

**ESPECIFICACIÓN
PARA EL DISEÑO DE
MIEMBROS
ESTRUCTURALES DE
ACERO CONFORMADO
EN FRÍO**

EDICIÓN 1996

**Manual para el Diseño de Acero Conformado en Frío -
Parte V**



**American Iron and Steel Institute
1101 17th Street, NW
Washington, DC 20036-4700**

El material contenido en la presente ha sido desarrollado por el Comité del *American Iron and Steel Institute* sobre Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío. El Comité se ha esforzado para presentar información precisa, confiable y útil relacionada con el diseño de acero conformado en frío. El comité reconoce y agradece las contribuciones de los incontables investigadores, ingenieros y otros profesionales que contribuyeron al cuerpo de conocimientos sobre la materia. En el *Comentario* sobre la *Especificación* se incluyen referencias específicas.

Con los adelantos que se esperan en la comprensión del comportamiento del acero conformado en frío y el continuo desarrollo de nuevas tecnologías, es posible que este material eventualmente quede desactualizado. Se anticipa que AISI publicará actualizaciones de este material tan pronto como haya nueva información disponible, pero esto no lo podemos garantizar.

Los materiales presentados en la presente son exclusivamente a título informativo. No deben reemplazar los consejos de un profesional competente. La aplicación de esta información a un proyecto específicos debe ser revisada por un ingeniero matriculado. De hecho, en la mayoría de las jurisdicciones esta revisión es exigida por ley. Cualquier persona que haga uso de la información contenida en la presente lo hace bajo su propio riesgo y asume cualquier responsabilidad o responsabilidades que surjan de dicho uso.

Ira Impresión - Junio de 1997

Copyright American Iron and Steel Institute 1997

PREFACIO

Esta Edición de la *Especificación AISI para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío* presenta un tratamiento integrado de dos métodos de diseño, el Diseño por Tensiones Admisibles (ASD) y el Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD). Como se discute en la Sección titulada Alcance, ambos métodos son igualmente aceptables. De este modo esta edición de la *Especificación* combina y reemplaza las versiones anteriores que trataban a los dos métodos de diseño de forma independiente. Desde la primera *Especificación* adoptada en 1946, ésta ha evolucionado a través de numerosas ediciones. Por lo tanto, la *Especificación* de 1996 representa cincuenta años de progreso en la aplicación estructural formal del acero conformado en frío.

La *Especificación* presenta procedimientos bien definidos para el cálculo de miembros portantes de acero conformado en frío utilizados para la construcción de edificios, así como para otras aplicaciones siempre que se tomen en cuenta adecuadamente los efectos dinámicos. Los requisitos reflejan los resultados de las continuas investigaciones para desarrollar información nueva y mejorada sobre el comportamiento estructural de los miembros de acero conformado en frío. La amplia aceptación de la *Especificación* es evidencia del éxito de estos esfuerzos.

El Comité AISI sobre Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío ha desarrollado y revisado los requisitos. Este Comité es un grupo de consenso con un equilibrio entre sus miembros, los cuales incluyen representantes de los productores, fabricantes, usuarios, docentes, investigadores y códigos de construcción. Está compuesto por ingenieros con una amplia gama de experiencias y con un alto nivel de reconocimiento profesional, tanto de todos los rincones de los Estados Unidos de América como de otros países. AISI agradece la dedicación de los miembros del Comité y sus Subcomités. A continuación de este Prefacio se listan los miembros actuales.

Los cambios introducidos en esta edición de la *Especificación* incluyen:

- Ancho efectivo (B4.2):
 - Nueva ecuación para determinar k
- Miembros flexados, resistencia al pandeo lateral (C3.1.2):
 - Las ecuaciones para calcular el momento crítico que anteriormente sólo se aplicaban para perfiles doble T y Z flexados respecto al eje x ahora se aplican a secciones con simetría simple, doble y puntual
 - Nueva ecuación para C_b
- Vigas con un ala sujeta a un sistema de cubierta con juntas de plegado saliente (C3.1.4):
 - Nuevo método para determinar la capacidad flexional de un sistema de cubierta con juntas de plegado saliente
- Miembros flexionados, resistencia a la abolladura del alma (C3.4):
 - Aumento del 30 por ciento en la capacidad para reacción en los extremos de un perfil Z abulonado al apoyo de extremo y que satisface otros criterios
- Miembros flexionados, combinación de flexión y abolladura del alma (C3.5):
 - Agregado de requisitos específicos para perfiles Z anidados sobre un apoyo
- Miembros comprimidos cargados de forma concéntrica (C4):
 - Nuevas ecuaciones para las columnas, que también se aplican para los miembros cilíndricos (C6.2)
 - Eliminación de la ecuación adicional para perfiles C y Z y secciones de un solo ángulo con alas no rigidizadas

- Combinación de carga axial y flexión (C5):
 - Nuevos requisitos para la combinación de tracción axial y flexión
- Arriostramiento lateral, vigas de perfiles C y Z, ninguna de las alas conectadas al revestimiento (D3.2.2):
 - Eliminación del requisito para arriostramiento en los puntos correspondientes a los cuartos y al centro de la longitud cargada
- Montantes y conjuntos de montantes que integran un tabique (D4):
 - Nuevos requisitos para calcular el área efectiva de los montantes con perforaciones no circulares en el alma
 - Tabla revisada para determinar la rigidez al corte del revestimiento
- Construcción de diafragmas (D5)
 - Nueva tabla de factores de seguridad (ASD) y factores de resistencia (LRFD) para diafragmas
- Puntos de soldadura por arco traccionadas (E2.2):
 - Nuevos requisitos para los puntos de soldadura por arco
- Uniones atornilladas (E4):
 - Nueva sección sobre uniones atornilladas, incluyendo corte y tracción

Se agradece el esfuerzo del personal de Computerized Structural Design, S.C., Milwaukee, Wisconsin, quienes coordinaron y procesaron los cambios introducidos en los requisitos.

El desarrollo y la publicación de la *Especificación* es auspiciado por el Comité AISI sobre el Mercado de la Construcción.

Desde ya agradecemos a los usuarios que nos envíen sus sugerencias y comentarios a fin de poder mejorar.

American Iron and Steel Institute
Junio, 1997

Comité AISI sobre Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío y sus Subcomités

R.L. Brockenbrough, <i>Presidente</i>	J.W. Larson, <i>Vicepresidente</i>	D.F. Boring, <i>Secretario</i>	R.E. Albrecht
S.J. Bianculli	R. Bjorhovde	R.E. Brown	C.R. Clauer
J.K. Crews	D.A. Cuoco	E.R. diGirolamo	D.S. Ellifritt
S.J. Errera	E.R. Estes, Jr.	J.M. Fisher	S.R. Fox
T.V. Galambos	M. Golovin	W.B. Hall	G.J. Hancock
A.J. Harrold	R.B. Haws	N. Iwankiw	D.L. Johnson
T.J. Jones	R.A. LaBoube	R.R. McCluer	W.R. Midgley
J.A. Moses	T.M. Murray	G.G. Nichols	J.N. Nunnery
T.B. Pekoz	C.W. Pinkham	G.S. Ralph	R.M. Schuster
P.A. Seaburg	W.L. Shoemaker	M.A. Thimons	W.W. Yu

Subcomité 3 - Uniones

M. Golovin, <i>Presidente</i>	A.J. Harrold, <i>Co-Presidente</i>	R.E. Albrecht	R. Bjorhovde
E.R. diGirolamo	D.S. Ellifritt	E.R. Estes, Jr.	W.B. Hall
M.A. Huizinga	D.L. Jonson	W.E. Kile	R.A. LaBoube
L.D. Luttrell	J.N. Nunnery	T.B. Pekoz	C.W. Pinkham
V.E. Sagan	W.L. Shoemaker	T. Sputo	S. Walker
W.W. Yu			

Subcomité 4 - Estudio de Montantes; Elementos Perforados

E.R. Estes, <i>Presidente</i>	C.R. Clauer	E.R. diGirolamo	W.T. Guiher
L. Hernandez	M.C. Kerner	J.M. Klaiman	R.A. LaBoube
R.L. Madsen	J.P. Matsen	W.R. Midgley	T.H. Miller
T.B. Pekoz	C.W. Pinkham	G.S. Ralph	V.E. Sagan
R.J. Schrader	R.M. Schuster	T.W. Trestain	S. Walker
R. Zadeh			

Subcomité 6 - Procedimientos de Ensayo

S.R. Fox, <i>Presidente</i>	R.E. Brown	D.S. Ellifritt	S.J. Errera
E.R. Estes, Jr.	M. Golovin	W.B. Hall	M.A. Huizinga
D.L. Jonson	W.E. Kile	R.A. LaBoube	L.D. Luttrell
W.R. Midgley	T.M. Murray	T.B. Pekoz	C.W. Pinkham
R.M. Schuster	T.S. Tarpy	W.W. Yu	

Subcomité 7 - Editorial

C.W. Pinkham, <i>Presidente</i>	C.R. Clauer	D.A. Cuoco	J.M. Fisher
T.B. Pekoz	P.A. Seaburg		

Subcomité 10 - Comportamiento de los Elementos

D.L. Johnson, <i>Presidente</i>	R.E. Albrecht	M. Golovin	G.J. Hancock
A.J. Harrold	R.E. Kile	M.R. Loseke	W.R. Midgley
T.H. Miller	T.M. Murray	J.N. Nunnery	T.B. Pekoz
C.W. Pinkham	W.L. Shoemaker	T.W. Trestain	

Subcomité 21 - Planeamiento Estratégico e Investigación

J.W. Larson, <i>Presidente</i>	S.J. Bianculli	R.L. Brockenbrough	J.K. Crews
E.R. Estes, Jr.	J.M. Fisher	S.R. Fox	M. Golovin
D.L. Johnson	A. LaBoube	J. Mattingly	J.N. Nunnery
R.M. Schuster	P.. Seaburg	W.L. Shoemaker	M.A. Thimons

Subcomité 22 - Miembros Comprimidos

J.K. Crews, <i>Presidente</i>	R. Bjorhovde	D.S. Ellifritt	S.J. Errera
M. Golovin	G.J. Hancock	A.J. Harrold	N. Iwankiw
D.L. Johnson	M.C. Kerner	M.R. Loseke	T.H. Miller
J.N. Nunnery	T.B. Pekoz	R.M. Schuster	D.R. Sherman
T. Sputo	W. Trestain	W.W. Yu	

Subcomité 24 - Miembros Flexados

J.N. Nunnery, <i>Presidente</i>	R.E. Albrecht	R.E. Brown	C.R. Clauer
D.S. Ellifritt	S.J. Errera	J.M. Fisher	T.V. Galambos
M. Golovin	G.J. Hancock	A.J. Harrold	D.L. Johnson
W.E. Kile	R.. LaBoube	M.R. Loseke	R.L. Madsen
T.H. Miller	T.M. Murray	T.B. Pekoz	R.M. Schuster
P.A. Seaburg	W.L. Shoemaker	T. Sputo	T.W. Trestain
W.W. Yu			

Subcomité 26 - Manual de Diseño

P.A. Seaburg, <i>Presidente</i>	R.E. Brown	C.R. Clauer	J.K. Crews
D.A. Cuoco	E.R. diGirolamo	E.R. Estes, Jr.	J.M. Fisher
R.S. Glauz	M. Golovin	R.B. Haws	R.E. Hodges, Jr.
M.W. Johanningsmeier	D.L. Johnson	R.A. LaBoube	J.W. Larson
M.R. Loseke	W.R. Midgley	T.M. Murray	J.N. Nunnery
R.M. Schuster	W.W. Yu		

Subcomité 30 - Educación

R.A. LaBoube, <i>Presidente</i>	R. Bjorhovde	C.R. Clauer	J.K. Crews
E.R. diGirolamo	S.J. Errera	S.R. Fox	G.J. Hancock
L. Hernandez	A.L. Johnson	M.C. Kerner	J.M. Klaiman
J.W. Larson	J. Mattingly	C.W. Pinkham	G.S. Ralph
R.M. Schuster	W.W. Yu		

Subcomité 31 - Requisitos Generales

J.M. Fisher, <i>Presidente</i>	R. Bjorhovde	J.K. Crews	D.A. Cuoco
E.R. Estes, Jr.	W.B. Hall	D.L. Johnson	M.C. Kerner
J.W. Larson	R.L. Madsen	W.R. Midgley	J.A. Moses
C.W. Pinkham	G.S. Ralph	R.M. Schuster	W.W. Yu
R. Zadeh			

Subcomité 90 - Comité Ejecutivo

R.L. Brockenbrough, <i>Presidente</i>	S.J. Errera	J.M. Fisher	D.L. Johnson
J.W. Larson			

PERSONAL

R.E. Albrecht	Robertson UDI
S.J. Bianculli	US Steel Group. USX Corporation
R. BJORHOVDE	University of Pittsburgh
D.F. Boring	American Iron and Steel Institute
R.L. Brockenbrough	R.L. Brockenbrough and Associates. Inc.
R.E. Brown	Wheeling Corrugating Company
C.R. Clauer	Clauer Associates
J.K. Crews	Unarco Material Handling
D.A. Cuoco	LZA Technology
E.R. diGirolamo	The Steel Network
D.S. Ellifritt	University of Florida
S.J. Errera	Consultant
E.R. Estes. Jr.	National Association of Arch. Metal Mfrs.
J.M. Fisher	Computerized Structural Design. Inc.
S.R. Fox	Canadian Sheet Steel Building Institute
T.V. Galambos	University of Minnesota
R.S. Glauz	The Marley Cooling Tower Company
M. Golovin	Ceco Building Systems
W.T. Guiher	William Guiher. P.E.
W.B. Hall	University of Illinois
G.J. Hancock	The University of Sydney
A.J. Harrold	Butler Manufacturing Company
R.B. Haws	American Building Company
L. Hernandez	Western Metal Lath
R.E. Hodges. Jr.	Varco-Pruden Buildings
M.A. Huizinga	FABRAL
N. Iwankiw	American Institute of Steel Construction
M.W. Johanningsmeier	Vulcraft
A.L. Johnson	Niobrara Engineering & Research Company
D.L. Johnson	Consultant
T.J. Jones	Thomas J. Jones. PE
M.C. Kerner	Marino Ware Industries
W.E. Kile	Structuneering Inc.
J.M. Klaiman	Dale Industries. Inc.
R.A. LaBoube	University of Missouri-Rolla
J.W. Larson	Bethlehem Steel Corporation
M.R. Loseke	Loseke Technologies. Inc.
L.D. Luttrell	West Virginia University
R.L. Madsen	Devco Engineering Inc.
J.P. Matsen	Matsen Ford Design Associates. Inc.
J. Mattingly	Nicholas J. Bouras
R.R. McCluer	Building Officials & Code Administrators. International
W.R. Midgley	Midgley. Clauer and Associates
T.H. Miller	Oregon State University
J.A. Moses	Unistrut Corporation
T.M. Murray	Virginia Polytechnic Institute
G.G. Nichols	SBCCI – Public Safety Testing and Evaluation Services. Inc.
J.N. Nunnery	Varco-Pruden Buildings

T. B. Pekoz	Cornell University
C.W. Pinkham	S. B. Barnes Associates
G.S. Ralph	Dietrich Industries. Inc.
V.E. Sagan	Simpson Gumpertz & Heger
R.J. Schrader	Metal Design Services
R.M. Schuster	University of Waterloo
P.A. Seaburg	University of Nebraska
D.R. Sherman	University of Wisconsin – Milwaukee
W.L. Shoemaker	Metal Building Manufacturers' Association
T. Sputo	Sputo Engineering
T.S. Tarpy	S.D. Lindsay and Associates
M.A. Thimons	National Steel Corporation
T.W. Trestain	T.W.J. Trestain Structural Engineering
S. Walker	Steve Walker. P.E.
W.W. Yu	University of Missouri-Rolla
R. Zadeh	Unimast Incorporated

TABLA DE CONTENIDOS

ESPECIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO CONFORMADO EN FRÍO EDICIÓN 1996

PREFACIO	3
SÍMBOLOS Y DEFINICIONES	13
A. REQUISITOS GENERALES	26
A1 Límites de aplicación y terminología	26
A1.1 Alcance y límites de aplicación.....	26
A1.2 Terminología	26
A1.3 Unidades de los símbolos y términos	28
A2 Geometrías y formas constructivas no abarcadas por la <i>Especificación</i>	28
A3 Material	28
A3.1 Aceros aplicables	28
A3.2 Otros aceros.....	29
A3.3 Ductilidad.....	29
A3.4 Espesor mínimo entregado	30
A4 Cargas.....	30
A4.1 Cargas nominales	30
A4.2 Estancamiento	31
A5 Diseño por tensiones admisibles	31
A5.1 Fundamentos del diseño.....	31
A5.1.1 Requisitos de resistencia para ASD	31
A5.1.2 Combinaciones de cargas.....	32
A5.1.3 Cargas de viento o cargas sísmicas	32
A5.1.4 Otras cargas.....	32
A6 Diseño por factores de carga y resistencia.....	32
A6.1 Fundamentos del diseño.....	32
A6.1.1 Requisitos de resistencia para LRFD.....	32
A6.1.2 Factores de carga y combinaciones de cargas.....	33
A6.1.3 Otras cargas.....	33
A7 Límite de fluencia e incremento de la resistencia debido a la conformación en frío	34
A7.1 Límite de fluencia	34
A7.2 Incremento de la resistencia debido a la conformación en frío	34
A8 Serviciabilidad	35
A9 Documentos de referencia.....	35
B. ELEMENTOS	38
B1 Limitaciones y consideraciones sobre las dimensiones	38
B1.1 Consideraciones sobre la relación entre el ancho plano de las alas y su espesor.....	38
B1.2 Máxima relación entre la profundidad del alma y su espesor	39
B2 Anchos efectivos de los elementos rigidizados.....	40
B2.1 Elementos rigidizados uniformemente comprimidos	40
B2.2 Elementos rigidizados uniformemente comprimidos con perforaciones circulares ...	42
B2.3 Almas y elementos rigidizados con gradiente de tensiones.....	42
B3 Anchos efectivos de los elementos no rigidizados.....	44

B3.1 Elementos no rigidizados uniformemente comprimidos	44
B3.2 Elementos no rigidizados y rigidizadores de borde con gradiente de tensiones.....	44
B4 Anchos efectivos de los elementos con un rigidizador intermedio	
o un rigidizador de borde	44
B4.1 Elementos uniformemente comprimidos con rigidizador intermedio.....	45
B4.2 Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde.....	46
B5 Anchos efectivos de elementos rigidizados en sus bordes con rigidizadores	
intermedios o elementos rigidizados con más de un rigidizador intermedio	46
B6 Rigidizadores.....	48
B6.1 Rigidizadores transversales.....	48
B6.2 Rigidizadores de corte.....	49
B6.3 Rigidizadores que no satisfacen los requisitos.....	50
C. MIEMBROS	51
C1 Propiedades de las secciones.....	51
C2 Miembros traccionados	51
C3 Miembros flexionados.....	51
C3.1 Resistencia para la flexión exclusivamente.....	51
C3.1.1 Resistencia nominal de la sección.....	51
C3.1.2 Resistencia al pandeo lateral	53
C3.1.3 Vigas con un ala unida al tablero o revestimiento mediante	
sujetadores pasantes	55
C3.1.4 Vigas con un ala sujeta a un sistema de cubierta con	
juntas de plegado saliente	56
C3.2 Resistencia para corte exclusivamente	57
C3.3 Resistencia para flexión y corte.....	58
C3.3.1 Método ASD	58
C3.3.2 Método LRFD	58
C3.4 Resistencia a la abolladura del alma.....	59
C3.5 Resistencia a la combinación de flexión y abolladura del alma	62
C3.5.1 Método ASD	62
C3.5.2 Método LRFD	63
C4 Miembros comprimidos con carga concéntrica	65
C4.1 Secciones no sometidas a pandeo torsional ni a pandeo flexional	65
C4.2 Secciones con simetría doble o simetría simple sometidas	
a pandeo torsional o a pandeo flexional torsional	66
C4.3 Secciones no simétricas	66
C4.4 Miembros comprimidos que tienen un ala unida al tablero	
o revestimiento mediante sujetadores pasantes	66
C5 Combinación de carga axial y flexión.....	68
C5.1 Combinación de tracción axial y flexión	68
C5.1.1 Método ASD.....	68
C5.1.2 Método LRFD	69
C5.2 Combinación de compresión axial y flexión	69
C5.2.1 Método ASD.....	69
C5.2.2 Método LRFD	71
C6 Miembros cilíndricos tubulares.....	72
C6.1 Flexión	72
C6.2 Compresión	73
C6.3 Combinación de flexión y compresión	73
D. CONJUNTOS ESTRUCTURALES.....	74
D1 Secciones armadas	74

D1.1 Secciones compuestas por dos perfiles C	74
D1.2 Separación de las conexiones en elementos comprimidos	75
D2 Sistemas mixtos.....	75
D3 Arriostramiento lateral.....	76
D3.1 Vigas y columnas simétricas.....	76
D3.2 Perfiles C y Z utilizados como vigas	76
D3.2.1 Anclaje del arriostramiento para cubiertas sometidas a cargas gravitatorias que poseen el ala superior conectada al revestimiento	76
D3.2.2 Ninguna de las alas conectadas al revestimiento	78
D3.3 Vigas tipo cajón sin arriostramiento lateral.....	79
D4 Montantes y conjuntos de montantes que integran un tabique	79
D4.1 Montantes de tabiques comprimidos	80
D4.2 Montantes de tabiques flexados.....	83
D4.3 Montantes de tabiques sometidos a carga axial y flexión.....	83
D5 Construcción de diafragmas de acero para losas, cubiertas o tabiques	83
E. UNIONES Y CONEXIONES	85
E1 Requisitos generales.....	85
E2 Uniones soldadas.....	85
E2.1 Soldaduras de ranura en uniones a tope.....	85
E2.2 Puntos de soldadura por arco.....	86
E2.2.1 Corte	87
E2.2.2 Tracción.....	90
E2.3 Cordones de soldadura por arco	90
E2.4 Soldaduras de filete	92
E2.5 Soldaduras de ranura biselada	93
E2.6 Soldaduras de resistencia.....	95
E3 Uniones abulonadas	96
E3.1 Corte, separación y distancia a los bordes.....	97
E3.2 Tracción en cada una de las partes conectadas.....	98
E3.3 Apoyos.....	99
E3.4 Corte y tracción en los bulones.....	100
E4 Uniones atornilladas.....	103
E4.1 Separación mínima	104
E4.2 Distancias mínimas a los bordes y a los extremos.....	104
E4.3 Corte	104
E4.3.1 Conexiones sometidas a corte	104
E4.3.2 Tornillos sometidos a cortes.....	104
E4.4 Tracción	105
E4.4.1 Arrancamiento	105
E4.4.2 Aplastamiento.....	105
E4.4.3 Tornillos traccionados.....	105
E5 Falla por corte	105
E6 Conexiones a otros materiales	106
E6.1 Apoyos.....	106
E6.2 Tracción	106
E6.3 Corte	106
F. ENSAYOS PARA CASOS ESPECIALES	107
F1 Ensayos para determinar el comportamiento estructural	107
F1.1 Diseño por factores de carga y resistencia.....	107
F1.2 Diseño por tensiones admisibles.....	110
F2 Ensayos para confirmar el comportamiento estructural.....	111

F3	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas.....	111
F3.1	Sección completa.....	111
F3.2	Elementos planos de secciones formadas.....	112
F3.3	Acero virgen.....	112