existentes	84
CAPÍTULO C. DISEÑO PARA ESTABILIDAD	85
C1. Requisitos generales para estabilidad.....	85
1. Método de diseño de análisis directo	85
2. Métodos de diseño alternativos	86
C2. Determinación de las resistencias requeridas.....	86
1. Requisitos Generales de Análisis	86
2. Consideración de las imperfecciones iniciales	87
2a. Modelado directo de las imperfecciones.....	87
2b. Uso de cargas ficticias para representar las imperfecciones	88
3. Ajustes en la rigidez	89
C3. Determinación de las resistencias disponibles.....	90
CAPÍTULO D. DISEÑO DE MIEMBROS EN TRACCIÓN.....	91
D1. Límites de Esbeltez.....	91
D2. Resistencia en Tracción.....	91
D3. Área Neta Efectiva	92

D4	Miembros Armados.....	92
D5.	Miembros conectados por pasadores.....	94
1.	Resistencia en Tracción.....	94
2.	Requerimientos Dimensionales.....	95
D6.	Bielas.....	95
1.	Resistencia en Tracción.....	95
2.	Requerimientos Dimensionales.....	95
CAPÍTULO E. DISEÑO DE MIEMBROS EN COMPRESIÓN.....		96
E1.	Disposiciones Generales.....	96
E2	Longitud Efectiva.....	98
E3	Pandeo por Flexión de Miembros sin Elementos Esbeltos.....	98
E4	Resistencia a Compresión, Pandeo Torsional y Flexo-Torsional de Miembros sin Elementos Esbeltos.....	99
E5	Ángulo Simple en Compresión.....	101
E6.	Miembros armados.....	103
1.	Resistencia a Compresión.....	103
2.	Requerimientos dimensionales.....	104
E7.	Miembros con elementos esbeltos.....	106
1.	Elementos Esbeltos No Atiesados, Q_s	107
2.	Elementos Esbeltos Atiesados, Q_a	109
CAPÍTULO F. DISEÑO DE MIEMBROS EN FLEXIÓN.....		111
F1.	Disposiciones generales.....	113
F2.	Miembros compactos de sección H de simetría doble y canales flectadas en torno a su eje mayor.....	114
1.	Fluencia.....	114
2.	Pandeo Lateral-Torsional.....	114
F3.	Miembros de sección H de simetría doble con almas compactas y alas no compactas o esbeltas flectados en torno a su eje mayor.....	116
1.	Pandeo Lateral Torsional.....	116
2.	Pandeo Local Ala en Compresión.....	116
F4.	Otros miembros de sección H con almas compactas o no compactas flectados en torno a su eje mayor.....	117
1.	Fluencia del Ala en Compresión.....	117
2.	Pandeo Lateral-Torsional.....	117
3.	Pandeo Local de Ala en Compresión.....	120
4.	Fluencia del Ala en Tracción.....	121
F5.	Miembros de sección H de simetría doble y simple con almas esbeltas flectados en torno a su eje mayor.....	122

1.	Fluencia del Ala en Compresión	122
2.	Pandeo Lateral-Torsional.....	122
3.	Pandeo Local de Ala en Compresión.....	123
4.	Fluencia del Ala en Tracción.....	123
F6.	Miembros de sección H y canales flectados en torno a su eje menor.....	123
1.	Fluencia	123
2.	Pandeo Local de Ala	124
F7.	Perfiles tubulares cuadrados y rectangulares	124
1.	Fluencia	125
2.	Pandeo Local de Ala	125
3.	Pandeo Local de Alma.....	125
F8.	Perfiles tubulares circulares.....	125
1.	Fluencia	126
2.	Pandeo Local	126
F9.	Secciones T y ángulos dobles cargados en el plano de simetría.....	126
1.	Fluencia	126
2.	Pandeo Lateral-Torsional.....	127
3.	Pandeo Local de Alas de Sección T.....	127
4.	Pandeo Local del Alma de Sección T en Compresión por Flexión.....	128
F10.	Ángulos.....	128
1.	Fluencia	129
2.	Pandeo Lateral-Torsional.....	129
3.	Pandeo Local de Ala	131
F11.	Barras rectangulares y circulares.....	131
1.	Fluencia	132
2.	Pandeo Lateral Torsional.....	132
F12.	Secciones asimétricas	132
1.	Fluencia	133
2.	Pandeo Lateral-Torsional.....	133
3.	Pandeo Local	133
F13.	Proporciones de vigas	133
1.	Reducciones en la Resistencia de Miembros con Perforaciones en las alas traccionadas.....	133
2.	Valores límites de las dimensiones de Miembros con Sección H	134
3.	Planchas de Cubierta	134
4.	Vigas Armadas.....	135
5.	Longitud no arriostrada para Redistribución de Momentos	135

CAPÍTULO G. DISEÑO DE MIEMBROS EN CORTE	137
G1. Disposiciones generales	137
G2. Miembros con almas no atiesadas o atiesadas	137
1. Resistencia de Corte	137
2. Atiesadores Transversales.....	139
G3. Campo de tracciones	140
1. Límites en el uso del campo de tracciones.....	140
2. Resistencia de corte considerando el campo de tracciones.....	140
3. Atiesadores Transversales.....	141
G4. Ángulos simples	142
G5. Tubos de sección rectangular y cajón.....	142
G6. Tubos redondos.....	142
G7. Corte respecto del eje débil en perfiles con simetría simple y doble	143
G8. Vigas con aberturas en el alma.....	143
CAPÍTULO H. DISEÑO DE MIEMBROS PARA SOLICITACIONES COMBINADAS Y TORSION	144
H1. Miembros con simetría simple y doble solicitados a flexión y carga axial.....	144
1. Miembros con Simetría Doble y Simple solicitados a Flexión y Compresión	144
2. Miembros con Simetría Doble y Simple solicitados a Flexión y Tracción.....	146
3. Miembros Laminados Compactos con Simetría Doble solicitados a Flexión Simple y Compresión.....	147
H2. Miembros asimétricos y otros solicitados a flexión y carga axial.....	147
H3. Miembros solicitados por torsión y combinación de torsión, flexión, corte, y/o carga axial.....	149
1. Resistencia Torsional de Secciones Tubulares Redondas y Rectangulares	149
2. Secciones Tubulares solicitadas a Combinación de Torsión, Corte, Flexión y Carga Axial	150
3. Miembros No Tubulares bajo Torsión y Tensiones Combinadas	151
H4. Ruptura de alas perforadas sujetas a tracción	152
CAPÍTULO I. DISEÑO DE MIEMBROS DE SECCIÓN COMPUESTA.....	154
I1. Disposiciones generales	154
1. Concreto y Acero de Refuerzo.....	154
2. Resistencia Nominal de Secciones Compuestas	155
2a. Método de Distribución de las Tensiones Plásticas.....	155
2b. Método de Compatibilidad de las Deformaciones	155

3.	Limitaciones del Material.....	156
4.	Clasificación de Secciones Compuestas Rellenas para Pandeo Local	156
I2.	Fuerza axial	157
1.	Miembros Compuestos Embebidos.....	157
1a.	Limitaciones.....	157
1b.	Resistencia a Compresión	158
1c.	Resistencia a Tracción.....	159
1d.	Transferencia de Carga	160
1e.	Requisitos de Detallamiento	160
2.	Columnas Compuestas Rellenas.....	160
2a.	Límites.....	160
2b.	Resistencia de Compresión	160
2c.	Resistencia a Tracción.....	161
2d.	Transferencia de Carga	162
I3.	Flexión	162
1.	General.....	162
1a.	Ancho Efectivo	162
1b.	Resistencia Durante la Construcción	162
2.	Vigas Compuestas con Conectores de Corte.....	162
2a.	Resistencia para Flexión Positiva.....	162
2b.	Resistencia para Flexión Negativa.....	163
2c.	Resistencia de Vigas Compuestas con Planchas colaborantes de Acero	163
2d.	Transferencia de Carga entre la Viga de Acero y la Losa de Concreto	164
3.	Miembros Compuestos Embebidos.....	165
4.	Miembros Compuestos Rellenos	166
4a.	Limitantes	166
4b.	Resistencia a flexión.....	166
I4.	Corte	167
1.	Miembros Compuestos Embebidos y Rellenos	167
2.	Vigas Compuestas con Plancha Colaborante de Acero.....	167
I5.	Combinación de carga axial y flexión.....	167
I6.	Transferencia de carga.....	168
1.	Requisitos Generales	168
2.	Ubicación de las Fuerzas	168
2a.	Fuerzas Externas Aplicadas a la Sección de Acero.....	168
2b.	Fuerzas Externas Aplicadas al Concreto.....	168
2c.	Fuerzas Externas Aplicadas Conjuntamente al Acero y al Concreto.....	169
3.	Mecanismo de Transferencia de Fuerzas	169

3a.	Aplastamiento Directo.....	169
3b.	Conectores de Corte	169
3c.	Interacción de Adherencia Directa	170
4.	Requisitos de Detallamiento	170
4a.	Miembros Compuestos Embebidos.....	170
4b.	Miembros Compuestos Rellenos	170
I7.	Diagramas compuestos y vigas colectoras	171
I8.	Anclajes de acero.....	171
1.	General.....	171
2.	Anclajes de Acero en Vigas Compuestas.....	171
2a.	Resistencia de Pernos Conectores de Corte	171
2b.	Resistencia de Conectores de Corte tipo Canal	173
2c.	Número Requerido de Conectores de Corte.....	174
2d.	Requisitos de Detallamiento	174
3.	Anclajes de Acero es Componentes Compuestos	174
3a.	Resistencia al Corte de Pernos de Anclaje de Acero en Componentes Compuestos.....	175
3b.	Resistencia a Tracción de Pernos de Anclaje de Acero en Componentes Compuestos.....	176
3c.	Resistencia de Pernos de Anclaje de Acero para Interacción de Corte y Tracción en Componentes Compuestos	177
3d.	Resistencia al Corte de Canales de Anclaje de Acero en Componentes Compuestos.....	179
3e.	Requisitos de Detallamiento en Componentes Compuestos.....	179
I9.	Casos especiales.....	179
CAPÍTULO J. DISEÑO DE CONEXIONES		180
J1.	Disposiciones generales	180
1.	Bases de Diseño.....	180
2.	Conexiones Simples.....	180
3.	Conexiones de Momento.....	181
4.	Miembros en Compresión y Juntas de Aplastamiento	181
5.	Empalmes en Secciones Pesadas	181
6.	Perforaciones de Acceso a la Soldadura	182
7.	Ubicación de Soldaduras y Pernos.....	182
8.	Pernos en Combinación con Soldaduras.....	183
9.	Pernos de Alta Resistencia en Combinación con Remaches	183
10.	Limitaciones en Conexiones Apernadas y Soldadas	183
J2.	Soldaduras	183

1.	Soldaduras de Tope	184
1a.	Área Efectiva	184
1b.	Limitaciones.....	185
2.	Soldaduras de Filete.....	186
2a.	Área Efectiva	186
2b.	Limitaciones.....	186
3.	Soldaduras de Tapón y de Ranura	188
3a.	Área Efectiva	188
3b.	Limitaciones.....	188
4.	Resistencia	189
5.	Combinación de Soldaduras.....	193
6.	Requisitos del Metal de Aporte	193
7.	Metal de Soldadura Mezclado	194
J3.	Pernos y partes roscadas	194
1.	Pernos de Alta Resistencia	194
2.	Tamaño y Uso de las perforaciones	197
3.	Espaciamiento Mínimo.....	199
4.	Distancia Mínima al Borde.....	199
5.	Distancias a los Bordes y Espaciamiento Máximo	201
6.	Resistencia de Tracción y Corte de Pernos y Partes Enroscadas	201
7.	Combinación de Tracción y Corte en Conexiones Tipo Aplastamiento.....	202
8.	Pernos de Alta Resistencia en Conexiones de Deslizamiento Crítico	203
9.	Combinación de Tracción y Corte en Conexiones de Deslizamiento Crítico	204
10.	Resistencia de Aplastamiento de Perforaciones de Pernos.....	204
11.	Conectores Especiales	205
12.	Conectores de Tracción.....	205
J4.	Elementos involucrados de miembros y elementos conectados.....	206
1.	Resistencia de Elementos en Tracción	206
2.	Resistencia de Elementos en Corte	206
3.	Resistencia de Bloque de Corte	206
4.	Resistencia de Elementos en Compresión.....	207
5.	Resistencia de Elementos en Flexión	207
J5.	Planchas de relleno.....	207
1.	Planchas de Relleno en Conexiones Soldadas.....	208
1a.	Planchas de Relleno Delgadas	208
1b.	Planchas de Relleno Gruesas	208

2.	Planchas de Relleno en Conexiones Aternadas	208
J6.	Empalmes	209
J7.	Resistencia de aplastamiento	209
J8.	Bases de columnas y aplastamiento del concreto	210
J9.	Barras de anclaje e insertos	210
J10.	Alas y almas con cargas concentradas	211
1.	Flexión Local del Ala	211
2.	Fluencia Local del Alma.....	211
3.	Aplastamiento del Alma.....	212
4.	Pandeo Lateral del Alma.....	213
5.	Pandeo del Alma Comprimida	214
6.	Corte en la Zona Panel del Alma	214
7.	Extremos de Vigas no Restringidos.....	216
8.	Requisitos Adicionales para los Atiesadores para Cargas Concentradas	216
9.	Requisitos Adicionales para las Planchas de Refuerzo para Cargas Concentradas.....	217
CAPITULO K. DISEÑO DE CONEXIONES DE PERFILES TUBULARES		218
K1.	Cargas concentradas en secciones tubulares.....	218
1.	Definición de Parámetros	218
2.	Secciones Tubulares Circulares.....	219
3.	Secciones Tubulares Rectangulares	219
K2.	Conexiones de tubos en enrejados	223
1.	Definición de Parámetros	224
2.	Secciones Tubulares Circulares.....	225
3.	Secciones Tubulares Rectangulares	227
K3.	Conexiones de momento tubo-tubo.....	231
1.	Definición de Parámetros	231
2.	Secciones Tubulares Circulares.....	232
3.	Secciones Tubulares Rectangulares	234
K4.	Conexiones de planchas y ramas para tubos rectangulares.....	237
CAPÍTULO L. DISEÑO PARA ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO.....		241
L1.	Disposiciones Generales.....	241
L2.	Contraflecha.....	241
L3.	Deformaciones.....	242
L4.	Desplazamientos Laterales Relativos.....	242
L5.	Vibración	242

L6. Movimiento Inducido por Viento	242
L7. Expansión y Contracción	242
L8. Deslizamiento de Conexiones	242
CAPÍTULO M: FABRICACIÓN Y MONTAJE	243
M1. Planos de taller y de montaje.....	243
M2. Fabricación	243
1. Contraflecha, Curvado y Enderezado	243
2. Corte térmico.....	243
3. Cepillado de los Bordes	244
4. Construcción Soldada	244
5. Construcción Apernada.....	244
6. Uniones de Compresión	245
7. Tolerancias Dimensionales	245
8. Terminación de las Bases de Columna	245
9. Agujeros para Barras de Anclaje	246
10. Agujeros de Drenaje	246
11. Requisitos para Miembros Galvanizados.....	246
M3. Pintura de taller	246
1. Requisitos Generales	246
2. Superficies Inaccesibles.....	246
3. Superficies de Contacto	246
4. Superficies Terminadas	247
5. Superficies Adyacentes a Soldaduras en Terreno.....	247
M4. Montaje.....	247
1. Alineación de las Bases de Columna.....	247
2. Estabilidad y Conexiones.....	247
3. Alineación	247
4. Ajuste de las Uniones de Compresión y Planchas de Base	247
5. Soldadura en Terreno.....	247
6. Pintura de Terreno.....	248
CAPÍTULO N: CONTROL DE CALIDAD Y ASEGURAMIENTO	
DE LA CALIDAD	249
N1. Alcance	249
N2. Programa de control de calidad del fabricante y del instalador.....	250
N3. Documentos del fabricante y del instalador.....	251
1. Requerimientos para Construcción en Acero	251
2. Documentos Disponibles para la Construcción en Acero.....	251

N4. Personal de inspección y ensayos no destructivos	252
1. Calificación del Inspector de Control de Calidad	252
2. Calificación del Inspector de Aseguramiento de Calidad	252
3. Calificación del Personal NDT.....	252
N5. Requisitos mínimos para la inspección en edificios de acero estructural.....	253
1. Control de Calidad.....	253
2. Aseguramiento de la Calidad.....	253
3. Inspecciones Coordinadas.....	254
4. Inspección de Soldaduras	254
5. Ensayos No-destructivos de Juntas Soldadas	256
5a. Procedimientos	256
5b. NDT para Soldaduras de Ranura CJP	256
5c. NDT en Perforaciones de Acceso.....	256
5d. Juntas Soldadas Sujetas a Fatiga.....	256
5e. Reducción en la Tasa de Ensayos Ultrasónicos.....	256
5f. Aumento en la Tasa de Ensayos Ultrasónicos	257
5g. Documentación	257
6. Inspección de Pernos de Alta Resistencia.....	257
7. Otras Tareas de Inspección.....	259
N6. Requisitos mínimos para la inspección en construcciones compuestas	259
N7. Fabricantes e instaladores aprobados	260
N8. Materiales y trabajos no conformes.....	260
ANEXO 1: DISEÑO POR ANÁLISIS INELÁSTICO.....	262
1.1. Requerimientos generales	262
1.2. Requerimientos de ductilidad	263
1. Material.....	263
2. Sección Transversal	263
3. Longitud No Arriostrada.....	264
4. Fuerza Axial	265
1.3. Requerimientos de análisis.....	266
1. Propiedades de los Materiales y Criterio de Fluencia	266
2. Imperfecciones Geométricas.....	266
ANEXO 2. DISEÑO PARA EMPOZAMIENTO	267
2.1. Diseño simplificado para empozamiento	267
2.2. Diseño mejorado para empozamiento	268

ANEXO 3. DISEÑO POR FATIGA.....	271
3.1. Disposiciones Generales.....	271
3.2. Cálculo de las Tensiones Máximas y los Rangos de Tensiones.....	272
3.3. Material Ordinario y Juntas Soldadas	272
3.4. Pernos y Partes Atornilladas.....	275
3.5. Requisitos Especiales de Fabricación y Montaje	276
ANEXO 4: DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONDICIÓN DE FUEGO.....	291
4.1. Disposiciones generales	291
4.1.1. Objetivo de Desempeño.....	291
4.1.2. Diseño mediante Análisis de Ingeniería.....	291
4.1.3. Diseño por Ensayos de Calificación.....	292
4.1.4. Combinaciones de Carga y Resistencia Requerida	292
4.2. Diseño estructural por análisis para la condición de fuego.....	292
4.2.1. Incendio de Diseño	292
4.2.1.1. Fuego Localizado	293
4.2.1.2. Incendio en Sector Post-Ignición	293
4.2.1.3. Incendios Exteriores.....	293
4.2.1.4. Sistemas de Protección Activa Contra el Fuego.....	293
4.2.2. Temperaturas en Sistemas Estructurales Bajo Condiciones de Incendio	293
4.2.3. Resistencias de los Materiales a Temperaturas Elevadas	294
4.2.3.1. Elongación Térmica	294
4.2.3.2 Propiedades Mecánicas a Temperaturas Elevadas	294
4.2.4. Requisitos de Diseño Estructural	295
4.2.4.1. Integridad Estructural general	295
4.2.4.2. Requisitos de Resistencia y Límites de Deformación.....	295
4.2.4.3. Métodos de Análisis	296
4.2.4.3a. Métodos Avanzados de Análisis	296
4.2.4.3b. Métodos Simples de Análisis.....	296
4.2.4.4. Resistencia de Diseño	298
4.3. Diseño por ensayos de calificación.....	298
4.3.1. Estándares de Calificación.....	298
4.3.2. Construcción Restringida	298
4.3.3. Construcción No Restringida	299
ANEXO 5. EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	300
5.1. Disposiciones generales	300
5.2. Propiedades de los materiales	300

SIMBOLOGÍA

La sección o el número de tabla en la columna de la derecha se refiere a donde el símbolo ha sido usado primero.

Símbolo	Definición	Sección
A_{BM}	Área de la sección transversal de la base de metal, mm ²	J2.4
A_b	Área de cuerpo nominal sin hilar de un tornillo o pieza hilada, mm ²	J3.6
A_{bi}	Área de la sección transversal de la rama superpuesta, mm ²	K2.3
A_{bj}	Área de la sección transversal de la rama cubierta, mm ²	K2.3
A_c	Área de concreto, mm ²	I2.1b
A_c	Área de la losa de concreto dentro del ancho efectivo, mm ²	I3.2d
A_e	Área neta efectiva, mm ²	D2
A_e	Sumatoria de las áreas efectivas de la sección transversal basada en el ancho efectivo, b_e , mm ²	E7.2
A_{fc}	Área del ala en compresión, mm ²	G3.1
A_{fg}	Área bruta del ala en tracción, mm ²	F13.1
A_{fn}	Área neta del ala en tracción, mm ²	F13.1
A_{ft}	Área del ala en tracción, mm ²	G3.1
A_g	Área total de la sección transversal del miembro, mm ²	B3.7
A_g	Área bruta del miembro compuesto, mm ²	I2.1
A_{gv}	Área bruta solicitada a corte, mm ²	J4.3
A_n	Área neta del elemento, mm ²	B4.3
A_n	Área de los elementos conectados directamente, mm ²	Tabla D3.1
A_{nt}	Área neta solicitada a tracción, mm ²	J4.3
A_{nv}	Área neta solicitada a corte, mm ²	J4.3
A_{pv}	Área proyectada de aplastamiento, mm ²	J7
A_s	Área de la sección transversal de la sección de acero, mm ²	I2.1b
A_{sa}	Área de la sección transversal del perno de anclaje de acero, mm ²	I8.2a
A_{sf}	Área de corte en la zona de falla, mm ²	D5.1
A_{sr}	Área de barras de refuerzo continuas, mm ²	I2.1
A_{sr}	Área de un adecuado desarrollo longitudinal del acero de refuerzo dentro del ancho efectivo de la losa de concreto, de la sección transversal de acero, mm ²	I3.2d
A_t	Área neta en tracción, mm ²	An.3.4
A_w	Área del alma, siendo el ancho por el espesor, dt_w , mm ²	G2.1
A_{we}	Área efectiva de la soldadura, mm ²	J2.4

Símbolo	Definición	Sección
A_{wei}	Área efectiva de la garganta de la soldadura de cualquier i-esimo elemento de esta, mm ²	J2.4
A_1	Área cargada de concreto, mm ²	I6.3a
A_1	Área de acero concéntricamente cargado sobre el soporte de concreto, mm ²	J8
A_2	Máxima área de la porción de la superficie soportada que es geoméricamente similar y concéntrica con el área cargada, mm ²	J8
B	Ancho total de una Sección HSS rectangular, medido a 90° del plano de conexión, mm ²	Tabla D3.1
B	Ancho total de la sección rectangular de acero a lo largo de la cara en que se transfieren las cargas, mm ²	I6.3c
B_b	Ancho total de una rama de una HSS rectangular, medido a 90° del plano de conexión, mm ²	K2.1
B_{bi}	Ancho total de la rama de una rama superpuesta, mm ²	K2.3
B_{bj}	Ancho total de la rama cubierta, mm ²	K2.3
B_p	Ancho de la plancha, medida 90 grados al plano de conexión, mm ²	K1.1
B_1	Multiplicador para considerar efectos P- δ	An.8.2
B_2	Multiplicador para considerar efectos P- Δ	An.8.2
C	Constante torsional de una determinada Sección HSS	H3.1
C_b	Factor de modificación del pandeo lateral torsional para diagramas de momento no uniformes	F1
C_d	Coefficiente que considera la rigidez requerida de arriostramiento aumentada en el punto de inflexión	An. 6.3.1
C_f	Constante basada en categorías de fatiga, dadas en Tabla A-3.1	An.3.3
C_m	Coefficiente que considera movimientos no uniformes	An. 8.2.1
C_p	Coefficiente de flexibilidad para un miembro primario en un techo plano debido a retención de agua por deformaciones	An.2.1
C_r	Coefficiente para pandeo lateral del alma	J10.4
C_s	Coefficiente de flexibilidad para un miembro secundario en techo plano debido a retención de agua por deformaciones	An.2.1
C_v	Coefficiente de corte del alma	G2.1
C_w	Constante de deformación, mm ⁶	E4
C_1	Coefficiente para el cálculo de rigidez efectiva del miembro compuesto de compresión embebido.....	I2.1b
C_3	Coefficiente para el cálculo de rigidez efectiva del miembro compuesto de compresión relleno	I2.2b
D	Diámetro exterior de un elemento HSS circular, mm	Tabla B4.1
D	Diámetro exterior de un elemento HSS principal, mm	K2.1
D	Carga muerta nominal, N	An. 4.1.4

Símbolo	Definición	Sección
D_b	Diámetro exterior de una rama HSS circular	K2.1
D_u	En conexiones de deslizamiento crítico, es un múltiplo que refleja la relación entre la pretensión instalada del perno y la mínima pretensión especificada para el perno	J3.8
E	Módulo de elasticidad del acero = 200000 Mpa (29000 ksi)	Tabla B4.1
E_c	Módulo de elasticidad del concreto = $0,043w_c^{1,5}\sqrt{f'_c}$, Mps ($w_c^{1,5}\sqrt{f'_c}$, ksi).....	I2.1b
E_m	Módulo de elasticidad del concreto a altas temperaturas, Mpa	An.4.2.3
E_s	Módulo de elasticidad del acero = 200.000 MPa	I2.1b
$E(T)$	Módulo de elasticidad a altas temperaturas, MPa	An. 4.2.4.3
EI_{eff}	Rigidez efectiva de la sección compuesta, $N - mm^2$	I2.1b
F_c	Tensión disponible, Mpa	K1.1
F_{ca}	Tracción axial disponible en el punto considerado, MPa.....	H2
F_{cbw}, F_{cbz}	Tracción de flexión disponible en el punto considerado, MPa	H2
F_{cr}	Tensión crítica, Mpa	E3
F_{cry}	Tensión crítica sobre el eje menor, Mpa	E4
F_{crz}	Tensión crítica debido a pandeo torsional, Mpa	E4
F_e	Tensión elástico por pandeo, Mpa	E3
$F_e(T)$	Tensión elástica crítica por pandeo con el modulo elástico a altas temperaturas, MPa	An. 4.2.4.3
F_{ex}	Tensión elástica debido a pandeo por flexión en torno al eje mayor, Mpa	E4
F_{EXX}	Resistencia de clasificación del metal de relleno, MPa	J2.4
F_{ey}	Tensión elástica debido a pandeo por flexión en torno al Eje mayor, Mpa.....	E4
F_{ez}	Tensión elástica debido a pandeo torsional, Mpa.....	E4
F_{in}	Tensión de de adherencia nominal, 0,40 MPa	J2.4
F_L	Tensión calculada según la resistencia por flexión nominal calculada, Mpa	Tabla B4.1
F_n	Resistencia nominal, MPa	H3.3
F_n	Tensión de tracción nominal F_{nt} , o tensión de corte nominal, F_{nv} , según Tabla J3.2, Mpa	J3.6
F_{nBM}	Tracción nominal del metal base, MPa	J3.6
F_{nt}	Tensión de tracción nominal desde Tabla J3.2, Mpa	J3.7
F'_{nt}	Tensión de tracción nominal modificado que incluye los efectos del tensión de corte, Mpa	J3.7
F_{nv}	Tensión de corte nominal según Tabla J3.2, Mpa	J3.7
F_{nw}	Tracción nominal del metal de soldadura, MPa.....	J2.4
F_{nw}	Tracción nominal del metal de soldado (Capítulo J) sin incremento en la resistencia debido a la direccionalidad, MPa	K.4

Símbolo	Definición	Sección
F_{nwi}	Tracción nominal en el elemento ith de soldadura, MPa	J2.4
$F_{nwi x}$	Componente x de la carga nominal de F_{nwi} , MPa	J2.4
$F_{nwi y}$	Componente y de la carga nominal de F_{nwi} , MPa	J2.4
$F_p(T)$	Límite proporcional a altas temperaturas, MPa	An. 4.2.3.2
F_{SR}	Rango de tensiones admisible, Mpa	An. 3.3
F_{TH}	Rango umbral de tensión admisible, máximo rango de tensión para vida de diseño indefinida según Tabla A-3.1, Mpa	An.3.1
F_u	Resistencia a tracción mínima especificada , Mpa	D2
$F_u(T)$	Resistencia a tracción mínima a altas temperaturas, MPa	An. 4.2.3.2
F_y	Tensión mínima de fluencia especificado para el tipo de acero empleado, Mpa. Se usa en esta especificación “tensión de fluencia” ya sea como el punto de fluencia mínimo especificado (para aquellos aceros que tienen un punto de fluencia) o ya sea fluencia especificada (para aquellos que no tienen una fluencia especificada).....	Tabla B3.7
F_{yb}	Tensión mínima de fluencia especificado para el material de una rama de una HSS, MPa	K2.1
F_{ybi}	Tensión mínima de fluencia especificado en el material de la rama superpuesta, Mpa.....	K2.3
F_{ybj}	Tensión mínima de fluencia especificado en el material de la rama cubierta, Mpa	K2.3
F_{yf}	Tensión mínima de fluencia especificado en el ala, Mpa	J10.1
F_{yp}	Tensión mínima de fluencia especificado en plancha, Mpa.....	K1.1
F_{ysr}	Tensión mínima de fluencia especificado en las barras de refuerzo, Mpa	I2.1b
F_{yst}	Tensión mínima de fluencia especificado en el material del atiesador, Mpa	G3.3
$F_y(T)$	Fluencia a altas temperaturas, MPa	An. 4.2.4.3
F_{yw}	Tensión mínima de fluencia especificado en el material de alma, Mpa.....	G3.3
G	Módulo de corte de elasticidad del acero = 77200 Mpa	E4
$G(T)$	Módulo de corte de elasticidad del acero a altas temperaturas, MPa	An. 4.2.3.2
H	Constante por flexión	E4
H	Fuerza de corte de entepiso, en la dirección de traslación considerada, debido a las cargas laterales empleadas en el cálculo de ΔH , ton	An. 8.2.2
H	Altura total de la sección HSS rectangular, medido en el plano de conexión, <i>mm</i>	Tabla D3.1
H_b	Número de veces la altura de la rama de un elemento HSS rectangular, medido en el plano de conexión, <i>mm</i>	K2.1
H_{bi}	Número de veces la profundidad de una rama superpuesta	K2.3

Símbolo	Definición	Sección
I	Momento de inercia en el plano de flexión, mm^4	An. 8.2.1
I_c	Momento de inercia de la sección de concreto sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta, mm^4	I2.1b
I_d	Momento de inercia de la cubierta de acero apoyada en miembros secundarios, mm^4	An.2.1
I_p	Momento de inercia de miembros primarios, mm^4	An.2.1
I_s	Momento de inercia de miembros secundarios, mm^4	An.2.1
I_s	Momento de inercia del perfil de acero sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta, mm^4	I2.1b
I_{sr}	Momento de inercia de las barras de refuerzo sobre el eje neutro elástico de la sección compuesta, mm^4	I2.1b
I_{st}	Momento de inercia del atiesador transversal sobre un eje en el centro del alma para un par de atiesadores, o sobre la cara en contacto del alma para un atiesador único, mm^4	G3.3
I_{st1}	Momento de inercia mínimo del atiesador transversal requerido para el desarrollo de la resistencia por pandeo de corte del alma en Sección G2.2, mm^4	G3.3
I_{st2}	Momento de inercia mínimo del atiesador transversal requerido para el desarrollo de la resistencia total por pandeo de corte del alma mas la resistencia por campo de tracciones en el alma, $Vr=V_{c2}$, mm^4	G3.3
I_s, I_y	Momentos de inercia respecto a los ejes principales, mm^4	E4
I_y	Momento de inercia fuera del plano, mm^4	An.6.3.2a
I_{yc}	Momento de inercia sobre el eje y referido al ala en compresión, mm^4	F4.2
I_z	Momento de inercia del menor eje principal, mm^4	F10.2
J	Constante torsional, mm^4	E4
K	Factor de longitud efectiva	C3, E2
K_x	Factor de longitud efectiva para pandeo por flexión sobre eje x	E4
K_y	Factor de longitud efectiva para pandeo por flexión sobre eje y	E4
K_z	Factor de longitud efectiva para pandeo flexo-torsional	E4
K_1	Factor de longitud efectiva en el plano de flexión, calculado según el supuesto de que sin desplazamiento lateral se iguala a 1.0, a menos que el análisis indique que un menor valor a ser usado	An. 8.2.1
L	Altura de entrepiso, mm	An. 7.3.2
L	Longitud del elemento, mm	H3.1
L	Ocupación nominal de la carga viva	An.4.1.4
L	Longitud sin arriostamiento lateral de un elemento, mm	E2
L	Longitud del vano, mm	An.6.3.2a
L	Longitud del elemento entre los puntos de trabajo de las líneas centrales de los cordones del enrejado, mm	E5

Símbolo	Definición	Sección
L_b	Longitud entre los puntos que ya estén arriostrados contra el desplazamiento lateral del ala comprimida o atiesados contra el giro de la sección transversal, mm.....	F2.2
L_b	Distancia entre arriostramientos, mm	An.6.2
L_b	Mayor distancia no arriostrada lateralmente para ambas alas en el punto de carga, mm	J10.4.
L_m	Longitud límite no arriostrada lateralmente para elegir la redistribución de momentos en vigas de acuerdo a la Sección B3.7.....	F13.5
L_p	Longitud límite sin arriostramiento lateral para el estado límite de fluencia, mm	F2.2
L_p	Longitud de los miembros principales, m	An. 2.1
L_{pd}	Longitud límite sin arriostramiento lateral para el análisis plástico, mm	An.1.2.3
L_r	Longitud límite sin arriostramiento lateral para el estado límite de pandeo flexo-torsional inelástico, mm	F2.2
L_s	Distancia entre los miembros secundarios	An.2.1
L_v	Distancia entre el máximo corte y donde este es cero, mm.....	G6
M_A	Valor absoluto del momento ubicado en el cuarto de la longitud del segmento no arriostrado, $N - mm$	F1
M_a	Resistencia a flexión requerida, usando combinaciones de carga según ASD, $N - mm$	J10.4
M_B	Valor absoluto del momento ubicado al centro del segmento no arriostrado. $N - mm$	F1
M_C	Momento absoluto ubicado a los tres cuartos de la longitud del segmento no arriostrado, $N - mm$	F1
M_{cx}, M_{cy}	Resistencia a flexión disponible determinado de acuerdo con el capítulo F, $N - mm$	H1.1
M_{cx}	Resistencia de flexo-torsión disponible para flexión en el eje fuerte, determinada en acuerdo con el Capítulo F, usando $C_b = 1.0$, T-m (N-mm)	H1.3
M_{cx}	Resistencia de flexión disponible sobre el eje x para el estado límite de ruptura por tracción del ala, T-m (N-mm)	H1.3
M_e	Momento elástico por pandeo flexo-torsional, $N - mm$	F10.2
M_{lt}	Momento de primer orden según las combinaciones de carga LRFD o ASD causadas únicamente por desplazamiento lateral de la estructura, $N - mm$	An 8.2
M_{max}	Valor absoluto máximo del momento en el segmento no arriostrado, $N - mm$	F1
M_{mid}	Momento a la mitad de la longitud de arriostramiento	An.1.2.3
M_n	Resistencia nominal a flexión, $N - mm$	F1

Símbolo	Definición	Sección
M_{nt}	Momento de primer orden usando combinaciones de carga LRFD o ASD suponiendo que no hay desplazamiento lateral, $N - \text{mm}$	An 8.2
M_p	Momento de flexión plástico, $N - \text{mm}$	Tabla B4.1
M_p	Momento correspondiente a la distribución plástica de tracción sección compuesta transversal, $N - \text{mm}$	13.4b
M_r	Resistencia a flexión requerida de segundo orden según combinaciones de carga LRFD o ASD, $N - \text{mm}$	An 8.2
M_r	Resistencia a flexión requerida según combinaciones de carga LRFD o ASD, $N - \text{mm}$	H1.1
M_r	Resistencia a flexión requerida en el cordón, $N - \text{mm}$	K2.2
M_{rb}	Momento de arriostramiento requerido según las combinaciones de carga LRFD o ASD, $N - \text{mm}$	An.6.3.2
M_{r-ip}	Resistencia a flexión en el plano de la rama según combinaciones de carga LRFD o ASD, $N - \text{mm}$	K3.2
M_{r-op}	Resistencia a flexión requerida fuera del plano de la rama según combinaciones de carga LRFD o ASD, $N - \text{mm}$	K3.2
M_{rx} , M_{ry}	Resistencia a flexión requerida, $N - \text{mm}$	H1.1
M_{rx}	Resistencia a flexión requerida en la ubicación de los agujeros de los pernos: positivo para el ala considerada en tracción, negativo para compresión, $N - \text{mm}$	H4
M_u	Resistencia a flexión requerida según combinaciones de carga LRFD, $N - \text{mm}$	J10.4
M_y	Momento de fluencia de la fibra extrema, $N - \text{mm}$	Tabla B4.1
M_y	Momento de fluencia sobre el eje de flexión, $N - \text{mm}$	F10.1
M_{yc}	Momento de fluencia en el ala en compresión, $N - \text{mm}$	F4.2
M_{yt}	Momento de fluencia de la fibra extrema en el ala de compresión, $N - \text{mm}$	F4.4
M_1	Momento efectivo al final de la porción de miembro no arriostrado opuesto a M_2 , $N - \text{mm}$	An.1.2.3
M_1	Momento menor en el final de un miembro no arriostrado, $N - \text{mm}$	F13.5, An.1.2.3
M_2	Momento mayor en el final de un miembro no arriostrado, $N - \text{mm}$	F23.5, An.1.2.3
N_i	Carga teórica aplicada al nivel i , N	C2.2b
N_i	Carga lateral adicional	An.7.3
N_s	Número de planos de deslizamiento	J3.8
O_v	Coefficiente de traslape en conexiones	K2.2
P_c	Resistencia axial disponible, N	H1.1
P_{cy}	Resistencia a la compresión disponible fuera del plano de flexión, N	H1.3

Símbolo	Definición	Sección
P_e	Carga crítica de pandeo elástico determinado según Capítulo C o Apéndice 7, N	I2.1b
$P_{e\text{ piso}}$	Tracción crítica de pandeo elástico para el piso en dirección de la traslación considerada, N.....	An.8.2.2
P_{ey}	Carga crítica de pandeo elástico para pandeo del atiesador débil, kN.....	H1.2
P_{e1}	Resistencia crítica de pandeo elástico del miembro en el plano de flexión, N	An.8.2.1
P_{lt}	Fuerza axial de primer orden usando combinaciones de carga LRFD o ASD, solo como resultado de desplazamientos de la estructura, N.....	An.8.2
P_{mf}	Carga total vertical de columnas en el piso que forman parte de los marcos de momento, si es que cualquiera, sea considerado en la dirección del desplazamiento, N	An.8.2.2
P_n	Resistencia axial nominal, N.....	D2
P_n	Resistencia de compresión nominal, N.....	E1
P_{no}	Resistencia nominal a compresión para miembros compuestos doble T de simetría doble con longitud nula cargados axialmente, N.....	I2
P_{nt}	Fuerza axial de primer orden según combinaciones de carga LRFD y ASD, cuando en la estructura no hay desplazamiento lateral.....	An.8.2
P_p	Resistencia por aplastamiento nominal, N.....	J8
P_r	Resistencia requerida axial de segundo orden según combinaciones de carga LRFD o ASD, N.....	An.8.2
P_r	Resistencia requerida axial por compresión de segundo orden según combinaciones de carga LRFD o ASD, N	C2.3
P_r	Resistencia axial requerida en el miembro en la ubicación de los agujeros de los pernos: positivo en tracción, negativo para N.....	H1.1
P_r	Fuerza requerida externa aplicada al miembro compuesto, N.....	I6, 2a
P_{rb}	Resistencia requerida de arriostrado según combinaciones de carga LRFD o ASD, N.....	An.6.2
P_{ro}	Resistencia requerida axial en el cordón en la unión, en el estado de la unión con menores tensiones de compresión, N	Tabla K1.1
P_{story}	Carga vertical total soportada por el piso empleando las combinaciones de carga LRFD o ASD, según corresponda, incluyendo las cargas en las columnas que no sean parte del sistema resistente a cargas laterales, N	An.8.2.2
P_u	Resistencia axial requerida en el cordón según combinaciones de carga LRFD, N	K1.1
P_u	Resistencia axial en compresión requerida, N	An.1.2.2
P_y	Resistencia de un elemento en fluencia, N	C2.3

Símbolo	Definición	Sección
Q	Factor de reducción neto que toma en cuenta todos los elementos esbeltos en compresión	E7
Q_a	Factor de reducción para elementos esbeltos atiesados en compresión	E7.2
Q_{ct}	Resistencia disponible a tracción, N	I8.3c
Q_{cv}	Resistencia admisible al corte, N	I8.3c
Q_f	Parámetro de interacción de esfuerzos en el cordón	K2.2
Q_n	Resistencia nominal de vigas compuestas con conectores de corte, N.....	I3.2
Q_{nt}	Resistencia nominal a tracción del perno de anclaje de acero, N.....	I8.3b
Q_{nv}	Resistencia nominal al corte del perno de anclaje de acero, N.....	I8.3a
Q_{rt}	Resistencia a tracción, N.....	I8.3c
Q_{rv}	Resistencia requerida al corte, N	I8.3c
Q_s	Factor de reducción para elementos esbeltos no atiesados	E7.1
R	Carga nominal debido a agua de lluvia o nieve, debido exclusivamente a retención de estas por deformaciones, MPa	An.2.2
R	Coefficiente sísmico de modificación de respuesta.....	A1.1
R_a	Resistencia requerida según combinaciones de carga ASD	B3.4
R_{FIL}	Factor de reducción para uniones usando sólo un par de soldaduras de filete transversales	An.3.3
R_g	Coefficiente para considerar efecto de grupo	I8.2a
R_M	Coefficiente para considerar la influencia de P- δ en P- Δ	An. 8.2.2
R_n	Resistencia Nominal, especificada del capítulo B hasta el capítulo K.....	B3.3
R_n	Resistencia Nominal al deslizamiento, N	J3.8
R_{nwl}	Resistencia nominal total de las soldaduras de filete cargadas longitudinalmente, como se determina de acuerdo con la Tabla J2.5, N	J2.4
R_{nwt}	Resistencia nominal total de las soldaduras de filete cargadas transversalmente, como se determina de acuerdo con la Tabla J2.5 sin la alternativa de la Sección J2.4(a), N.....	J2.4
R_{nx}	Componente horizontal de la resistencia nominal de un grupo de soldaduras, N	J2.4
R_{ny}	Componente vertical de la resistencia nominal de un grupo de soldaduras, N	J2.4
R_p	Factor de efecto posicional debido a tachuela de corte	I8.2a
R_{pc}	Factor de plastificación del alma	F4.1
R_{pg}	Factor de reducción de resistencia en flexión	F5.2
R_{PJP}	Factor de reducción para uniones de ranura soldada de penetración parcial (PJP) reforzadas o no reforzadas transversalmente	An.3.3
R_{pt}	Factor de plastificación del alma correspondiente al estado límite de fluencia del ala en tracción	F4.4
R_u	Resistencia requerida según combinaciones de carga LRFD	B3.3

Símbolo	Definición	Sección
S	Módulo de sección elástico, mm^3	F8.2
S	Espaciamiento de miembros secundarios, m	An.2.1
S	Carga Nominal por Nieve	An.4.1.4
S_c	Módulo elástico de la Sección hasta el punto en Compresión relativo al eje de flexión, mm^3	F10.3
S_e	Módulo de sección efectivo del ala mayor, mm^3	F7.2
S_{ip}	Módulo elástico efectivo de la sección de soldaduras para la flexión en el plano, mm^3	K4
S_{min}	Módulo elástico menor de la sección relativo al eje de flexión, mm^3	F12
S_{op}	Módulo elástico efectivo de la sección de soldaduras para la flexión fuera del plano (Tabla K4.1), mm^3	K4
S_{xc}, S_{xt}	Módulo elástico de la Sección referido al Ala traccionada y comprimida respectivamente, mm^3	Tabla B4.1
S_x	Módulo elástico de la sección tomado en torno al eje x, mm^3	F2.2
S_y	Módulo elástico de sección tomado en torno al eje y. Para un canal, corresponde al mínimo módulo seccional	F6.2
T	Fuerzas y deformaciones Nominales debidas al incendio base de diseño definido en la sección 4.2.1...//	An.4.1.4
T_a	Fuerza de tracción requerida según la combinación de carga ASD, KN	J3.9
T_b	Tracción mínima de conector dada en la Tabla J3.1 o J3.1M, KN	J3.8
T_c	Resistencia torsional disponible, N-mm	H3.2
T_n	Resistencia torsional Nominal, N-mm	H3.1
T_r	Resistencia torsional requerida, según combinaciones de carga LRFD o ASD, N-mm	H3.2
T_u	Fuerza de tracción requerida según la combinación de carga LRFD, (KN)	J3.9
U	Factor de corte diferido	D3
U	Cuociente de utilización	K2.2
U_{bs}	Coefficiente de reducción, usado en el cálculo de la resistencia del bloque de ruptura de corte	J4.3
U_p	Índice de tensiones para miembros primarios	An.2.2
U_s	Índice de tensiones para miembros secundarios	An.2.2
V_c	Resistencia de corte disponible, N.....	H3.2
V_{c1}	La menor de las resistencia de corte disponible con la ubicación del atiesador con V_n , tal como se define en la Sección G2.1, N	G3.3
V_{c2}	La menor de las resistencia de corte disponible en la ubicación del atiesador con V , tal como se define en la Sección G3.2, N	G3.3
V_n	Resistencia Nominal de corte, N.....	G1
V_r	La mayor de las resistencia requerida de corte en la ubicación del atiesador usando las combinaciones LRFD o ASD, N.....	G3.3

Símbolo	Definición	Sección
V_r	Resistencia requerida de corte usando las combinaciones de carga LRFD o ASD, N.....	H3.2
V'_r	Fuerza requerida de corte transferida a partir de conectores de corte según combinaciones de carga LRFD o ASD, N.....	I6.2
Y_i	Carga gravitacional en el nivel i de la combinación de carga LRFD o 1.6 veces la combinación de carga ASD si aplicable, N.....	C2.2b, An. 7.3.2
Z	Módulo plástico de la Sección en torno al eje de flexión, mm^3	F7.1
Z_b	Módulo plástico de la Sección ramal en torno al eje de flexión correcto, mm^3	K3.1
Z_x	Módulo plástico de la Sección en torno al eje x , mm^3	F2.1
Z_y	Módulo plástico de la Sección en torno al eje y , mm^3	F6.1
a	Distancia libre entre atiesadores transversales, mm	F13.2
a	Distancia entre conectores, mm	E6.1
a	Distancia mínima desde el borde del agujero conector al borde del miembro, medida paralela a la dirección de la fuerza, mm	D5.1
a	Mitad de la longitud de la cara de la raíz no soldada en la dirección del espesor de plancha cargada en tracción, mm	An.3.3
a'	Longitud de la soldadura a lo largo de ambos bordes de la terminación de la plancha de cubierta de la viga, mm	F13.3
a_w	Cuociente entre dos veces el área del alma en compresión debido solamente a la aplicación de un momento flector en el eje mayor y el área de las alas en compresión	F4.2
b	Ancho total del ala en compresión, mm	F10.3
b	Para alas de miembros I corresponde la mitad del ancho total del ala, b_f ; para las alas de los canales corresponde la dimensión nominal total del ala, mm	F6.2
b	Longitud total del ala más larga, mm	E7.1
b	Ancho del elemento no atiesado en compresión; ancho del elemento atiesado en compresión, mm	B4.1
b	Ancho de ala que resiste fuerza de corte, mm	G4
b_{cf}	Ancho del ala de la columna, mm	J10.6
b_e	Ancho efectivo reducido, mm	E7.2
b_e	Distancia de borde efectiva para el cálculo de la resistencia de ruptura por tracción de miembros rotulados, mm	D5.1
b_{eoi}	Ancho efectivo de la cara ramal soldada al cordón	K2.3
b_{eov}	Ancho efectivo de la cara ramal soldada al refuerzo superpuesto	K2.3
b_f	Ancho de ala, mm	B4.1
b_{fc}	Ancho de ala en compresión, mm	F4.2
b_{ft}	Ancho de ala en tracción, mm	G3.1

Símbolo	Definición	Sección
b_l	Longitud del ala larga del ángulo, mm	E5
b_s	Longitud del ala corta del ángulo, mm	E5
b_s	Ancho de atiesador para atiesadores de un lado, mm	An.6.3.2
d	Diámetro nominal del conector, mm	J3.3
d	Diámetro nominal del perno, mm	J3.10
d	Profundidad Nominal total de la Sección, mm	B4.1
d	Profundidad Nominal total de la T, mm	B4.1, J10.3
d	Profundidad de barra rectangular, mm	F11.2
d	Diámetro, mm	J.7
d	Diámetro de clavija, mm	D5.1
d_b	Profundidad de viga, mm	J10.6
d_b	Diámetro Nominal (Diámetro de cuerpo o caña), mm	An.3.4
d_c	Profundidad de columna, mm	J10.6
e	Excentricidad en una conexión enramada, positiva estando lejos de las ramas, mm	K2.1
e_{mid-h}	Distancia desde el borde del cuerpo del perno de anclaje al alma del plato de acero, mm	I8.2a
f_c	Resistencia específica a compresión del concreto, MPa	I1.2b
f_o	Tensión debido a D + R (D = carga muerta nominal, R = carga nominal debido a lluvia o nieve exclusive la contribución de charco), MPa	An.2.2
f_{ra}	Tracción axial requerida en el punto considerado según combinaciones de carga LRFD o ASD, MPa	H2
f_{rbw}, f_{rbz}	Tracción de flexión requerida en el punto considerado según combinaciones de carga LRFD o ASD, MPa.....	H2
f_{rv}	Tracción requerida de corte según combinaciones de carga LRFD o ASD, MPa.....	J3.7
g	Espaciamiento transversal de centro a centro (gramil) entre las líneas de pernos, mm	B4.3
g	Abertura entre punteras de miembros seccionales en una conexión K abierta, no considerando la soldadura, mm	K2.1
h	Ancho del elemento atiesado en compresión, mm.....	B4.1
h	Altura del elemento de corte.....	G2.1b
h_c	Dos veces la distancia desde el centroide a uno de los siguientes: la cara interna del ala en compresión menos el filete o radio de esquina, en secciones laminadas o a la línea de pernos más cercana al ala comprimida o las caras internas del ala comprimida cuando se utiliza soldadura, para Secciones armadas, mm.....	B4.1
h_o	Distancia entre los centroides de las alas, mm.....	F2.2

Símbolo	Definición	Sección
h_p	Dos veces la distancia desde el eje neutro plástico a la línea de pernos más cercana al ala comprimida o la cara interna del ala comprimida cuando se utiliza soldadura, mm.....	B4.1
h_r	Altura nominal del nervio, mm	I8.2a
k	Distancia desde la cara exterior del ala al pie del filete del alma, mm.....	J10.2
k_c	Coefficiente para elementos esbeltos no atiesados, mm	Tabla B4.1
k_{sc}	Coefficiente de deslizamiento crítico para tracción y corte combinados.....	J3.9
k_v	Coefficiente de pandeo de la plancha de alma.....	G2.1
l	Longitud efectiva de la soldadura cargada a los extremos, mm.....	J2.2
l	Longitud de la conexión, mm	Tabla D3.1
l_b	Longitud de aplastamiento, mm.....	J7
l_c	Distancia libre, en la dirección de la carga, entre el borde de la perforación y el borde de la perforación adyacente o borde del material, mm	J3.10
l_{ca}	Longitud del canal de anclaje, mm	J3.10
l_e	Longitud total efectiva de soldaduras de ranura y soldaduras de filete para secciones tubulares rectangulares para el cálculo de la resistencia de la soldadura, mm	K4
l_{ov}	Longitud de traslape medida a lo largo de la cara de la conexión del cordón entre las dos ramas, mm	K2.1
l_p	Longitud proyectada de la rama de traslape en el cordón, mm.....	K2.1
n	Número de puntos nodales arriostrados en el vano	An.6.3
n	Vuelta por mm	An.3.4
n_b	Números de pernos que transmiten la tracción aplicada.....	J3.9
n_s	Número de planos de deslizamiento requeridos para permitir que la conexión se deslice	J3.8
n_{SR}	Número de fluctuaciones en el rango de tensiones durante la vida de diseño.....	An. 3.3
p	paso, mm por hilada	An. 3.4
p_i	Razón entre la deformación del elemento i y su deformación a tensión máxima	J2.4
r	Radio de giro, mm	E2
r_{cr}	Distancia desde el centro instantáneo de rotación al elemento soldado con la mínima relación $\Delta u/r_i$, mm	J2.4
r_i	Mínimo radio de giro de un componente individual, mm	E6.1
r_i	Distancia desde el centro instantáneo de rotación hasta el i -ésimo elemento de soldadura, mm	J2.4
\bar{r}_o	Radio de giro polar en torno al centro de corte, mm.....	E4

Símbolo	Definición	Sección
r_i	Radio de giro de los componentes de ala en compresión por flexión más un tercio del área de alma en compresión debido sólo a la aplicación de un momento flexionante en el eje mayor	F4.2
r_{Is}	Radio de giro efectivo, mm.....	F2.2
r_x	Radio de giro en torno al eje x, mm.....	E4
r_x	Radio de giro en torno al eje geométrico paralelo al ala conectada, mm.....	E5
r_y	Radio de giro en torno al eje y, mm.....	E4
r_z	Radio de giro para el eje principal menor, mm	E5
s	Espaciamiento longitudinal de centro a centro (montaje) para dos agujeros consecutivos, mm.....	B4.3
t	Espesor del diseño del muro para Secciones HSS, mm	B4.1
t	Espesor del elemento, mm.....	E7.1
t	Espesor de muro, mm	E7.2
t	Espesor del ala de ángulo, mm.....	F10.2
t	Ancho de la barra rectangular paralela al eje de flexión, mm.....	F11.2
t	Espesor del material conectado, mm.....	J3.10
t	Espesor de plancha, mm	D5.1
t	Espesor total del relleno, mm.....	J5.2
t	Espesor de diseño de muro de un miembro para la Sección HSS mm.....	K1.1
t_b	Espesor de diseño de muro del miembro ramal de HSS, mm.....	K2.1
t_{bi}	Espesor de la rama de cubierta, mm.....	K2.3
t_{bj}	Espesor de la rama de cubierta, mm.....	K2.3
t_{cf}	Espesor del ala de la columna, mm.....	J10.6
t_f	Espesor del ala, mm	F6.2
t_f	Espesor del ala cargada, mm	J10.1
t_f	Espesor del ala del canal de anclaje, mm	I8.2b
t_{fc}	Espesor del ala comprimida, mm.....	F4.2
t_p	Espesor de plancha, mm	K1.1
t_p	Espesor de plancha cargada en tracción, mm	An.3.3
t_p	Espesor de plancha transversal adjunta, mm	K2.3
t_{st}	Espesor de atiesador de alma, mm	An.6.3.2a
t_w	Espesor de alma, mm	Tabla B4.1
t_w	Garganta efectiva de soldadura de menor tamaño alrededor del perímetro de la rama o la plancha, mm.....	K4
t_w	Espesor del alma del canal, mm.....	I8.2b
w	Espeso de plancha de cubierta, mm.....	F13.3
w	Tamaño de soldadura, mm.....	J2.2

Símbolo	Definición	Sección
w	Símbolo subíndice relativo al eje mayor principal de flexión	H2
w	Ancho de plancha, mm.....	Tabla D3.1
w	Tamaño del filete de refuerzo o contorno, si lo hay, en la dirección de la carga de tracción en el espesor de la plancha, mm	An.3.3
w_c	Peso del concreto por unidad de volumen ($1500 \leq w_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$).....	I2.1
w_r	Ancho promedio del concreto nervado o \bar{w}_r , mm	I3.2
x	Símbolo subíndice relativo al eje fuerte de flexión.....	H1.1
x_i	Componente x de r_i	J2.4
x_o, y_o	Coordenadas del centro de corte con respecto al centroide, mm.....	E4
\bar{x}	Excentricidad de la conexión, mm	Tabla D3.1
y	Símbolo subíndice relativo al eje débil de flexión.....	H1.1
y	Componente y de r_i	J2.4
z	Símbolo subíndice relativo al eje principal menor de flexión.....	H2
α	Factor de ajuste para ASD/LRFD a nivel de fuerzas.....	C2.3
β	Factor de reducción dado en la ecuación J2-1	J2.2
β	Cuociente de ancho; el cuociente entre el diámetro de rama y el diámetro del cordón en Sección HSS circular; el cuociente entre el ancho total de rama y el ancho de cuerda en Sección HSS rectangular	K2.1
β_T	Número de veces la rigidez del sistema, N- mm/radian	An. 6.3.2a
β_{br}	Rigidez requerida de apoyo, N/mm	An.6.2.1
β_{eff}	Cuociente efectivo de ancho; la suma de los perímetros de dos miembros ramales en una conexión K dividida por ocho veces el ancho de cordón	K2.1
β_{eop}	Parámetro efectivo de perforación exterior	K2.3
β_{sec}	Rigidez distorsionada de alma, incluyendo el efecto de atiesadores transversales de alma, si los hay, N-mm/radian	An.6.3.2a
β_{TB}	Rigidez torsional requerida para el arriostamiento nodal, N- mm/ radian	An. 6.3.2a
β_w	Propiedad seccional para ángulos de alas desiguales, positivo para alas cortas en compresión y negativo para alas largas en compresión	F10.2
Δ	Desplazamiento de entrepiso de primer orden debido a las combinaciones de cargas LRFD o ASD, mm	An.7.3.2
Δ_H	Desplazamiento de entrepiso de primer orden debido a fuerzas laterales, mm.....	An. 8.2.2
Δ_i	Deformación de elementos soldados a niveles intermedios de esfuerzo, linealmente proporcional a la deformación crítica basada en la distancia al centro instantáneo de rotación, r_i , mm	J2.4

Símbolo	Definición	Sección
Δ_{mi}	Deformación de elementos soldados para su tensión máxima, mm	J2.4
Δ_{ui}	Deformación de elementos soldados a tensión última (fractura) usualmente en los elementos mas alejados desde el centro instantáneo de rotación, mm	J2.4
γ	Relación de esbeltez de cuerda, la relación entre la mitad del diámetro y el espesor de muro para Sección HSS circular; la relación entre la mitad del ancho y el espesor de muro para Sección HSS rectangular	K2.1
ζ	Relación de abertura; la cuociente de la abertura entre las ramas de una conexión K abierta y el ancho de la cuerda para Sección HSS rectangular	K2.1
η	Parámetro de longitud de carga, aplicable solamente en Sección HSS rectangular; el cuociente entre la longitud de contacto de la rama con la cuerda en el plano de la conexión con el ancho de cuerda.....	K2.1
λ	Parámetro de esbeltez	F3.2
λ_p	Parámetro limitante de esbeltez para elementos compactos.....	B4
λ_{pd}	Parámetro limitante de esbeltez para diseño plástico	An. 1.2.
λ_{pf}	Parámetro limitante de esbeltez para ala compacta.....	F3.2
λ_{pw}	Parámetro limitante de esbeltez para alma compacta	F4
λ_r	Parámetro limitante de esbeltez para elemento no compacto	B4
λ_{rf}	Parámetro limitante de esbeltez para ala no compacta	F3.2
λ_{rw}	Parámetro limitante de esbeltez para alma no compacta	F4.2
μ	Coefficiente medio de deslizamiento para superficies Clase A o B, según el caso, o como se estable a través de ensayos	J3.8
Φ	Factor de resistencia, especificado en los capítulos B hasta K	B3.3
Φ_B	Factor de resistencia para aplastamiento en concreto	I6.3a
Φ_b	Factor de resistencia por flexión.....	F1
Φ_c	Factor de resistencia por compresión	B3.7
Φ_c	Factor de resistencia en columnas compuestas cargadas axialmente	I2.1b
Φ_s	Factor de resistencia para pernos de anclaje en tracción.....	I8.3b
Φ_{sf}	Factor de resistencia por falla de bloque de corte	D5.1
Φ_T	Factor de resistencia por torsión	H3.1
Φ_t	Factor de resistencia por tracción	D2
Φ_v	Factor de resistencia por corte	G1
Φ_v	Factor de resistencia para pernos de anclaje sujetos a corte	I8.3a
Ω	Factor de seguridad, especificado en los Capítulos B hasta K	B3.4
Ω_B	Factor de seguridad para aplastamiento en concreto.....	I6.1
Ω_b	Factor de seguridad por flexión.....	F1
Ω_c	Factor de seguridad por compresión.....	B3.7

Símbolo	Definición	Sección
Ω_c	Factor de seguridad en columnas compuestas cargadas axialmente.....	I2.1b
Ω_s	Factor de seguridad para pernos de anclaje en tracción	I8.3b
Ω_{sf}	Factor de seguridad por falla de bloque de corte	D5.1
Ω_t	Factor de seguridad por torsión	H3.1
Ω'_t	Factor de seguridad por tracción.....	D2
Ω_v	Factor de seguridad para pernos de anclaje sujetos a corte	I8.3a
ρ_{sr}	Cuantía mínima de refuerzo longitudinal	I2.1
ρ_{st}	El mayor de F_{yw}/F_{yst} y 1.0	G3.3
θ	Ángulo de carga medido desde el eje longitudinal de soldadura, grados	J2.4
θ	Angulo agudo entre rama y cordón.....	K2.1
θ	Angulo de carga medido a partir del ejelongitudianl del i-esimo elemento de soldadura	J2.4
ε_{cu}	Deformación unitaria correspondiente a la resistencia de compresión f'_c	An.4.2
τ_b	Parámetro de reducción de la rigidez	C.2.3

Análisis inelástico. Análisis estructural que toma en cuenta el comportamiento inelástico del material, incluye el análisis plástico. *Inelastic analysis.*

Análisis plástico de primer orden. Análisis estructural basado en la hipótesis de comportamiento rígido - plástico, es decir, se satisface el equilibrio de la estructura, las tensiones están bajo la tensión de fluencia y las condiciones de equilibrio se formulan en la estructura no deformada. *First-order plastic analysis.*

Análisis plástico. Análisis estructural suponiendo un comportamiento rígido-plástico, es decir, que el equilibrio se satisface en toda la estructura y la fluencia no es excedida en ninguna parte de la misma. *Plastic analysis*

Ancho efectivo. El ancho reducido de una plancha o placa suponiendo una distribución uniforme de tensiones que produce la misma respuesta que la sección real sometida a un estado de tensiones no uniforme. *Effective width.*

Ancho plano. Ancho nominal de un perfil rectangular HSS menos las esquinas redondeadas (dos veces el radio externo de la esquina). En desconocimiento del radio de la esquina, el ancho plano puede ser tomado como el ancho total de la sección menos tres veces el espesor de la plancha. *Flat width.*

Ancho promedio del nervio. El ancho promedio del nervio en una placa colaborante de acero. *Average rib width.*

Anclaje de acero. Perno de anclaje o canal laminado de anclaje soldado a un miembro de acero y embebido en concreto de un miembro compuesto para transmitir corte, tracción o una combinación de corte y tracción en la interface entre los dos materiales. *Steel anchor.*

Aplastamiento†. En una conexión, estado limite en que las fuerzas de corte se transmiten por un conector mecánico a los elementos conectados. *Bearing.*

Aplastamiento del alma†. Estado limite de falla local del alma en la vecindad inmediata de una carga concentrada o reacción. *Bearing.*

Aplastamiento (fluencia local por compresión). Estado límite de fluencia local por compresión debido a la acción de aplastamiento de un miembro contra otro miembro o superficie. *Bearing (local compressive yielding).*

Aplastamiento del concreto. Estado límite de falla por compresión en el concreto cuando éste alcanza la deformación de agotamiento. *Concrete crushing.*

Área k. Región del alma que se extiende desde el punto de tangencia del alma y el filete entre el alma y el ala (dimensión AISC k) un distancia de 38 mm (1 ½ in.) dentro del alma mas allá de la dimensión k. *k-area.*

Área neta. Área total reducida para tomar en cuenta el material retirado. B3.13b. *Net Area.*

Área neta efectiva. Área neta modificada para tomar en cuenta el efecto del corte diferido o desfase del corte. *Effective net area.*

Arriostramiento. Miembro o sistema que proporcione rigidez y resistencia para limitar los movimientos fuera del plano de algún otro miembro en un punto de arriostramiento. *Bracing.*

Arriostramiento torsional. Arriostramiento que resiste la torsión de una viga o columna. *Torsional Bracing.*

- Arriostramiento lateral.* Miembro o sistema que está diseñado para inhibir el pandeo lateral o el pandeo lateral torsional de miembros estructurales. *Lateral bracing.*
- Arriostramiento nodal.* Arriostramiento que previene el movimiento lateral o giro torsional independientemente de otros arriostramientos en los puntos de arriostramiento adyacentes. *Nodal brace.*
- Arriostramiento relativo.* Arriostramiento que controla el movimiento relativo entre dos puntos de arriostramiento adyacentes en la longitud de la viga o columna o referente al desplazamiento relativo de dos entrepisos en un pórtico (ver arriostramiento nodal). *Relative brace.*
- Articulación o rótula plástica.* Zona completamente en fluencia que se forma en un miembro estructural cuando se alcanza el momento plástico. *Plastic hinge.*
- ASD Diseño por Resistencias Admisibles.* Método para dimensionar componentes estructurales tal que las resistencias requeridas, calculadas con las combinaciones de cargas ASD no excedan las resistencias admisibles. *ASD Allowable Strength Design*†.
- Aseguramiento de la calidad.* Tareas de monitoreo y de inspección desarrolladas por una agencia o firma distinta a la del fabricante o del instalador para asegurar que el material provisto y el trabajo realizado por el fabricante y el instalador reúna los requerimientos de los documentos constructivos aprobados y de los estándares referidos. El aseguramiento de la calidad incluye aquellas tareas designadas como “inspecciones especiales” por el código de construcción aplicable. *Quality assurance.*
- Atiesador de Rigidez.* Elemento estructural, usualmente una plancha o ángulo, que se fija a un miembro para distribuir cargas, transferir corte o prevenir el pandeo. *Stiffener.*
- Atiesador de Carga.* Atiesador usado en puntos en los cuales actúan cargas concentradas o en los apoyos. Se posiciona ajustado entre las alas a ambos lados del alma, de una viga de manera que la carga se trasmite por aplastamiento. *Fitted bearing stiffener.*
- Atiesador o rigidizador diagonal.* Atiesador del alma de una columna en la zona panel o panel nodal, orientado diagonalmente entre las alas, a uno o ambos lados del alma. *Diagonal stiffener.*
- Atiesador transversal.* Atiesador del alma orientada perpendicularmente a las alas y adosado al alma. *Transverse stiffener.*
- Autoridad competente, autoridad cuya jurisdicción corresponda.* Autoridad que según las leyes tiene atribuciones y jurisdicción sobre el control del cumplimiento de Leyes, Normas, Códigos, Reglamentos, Ordenanzas, Especificaciones y otros documentos legales pertinentes a la construcción de obras civiles. *Authority having jurisdiction (AHJ).*
- Balancín.* Apoyo con superficie curva en la cual el miembro que se apoya puede balancearse para adecuarse a las dilataciones térmicas. *Expansion rocker.*
- Base de Columna.* Ensamblaje de perfiles estructurales, planchas, conectores, pernos y anclajes en la base de una columna usada para transmitir las fuerzas entre la superestructura de acero a las fundaciones. *Column base.*
- Base de diseño para incendios.* Conjunto de condiciones que definen el desarrollo de un incendio y la extensión de productos combustibles a través del edificio o de una porción de este. *Design-basis fire.*

Barrera contra incendio. Elemento de construcción formado de materiales resistentes al fuego y ensayados de acuerdo con estándares aprobados para ensayos de resistencia al fuego, con tal de demostrar conformidad con el código de construcción aplicable. *Fire barrier.*

Biela o barra de ojo. Miembros traccionado conectado con pasador. El miembro será de espesor uniforme con extremos o cabezas forjadas o cortadas térmicamente con un ancho mayor que el del cuerpo. Las bielas se dimensionarán de tal manera que la resistencia del cuerpo y las cabezas extremas sean aproximadamente las mismas. *Eyebar.*

Capacidad de rotación. Es el incremento de rotación angular que un perfil dado es capaz de resistir ante una carga excesiva. La capacidad de rotación se define como la relación entre la rotación inelástica alcanzada y la rotación idealizada correspondiente a la primera fluencia. *Rotation capacity.*

Cara de la rama. La pared del miembro tubular (HSS) de una rama o miembro ramal. *Branch face.*

Carga †. Fuerza u otra acción que resulta del peso de los materiales de construcción de la edificación, el peso y la actividad de sus ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales y climáticos, movimientos diferenciales, o restricciones a los cambios dimensionales. *Load.*

Carga cíclica. Carga externa variable, aplicada repetidamente y que puede solicitar en fatiga a la estructura. *Cyclic load.*

Carga crítica. Carga a la cual un miembro perfectamente recto puede adoptar una de las dos posiciones de equilibrio, según lo determine un análisis teórico de estabilidad. En miembros en compresión (columna), esta puede permanecer recta o adoptar una posición flectada. En el caso de miembros en flexión (viga), puede flectar y torcerse fuera de su plano, o permanecer flexionada en su plano. *Critical load.*

Carga de aplastamiento. Área de la columna multiplicada por la tensión de fluencia. *Squash load.*

Carga de diseño, acciones de cálculo. Carga aplicada determinada de acuerdo con las combinaciones LRFD o ASD, la que sea aplicable. *Design load *†.*

Carga de punzonamiento. Componente de la fuerza en un miembro de rama perpendicular al cordón. *Punching load.*

Carga de servicio †. Carga con la cual se evalúa el estado límite de servicio. *Service load.*

Carga desigualmente distribuida. En una conexión tubular HSS, condición en la cual la carga no está distribuida a través de la sección transversal de los elementos conectados de manera que puedan ser rápidamente determinadas. *Uneven load distribution.*

Carga factorada. Producto del factor de cargas por la carga nominal. *B. Factored load †.*

Carga lateral. Carga actuando en dirección lateral, tal como los efectos producidos por el viento o el sismo. *Lateral load.*

Carga nominal †. Magnitud de carga especificada en el código de edificaciones aplicable. *Nominal load.*

Carga permanente †. Carga de aplicación prolongada en la cual las variaciones en el tiempo son raras o de pequeña magnitud. *Permanent load.*

- Carga variable* †. Carga con variación sustancial en el tiempo. Carga no clasificada como carga permanente. *Variable load*.
- Cargas ficticias, cargas nocionales*. Carga virtual aplicada en un análisis estructural para tomar en cuenta los efectos desestabilizadores que de otra manera no están incluidos en las disposiciones de diseño. *Notional load*.
- Cargas gravitacionales*. Cargas que actúan hacia abajo, tales como las cargas muertas y las cargas vivas. *Gravity load*.
- Cartela de concreto*. En un sistema de losa compuesta construido empleando una plancha de acero colaborante, la sección de concreto sólida que resulta por la interrupción de la losa colaborante a cada lado de la viga. *Concrete haunch*.
- Código de edificaciones aplicable*. Código de edificaciones bajo el cual se analiza y diseña (proyecta) la estructura. *Applicable building code (ABC)* †.
- Coficiente de modificación de la respuesta sísmica*. Factor de reducción de las fuerzas sísmicas elásticas para obtener las fuerzas sísmicas de diseño para un sistema estructural. *Seismic response modification coefficient*.
- Colector*. Miembro que sirve para transferir cargas entre diafragmas de piso y los miembros del sistema resistente a fuerzas laterales. *Collector*.
- Columna*. Miembro estructural nominalmente vertical cuya principal función es resistir carga axial de compresión. *Column*.
- Columna apoyada o gravitacional*. Columna que solo resiste cargas gravitacionales, y cuyas conexiones no suministran resistencia a las cargas laterales. *Leaning column*.
- Columna mixta o embebida*. Columna mixta acero - concreto consistente de uno o más perfiles de acero embebidos en el concreto de la columna. *Encased composite column*.
- Columna tubular rellena de concreto*. Columna compuesta constituida por un perfil tubular HSS o tubería rellena de concreto estructural. La pared del tubo actúa como refuerzo. *Filled composite column*.
- Combinación de cargas ASD, equivalente a combinación de solicitaciones ASD*. Combinación de cargas establecidas en el código de construcción aplicable para el Método de las Resistencias Admisibles. *ASD Load combination* †.
- Combinación de cargas de servicio*. Combinación de carga para evaluar el estado límite de servicio. *Service load combination*.
- Combinaciones de cargas LRFD* †. Combinaciones de las solicitaciones previstas en el código de edificaciones aplicable para el diseño según el método de los factores de carga y resistencia. *LRFD Load combination*.
- Componente estructural* †. Miembro, conector, elementos de conexión o ensamblaje. *Structural component*.
- Componente compuesto*. Miembro, elemento de conexión o ensamblaje en el cual los elementos de acero y de concreto trabajen como una unidad en la distribución de las fuerzas internas, con la excepción del caso especial de vigas compuestas donde anclajes de acero se

encuentren embebidos en una losa sólida de concreto o en una losa de hormigón vaciado en una plancha de acero colaborante. *Composite component*.

Concentración de tensiones. Tensiones localizadas cuya intensidad es mucho mayor que el promedio (aún en secciones de espesor constante cargadas uniformemente) debido a cambios abruptos en la geometría o cargas localizadas. *Stress concentration*.

Concreto de peso liviano. Concreto estructural con una densidad de equilibrio de 1840 kg/m³ (115 lb/ft³) o menos según es determinado por ASTM C567. *Lightweight concrete*.

Construcción contenida. Ensamblajes de techo y de piso y vigas individuales en edificios donde las estructuras soportantes o cercanas son capaces de resistir sustanciales expansiones térmicas para el rango de *temperaturas elevadas* anticipadas. *Restrained construction*.

Conector. Término genérico para pernos, remaches u otros dispositivos de unión. *Fastener*.

Conexión. Combinación de elementos estructurales y elementos de unión para transmitir fuerzas entre dos o más miembros. *Connection* †.

Conexión de deslizamiento crítico. Conexión empernada en la cual las fuerzas cortantes se transmiten exclusivamente por la fuerza de fricción desarrollada entre las planchas debido al apriete de los pernos. *Slip-critical connection*.

Conexión de momento parcialmente restringida, conexión capaz de transferir momento con una rotación no despreciable entre los miembros conectados. *Partially restrained moment connection*.

Conexión de momento totalmente restringida, conexiones de momento completamente restringidas. Conexión capaz de transferir momento sin rotación apreciable entre los miembros conectados. *Fully restrained moment connection*.

Conexión de momento. Conexión que transmite momentos flectores entre los miembros conectados. *Moment connection*.

Conexión en cruz. Conexión de tubulares HSS en la cual las fuerzas en los miembros de rama o elementos de conexión transversales al miembro principal están en equilibrio de fuerzas con los otros miembros de la rama o elementos de conexión del lado opuesto del miembro principal. *Cross-connection*.

Conexión en K. Conexión tubular HSS en la cual las fuerzas en los miembros de una rama o elementos conectado transversalmente al miembro principal están equilibradas principalmente por las fuerzas en los otros miembros de la rama o elementos conectados del mismo lado del miembro principal. *K-Connection*.

Conexión en T. Conexión tubular HSS en la cual el miembro de rama o elemento conectante es perpendicular al miembro principal y en el cual las fuerzas transversales al miembro principal están principalmente equilibradas por corte en el miembro principal. *T-Connection*.

Conexión en Y. Conexión tubular HSS en la cual el miembro de rama o los elementos de conexión no son perpendiculares al miembro principal y en el cual las fuerzas transversales al miembro principal están principalmente equilibradas por corte en el miembro principal. *Y-Connection*.

- Conexión flexible.* Conexión que permite una parte, de la rotación que ocurriría en el extremo de una viga si ella estuviese simplemente apoyada. *Flexible connection.*
- Conexión simple; conexión de corte.* Conexión que transmite momentos flectores despreciables entre los miembros conectados. *Simple Connection.*
- Conexión tipo aplastamiento.* Conexión apernada en la cual las fuerzas cortantes se transmiten por el aplastamiento de los pernos contra los elementos de conexión. *Bearing - type connection.*
- Conexión traslapada.* Conexión tubular HSS en la cual se traslapan los miembros de ramas que se intersectan. *Overlapped connection.*
- Construcción compuesta; o construcción mixta.* Miembros constituidos por perfiles de acero y concreto reforzado unidos estructuralmente de manera que trabajen en conjunto. *Composite.*
- Contraflecha.* Curvatura introducida en una viga o viga enrejada (celosía) en sentido contrario a la flecha producida por las cargas. *Camber.*
- Control de la calidad.* Controles e inspecciones implementados en el taller y en la obra por el fabricante y el instalador para asegurar que los requisitos contractuales y de las empresas de fabricación y de montaje reúnan los requerimientos de los documentos constructivos y los estándares referidos. *Quality control.*
- Cordón o miembro principal.* En una conexión de secciones tubulares HSS, el miembro principal que se extiende a través de la conexión de un enrejado o celosía. *Chord member.*
- Corte diferido.* Distribución de tensiones de tracción no uniformes en un miembro o en elementos de conexiones en las cercanías de una conexión. *Shear lag.*
- Corte horizontal.* En una viga compuesta, fuerza en el interfaz de las superficies de acero y concreto. *Horizontal shear.*
- Corte térmico.* Corte con gas, plasma o láser. *Thermally cut.*
- Corte, destaje o rebaje.* Corte hecho en el ala de un miembro estructural para ajustarlo a la forma del miembro que intersecta. *Cope.*
- Costanera* †. Miembro estructural horizontal que soporta la cubierta de techo y principalmente está solicitado a flexión por carga vertical, tales como la nieve, el viento o las cargas permanentes. *Purlin.*
- Curva de resistencia de columna.* Una curva que expresa la relación entre la resistencia a carga axial de la columna en función de su relación de esbeltez. *Commentary C. Column curve.*
- Curvatura Inversa.* Ver *doble curvatura.*
- Deriva.* Desplazamiento relativo de entrepiso. Desplazamiento lateral de una estructura. *Drift.*
- Deriva de entrepiso.* Desplazamiento horizontal relativo de entrepisos, calculado como la diferencia de desplazamientos horizontales de dos niveles consecutivos de una edificación dividido por la altura de los entrepisos, es decir $(\delta_n - \delta_{n-1}) / h$. *Interstory drift.*
- Deslizamiento.* En una conexión apernada, el estado límite referente al movimiento relativo de las partes conectadas previa a que se alcance la resistencia disponible de la conexión. *Slip.*

Desplazamiento lateral del alma por pandeo. Estado límite de pandeo lateral del ala en tracción opuesta a la localización de la fuerza concentrada de compresión. *Web sidesway buckling.*

Desplazamiento lateral por aplastamiento del alma. Estado límite de pandeo inelástico del alma de las caras laterales de un miembro cordón o cordón en una conexión de celosía tubular HSS. *Sidewall crippling.*

Desplazamiento lateral por pandeo. Estado límite de estabilidad que involucra inestabilidad por desplazamiento lateral del pórtico. *Sidesway buckling.*

Desplazamiento lateral. El movimiento lateral de una estructura bajo la acción de las cargas laterales, las cargas verticales asimétricas, o por las propiedades asimétricas de la estructura. *Sidesway.*

Desplazamiento por aplastamiento. Estado límite basado en la resistencia al aplastamiento de las caras laterales de un miembro cordón o cordón en una conexión de celosía tubular HSS. *K. Sidewall crushing.*

Diafragma. Techo, piso u otra membrana o sistema de arriostramiento con suficiente rigidez en su plano, diseñado para transmitir las fuerzas horizontales al sistema de resistencia de fuerzas laterales. *Diaphragm †.*

Dimensión nominal. Designación o dimensión teórica, como las que se suministran en las tablas de propiedades de la secciones. *Nominal dimension.*

Doble curvatura. Una condición de flexión en el cual los momentos en los extremos del miembro provocan que la deformada tenga uno o más puntos de inflexión. *Double curvature.*

Documentos de construcción. Planos de diseño, especificaciones, planos de taller y planos de montaje. *Construction Documents.*

Efecto de longitud. Consideración de la reducción en resistencia de un miembro basada en su longitud no arriostrada. *Length effects.*

Efecto de palanca. Amplificación de las fuerzas de tracción en un perno causado por el efecto de apalancamiento entre el punto de aplicación de la carga, el perno y la reacción de los elementos conectados. *Prying action.*

Efecto P-δ. Efecto de segundo orden de las cargas que actúan en la deformada de un miembro entre juntas o nodos. *P-δ Effect.*

Efecto P-Δ. Efecto de segundo orden de las cargas que actúan en las juntas o nodos desplazados de una estructura. En las estructuras de edificaciones de múltiples pisos, este efecto de las cargas actúa sobre la posición deslaza lateral de los pisos y techos. *P-Δ Effect.*

Efectos de las Cargas †. Fuerzas, tensiones y deformaciones producidas en un componente estructural por las cargas aplicadas. *Load Effect.*

Efectos de segundo orden. Efecto de las cargas actuando en la configuración deformada de una estructura, incluye los efectos p-δ y p-Δ. *Second-order effect.*

Eje débil. El eje menor principal de una sección transversal. *Weak axis.*

Eje fuerte. El eje principal mayor de una sección transversal. *Strong axis.*

Eje geométrico. Eje paralelo al alma, ala o lado de un angular. *Geometric axis.*

Ejes principales. Son aquellos ejes perpendiculares que pasan por el centro de gravedad de una sección y respecto a los cuales sus momentos de inercia son máximo y mínimo, siendo el producto de inercia para éstos cero. *Principal axis.*

Elemento atiesado. Elemento plano en compresión cuyos bordes se encuentran restringidos fuera del plano por elementos paralelos a la dirección de carga. *Stiffened element.*

Elemento no atiesado. Elemento plano en compresión uno de cuyos bordes se encuentra restringido fuera del plano por elementos paralelos a la dirección de carga. *Unstiffened element.*

Empalme. La conexión entre dos miembros o elementos estructurales unidos en sus extremos para formar un solo miembro o elemento más largo. *Splice.*

Empozamiento, encharcamiento. Retención de agua debida solamente a la deformación por flexión (flecha) de un techo relativamente plano. *Ponding.*

Endurecimiento por deformación. Fenómeno que exhiben los aceros dúctiles, y que consiste en que después de alcanzar una gran deformación, justo después del punto de fluencia, tienen la capacidad de resistir cargas mayores que aquella que produjo la fluencia inicial. *Strain hardening.*

Ensayo Charpy de impacto en probeta entallada en V. Ensayo dinámico estándar para medir la tenacidad en la entalladura de una probeta. *Charpy v-notch impact test.*

Ensayos no destructivos. Procedimiento de inspección sin destrucción ni afectación de la integridad del material. *Non destructive testing.*

Escama o cascarilla de laminación. Óxido superficial que cubre al acero obtenido en un proceso de laminación en caliente. *Mill scale.*

Espacio en la conexión. Conexión en enrejados con tubulares HSS con un espacio o separación en la cara del cordón entre miembros de una rama interséctante. *Gap connection.*

Especificaciones. Documentos escritos que contienen los requerimientos para materiales, estándares y procedimientos para construir. *Specifications.*

Espesor de diseño de la pared. En los tubulares HSS, es el espesor de pared supuesto en la determinación de las propiedades de la sección. *Design wall thickness.*

Estabilidad. Condición en que la carga de un componente estructural, marco o estructura en la cual una ligera perturbación en las cargas o la geometría no produce grandes desplazamientos. *Stability.*

Estado límite †. La situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural queda inútil para su uso previsto (estado límite de servicio) o de alcanzar el agotamiento de su capacidad resistente (estado límite resistente). *Limit state.*

Estado límite de servicio. Condición límite que afecta la capacidad de la estructura de preservar su apariencia, mantenimiento, durabilidad, confort de sus ocupantes o funcionamiento de maquinarias bajo condiciones normales de ocupación y uso. *Serviciability limit state.*

Estado límite Resistente. Condición límite que afecta la seguridad de la estructura, y en la cual se alcanza la capacidad de agotamiento resistente. *Strength limit state.*

Estáticamente cargado. No sujeto a tensiones de fatiga significativas. Las cargas gravitacionales, de viento, y sísmicas son consideradas como cargas estáticas. *Statically loaded.*

Excentricidad en la unión. Para conexiones en enrejados tubulares (HSS) la distancia perpendicular entre el centro de gravedad del miembro que hace de cordón y la intersección con los puntos de trabajo de los miembros de la rama. *Joint eccentricity.*

Extremo libre de rotar. El extremo de un miembro que no es restringido contra la rotación por atiesadores o elementos de conexión. *Unframed End.*

Factor de carga †. Factor que considera las desviaciones de la carga real respecto a la carga nominal, las incertidumbres en el análisis que transforma las acciones en solicitaciones, y la probabilidad de que más de una carga extrema ocurra simultáneamente. *Load factor.*

Factor de longitud efectiva, K. La relación entre la longitud efectiva y la longitud no arriostrada de un miembro. *Effective length factor.*

Factor de resistencia †. Factor que toma en cuenta las inevitables desviaciones de la resistencia real respecto a la resistencia teórica y de la forma del modo de falla y sus consecuencias. *Resistance factor.*

Factor de seguridad †. Factor que toma en cuenta las desviaciones entre la resistencia real y la resistencia teórica, las desviaciones entre la carga real y la carga nominal, y las incertidumbres del análisis en la transformación de las cargas en solicitaciones, y de la forma del modo de falla y sus consecuencias. *Safety factor.*

Falla por distorsión. Estado límite en las conexiones de enrejados tubulares HSS que consiste en la distorsión de la sección transversal rectangular a sección romboidal del miembro que hace de cordón. *Distortion failure.*

Fatiga. Estado límite de inicio y crecimiento de fisuras y grietas resultantes de la aplicación repetida de cargas variables. *Fatigue.*

Flexión esviada. Flexión simultánea en un miembro alrededor de dos ejes perpendiculares. *Biaxial bending.*

Flexión local **†. Estado límite para grandes deformaciones de un ala solicitada por una carga concentrada de tracción. *Local bending.*

Fluencia. Estado límite de deformación inelástica que ocurre después que se ha alcanzado la tensión de fluencia. *Yielding.*

Fluencia por tracción. Fluencia que ocurre debido a la tracción. *Tensile yielding.*

Fluencia (momento de fluencia). Momento de flexión para el cual la fibra extrema de la sección alcanza la fluencia. *Yielding (yield moment).*

Fluencia (momento plástico). Fluencia a través de la sección transversal de un miembro cuando el momento flector alcanza el momento plástico. *Yielding (plastic moment).*

Fluencia local **. Fluencia que ocurre en un área local de un elemento. *Local yielding.*

Fluencia por corte (punzonado). En una conexión tubular HSS, el estado límite basado en la resistencia al corte fuera del plano de la pared del cordón o cordón a la cual se anexan. *Shear yielding (punching).*

Flujo de calor. Energía radiante por unidad de superficie. *Heat Flux.*

Fractura frágil. Clivaje abrupto con pequeña o ninguna deformación dúctil previa. *Brittle fracture.*

- Fuerza*. Resultante de la distribución de tensiones sobre un área predeterminada. *Force*.
- Fuerza simplemente concentrada*. Fuerza de tracción o de compresión aplicada normalmente al ala de un miembro. *Single-concentrated force*.
- Gramil*. Espaciamiento transversal a la fuerza, medido centro a centro de conectores. *Gage*.
- Ignición*. Transición a un estado de total envolvimiento de la superficie al quemarse materiales combustibles dentro de un recinto. *Fire*.
- Incendio*. Quema destructiva, que se manifiesta por una o más de las características a continuación: luz, llamas, calor o humo. *Fire*.
- Índice de daño por deriva*. Parámetro usado para medir el potencial de daño causado por la deriva de entresijos. *Drift damage index*.
- Inestabilidad en el plano* †. Estado límite que involucra pandeo en el plano del pórtico o del miembro. *In-plane instability*.
- Inestabilidad* †. Estado límite que se alcanza cuando al cargar un componente estructural, un pórtico o una estructura, en la cual, una ligera perturbación en las cargas o la geometría produce grandes desplazamientos. *Instability*.
- Ingeniero inspector*. En la práctica norteamericana es el profesional debidamente autorizado para aprobar los planos de diseño y las especificaciones. *Engineering of record*.
- Inspector de aseguramiento de la calidad*. Individuo designado para proporcionar una inspección para el aseguramiento de la calidad para el trabajo a ser desarrollado. *Quality assurance inspector (QAI)*.
- Inspector de control de la calidad*. Individuo designado para proporcionar una inspección para el control de la calidad para el trabajo a ser desarrollado. *Quality control inspector (QCI)*.
- Interacción directa de adherencia*. En una sección compuesta, mecanismo de transferencia de fuerzas entre el acero y el concreto en secciones compuestas por la acción de las tensiones de adherencia. *Direct bond interaction*.
- Junta con pernos pretensionados*. Junta con pernos de alta resistencia apretados a la mínima carga de pretensión especificada. *Pretensioned joint*.
- Junta con soldadura de ranura de penetración parcial*. Soldadura de ranura en la cual la penetración es intencionalmente menor que el espesor completo del elemento conectado. *Partial-joint-penetration groove weld (PJP)*.
- Junta en condición de apriete ajustado*. Junta cuyas partes están asentadas y en firme contacto, tal como se especifica en el capítulo J. *Snug-tightened joint*.
- Junta o unión de traslape o de solape*. Junta mediante la superposición en planos paralelos de dos elementos de conexión. *Lap joint*.
- Lámina Colaborante*. En construcción compuesta, lámina de acero estructural acanalada formada en frío, especialmente diseñada para ser usada además de moldaje permanente del concreto, como refuerzo colaborante de la losa estructural. *Formed steel deck*.
- Lámina de acero*. En un sistema de piso mixto, el acero utilizado para cerrar la miscelánea en una plancha metálica colaborante. *Sheet steel*.

Longitud de desarrollo adecuada. Barras de acero de refuerzo detalladas para fluir de una manera dúctil antes de que ocurra el aplastamiento del concreto. Las barras de refuerzo cumplirán las disposiciones del ACI 318 en relación a longitud de traslapo, espaciamiento, y recubrimiento. *Properly developed.*

Longitud de transferencia. Para una columna compuesta embebida, longitud en la que las fuerzas de la columna son supuestas como transferidas hacia o desde la sección de acero. *Introduction length.*

Longitud efectiva. La longitud equivalente de una columna con la misma resistencia cuando se analiza con sus apoyos extremos articulados. *Effective length.*

Longitud no arriostrada. Distancia entre puntos arriostrados de un miembro, medida entre los centros de gravedad de los miembros de arriostramiento. *Unbraced length.*

LRFD (acrónimo de Load and Resistance Factor Design) †. Método de dimensionamiento de componentes estructurales tal que la resistencia de diseño iguale o exceda las resistencias requeridas provenientes de las combinaciones LRFD para cargas. Método LRFD.

Marco o pórtico arriostrado. Esencialmente es un sistema vertical de marco o pórtico con elementos en diagonal como arriostramientos dispuestos para resistir fuerzas laterales y suministrar estabilidad al sistema estructural. *Braced frame†.*

Marco o pórtico resistente a momento †. Sistema aporticado que suministra resistencia a las fuerzas laterales y proporciona estabilidad al sistema estructural, principalmente por la resistencia al corte y a la flexión de sus miembros y conexiones. *Moment frame.*

Marco o pórtico rígido. Estructura en que las conexiones mantienen la relación angular entre las vigas y las columnas que resisten las cargas. *Rigid frame.*

Mecanismo. Un sistema articulado capaz de deformarse sin un incremento finito de la carga. Se usa en el sentido particular de que la vinculación puede incluir articulaciones reales y/o plásticas. *Mechanism.*

Mediacaña. Ranura o cavidad con superficie relativamente lisa resultante de una deformación plástica o de la remoción de material. *Gouge.*

Meseta de fluencia. La parte de la curva tensión - deformación de un miembro uniaxialmente comprimido o traccionado en el cual las tensiones permanecen esencialmente constante mientras las deformaciones se incrementan sustancialmente. *Yield plateau.*

Metal de aporte. Metal o aleación que pasa del electrodo al metal base durante el proceso de fusión al efectuar una junta soldada. *Filler metal.*

Metal soldado. Aquella parte del metal que se ha fundido durante el proceso de soldadura. El metal base está constituido por el metal base y el de aporte fundidos en el ciclo térmico de la soldadura. *Weld metal.*

Método de distribución de las tensiones plásticas. Método para la determinación de las tensiones en un miembro mixto suponiendo que en la sección transversal han cedido completamente la sección de acero y el concreto. *Plastic stress distribution method.*

Método de la compatibilidad de deformaciones. Método para determinar las tensiones en un miembro mixto considerando la relación tensión -deformación de cada material y su localización con respecto al eje neutro de la sección transversal. *Strain compatibility method.*

Método del giro de la tuerca. Procedimiento mediante el cual la pre tracción especificada para los pernos de alta resistencia se controla mediante la rotación de la llave una determinada cantidad después que las tuercas se han llevado a la condición de apriete ajustado. *Turn-of-nut method.*

Método directo de análisis. Método de diseño para estabilidad que considera los efectos de las tensiones residuales y el desplome inicial de marcos o, en el cual se reduce la rigidez y se agrega cargas virtuales o nocionales en un análisis de segundo orden. *Direct analysis method.*

Miembro compuesto embebido. Miembro compuesto consistente de un miembro estructural de concreto y uno o más perfiles de acero embebidos. *Concrete-encased member.*

Miembro primario. En el análisis de estancamiento de agua, la viga que soporta las reacciones concentradas de los miembros secundarios que se conectan en ella. *Primary member.*

Miembro principal. En conexiones tubulares HSS, el miembro que hace de cordón, columna u otro miembro HSS al cual se fijan los miembros de una rama u otros elementos de conexión. *Main member.*

Miembro secundario. En el análisis de estancamiento de agua, la viga o vigueta que directamente soporta las cargas distribuidas de agua estancada en el techo de la estructura. *Secondary member.*

Miembros de rama. En conexiones tubulares (HSS), miembro que terminan en el miembro dispuesto como cordón o miembro principal. *Branch member.*

Miembros estructurales formados o conformados en frío. Perfil fabricado a temperatura ambiente mediante plegadoras o dobladoras de láminas cortadas de bobinas o planchas (laminadas en caliente o en frío) o por el paso de bobinas o de láminas cortadas a través de perfiladoras o rodillos conformadores. *Cold-formed steel structural member †.*

Miembros, sección transversal, sección, perfil compuesto, perfil armado, perfil ensamblado. Miembro, sección transversal, sección o perfil fabricado que resulta de la unión soldada o apernada de elementos estructurales. De manera que trabajen en conjunto. *Built-up member; cross-section, section, shape.*

Módulo de sección efectivo. Módulo de sección modificado para tomar en cuenta el pandeo de los elementos esbeltos en compresión. *Effective section modulus.*

Módulo tangente. Para cualquier nivel de tensiones, la pendiente de la curva tensión - deformación de un material en el rango inelástico, tal como se determina en el ensayo a compresión de pequeños especímenes bajo condiciones controladas. *Tangent modulus.*

Momento de Fluencia o de primera fluencia. En un miembro solicitado a flexión, el momento para el cual la fibra extrema alcanza la tensión de fluencia. *Yield moment.*

Momento de inercia efectivo. Momento de inercia basado en los anchos efectivos de los elementos que pandean localmente. También, el momento de inercia usado en el diseño de miembros de sección mixta con acción mixta parcial. *Effective moment of inertia.*

Momento plástico. Momento resistente teórico de una sección que ha fluido completamente. *Plastic moment.*

Muro de corte †. Muro estructural que en su plano suministra al sistema estructural resistencia a las cargas laterales y estabilidad. *Shear wall.*

- Nomograma*. Gráfico para determinar el factor de longitud efectiva en columnas. *Alignment chart*.
- Pandeo* †. Estado límite de cambio repentino en la geometría de una estructura o de cualquiera de sus componentes en condición de carga crítica. *Buckling*.
- Pandeo del alma*. Estado límite de inestabilidad lateral de un alma. *Web buckling*.
- Pandeo flexotorsional* †. Modo de pandeo en el que un miembro comprimido simultáneamente se flexa y tuerce sin cambiar la forma de su sección transversal. *Flexural-torsional buckling*.
- Pandeo fuera del plano* †. Estado límite de una viga, columna o viga - columna que flexa alrededor de su eje mayor mientras que el pandeo lateral o pandeo lateral torsional no está impedido por ningún arriostamiento lateral. *Out-of-plane buckling*.
- Pandeo lateral torsional*. Modo de pandeo de un miembro en flexión, que involucra flecha perpendicular al plano de flexión (flecha lateral) simultáneamente con un giro alrededor del centro de corte de la sección transversal. *Lateral-torsional buckling*.
- Pandeo local* **. Estado límite de pandeo de un elemento en compresión de la sección transversal. *Local buckling*.
- Pandeo por corte*. Modo de pandeo en el cual un elemento tipo plancha, como el alma de una viga, se deforma en su plano cuando se aplica un corte puro. *Shear buckling*.
- Pandeo por flexión* †. Modo de pandeo en el cual un miembro en compresión flexa o pandea lateralmente sin torcerse, girar ni cambiar la forma de su sección transversal. *Flexural buckling*.
- Pandeo torsional*. Modo de pandeo en el cual un miembro comprimido gira alrededor del eje del centro de corte. *Torsional buckling*.
- Panel final o extremo*. Panel del alma con un panel adyacente de un solo lado. *End panel*.
- Par de fuerzas concentradas*. Dos fuerzas iguales y opuestas que solicitan un mismo lado del ala cargada, siendo ambas normales a esta ala. *Double-concentrate forces*.
- Paso*. Separación longitudinal medida centro a centro entre conectores consecutivos en una misma fila en la dirección de la fuerza que actúa en la conexión. *Pitch*.
- Perno de alta resistencia*. Conector conforme con ASTM A325, A325M, A490, A490M, F1852, F2280 o un conector alternativo según se permite en la Sección J3.1. *High-strength bolt*.
- Plancha de Amarre*. Plancha mediante la cual se unen dos componentes paralelos para formar un miembro compuesto, columna, viga o puntal rígidamente conectado a los componentes paralelos y diseñado para transmitir corte entre ellos. *Tie plate*.
- Plan de aseguramiento de la calidad (QAP)*. Programa en el cual la agencia o firma responsable para el aseguramiento de la calidad mantiene un detallados procedimientos de monitoreo y de inspección para asegurar concordancia con los documentos de construcción aprobados y otros estándares referidos. *Quality assurance plan*.
- Plancha de cubierta; cubreplacas*. Plancha que se aperna o suelda al ala de un miembro para incrementar el área de la sección transversal, módulo de sección o momento de inercia. *Cover plate*.

Plancha gusset o plancha de nodo. Plancha que se coloca en las conexiones de los enrejados para unir sus miembros o miembro en compresión (puntal) o arriostramiento a una viga o columna. *Gusset plate.*

Plancha diafragma. Plancha con rigidez y resistencia en el plano de corte usada para transferir las fuerzas a los elementos soportantes. *Diaphragm plate.*

Plancha o pletina de relleno. Plancha que usa para armar el espesor de un componente. *Filler.*

Plancha adosada. Plancha, o placa de refuerzo en el panel de una unión viga columna adosada y paralela al alma de una viga o columna para incrementar su resistencia a fuerzas concentradas. *Doubler.*

Planchas o pletinas de ajuste. Placas utilizadas para rellenar un espacio entre dos superficies de unión o de aplastamiento. *Shim.*

Planos de diseño. Documentos gráficos que muestren el diseño, ubicación, y dimensiones del trabajo. Estos documentos generalmente incluyen plantas, elevaciones, secciones, detalles, planificación, diagramas y notas. *Design drawings.*

Plastificación. En una conexión tubular HSS, el estado límite basado en la flexión fuera del plano del mecanismo de las líneas de fluencia por flexión en el cordón en la conexión de miembros de rama. *Plastification.*

Porcentaje de alargamiento. Medida de ductilidad determinada mediante ensayos a tracción, como la razón entre la máxima elongación de la longitud calibrada dividida por la longitud inicialmente calibrada expresada como un porcentaje. *Percent elongation.*

Presilla o, placas de refuerzo. Plancha diseñada para transmitir corte entre dos componentes paralelos de una columna o viga compuesta, a los cuales se conecta rígidamente. *Batten plate.*

Programa de control de la calidad (QCP). Programa en el cual el fabricante o el instalador, según corresponda, mantienen detallados procedimientos de fabricación, montaje e inspección para asegurar concordancia con los planos de diseño, especificaciones y otros estándares referidos. *Quality assurance plan.*

Protección activa contra el fuego. Materiales de construcción y sistemas que son activados por un incendio para mitigar los efectos adversos o para notificar a las personas de tomar acciones para mitigar los efectos adversos de un incendio. *Active fire protection.*

Punto de Fluencia †. Primera tensión en un material en el cual ocurre un incremento de las deformaciones sin un incremento en las tensiones como lo define ASTM. *B. Yield point.*

Raíz de la junta o unión. Porción de una junta a ser soldada donde los miembros están muy cerca uno de otros. *Root of joint.*

Raíz de la soldadura. Ver raíz de la junta. *Weld root.*

Re-entrante. En un corte o agujero de acceso a la soldadura, un corte en el cambio abrupto en la dirección en la cual la superficie expuesta es cóncava. *Reentrant.*

Refuerzo transversal, acero de refuerzo transversal. Acero de refuerzo en forma de estribos cerrados o alambre electro soldado que proporciona confinamiento al concreto que rodea al perfil de acero que constituye el núcleo de una columna mixta embonada. *Transverse reinforcement.*

- Refuerzo de soldadura de filete.* Soldadura de filete añadida a la soldadura de ranura. *Fillet weld reinforcement.*
- Rejilla.* Plancha, ángulo u otro perfil de acero, dispuestos en una configuración triangulada que se utiliza para unir y mantener juntos dos perfiles de aceros. *Lacing.*
- Relleno en viga.* En un sistema de piso mixto construido con losa colaborante, corresponde a la pieza estrecha fabricada de una lamina de acero que se usa como relleno entre los bordes de la plancha y el ala de una viga. *Girder filler.*
- Resistencia a flexión negativa.* Resistencia a flexión de una viga compuesta en regiones traccionadas en la zona superior debido a la flexión. *Negative flexural strength.*
- Resistencia a flexión positiva.* Resistencia a flexión de una viga compuesta en regiones comprimidas en la zona superior debido a la flexión. *Positive flexural strength.*
- Resistencia a la tracción (del material) †.* Tensión máxima a la tracción que un material es capaz de resistir como lo define ASTM I1.1. *Tensile strength (of material).*
- Resistencia a la tracción (del miembro).* Máxima fuerza de tracción que un miembro es capaz de resistir. *Tensile Strength (of member).*
- Resistencia a la tracción mínima especificada.* Límite inferior de la resistencia a tracción especificada para un material según lo define la ASTM. *Specified minimum tensile strength.*
- Resistencia admisible.* Resistencia nominal dividida por el factor de seguridad; R_n/Ω . *Allowable strength *†.*
- Resistencia al fuego.* Propiedad de ensamblajes que previenen o retardan el paso de excesivo calor, de gases calientes o de llamas bajo condiciones de uso y les permite continuar desempeñando una función estipulada. *Fire resistance.*
- Resistencia al pandeo.* Resistencia a estados límites de inestabilidad. *Buckling strength.*
- Resistencia de diseño, resistencia factorada.* Resistencia nominal multiplicada por el correspondiente factor de resistencia, ϕR_n . *Design strength.*
- Resistencia de fluencia †.* Tensión para la cual un material exhibe una desviación límite de la proporcionalidad entre tensiones y deformaciones, como lo define ASTM. *Yield strength.*
- Resistencia de ruptura.* Resistencia limitada por el rompimiento o desgarre de los miembros o de elementos de conexión. *Rupture strength.*
- Resistencia disponible.* Resistencia de diseño o resistencia admisible, según sea apropiado o pertinente. *Available strength. *†.*
- Resistencia inelástica.* Resistencia de una estructura o componente cuando se ha alcanzado la tensión de fluencia en suficientes ubicaciones para alcanzar el estado límite de resistencia. *Inelastic strength.*
- Resistencia nominal, resistencia teórica * †.* Resistencia calculada según las hipótesis y parámetros normativos correspondientes al agotamiento resistente, antes de aplicar ningún factor de reducción de resistencia. *Nominal strength.*
- Resistencia requerida.* Son las fuerzas, tensiones y deformaciones que actúan en el componente estructural, determinadas ya sea por un análisis estructural, para las combinaciones de car-

gas del método ASD o LRFD, según corresponda o las estipuladas en esta especificación.
Required strength.

Revestimiento. Cerramientos exteriores de una estructura. *Cladding.*

Rigidez. La resistencia a la deformación de un miembro o estructura medida como la razón entre la fuerza aplicada (o momento) dividida por el correspondiente desplazamiento (o rotación). *Stiffness.*

Rigidez Distorsional. Rigidez flexional fuera del plano del alma. *Distortional stiffness.*

Rigidez efectiva. La rigidez de un miembro calculada con los momentos de inercia efectivos de su sección transversal. *Effective stiffness.*

Rodillo de dilatación. Barra redonda de acero o rodillo de acero sobre el cual el miembro además de apoyarse puede rodar para adecuarse a las dilataciones térmicas. *Expansion roller.*

Ruptura por bloque de corte. En una conexión, estado límite de ruptura por tracción en un plano y de fluencia o ruptura por corte en el otro plano. *Block shear rupture.*

Ruptura por corte y tracción. En un perno, el estado límite de ruptura debido a las fuerzas de tracción y corte simultáneamente. *Tension and shear rupture.*

Sección compacta. Sección transversal capaz de desarrollar totalmente la distribución de las tensiones plásticas antes de experimentar pandeo local. *Compact section.*

Sección con elementos esbeltos. Sección transversal que posee elementos de placa con suficiente esbeltez como para que ocurra pandeo local en el rango elástico. *Slender-element section.*

Sección no compacta. Sección que puede desarrollar tensiones de fluencias en compresión antes de que ocurra el pandeo local, pero que no puede desarrollar una capacidad de rotación de tres. *Non compact section.*

Sección plegada. Ver miembro estructural formado en frío. *Formed section.*

Sectorización. Cierre de un espacio en un edificio con componentes que tengan una resistencia específica al fuego. *Compartmentation.*

Sistema de arriostramiento vertical. Sistema de muros estructurales, pórticos arriostrados o ambos, extendidos en uno o mas pisos de una edificación. *Vertical bracing system.*

Sistema estructural. Un ensamblaje de componentes unidos para resistir cargas, cuya unión suministrar interacción o interdependencia. *Structural system.*

Sistema resistente a fuerzas laterales. Sistema estructural diseñado para resistir las cargas laterales y suministrar estabilidad a la estructura como un todo. *Lateral force resisting system.*

Socavación. Una entalladura que resulta de la fusión y retiro del metal base en los bordes de la soldadura. *Undercut.*

Soldadura de filete. Soldadura de sección transversal aproximadamente triangular que une las superficies de dos elementos que se traslapan o intersectan. *Fillet weld.*

Soldadura de tope o canal. Soldadura efectuada en la ranura entre dos elementos de conexión. *Grove weld.*

Soldadura de ranura. Soldadura efectuada en un agujero alargado fundiendo un elemento en otro. *Slot weld.*

Soldadura de tope abocinada, o acampanada. Soldadura de ranura que une un miembro con superficie curva en contacto con un miembro plano. *Flare bevel groove weld.*

Soldadura de tope en V. Soldadura en una ranura formada por dos miembros con superficies curvas. *Flare V-groove weld.*

Soldadura de tope de penetración completa. Soldadura de ranura que se extiende en todo el espesor de la unión, excepto como se permite en las conexiones tubulares HSS. *Complete-joint - penetration groove weld (CJP).*

Soldadura de remate. Longitud de la soldadura de filete que continúa alrededor de una esquina en el mismo plano. *End return.*

Soldadura de tapón. Una soldadura circular efectuada a través de un agujero en una pieza a fin de unir por fusión ambos elementos. *Plug weld.*

Subestructura. Subconjunto o porción de un sistema estructural.

Superficie de acabado. Superficies fabricadas con un valor para la altura de la rugosidad medido de acuerdo con ANSI/ASME B46.1 igual o menor que 500. *Finished surface.*

Superficie de contacto o de unión. Superficie de contacto de los elementos de conexión que transmiten una fuerza cortante. *Faying surface.*

Superficie de desgarre del concreto. Es la superficie que delimita un volumen de concreto alrededor de un perno de anclaje de acero, que separa a éste del resto del concreto. *Concrete breakout surface.*

Tasa de liberación de calor. Tasa a la cual la energía térmica es generada por un material quemándose. *Heat release rate.*

Temperaturas elevadas. Condiciones de calor experimentadas por los elementos de los edificios o estructuras como resultado de un incendio en el que se exceden las condiciones ambientales anticipadas. *Elevated Temperatures.*

Tenacidad al entalle. Energía absorbida medida a una temperatura especificada en el ensayo Charpy de entalladora en V. *Notch toughness.*

Tensión o esfuerzo admisible.* Resistencia admisible dividida por la propiedad de la sección que corresponda, por ejemplo el módulo de sección o el área de la sección transversal. *Allowable stress.*

Tensión de fluencia †. Término genérico que denota punto de fluencia o tensión de fluencia, como sea apropiado para el material. *Yield stress.*

Tensión de fluencia mínima especificada †. Límite inferior de las tensiones de fluencia especificadas para un material como lo define la ASTM. *Specified minimum yield stress.*

Tensión o esfuerzo disponible. Tensión de diseño o tensión admisible, según sea apropiado. *Available stress**

Tensión umbral de fatiga. Rango de tensiones bajo el cual no se inicia el agrietamiento por fatiga, independientemente del número de ciclos de carga. *Fatigue threshold.*

Tensión, esfuerzo. Fuerza por unidad de área causada por fuerza axial, momento, corte o torsión. *Stress.*

Tensiones residuales. Son las tensiones remanentes en un miembro descargado después que ha sido producido. Ejemplo de tales tensiones incluyen, pero no están limitadas a, las inducidas como consecuencia de tratamientos térmicos, mecánicos o combinaciones de éstos. *Residual stress.*

Pie del filete. Punto de unión de la cara del filete de soldadura y el metal base. Punto tangente del filete de una sección laminada. *Toe of fillet.*

Torsión de Saint Venant. Es la porción de torsión inducida solamente por las tensiones de corte en el miembro. También se le denomina torsión uniforme. *St. Venant Torsion.*

Torsión por alabeo. La parte de la resistencia a la torsión que es suministrada por la resistencia al alabeo de la sección transversal. *Warping torsion.*

Tubería. Ver HSS. *Tubing.*

Tubo. Ver HSS. *Pipe.*

Tubos, secciones tubulares. Sección cuadrada, rectangular o redonda hueca de acero estructural producida según las especificaciones para tubos o productos de tuberías. *HSS.*

Unión. Área donde se unen dos o más extremos, superficies o bordes. Se clasifican por el tipo de conector o soldadura utilizada y el método de transferencia de fuerza. *Joint †.*

Viga. Miembro estructural nominalmente horizontal cuya función principal es resistir momentos flectores. *Beam.*

Viga fabricada o armada. *Plate girder.*

Viga-columna. Miembro estructural cuya función principal es resistir tanto fuerza axial como momento flector. *Beam-column.*

Viga compuesta. Viga estructural de acero en contacto con y actuando conjuntamente a una losa de hormigón armado. *Composite beam.*

Zona del panel. Es la parte del nodo viga - columna constituida por el área rectangular del alma de la columna en su intersección con la viga, circunscrita por las alas de la columna y las planchas de continuidad. La transmisión de momento es a través del corte en la zona del panel. *Panel zone.*

CAPÍTULO F

DISEÑO DE MIEMBROS EN FLEXIÓN

Este capítulo abarca el diseño de miembros solicitados por flexión simple en torno a un eje principal. Para flexión simple, el miembro es cargado en un plano paralelo al eje principal que pasa a través del centro de corte o es restringido al giro en los puntos de carga y los apoyos.

El capítulo está organizado de la siguiente manera:

- F1. Disposiciones Generales
- F2. Miembros Compactos de Sección H de simetría doble y Canales flectados en torno a su eje mayor
- F3. Miembros de Sección H de simetría doble con Almas Compactas y Alas No Compactas o Esbeltas flectados en torno a su eje mayor
- F4. Otros Miembros de Sección H con Almas Compactas o No Compactas flectados en torno a su eje mayor
- F5. Miembros de Sección H de simetría doble y simple con Almas Esbeltas flectados en torno a su eje mayor
- F6. Miembros de Sección H y Canales flectados en torno a su eje menor
- F7. Perfiles tubulares cuadrados y rectangulares
- F8. Perfiles tubulares circulares
- F9. Secciones T y Ángulos Dobles cargados en el plano de simetría
- F10. Ángulos Simples
- F11. Barras Rectangulares y Circulares
- F12. Secciones Asimétricas
- F13. Requisitos Dimensionales de Vigas

Nota: Para los casos que no se incluyen en este capítulo, las siguientes secciones aplican:

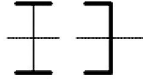

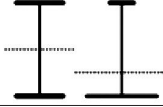
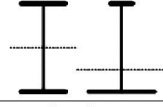
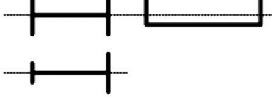

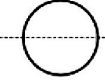



Capítulo G. Disposiciones de diseño al corte.

H1-H3. Miembros solicitados por flexión biaxial o por combinación de flexión y carga axial.

H3. Miembros solicitados por flexión y torsión.

Anexo 3. Miembros solicitados por fatiga.

Como guía para la determinación de la sección apropiada aplicando de este capítulo, puede ser usada la Tabla Nota F1.1.

TABLA Notas F1.1 Tabla de Selección para la Aplicación de las Secciones del Capítulo F				
Sección en Capítulo F	Sección	Esbeltez Alta	Esbeltez Alma	Estados Límites
F2		C	C	Y, LTB
F3		NC, S	C	LTB, FLB
F4		C, NC, S	C, NC	Y, LTB, LLB, TFY
F5		C, NC, S	S	Y, LTB, LLB, TFY
F6		C, NC, S	N/A	Y, LTB
F7		C, NC, S	C, NC	Y, LTB, LLB
F8		N/A	N/A	Y, LTB
F9		C, NC, S	N/A	Y, LTB, LLB
F10		N/A	N/A	Y, LTB, LLB
F11		N/A	N/A	Y, LTB
F12	Perfiles asimétricos diferentes de ángulos simples	N/A	N/A	Todos

Y = fluencia, LTB = pandeo lateral-torsional, FLB = pandeo local ala, WLB = pandeo local alma, TFY = fluencia ala tracción, LLB = pandeo local ala, LB = pandeo local, C = compacto, NC = no-compacto, S = esbelto

F1. DISPOSICIONES GENERALES

La resistencia de diseño en flexión, $\phi_b M_n$, o la resistencia admisible en flexión, M_n/Ω_b , deben ser determinados de la siguiente manera:

- (1) Para todas las disposiciones del capítulo:

$$\phi_b = 0,90 \text{ (LRFD)} \quad \Omega_b = 1,67 \text{ (ASD)}$$

y la resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser determinado de acuerdo con las Secciones F2 hasta F12.

- (2) Las disposiciones en este capítulo están basadas en la suposición que los puntos de apoyo de vigas están restringidos contra la rotación en torno al eje longitudinal (volcamiento).
- (3) Para miembros con simetría simple con curvatura simple y todos los elementos doblemente simétricos:

C_b = el factor de modificación por pandeo lateral-torsional para diagramas de momento no uniformes cuando ambos extremos del segmento no arriostrado están restringidos a volcamiento.

$$C_b = \frac{12,5M_{\max}}{2,5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad (\text{F1-1})$$

donde:

M_{\max} = valor absoluto del máximo momento en el segmento no arriostrado, T-m (N-mm).

M_A = valor absoluto del momento en primer cuarto del segmento no arriostrado, T-m (N-mm).

M_B = valor absoluto del momento en el centro del segmento no arriostrado, T-m (N-mm).

M_C = valor absoluto del momento en tercer cuarto del segmento no arriostrado, T-m (N-mm).

Para voladizos o extremos colgados donde el extremo libre no esta arriostrado, $C_b = 1,0$.

Nota: Para miembros con simetría doble y sin cargas transversales entre puntos de arriostramiento, la Ecuación F1-1 se reduce a 1.0 para el caso de momentos extremos iguales del mismo signo (momento uniforme), 2,27 para el caso de momentos extremos iguales de signo opuesto (*curvatura reversa* por flexión) y a 1,67 cuando uno de los momentos extremos es igual a cero. Para miembros con un eje de simetría, un analisis mas detallado para C_b es presentado en el Comentario.

- (4) En miembros con simetría simple solicitados por flexión con curvatura simple, la resistencia de pandeo lateral-torsional debe ser verificada para ambas alas. La resistencia disponible de flexión debe ser mayor o igual que el máximo momento requerido que causa compresión del ala bajo consideración.

F2. MIEMBROS COMPACTOS DE SECCION H DE SIMETRÍA DOBLE Y CANALES FLECTADAS EN TORNO A SU EJE MAYOR

Esta sección aplica a miembros de sección H con simetría doble y canales flectados en torno a su eje mayor, teniendo almas compactas y alas compactas como se define en Sección B4.1 para flexión.

Nota: Todos los perfiles de uso común ASTM A6 W, S, M, C, y MC excepto W21x48, W14x99, W14x90, W12x65, W10x12, W8x31, W8x10, W6x15, W6x9, W6x8.5 y MC4x6 tienen alas compactas para $F_y = 3.520 \text{ kgf/cm}^2$ (345 MPa); todos los perfiles de uso común ASTM A6 W, S, M, HP, C, y MC tienen almas compactas para $F_y \leq 4.590 \text{ kgf/cm}^2$ (450 MPa).

La resistencia nominal de flexión, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico) y pandeo lateral-torsional.

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_x \quad (\text{F2-1})$$

Donde

F_y = tensión de fluencia mínima especificada del tipo de acero utilizado, kgf/cm² (MPa)

Z_x = módulo de sección plástico en torno al eje x, cm³ (mm³)

2. Pandeo Lateral-Torsional

- (a) Cuando $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral-torsional no aplica
- (b) Cuando $L_p < L_b \leq L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (\text{F2-2})$$

- (c) Cuando $L_b < L_r$

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \quad (\text{F2-3})$$

Donde:

L_p = longitud entre puntos que están o arriostrados contra desplazamientos laterales de compresión de ala o arriostrado contra giro de la sección, cm (mm).

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0,078 \frac{Jc}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \quad (F2-4)$$

Donde:

E = módulo de elasticidad del acero = 2,04x10⁶ kgf/cm² (200.000 Mpa)

J = constante torsional, cm⁴ (mm⁴)

S_x = módulo de sección elástico en torno al eje x, cm³ (mm³)

Nota: El término raíz cuadrada en Ecuación F2-4 puede tomarse conservadoramente igual a 1,0.

Nota: Las ecuaciones F2-3 y F2-4 proporcionan soluciones idénticas a la siguiente expresión para pandeo lateral torsional de secciones doblemente simétricas que ha sido presentada en ediciones pasadas de la Especificación AISC-LRFD:

$$M_{cr} = C_b \frac{\pi}{L_b} \sqrt{EI_y GJ + \left(\frac{\pi E}{L_b}\right)^2 I_y C_w}$$

La ventaja de las formulas F2-3 y F2-4 reside en que la forma es muy similar a la expresión para pandeo lateral torsional de secciones de simetría simple entregada en las ecuaciones F4-4 y F4-5.

Las longitudes límites L_p y L_r se determinan a continuación:

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (F2-5)$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7 F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_o}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 F_y}{E}\right)^2}} \quad (F2-6)$$

Donde:

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \quad (F2-7)$$

y el coeficiente c se determina como sigue a continuación:

(a) Para secciones I con simetría doble: $c = 1$ (F2-8a)

(b) Para canales: $c = \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$ (F2-8b)

Nota: Para secciones H con doble simetría y alas rectangulares, $C_w = \frac{I_y h_o^2}{4}$ y entonces Ecuación F2-7 se reduce a:

$$r_{ts}^2 = \frac{I_y h_o}{2S_x}$$

r_{ts} puede ser aproximado conservadoramente como el radio de giro del ala en compresión más un sexto del alma:

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h t_w}{b_f t_f} \right)}}$$

F3. MIEMBROS DE SECCIÓN H DE SIMETRÍA DOBLE CON ALMAS COMPACTAS Y ALAS NO COMPACTAS O ESBELTAS FLECTADOS EN TORNO A SU EJE MAYOR

Esta sección aplica a miembros de sección H con doble simetría flectados en torno a su eje mayor, teniendo almas compactas y alas no compactas o esbeltas como se define en Sección B4.1 para flexión.

Nota: Los siguientes perfiles poseen alas no compactas para F_y 3.520 kgf/cm² (345 MPa): W21x48, W14x99, W14x90, W12x65, W10x12, W8x31, W8x10, W6x15, W6x9, W6x8.5 y M4x6. Todos los otros perfiles ASTM A6 W, S, M, y HP tienen almas compactas para F_y 3.520 kgf/cm² (345 MPa).

La resistencia nominal de flexión, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de pandeo lateral-torsional y pandeo local del ala en compresión.

1. Pandeo Lateral Torsional

Deben aplicarse las disposiciones de Sección F2.2 para pandeo latera-torsional.

2. Pandeo Local Ala en Compresión

(a) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (F3-1)$$

(b) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = \frac{0,9Ek_c S_x}{\lambda^2} \quad (F3-2)$$

donde:

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$ es la esbeltez límite para ala compacta, Tabla B4.1b

$\lambda_{rf} = \lambda_r$ es la esbeltez límite para ala no compacta, Tabla B4.1b

$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$; para propósitos de cálculo no debe tomarse menor que 0,35 ni mayor que 0,76.

h = distancia definida en Sección B4.1b, cm (mm)

F4. OTROS MIEMBROS DE SECCIÓN H CON ALMAS COMPACTAS O NO COMPACTAS FLECTADOS EN TORNO A SU EJE MAYOR

Esta sección aplica para: (a) miembros de sección H de simetría doble flectados en torno a su eje mayor con almas no compactas; y (b) miembros de sección H de simetría simple cuyas almas están conectadas a la mitad del ancho de alas, se encuentran flectados en torno a su eje mayor, y presentan almas compactas o no compactas, como se define en Sección B4.1 para flexión.

Nota: Los miembros con sección H mencionados en esta sección pueden ser diseñados conservadoramente usando la Sección F5.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia del ala en compresión, pandeo lateral-torsional, pandeo local del ala en compresión, y fluencia del ala en tracción.

1. Fluencia del Ala en Compresión

$$M_n = R_{pc} M_{yc} = R_{pc} F_y S_{xc} \quad (\text{F4-1})$$

donde

M_{yc} = momento de fluencia en el ala en compresión, T-m. (N-mm)

2. Pandeo Lateral-Torsional

(a) Cuando $L_b \leq L_r$, no aplica el estado límite de pandeo lateral-torsional

(b) Cuando $L_p < L_b \leq L_r$

$$M_n = C_b \left[R_{pc} M_{yc} - \left(R_{pc} M_{yc} - F_L S_{xc} \right) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq R_{pc} M_{yc} \quad (\text{F4-2})$$

(c) Cuando

$$M_n = F_{cr} S_{xc} \leq R_{pc} M_{yc} \quad (F2-3)$$

Donde:

$$M_{yc} = F_y S_{xc} \quad (F4-4)$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2} \sqrt{1 + 0,078 \frac{J}{S_{xc} h_o} \left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2} \quad (F4-5)$$

Para $\frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0,23$, J debe tomarse como cero.

donde

I_{yc} = momento de inercia del ala en compresión sobre el eje y , cm^4 (mm^4)

La tensión, F_L , de ser determinada como sigue:

(i) Cuando $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0,7$

$$F_L = 0,7 F_y \quad (F4-6a)$$

(ii) Cuando $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} < 0,7$

$$F_L = F_y \frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0,5 F_y \quad (F4-6b)$$

La longitud no arriostrada para el estado límite de fluencia, L_p , debe ser determinada como:

$$L_p = 1,1 r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (F4-7)$$

La longitud no arriostrada para el estado límite de pandeo inelástico lateral-torsional, , debe ser determinada como:

$$L_r = 1,95 r_t \frac{E}{F_L} \sqrt{\frac{J}{S_{xc} h_o} + \sqrt{\left(\frac{J}{S_{xc} h_o}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{F_L}{E}\right)^2}} \quad (F4-8)$$

El factor de plastificación del alma, R_{pc} , debe ser determinado como:

(i) Cuando $I_{yc}/I_y > 0,23$

(a) Cuando $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$

$$R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} \tag{F4-9a}$$

(b) Cuando $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$

$$R_{pc} = \left[\frac{M_p}{M_{yc}} - \left(\frac{M_p}{M_{yc}} - 1 \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yc}} \tag{F4-9b}$$

(ii) Cuando $I_{yc}/I_y > 0,23$

$$R_{pc} = 1,0$$

donde:

$$M_p = Z_x F_y \leq 1,6 S_{xc} F_y$$

S_{xc}, S_{xt} = módulo de sección elástico referido al ala en compresión y tracción, respectivamente, cm^3 (mm^3)

$$\lambda = \frac{h_c}{t_x}$$

λ_{pw} = es la esbeltez límite para alma compacta, Tabla B4.1b

λ_{rw} = es la esbeltez límite para alma no compacta, Tabla B4.1b

h_c = el doble de la distancia entre el centroide a alguno de los siguientes: la cara interna del ala en compresión menos el radio de filete o de esquina, para perfiles laminados; la línea más cercana de *pernos* en el ala en compresión o la cara interna del ala en compresión cuando se usan soldaduras, para secciones armadas, cm. (mm)

El radio de giro efectivo para pandeo lateral-torsional, r_t , se debe determinar de acuerdo con lo siguiente:

(i) Para secciones H con ala rectangular en compresión

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12 \left(\frac{h_o}{d} + \frac{1}{6} a_w \frac{h^2}{h_o d} \right)}} \tag{F4-10}$$

donde:

$$a_w = \frac{h_c t_w}{b_{fc} t_{fc}} \quad (\text{F4-11})$$

b_{fc} = ancho del ala en compresión, cm (mm)

t_{fc} = espesor del ala en compresión, cm (mm)

(ii) Para secciones H con canales o placas de cubierta fijadas al ala en compresión:

r_t = radio de giro de los componentes de ala en compresión por flexión más un tercio del área de alma en compresión debido sólo a la aplicación de momento de flexión en torno al eje mayor, cm (mm)

a_w = la razón entre dos veces el área del alma en compresión debido solo a la aplicación de momento de flexión en torno al eje mayor y el área de los componentes del ala en compresión

Nota: Para secciones H con alas rectangulares en compresión, r_t puede ser aproximado conservadoramente como el radio de giro del ala en compresión más un sexto de la porción en compresión del alma; en otras palabras,

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12\left(1 + \frac{1}{6}a_w\right)}}$$

3. Pandeo Local de Ala en Compresión

(a) Para secciones con alas compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del ala en compresión.

(b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[R_{pc} M_{yc} - \left(R_{pc} M_{yc} - F_L S_x \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (\text{F4-12})$$

(c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = \frac{0,9Ek_c S_{xc}}{\lambda^2} \quad (\text{F4-13})$$

Donde:

F_L = es definido en Ecuaciones F4-6a y F4-6b.

R_{pc} = es el factor de plastificación del alma, determinado por Ecuación F4-9.

k_c = $\frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$ y no debe tomarse menor que 0,35 ni mayor que 0,76 para propósito de cálculo.

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

λ_{pf} = λ_p es la esbeltez límite para ala compacta, Tabla B4.1b

λ_{rf} = λ_r es la esbeltez límite para ala no compacta, Tabla B4.1b

4. Fluencia del Ala en Tracción

(a) Cuando $S_{xt} \geq S_{xc}$, no aplica el estado límite de fluencia del ala en tracción.

(b) Cuando $S_{xt} < S_{xc}$

$$M_n = R_{pt} M_{yt} \quad (F4-14)$$

donde:

$$M_{yt} = F_y S_{xt}$$

El factor de plastificación del alma correspondiente al estado límite de fluencia del ala en tracción, R_{pt} , se determina como se indica a continuación:

(i) Cuando $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$

$$R_{pt} = \frac{M_p}{M_{yt}} \quad (F4-15a)$$

(ii) Cuando $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$

$$R_{pt} = \left[\frac{M_p}{M_{yt}} - \left(\frac{M_p}{M_{yt}} - 1 \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yt}} \quad (F4-15b)$$

donde:

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

λ_{pw} = λ_p es la esbeltez límite para alma compacta, Tabla B4.1b

λ_{rw} = λ_r es la esbeltez límite para alma no compacta, Tabla B4.1b

F5. MIEMBROS DE SECCIÓN H DE SIMETRÍA DOBLE Y SIMPLE CON ALMAS ESBELTAS FLECTADOS EN TORNO A SU EJE MAYOR

Esta sección aplica para miembros de sección H de simetría doble y simple con almas esbeltas conectadas a la mitad del ancho de alas y flectados en torno a su eje mayor como se define en la Sección B4.1 para flexión.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia del ala en compresión, pandeo lateral-torsional, pandeo local del ala en compresión, y fluencia del ala en tracción.

1. Fluencia del Ala en Compresión

$$M_n = R_{pg} F_y S_{xc} \quad (F5-1)$$

2. Pandeo Lateral-Torsional

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \quad (F5-2)$$

(a) Cuando $L_b \leq L_p$, no aplica el estado límite de pandeo lateral-torsional

(b) Cuando $L_p < L_b \leq L_r$

$$F_{cr} = C_b \left[F_y - (F_y - 0.3F_y) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq F_y \quad (F5-3)$$

(c) Cuando $L_b \leq L_p$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \leq F_y \quad (F5-4)$$

Donde:

L_p se define por la Ecuación F4-7.

$$L_r = \pi r_t \sqrt{\frac{E}{0.7F_y}} \quad (F5-5)$$

P_{pg} es el factor de reducción de resistencia en flexión:

$$R_{pg} = 1 - \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \left(\frac{h_c}{t_w} - 5,7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) \leq 1.0 \quad (F5-6)$$

a_w se define por Ecuación F4-11 pero no debe exceder de 10.

r_t es el radio de giro efectivo para pandeo lateral como se define en la Sección F4.

3. Pandeo Local de Ala en Compresión

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \quad (\text{F5-7})$$

- (a) Para secciones con alas compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del ala en compresión
- (b) Para secciones con alas no compactas

$$F_{cr} = \left[F_y - (F_y - 0,3F_y) \left(\frac{\lambda_b - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \right] \quad (\text{F5-8})$$

- (c) Para secciones con alas esbeltas

$$F_{cr} = \frac{0,9Ek_c}{\left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2} \quad (\text{F5-9})$$

donde:

$kc = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$ y no debe tomarse menor que 0,35 ni mayor que 0,76 para propósitos de cálculo.

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

λ_{pf} = es la esbeltez límite para ala compacta, Tabla B4.1b

λ_{rf} = es la esbeltez límite para ala no compacta, Tabla B4.1b

4. Fluencia del Ala en Tracción

Cuando $S_{xt} \geq S_{xc}$, no aplica el estado límite de fluencia del ala en tracción.

Cuando $S_{xt} < S_{xc}$

$$M_n = F_y S_{xt} \quad (\text{F5-10})$$

F6. MIEMBROS DE SECCIÓN H Y CANALES FLECTADOS EN TORNO A SU EJE MENOR

Esta sección aplica para miembros de sección H y canales flectados en torno a su eje menor.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico) y pandeo local del ala.

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y \leq 1,6 F_y S_y \quad (\text{F6-1})$$

2. Pandeo Local de Ala

- (a) Para secciones con alas compactas, no aplica el estado límite de pandeo local.

Nota: Todos los perfiles actuales ASTM A6 W, S, M, C, y MC excepto W21x48, W14x99, W14x90, W12x65, W10x12, W8x31, W8x10, W6x15, W6x9, W6x8.5 y M4x6 tienen alas compactas para F_y 3.520 kgf/cm² (345 MPa).

- (b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (F6-2)$$

- (c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = F_{cr} S_y \quad (F6-3)$$

donde:

$$F_{cr} = \frac{0,69E}{\left(\frac{b}{t_f} \right)^2} \quad (F6-4)$$

$$\lambda = \frac{b}{t_f}$$

λ_{pf} = es la esbeltez límite para ala compacta, Tabla B4.1

λ_{rf} = es la esbeltez límite para ala no compacta, Tabla B4.1

b = para alas de secciones H, la mitad de la longitud completa del ala, bf, para alas de canales, la dimensión nominal completa del ala, cm. (mm)

t_f = espesor del ala, cm. (mm)

S_y = para un canal debe tomarse como el módulo de sección mínimo.

F7. PERFILES TUBULARES CUADRADOS Y RECTANGULARES

Esta sección aplica a miembros de sección tubular cuadrado y rectangular flectados en torno a cualquier eje, teniendo almas compactas o no compactas y alas compactas, no compactas, o esbeltas como se define en Sección B4.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico), pandeo local del ala, y pandeo local del alma en flexión pura.

Nota: HSS rectangulares muy largas flectadas sobre su eje mayor están sujetas a pandeo lateral-torsional; sin embargo, la Especificación no entrega ecuación para este estado límite dado que la deflexión controlara para todos los casos razonables.

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z \quad (\text{F7-1})$$

donde

Z = módulo plástico de la sección en torno al eje de flexión, cm^3 (mm^3).

2. Pandeo Local de Ala

- (a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del ala.
- (b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S) \left(3,57 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4,0 \right) \leq M_p \quad (\text{F7-2})$$

- (c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = F_y S_{eff} \quad (\text{F7-3})$$

donde:

S_e = módulo de sección efectivo determinado con el ancho efectivo del ala en compresión calculado como:

$$b_e = 1,92t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left[1 - \frac{0,38}{b/t} \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right] \leq b \quad (\text{F7-4})$$

3. Pandeo Local de Alma

- (a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del alma.
- (b) Para secciones con almas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x) \left(0,305 \frac{h}{t_w} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 0,738 \right) \leq M_p \quad (\text{F7-5})$$

F8. PERFILES TUBULARES CIRCULARES

Esta sección aplica a miembros de sección tubular circular que posean una razón D/t menor que $\frac{0,45E}{F_y}$.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico) y pandeo local.

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z \quad (\text{F8-1})$$

2. Pandeo Local

- (a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local.
 (b) Para secciones no compactas

$$M_n = \left(\frac{0,021E}{\frac{D}{t}} + F_y \right) S \quad (\text{F8-2})$$

- (c) Para secciones con paredes esbeltas

$$M_n = F_{cr} S \quad (\text{F8-3})$$

donde:

$$F_{cr} = \frac{0,33E}{\frac{D}{t}} \quad (\text{F8-4})$$

S = módulo de sección elástico, cm^3 (mm^3)

t = espesor en la pared, cm (mm)

F9. SECCIONES T Y ÁNGULOS DOBLES CARGADOS EN EL PLANO DE SIMETRÍA

Esta sección aplica a miembros de sección T y ángulos dobles cargados en el plano de simetría.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico), pandeo lateral-torsional, pandeo local del ala, y pandeo local del alma en secciones T.

1. Fluencia

$$M_n = M_p \quad (\text{F9-1})$$

donde

- (a) Para almas en tracción

$$M_n = F_y Z_x \leq 1,6 M_y \quad (\text{F9-2})$$

- (b) Para almas en compresión

$$M_p = F_y Z_x \leq M_y \quad (\text{F9-3})$$

2. Pandeo Lateral-Torsional

$$M_n = M_{cr} = \frac{\pi \sqrt{EI_y GJ}}{L_b} \left[B + \sqrt{1 + B^2} \right] \quad (\text{F9-4})$$

donde

$$B = \pm 2,3 \left(\frac{d}{L_b} \right) \sqrt{\frac{I_y}{J}} \quad (\text{F9-5})$$

El valor positivo de B aplica cuando el alma está en tracción y el signo menos aplica cuando el alma está en compresión. Si el extremo no atiesado del alma está en compresión en cualquier parte a lo largo de la longitud no arriostrada, debe ser utilizado el valor negativo de B .

3. Pandeo Local de Alas de Sección T

- (a) Para secciones con alas compacta comprimidas por flexión, el estado límite de pandeo local del ala no se aplica
- (b) Para secciones con alas no compactas comprimidas por flexión,

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_{xc}) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \leq 1,6M_y \quad (\text{F9-6})$$

- (c) Para secciones con elementos esbeltos comprimidas por flexión

$$M_n = \frac{0,7ES_{xc}}{\left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2} \quad (\text{F9-7})$$

donde

S_x = es el módulo elástico de la sección referido al ala en compresión, cm^3 (mm^3)

λ =

λ_{pf} = λ_p es la esbeltez límite para ala compacta, Tabla B4.1b

λ_{rf} = λ_r es la esbeltez límite para ala no compacta, Tabla B4.1b

Nota: Para ángulos dobles con las alas en compresión, M_n basado en pandeo local debe de ser determinado usando las disposiciones de la Sección F10.3 con b/t de el ala y F10-1 como límite superior.

4. Pandeo Local del Alma de Sección T en Compresión por Flexión

$$M_n = F_{cr} S_x \quad (\text{F9-8})$$

donde

S_{xc} es el módulo elástico de la sección referido al ala en compresión, cm^3 (mm^3)

La tensión crítica, se determina a continuación:

$$\begin{aligned} \text{(a) Cuando } \frac{d}{t_w} \leq 0,84 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ F_{cr} = F_y \end{aligned} \quad (\text{F9-9})$$

$$\begin{aligned} \text{(b) Cuando } 0,84 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \leq \frac{d}{t_w} \leq 1,03 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ F_{cr} = \left[2,25 - 1,84 \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right] F_y \end{aligned} \quad (\text{F9-10})$$

$$\begin{aligned} \text{(c) Cuando } \frac{d}{t_w} \geq 1,03 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ F_{cr} = \frac{0,69E}{\left(\frac{d}{t_w} \right)^2} \end{aligned} \quad (\text{F9-11})$$

Nota: Para ángulos dobles con las alas en el alma en compresión, M_n basado en pandeo local debe de ser determinado usando las disposiciones de la Sección F10.3 con b/t del ala del alma y Ecuación F10-1 como límite superior.

F10. ÁNGULOS SIMPLES

Esta sección aplica para ángulos simples con o sin restricción lateral continua a lo largo de su longitud.

Los ángulos simples con restricción lateral-torsional continua a lo largo de su longitud podrán ser diseñados basadas en flexión en torno de sus ejes geométricos (x, y). Ángulos simples sin restricción lateral-torsional continua a lo largo de su longitud deben ser diseñados usando las disposiciones para flexión en torno a sus ejes principales excepto cuando se permita aplicar las disposiciones para flexión en torno a sus ejes geométricos.

Si el momento resultante tiene componentes sobre ambos ejes principales, con o sin carga axial, o el momento es en uno de los ejes principales y además hay carga axial, la razón de tensiones combinadas debe de ser determinada empleando las disposiciones de la Sección H2.

Nota: Para el diseño respecto de los ejes geométricos, se deberá usar las propiedades de la sección calculadas en torno al eje x e y del ángulo, paralelo y perpendicular a las alas. Para el diseño respecto de los ejes principales, se deberá usar las propiedades de la sección calculadas en torno a los ejes principales mayor y menor del ángulo.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico), pandeo lateral-torsional y pandeo local del ala.

Nota: Para flexión en el eje menor, solo se aplican los estados límite de fluencia y pandeo local de ala.

1. Fluencia

$$M_n = 1,5 M_y \quad (\text{F10-1})$$

donde

M_y = momento de primera fluencia en torno al eje de flexión, ton-m (N-mm)

2. Pandeo Lateral-Torsional

Para ángulos simples sin restricción continua al pandeo lateral-torsional a lo largo de su longitud.

(a) Cuando

$$M_n = \left(0,92 - \frac{0,17 M_e}{M_y} \right) M_y \quad (\text{F10-2})$$

(b) Cuando

$$M_n = \left(1,92 - 1,17 \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \right) M_y \leq 1,5 M_y \quad (\text{F10-3})$$

donde:

M_e , el momento de pandeo elástico lateral-torsional, es determinado de acuerdo con lo siguiente:

(i) Para flexión en torno del eje principal mayor de un ángulo de alas iguales:

$$M_e = \frac{0,46Eb^2t^2C_b}{L_b} \tag{F10-4}$$

(ii) Para flexión en torno del eje principal mayor de un ángulo de alas desiguales:

$$M_e = \frac{4,9EI_zC_b}{L_b^2} \left(\sqrt{\beta_w^2 + 0,052 \left(\frac{L_b t}{r_z} \right)^2} + \beta_w \right) \tag{F10-5}$$

donde

C_b es calculado usando la Ecuación F1-1 con un valor máximo de 1,5.

L_b = longitud no arriostrada lateralmente del miembro, cm (mm)

I_z = momento de inercia del eje principal menor, cm^4 (mm^4)

r_z = radio de giro del eje principal menor, cm (mm)

t = espesor de ala del ángulo, cm (mm)

β_w propiedad de la sección para ángulos de alas desiguales; positivo para alas cortas en compresión y negativo para alas largas en compresión. Cuando el ala larga esta en compresión en cualquier parte a lo largo de la longitud no arriostrada del miembro, deberá usarse el valor negativo de β_w

Nota: La ecuación para β_w y los valores para tamaños de ángulos comunes se presentan listados en el Comentario.

(iii) Para flexión en torno uno de los ejes geométricos de un ángulo de alas iguales sin compresión axial:

(a) sin arriostramiento lateral-torsional

(i) Con máxima compresión en el borde extremo

$$M_e = \frac{0,66Eb^4tC_b}{L_b^2} \left(\sqrt{1 + 0,78 \left(\frac{L_b t}{b^2} \right)^2} - 1 \right) \tag{F10-6a}$$

(ii) Con máxima tracción en el borde extremo

$$M_e = \frac{0,66Eb^4tC_b}{L_b^2} \left(\sqrt{1 + 0,78 \left(\frac{L_b t}{b^2} \right)^2} + 1 \right) \tag{F10-6b}$$

M_y debe tomarse como 0,80 veces el momento de primera fluencia calculado usando el módulo de sección elástico en torno al eje geométrico.

Nota: M_n puede tomarse como M_y para ángulos simples cuyo borde inferior del ala vertical está comprimido, y la razón de luz/alto sea menor o igual que

$$\frac{1,64E}{F_y} \sqrt{\left(\frac{t}{b}\right)^2 - 1,4 \frac{F_y}{E}}.$$

- (b) Para flexión en torno uno de los ejes geométricos de un ángulo de alas iguales con arriostramiento lateral-torsional solamente en el punto de máximo momento:

M_e debe tomarse como 1,25 veces el valor de M_e calculado usando la Ecuación F10-6a o F10-6b.

M_y debe tomarse como el momento de primera fluencia calculado usando el módulo elástico geométrico.

3. Pandeo Local de Ala

El estado límite de pandeo local del ala aplica cuando el borde extremo del ala está en compresión.

- (a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del ala.
 (b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = F_y S_c \left(2,43 - 1,72 \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right) \quad (\text{F10-7})$$

- (c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = F_{cr} S_c \quad (\text{F10-8})$$

donde:

$$F_{cr} = \frac{0,71E}{\left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad (\text{F10-9})$$

b = longitud completa del ala en compresión, cm (mm)

S_c = módulo elástico de la sección referido al borde exterior en compresión relativo al eje de flexión, cm³ (mm³). Para flexión en torno a uno de los ejes geométricos de un ángulo de alas iguales sin arriostramiento lateral-torsional, S_c debe ser 0,80 veces el módulo de sección en torno al eje geométrico.

F11. BARRAS RECTANGULARES Y CIRCULARES

Esta sección aplica a barras rectangulares y circulares flectadas en torno de cualquiera de sus ejes geométricos.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento plástico), pandeo lateral-torsional.

1. Fluencia

Para barras rectangulares con $\frac{L_b d}{t^2} \leq \frac{0,08E}{F_y}$ flectadas en torno a su eje mayor, barras rectangulares flectadas en torno a su eje menor y barras circulares:

$$M_n = M_p = F_y Z \leq 1,6 M_y \quad (\text{F11-1})$$

2. Pandeo Lateral Torsional

(a) Para barras rectangulares con $\frac{1,08E}{F_y} \leq \frac{L_b d}{t^2} \leq \frac{1,9E}{F_y}$ flectadas en torno a su eje mayor:

$$M_n = C_b \left[1,52 - 0,274 \left(\frac{L_b d}{t^2} \right) \frac{F_y}{E} \right] M_y \leq M_p \quad (\text{F11-2})$$

(b) Para barras rectangulares con $\frac{L_b d}{t^2} \leq \frac{0,9E}{F_y}$ flectadas en torno a su eje mayor:

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \quad (\text{F11-3})$$

donde

$$F_{cr} = \frac{1,9EC_b}{\frac{L_b d}{t^2}} \quad (\text{F11-4})$$

L_p = longitud entre puntos que están o arriostrados contra desplazamiento lateral en la región de compresión, o entre puntos arriostrados para prevenir el giro de la sección, cm (mm)

d = altura de barra rectangular, cm (mm)

t = ancho de barra rectangular paralelo al eje de flexión, cm (mm)

(c) Para barras circulares y barras rectangulares flectadas en su eje menor, no necesita ser considerado el estado límite de pandeo lateral-torsional.

F12. SECCIONES ASIMÉTRICAS

Esta sección aplica a todos los perfiles asimétricos, excepto ángulos simples.

La resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia (momento de primera fluencia), pandeo lateral-torsional, y pandeo local donde

$$F_n = F_{cr} \leq F_p \quad (\text{F12-1})$$

donde

S = el menor módulo elástico de sección referido al eje de flexión, cm^3 (mm^3)

1. Fluencia

$$F_n = F_y \quad (\text{F12-2})$$

2. Pandeo Lateral-Torsional

$$F_n = F_{cr} \leq F_p \quad (\text{F12-3})$$

donde

F_{cr} = tensión de pandeo lateral torsional de la sección, determinada mediante análisis, kgf/cm^2 (MPa)

Nota: En el caso de miembros de sección Z, se recomienda que F_{cr} se tome como 0,5 F_{cr} de un canal con las mismas propiedades de ala y alma.

3. Pandeo Local

$$F_n = F_{cr} \leq F_y \quad (\text{F12-4})$$

donde

F_{cr} = tensión de pandeo local para la sección determinada mediante análisis, kgf/cm^2 (MPa)

F13. PROPORCIONES DE VIGAS

1. Reducciones en la Resistencia de Miembros con Perforaciones en las Alas Traccionadas.

Esta sección aplica a perfiles laminados o armados y vigas con placas de cubierta con perforaciones, dimensionadas con base en la resistencia a flexión de la sección bruta.

Además de los estados límites especificados en otras secciones de este capítulo, la resistencia de flexión nominal, M_n , debe quedar restringido por el estado límite de rotura del ala en tracción.

- (a) Cuando $F_u A_{fn} \geq Y_t F_y A_{fg}$, no aplica el estado límite de rotura en tracción.
- (b) Cuando $F_u A_{fn} < Y_t F_y A_{fg}$, la resistencia de flexión nominal, M_n , en la ubicación de las perforaciones en el ala traccionada, no debe tomarse mayor que

$$M_n = \frac{F_u A_{fn}}{A_{fg}} S_x \quad (\text{F13-1})$$

donde

A_{fg} = área bruta del ala traccionada, calculada de acuerdo con las disposiciones de la Sección D3.1, cm^2 (mm^2)

A_{fn} = área neta del ala traccionada, calculada de acuerdo con las disposiciones de la Sección D3.2, cm^2 (mm^2)

$Y_t = 1,0$ para $F_y/F_u \leq 0,8$
 1,1 en otros casos

2. Valores límites de las dimensiones de Miembros con Sección H

Miembros de sección H con simetría simple deben satisfacer el siguiente límite:

$$0,1 \leq \frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0,9 \quad (\text{F13-2})$$

Miembros de sección H con almas esbeltas también deben satisfacer los siguientes límites:

(a) Cuando $\frac{a}{h} \leq 1,5$

$$\left(\frac{h}{t_w}\right)_{\max} = 12,0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{F13-3})$$

(b) Cuando $\frac{a}{h} > 1,5$

$$\left(\frac{h}{t_w}\right)_{\max} = \frac{0,40E}{F_y} \quad (\text{F13-4})$$

donde

a = distancia libre entre atiesadores transversales, cm (mm)

En vigas altas sin atiesadores, h/t_w no debe exceder de 260. La razón entre el área del alma y del ala en compresión no debe exceder de 10.

3. Planchas de Cubierta

Las alas de las vigas soldadas pueden variar en espesor o ancho al traslaparle una serie de planchas o usando planchas de cubierta.

En vigas reforzadas con planchas de cubierta conectadas con pernos, el área total de las planchas agregadas no debe exceder de 70% del área total del ala.

Los pernos de alta resistencia o la soldadura que conecta el ala al alma, o planchas de cubierta al ala, deben ser dimensionados para resistir un corte horizontal total resultante de las fuerzas de flexión en la viga. La distribución longitudinal de estos pernos o soldaduras intermitentes debe ser en proporción a la intensidad del corte.

Sin embargo, el espaciamiento longitudinal no debe exceder del máximo especificado para miembros en compresión o tracción en Secciones E6 o D4, respectivamente. Los

pernos o soldadura que conectan el ala al alma deben también ser dimensionados para transmitir al alma cualquier carga aplicada directamente sobre el ala, a no ser que se disponga una forma de transmitir tales cargas mediante apoyo directo.

Las planchas de cubierta de longitud parcial deben extenderse más allá del punto teórico de corte y la extensión debe quedar conectada a la viga por pernos de alta resistencia mediante una conexión de deslizamiento crítico o por soldadura de filete. Esta unión debe ser adecuada, en la resistencia aplicable dada por Secciones J2.2, J3.8 o B3.9 para desarrollar el aporte de resistencia a flexión de la plancha de cubierta en la viga en el punto teórico de corte.

Para planchas de cubierta soldadas, las soldaduras que conectan el borde de la plancha de cubierta a la viga deben ser continuas a lo largo de ambos bordes de la placa de cubierta en la longitud a' , definida abajo, y debe ser adecuada para desarrollar el aporte de resistencia a flexión de la placa a la resistencia en flexión de la viga a una distancia a' desde el extremo de la placa de cubierta.

- (a) Cuando hay una soldadura continua igual o mayor que tres cuartos del espesor de placa a través del extremo de la placa

$$a' = w \quad (F13-5)$$

donde

w = ancho de la placa de cubierta, cm (mm)

- (b) Cuando hay una soldadura continua menor que tres cuartos del espesor de la plancha a través del extremo de la plancha

$$a' = 1,5 w \quad (F13-6)$$

- (c) Cuando no hay soldadura a través del extremo de la plancha

$$a' = 2w \quad (F13-7)$$

4. Vigas Armadas

Cuando dos o más vigas o canales son usados lado a lado para formar un miembro en flexión, ellas deben ser conectadas de acuerdo con la Sección E6.2. Cuando hay cargas concentradas que son llevadas de una viga a la otra o distribuidas entre las vigas, deberá soldarse o apernarse diafragmas con suficiente rigidez para distribuir la carga entre las vigas.

5. Longitud no arriostrada para Redistribución de Momentos

Para la redistribución de momentos en vigas De acuerdo con Sección B3.7, la longitud no arriostrada lateralmente L_b , del ala en compresión adjunta a la ubicación en el extremo del momento redistribuido no debe de exceder L_m , que se determina de la siguiente manera:

- (a) Para vigas secciones H de doble simetría y de simetría simple con el ala en compresión igual o mayor que el ala en tensión cargada en el plano del alma:

$$L_m = \left[0,12 + 0,076 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (\text{F13-8})$$

- (b) Para barras solidas rectangulares y vigas de cajón simétricas flectadas sobre su eje mayor

$$L_m = \left[0,17 + 0,10 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \geq 0,10 \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (\text{F13-9})$$

donde

F_y = tensión de fluencia mínima especificada en el ala de compresión, kgf (MPa)

M_1 = menor momento en el extremo de la longitud no arriostrada, t-m (N-mm)

M_2 = mayor momento en el extremo de la longitud no arriostrada, t-m. (N-mm)

r_y = radio de giro en torno al eje menor, cm (mm)

(M_1/M_2) es positivo cuando los momentos producen *doble curvatura* y negativo para *curvatura simple*.

No hay límite en L_b para miembros con secciones transversales cuadradas o circulares o para cualquier eje flectado sobre el menor de menor inercia.