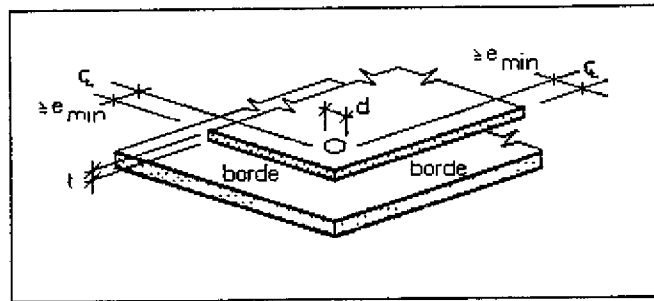


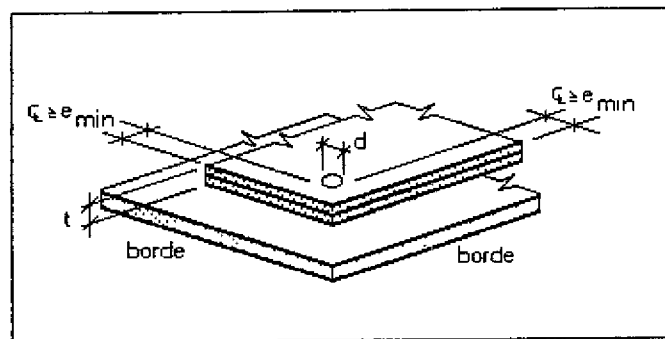
en donde:

- ϕ = coeficiente de resistencia para conexiones soldadas
- = 0.70 cuando $F_u/F_{ey} \geq 1.15$
- = 0.60 cuando $F_u/F_{ey} < 1.15$
- P_u = resistencia requerida transmitida por la soldadura
- t = espesor de la parte conectada más delgada
- F_{ey} = esfuerzo de fluencia tal como se especifica en F.6.1.3.1 o F.6.1.3.2.

Nota: Véanse las figuras F.6-9(A) y F.6-9(B) para las distancias al borde de soldaduras de arco.



(A) - LAMINA SENCILLA



(B) - DOBLE LAMINA

Figura F.6-9

Distancias al borde para soldaduras de punto con arco

Adicionalmente, la distancia desde la línea central de cualquier soldadura al extremo o límite del miembro conectado debe ser como mínimo $1.5d$. En ningún caso la distancia libre entre soldaduras y el extremo del miembro debe ser menor de $1.0d$.

La resistencia de diseño nominal de tensión, ϕP_n , en cada punto soldado con arco entre la lamina y el miembro de apoyo, se determinará así:

$$\phi = 0.65$$

$$P_n = 0.7 t d_a F_u \quad (F.6-190)$$

Se deben considerar las siguientes limitaciones adicionales en el uso de la ecuación F.6-190:

- $e_{min} \geq d$
- $F_{uy} \geq 42.2 \text{ kgf/mm}^2$
- $F_u \leq 42.2 \text{ kgf/mm}^2$
- $t \leq 0.71 \text{ mm}$

Si se puede demostrar con mediciones que un determinado procedimiento de soldadura producirá consistentemente mayores diámetros efectivos, d_e , o promedio, d_a , según el caso, se puede utilizar este diámetro mayor siempre que este procedimiento particular se siga para la ejecución de dichas soldaduras.

F.6.5.2.3 - Cordones de soldadura de arco - Los cordones de soldadura de arco (figura F.6-10), cubiertos por esta especificación se aplican a las siguientes uniones:

- (a) Lámina al miembro de apoyo más grueso en la posición plana.
- (b) Lámina a lámina en posiciones horizontal y plana.

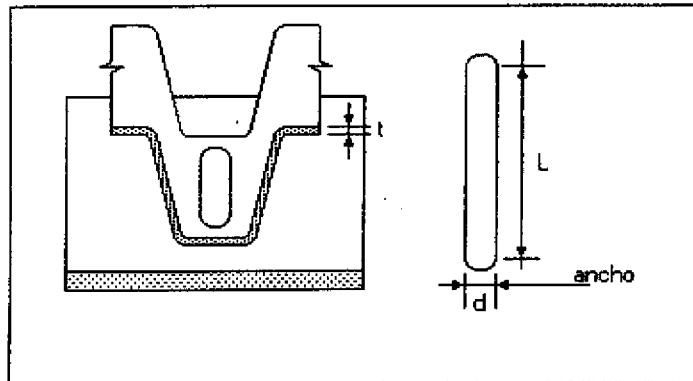


Figura F.6-10
Cordones de soldadura de arco - Lámina a miembro portante en posición plana

La resistencia de diseño a cortante, ϕP_n , de los cordones de soldadura de arco se deben determinar usando el menor de los siguientes valores:

(a) $\phi = 0.60$

$$P_n = \left[\frac{\pi d_c^2}{4} + L d_c \right] 0.75 F_{xx}; \text{ o} \quad (\text{F.6-191})$$

(b) $\phi = 0.60$

$$P_n = 2.5t F_u (0.25L + 0.96d_a) \quad (\text{F.6-192})$$

en donde:

- ϕ = coeficiente de resistencia para conexiones soldadas
- P_n = resistencia nominal a cortante de un cordón de soldadura de arco
- d = ancho del cordón de soldadura de arco
- L = longitud del cordón de soldadura sin incluir los extremos circulares. (Para propósitos de cálculo L no debe ser mayor que $3d$)
- d_a = ancho promedio del cordón de soldadura, donde:
 - $d_a = (d-t)$, para láminas sencillas (F.6-193)
 - $d_a = (d-2t)$, para láminas dobles (F.6-194)
- d_e = ancho efectivo del cordón de soldadura de arco en las superficies fusionadas.
- $d_e = 0.7d - 1.5t$ (F.6-195)
- F_u, F_{xx} = son los definidos en F.6.5.2.2. La mínima distancia al borde debe determinarse de acuerdo con F.6.5.2.2 para puntos de soldadura de arco (Véase la figura F.6-11).

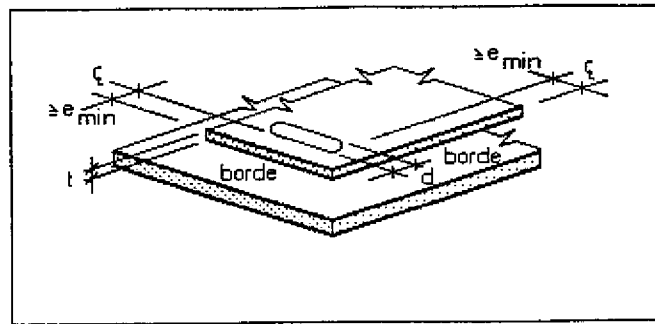


Figura F.6-11
Distancias al borde para cordones de soldadura de arco

F.6.5.2.4 - Soldaduras de filete - Las soldaduras de filete cubiertas por esta especificación se aplican a las siguientes soldaduras de uniones en cualquier posición:

- (a) Lámina a lámina, o
- (b) Lámina a miembro de acero más grueso

La resistencia de diseño a cortante, ϕP_n , de una soldadura de filete se determinará como sigue:

(a) Para carga longitudinal:

Para $\frac{L}{t} < 25$:

$$\phi = 0.60$$

$$P_n = \left[1 - \frac{0.01L}{t} \right] t L F_u \quad (\text{F.6-196})$$

Para $\frac{L}{t} \geq 25$

$$\phi = 0.55$$

$$P_n = 0.75 t L F_u \quad (\text{F.6-197})$$

(b) Para carga transversal:

$$\phi = 0.60$$

$$P_n = t L F_u \quad (\text{F.6-198})$$

en donde:

t = menor valor entre t_1 y t_2 (véase la figura F.6-12)

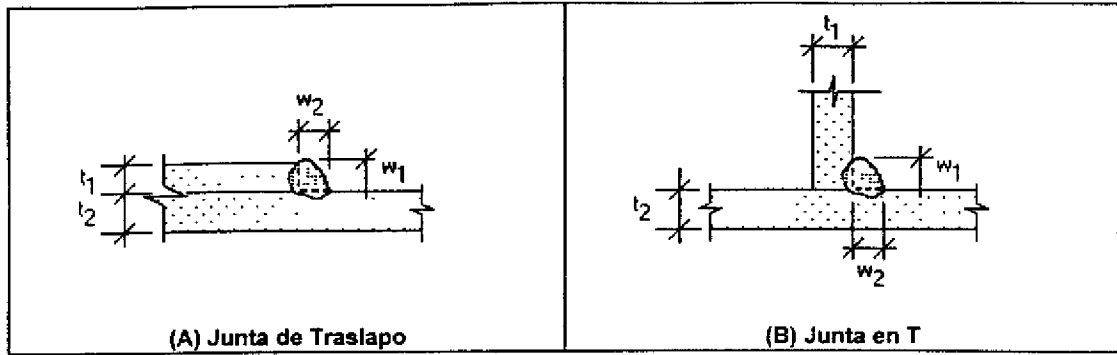


Figura F.6-12
Soldaduras de filete

Adicionalmente, para $t > 3.8$ mm, la resistencia de diseño determinada atrás no debe exceder el siguiente valor de ϕP_n :

$$\begin{aligned} \phi &= 0.60 \\ P_n &= 0.75t_w L F_{xx} \end{aligned} \quad (F.6-199)$$

en donde:

- ϕ = coeficiente de resistencia para conexiones soldadas
- P_n = resistencia nominal de la soldadura de filete
- L = longitud de la soldadura de filete
- t_w = garganta efectiva $= 0.707w_1$ ó $0.707w_2$, la que sea menor. Puede tomarse una garganta efectiva mayor si se demuestra con mediciones que un procedimiento particular de soldadura dará consistentemente valores mayores siempre y cuando se siga el procedimiento particular de soldadura usado en la fabricación de las soldaduras medidas.
- w_1, w_2 = espesor en la base de la soldadura de filete (véase la figura F.6-12).

F_u, F_{xx} son los definidos en F 6 5 2 2.

F.6.5.2.5 - Soldaduras de surco en dobleces - Las soldaduras de surco en dobleces cubiertas por esta especificación se aplican a soldaduras de uniones en cualquier posición de

- (a) Lámina a lámina para soldaduras acanaladas abocinadas en V.
- (b) Lámina a lámina para soldaduras acanaladas abocinadas en bisel.
- (c) Lámina a miembro de acero más grueso para soldaduras acanaladas abocinadas en bisel

La resistencia de diseño a cortante, ϕP_n , de una soldadura acanalada de un doblez debe determinarse así.

(a) Para soldaduras acanaladas abocinadas en bisel, con carga transversal (véase la figura F.6-13):

$$\begin{aligned} \phi &= 0.55 \\ P_n &= 0.833t L F_u \end{aligned} \quad (F.6-200)$$

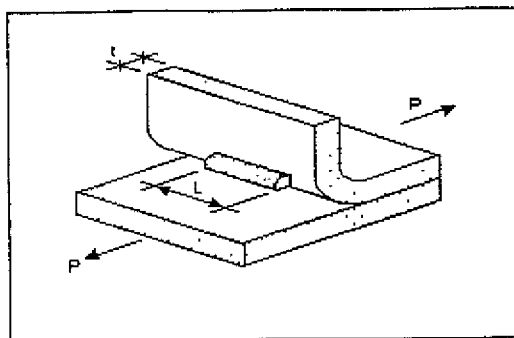


Figura F.6-13
Soldadura acanalada abocinada

(b) Para soldaduras acanaladas abocinadas, con carga longitudinal (véanse las figuras F.6-14(A), F.6-14(B) y F.6-14(C))

(1) Si la garganta efectiva, t_w , es igual o mayor que t pero menor que $2t$, o si el ancho de la pestaña es menor que la longitud de la soldadura, L , entonces:

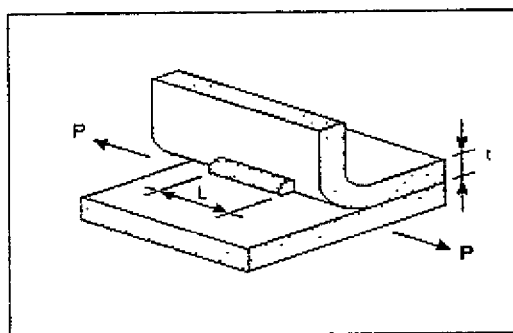
$$\begin{aligned} \phi &= 0.55 \\ P_n &= 0.75t L F_u \end{aligned} \quad (\text{F.6-201})$$

(2) Si t_w es igual o mayor que $2t$ y el ancho de la pestaña es igual o mayor que L , entonces:

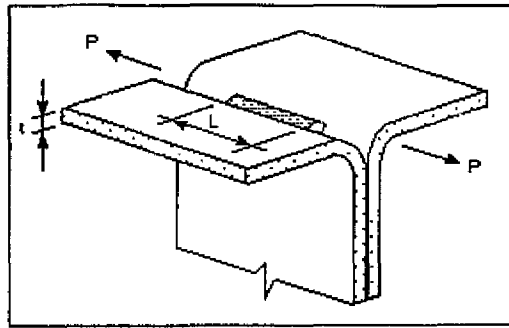
$$\begin{aligned} \phi &= 0.55 \\ P_n &= 1.50t L F_u \end{aligned} \quad (\text{F.6-202})$$

Adicionalmente, si $t > 3.8$ mm, la resistencia de diseño determinada atrás no debe exceder el siguiente valor de ϕP_n

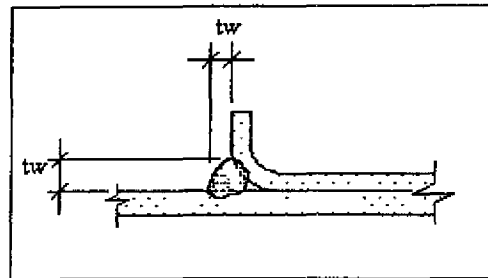
$$\begin{aligned} \phi &= 0.60 \\ P_n &= 0.75t_w L F_{xx} \end{aligned} \quad (\text{F.6-203})$$



(A) ACANALADA ABOCINADA



(B) ACANALADA ABOCINADA EN V



(C) GARGANTA

Figura F.6-14
Cortante en soldaduras acanaladas abocinadas

F.6.5.2.6 - **Soldaduras de resistencia** - La resistencia de diseño a cortante, ϕP_n , de soldaduras de punto se debe determinar como sigue:

$$\phi = 0.65$$

P_n = valor dado en la tabla F.6-5

Tabla F.6-5
Resistencia nominal a cortante de soldaduras de punto

Espesor de la lámina exterior más delgada mm	Resistencia cortante nominal por punto kgf	Espesor de la lámina exterior más delgada mm	Resistencia cortante nominal por punto kgf
0.25	59	2.03	1512
0.51	218	2.29	1816
0.76	454	2.54	2265
1.02	645	2.79	2756
1.27	749	3.18	3310
1.52	1035	4.83	4613
1.78	1285	6.35	6810

F.6.5.3 - **CONEXIONES ATORNILLADAS** - Los siguientes criterios de diseño para estados límites gobiernan el diseño de conexiones atornilladas de miembros estructurales formados en frío, en los cuales el espesor de la parte conectada más delgada es menor que 4.8 mm y no hay espacios entre las partes conectadas. Para el caso de conexiones atornilladas en las que la parte conectada más delgada es igual o mayor que 4.8 mm se debe utilizar el capítulo F 2.

Los pernos, tuercas y arandelas deben cumplir, generalmente, una de las siguientes especificaciones:

NTC 4028 (ASTM A490) Espigos y pernos de acero templado y revenido para uniones estructurales de acero.

NTC 4034 (ASTM A307) Tipo A. Sujetadores estándares de acero dulce, roscados externa e internamente.

ASTM A194. Tuercas de acero dulce y aleado para pernos sometidos a altas presiones y temperaturas.

ASTM A325. Pernos de alta resistencia para uniones de acero estructural.

ASTM A354. (Grado BD) Pernos, espigos y otros sujetadores roscados externamente, de acero aleado, templado y revenido (para pernos de diámetro menor que 12.7 mm).

ASTM A449. Espigos y pernos de acero templado y revenido (para pernos de diámetro menor que 12.7 mm).

ASTM A563. Tuercas de acero dulce y aleado.

ASTM F436. Arandelas de acero endurecido.

ASTM F844. Arandelas sencillas (planas) de acero, sin endurecer, para uso general.

ASTM F959. Arandelas compresibles con indicadores directos de tensión para uso con sujetadores estructurales.

Cuando se usen especificaciones distintas de las anteriores, se deben indicar claramente en los planos los tipos y tamaños de los sujetadores por emplear, así como la resistencia nominal supuesta en el diseño.

Los pernos deben instalarse y apretarse para alcanzar un comportamiento satisfactorio de las conexiones involucradas bajo las condiciones usuales de servicio.

**Tabla F.6-6
Tamaño máximo de huecos para pernos, mm**

Diámetro nominal del perno, d mm	Diámetro del hueco estándar, d mm	Diámetro del hueco agrandado, d mm	Dimensiones del hueco alargado de ranura corta mm	Dimensiones del hueco alargado de ranura larga mm
< 12.7	d + 0.8	d + 1.6	(d+0.8) por (d+6.4)	(d+0.8) por (2.5d)
≥ 12.7	d + 1.6	d + 3.2	(d+1.6) por (d+6.4)	(d+1.6) por (2.5d)

Los huecos para pernos no deben exceder los tamaños especificados en la tabla F.6-6, excepto en los detalles de bases de columnas y sistemas estructurales conectados a paredes de concreto en donde pueden usarse huecos de mayor diámetro.

En las conexiones atornilladas deben usarse huecos estándares excepto cuando sean aprobados por el diseñador huecos con sobretamaño o alargados. La longitud de los huecos alargados debe ser normal a la dirección de la carga cortante. Se deben instalar arandelas o platinas de respaldo sobre huecos con sobretamaño o alargados en una capa externa a menos que se demuestre por medio de ensayos de carga, de acuerdo con F.6.6, que su comportamiento es adecuado.

F.6.5.3.1 - Espaciamiento y distancia al borde - La resistencia de diseño a cortante, ϕP_n , de la parte conectada a lo largo de dos líneas paralelas en la dirección de la fuerza aplicada, se debe determinar así:

$$P_n = t e F_u \tag{F.6-204}$$

(a) cuando $\frac{F_u}{F_{sy}} \geq 1.15$:

$$\phi = 0.70$$

(b) cuando $\frac{F_u}{F_{sy}} < 1.15$:

$$\phi = 0.60$$

en donde:

- ϕ = coeficiente de resistencia
- P_n = resistencia nominal del perno
- e = distancia medida en la línea de la fuerza desde el centro del hueco estándar al borde más cercano de un hueco adyacente o al borde de la parte conectada
- t = espesor de la parte conectada más delgada
- F_u = resistencia a la tensión de la parte conectada, según se especifica en F.6.1.3.1 o F.6.1.3.2 o reducida para aceros de baja ductilidad
- F_y = punto de fluencia de la parte conectada, según se especifica en F.6.1.3.1 o F.6.1.3.2 o reducida para aceros de baja ductilidad

Adicionalmente, la mínima distancia entre centros de huecos para pernos debe permitir espacio suficiente para las cabezas de los pernos, tuercas, arandelas y llaves, pero no debe ser menor que tres veces el diámetro nominal del perno, d . También, la distancia del centro de cualquier hueco estándar al extremo u otro borde del miembro de la conexión no debe ser menor que $1.5d$

Para huecos con sobretamaño o alargados, la distancia entre los bordes de dos huecos adyacentes y la distancia medida desde el borde del hueco al extremo u otro borde del miembro de la conexión en la línea de esfuerzo, no debe ser menor que el valor $(e-d_u/2)$, en el cual e es la distancia requerida calculada con la ecuación pertinente dada anteriormente, y d_u es el diámetro de un hueco estándar definido en la tabla F.6-6. En ningún caso la distancia libre entre los bordes de dos huecos adyacentes debe ser menor que $2d$ y la distancia entre el borde del hueco y el extremo del miembro menor que d .

F.6.5.3.2 - Tensión en la parte conectada - La resistencia de diseño a tensión, ϕP_n , en la sección neta de una conexión atornillada se debe determinar así:

(a) cuando se tienen arandelas tanto debajo de la cabeza del perno como de la tuerca.

$$P_n = \left(1.0 - 0.9r + \frac{3rd}{s} \right) F_u A_n \leq F_u A_n \quad (\text{F.6-205})$$

- ϕ = 0.65 para conexiones con corte doble
- ϕ = 0.55 para conexiones con corte sencillo

(b) Cuando o bien no se tienen arandelas debajo de la cabeza del perno y de la tuerca, o sólo se tiene una arandela bien sea debajo de la cabeza del perno o de la tuerca:

$$\phi = 0.65$$

$$P_n = \left(1.0 - r + \frac{2.5rd}{s} \right) F_u A_n \leq F_u A_n \quad (\text{F.6-206})$$

Adicionalmente la resistencia de diseño a tensión no debe exceder los siguientes valores:

$$\phi = 0.95$$

$$P_n = F_y A_n \quad (\text{F.6-207})$$

en donde:

- A_n = área neta de la parte conectada
- r = fuerza transmitida por el perno o pernos en la sección considerada, dividida por la fuerza de tensión en el miembro en dicha sección. Si r es menor que 0.2, puede tomarse igual a cero
- s = espaciamiento de los pernos perpendicular a la línea de esfuerzo. En el caso de un perno sencillo, s = ancho de la lámina
- F_u = resistencia a la tensión de la parte conectada según se especifica en F.6.1.3.1 o F.6.1.3.2 o reducida para aceros de baja ductilidad
- F_y = esfuerzo de fluencia de la parte conectada

d y t = los definidos en F.6.5.3.1.

F.6.5.3.3 - Aplastamiento - La resistencia de diseño al aplastamiento, ϕP_n , se debe determinar con los valores de ϕ y P_n dados en las tablas F.6-7 y F.6-8 para el espesor aplicable y con la relación F_u/F_y de la parte conectada y el tipo de unión usado en la conexión.

Los símbolos ϕ , P_n , d, F_u y t de las tablas F.6-7 y F.6-8, se definieron previamente. Para condiciones no mostradas de conexiones atornilladas se debe determinar mediante ensayos su resistencia de diseño al aplastamiento.

Tabla F.6-7

Resistencias de aplastamiento nominales para conexiones atornilladas con arandelas tanto bajo la cabeza del perno como de la tuerca

Espesor de la parte conectada mm	Tipo de unión	Relación F_u/F_y de la parte conectada	Coefficiente de resistencia ϕ	Resistencia nominal de aplastamiento P_n
≥ 0.61 pero < 4.8	Lámina interna de una conexión en corte doble	≥ 1.15	0.55	$3.33F_u d t$
		< 1.15	0.65	$3.00F_u d t$
< 4.8	Cortante sencillo y láminas externas de una conexión en corte doble	Sin límite	0.60	$3.00F_u d t$
≥ 4.8	Véase el capítulo F.2			

Tabla F.6-8

Resistencia nominal de aplastamiento para conexiones atornilladas sin arandelas bajo la cabeza del perno y de la tuerca o con una sola arandela

Espesor de la parte conectada mm	Tipo de unión	Relación F_u/F_y de la parte conectada	Coefficiente de resistencia ϕ	Resistencia nominal de aplastamiento P_n
≥ 0.91 pero < 4.8	Lámina interna de una conexión en corte doble	≥ 1.15	0.70	$3.00F_u d t$
		≥ 1.15	0.65	$2.22F_u d t$
≥ 4.8	Véase el capítulo F.2			

F.6.5.3.4 - Fuerza cortante y tensión en pernos - La resistencia requerida a cortante o a tensión en el perno no debe exceder la resistencia de diseño, ϕP_n , determinada a continuación:

ϕ = coeficiente de resistencia dado en la tabla F.6-9

$$P_n = A_b F_n \quad (F.6-208)$$

en donde

A_b = área total de la sección transversal del perno

F_n = está dado por F_{nv} o F_{nt} en la tabla F.6-9

Debe tenerse en cuenta la resistencia al arrancamiento de la lámina conectada en la cabeza del perno, tuerca o arandela cuando el perno está sometido a tensión. Véase F.6.5.5.2. Cuando los pernos están sujetos a una combinación de cortante y tensión producidos por cargas mayoradas, la resistencia requerida a tensión no debe exceder la resistencia de diseño, ϕP_n , con $\phi=0.75$ y $P_n = A_b F'_{nt}$, donde F'_{nt} está dado en la tabla F.6-10, en la cual f, es el esfuerzo cortante producido por la misma carga mayorada. La resistencia requerida a cortante no debe exceder la resistencia de diseño a cortante, $\phi A_b F'_{nv}$, determinada de acuerdo con la tabla F.6-9.

Tabla F.6-9

Descripción de los pernos	Resistencia a tensión		Resistencia a cortante*	
	Coefficiente de Resistencia ϕ	Esfuerzo nominal F_u , kgf/mm ²	Coefficiente de Resistencia ϕ	Esfuerzo nominal F_u , kgf/mm ²
NTC 4034 (ASTM A307) Grado A ($6.3 \leq d \leq 12.7$)	0.75	28.5	0.65	16.9
NTC 4034 (ASTM A307) Grado A ($d \geq 12.7$)		31.6		19.0
ASTM A325 Rosca incluida en los planos de corte		63.3		38.0
ASTM A325 Rosca excluida de los planos de corte		63.3		50.6
ASTM A354 Grado B ($6.3 \leq d < 12.7$) Rosca incluida en los paños de corte		71.0		41.5
ASTM A354 Grado B ($6.3 \leq d \leq 12.7$) Rosca excluida de los planos de corte		71.0		63.3
NTC 858 (ASTM A449) ($6.3 \leq d \leq 12.7$) Rosca incluida en los planos de corte		56.9		33.0
NTC 858 (ASTM A449) ($6.3 \leq d \leq 12.7$) Rosca excluida de los planos de corte		56.9		50.6
NTC 4028 (ASTM A490) Rosca incluida en los planos de corte		79.1		47.5
NTC 4028 (ASTM A490) Rosca excluida de los planos de corte		79.1		63.3

* Se aplica a pernos en huecos que cumplen los requisitos dados en la tabla F.6-6. Se deben instalar arandelas o platinas de respaldo sobre huecos alargados con ranura larga y la capacidad de las conexiones con estos huecos alargados debe determinarse por medio de ensayos de carga de acuerdo con F.6.6.

Tabla F.6-10

Esfuerzo de tensión nominal, F_{nt} , para pernos sometidos a una combinación de cortante y tensión (kgf/mm²)

Descripción de los pernos	Rosca incluida en el plano de corte	Rosca excluida del plano de corte
ASTM A325	79.4-2.4 $f_u \leq 63.3$	79.4-1.9 $f_u \leq 63.3$
ASTM A354 Grado BD	89.3-2.4 $f_u \leq 71.0$	89.3-1.9 $f_u \leq 71.0$
NTC 858 (ASTM A449)	71.0-2.4 $f_u \leq 56.9$	71.0-1.9 $f_u \leq 56.9$
NTC 4028 (ASTM A490)	99.2-2.4 $f_u \leq 79.1$	99.1-1.9 $f_u \leq 79.1$
NTC 4034 (ASTM A307) Grado A, Cuando ($6.3 \leq d < 12.7$)	33.0-2.4 $f_u \leq 28.5$	
Cuando $d \geq 12.7$	38.6-2.4 $f_u \leq 31.6$	

F.6.5.4 - RUPTURA POR CORTANTE - En las conexiones de los extremos de vigas, cuando una o más aletas se recortan y la falla puede ocurrir a lo largo de un plano a través de los sujetadores, la resistencia requerida a cortante no debe exceder la resistencia de diseño a cortante, ϕV_n , en donde:

$\phi = 0.75$

$V_n = 0.6 F_u A_{w,n}$ (F.6-209)

$A_{w,n} = (d_{wc} - n a_h) t$ (F.6-210)

d_{wc} = altura del alma recortada

n = número de huecos en el plano crítico

d_h = diámetro del hueco

F_u = resistencia a la tensión, según se especifica en F.6.1.3.1 o F.6.1.3.2, o reducida para aceros de baja ductilidad.

t = espesor del alma recortada

F.6.5.5 - CONEXIONES A OTROS MATERIALES

F.6.5.5.1 - Apoyo - Se deben tomar las medidas apropiadas para transferir las fuerzas de apoyo provenientes de cargas axiales y momentos de los componentes de acero cubiertos por esta Especificación a componentes

estructurales adyacentes hechos de otros materiales. La resistencia requerida de apoyo en el área de contacto no debe exceder la resistencia de diseño, $\phi_c P_p$.

En ausencia de reglamentación en las normas se puede usar la resistencia de diseño de apoyos sobre concreto como $\phi_c P_p$:

En el área completa del soporte de concreto $P_p = 0.85f'_c A_1$

En menor área de la del soporte completo de concreto

$$P_p = 0.85f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

en donde:

$\phi_c = 0.60$

$f'_c =$ resistencia especificada del concreto a compresión

$A_1 =$ área de apoyo

$A_2 =$ área transversal total del apoyo de concreto.

El valor de $\sqrt{A_2/A_1}$ no debe exceder de 2

F.6.5.5.2 - Tensión - Las fuerzas de arrancamiento por cortante y tensión en la lámina de acero alrededor de la cabeza del sujetador deben considerarse, así como también las fuerzas de anclaje provenientes de cargas axiales y momentos flectores mayorados, transmitidos al sujetador por los varios componentes estructurales adyacentes en el ensamble.

La resistencia nominal a la tensión del sujetador y la resistencia nominal al arrancamiento de los componentes estructurales adyacentes debe determinarse por medio de las normas aplicables al producto, o sus especificaciones y la literatura pertinente.

F.6.5.5.3 - Cortante - Se deben tomar las medidas apropiadas para transferir las fuerzas cortantes de los componentes de acero cubiertos por esta especificación a los componentes estructurales adyacentes hechos de otros materiales. La resistencia requerida a cortante o la resistencia al aplastamiento, o ambas, en los componentes de acero no deben exceder las permitidas por esta Especificación. No debe excederse la resistencia de diseño a cortante en los sujetadores ni en los otros materiales. Se deben cumplir los requisitos de anclaje. Se deben considerar apropiadamente las fuerzas cortantes en combinación con otras fuerzas.

F.6.6 ENSAYOS PARA CASOS ESPECIALES

(a) Los ensayos deben ser hechos por un laboratorio independiente o por un laboratorio de pruebas de un fabricante.

(b) Los requisitos del capítulo F.6.6 no se aplican a los diafragmas de acero formados en frío.

F.6.6.1 - ENSAYOS PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL - Cuando la composición y configuración de los elementos, ensamblajes, conexiones o detalles de miembros estructurales de acero formados en frío, son tales que el cálculo de su capacidad de carga o de su deflexión no puede hacerse de acuerdo con lo estipulado en esta Especificación, se debe establecer su comportamiento estructural por medio de ensayos y evaluarse de acuerdo con el siguiente procedimiento:

(a) Cuando sea práctico, la evaluación de los resultados de los ensayos debe hacerse con base en el promedio de los valores obtenidos en ensayos de por lo menos cuatro probetas idénticas, siempre y cuando la desviación del resultado de cualquier muestra individual con respecto al valor medio de todos los ensayos no exceda más o menos 10%. Si tal desviación con respecto al valor promedio excede el 10%, se deben realizar tres ensayos más sobre muestras de la misma clase. En este caso se debe considerar que el promedio de los valores de todos los ensayos ejecutados, es la capacidad esperada, R_p , para esa serie de ensayos. El valor medio y el coeficiente de variación de las relaciones entre

cargas de ensayo y cargas esperadas para todos los ensayos, P_m y V_p , se deben determinar mediante análisis estadísticos

(b) La capacidad de carga de los elementos, ensamblajes, conexiones o miembros ensayados debe satisfacer la ecuación F.6-211:

$$\phi R_p \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (F.6-211)$$

en donde:

- $\sum \gamma_i Q_i$ = resistencia requerida basada en la combinación de carga más crítica, determinada de acuerdo con F.6.1.5.1.4. V_i y Q_i son coeficientes de carga y los efectos de carga respectivamente
- R_p = valor promedio de los resultados de todos los ensayos
- ϕ = coeficiente de resistencia
- = $1.5(M_m F_m P_m) \exp\left(-\beta_o \sqrt{V_m^2 + V_F^2 + C_p V_p^2 + V_Q^2}\right)^{(10)}$ (F.6-212)
- M_m = valor medio del coeficiente de material listado en la tabla F.6-11 para el tipo de componente involucrado.
- F_m = valor medio del coeficiente de fabricación presentado en la tabla F.6-11 para el tipo de componente involucrado
- P_m = valor medio de la relación entre la carga pronosticada y la carga de ensayo determinado en F.6.6.1(a)
- β_o = Índice de confiabilidad establecido como meta
= 2.5 para miembros estructurales y 3.5 para conexiones
- V_m = coeficiente de variación del coeficiente de material presentado en la tabla F.6-11 para el tipo de componente involucrado
- V_F = coeficiente de variación del coeficiente de fabricación presentado en la tabla F.6-11 para el tipo de componente involucrado
- C_p = factor de corrección
= $\frac{n-1}{n-3}$
- V_p = coeficiente de variación de la relación entre la carga de ensayo y la carga pronosticada determinada en F.6.6.1(a)
- n = número de ensayos
- V_Q = coeficiente de variación del efecto de carga
= 0.21

Lo presentado en la tabla F.6-11 no excluye el uso de otros datos estadísticos documentados si ellos se determinaron con suficientes resultados de estudios de las propiedades del material y de la fabricación⁽¹¹⁾. Para aceros no citados en F.6.1.3.1, los valores de M_m y V_m se deben determinar por análisis estadísticos de los materiales usados.

Cuando las distorsiones interfieren con el correcto funcionamiento del espécimen en uso normal, los efectos de carga basados en la combinación de carga más crítica en la ocurrencia de la distorsión aceptable deben satisfacer también la ecuación F.6-211, excepto que el coeficiente de resistencia ϕ se tomará igual a 1.0 y el coeficiente de carga para carga muerta también se puede tomar igual a 1.0

(c) Si el punto de fluencia del acero de las secciones ensayadas es mayor que el valor especificado, los resultados de los ensayos deben disminuirse ajustándolos al punto de fluencia mínimo especificado del acero que el fabricante se propone utilizar. Los resultados de los ensayos no deben ajustarse hacia arriba si el punto de fluencia de la muestra ensayada es menor que el mínimo punto de fluencia especificado. Se deben hacer ajustes similares con base en la resistencia a la tensión en vez del punto de fluencia, cuando la resistencia a la tensión es el factor crítico.

Se debe considerar cualquier variación o diferencia que pueda existir entre el espesor de diseño y el espesor de las muestras usadas en los ensayos

(10) Para vigas que tengan aletas en tensión completamente sujetas a tableros o tabiques y con la aleta a compresión sin amostramiento lateral, ϕ se debe determinar con un coeficiente de 1.6 en vez de 1.5, $\beta_o=1.5$, y $V_Q=0.43$
 (11) Véase la referencia 36 del comentario

F.6.6.2 - ENSAYOS PARA CONFIRMAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL - Para miembros estructurales, conexiones y ensamblajes cuyas capacidades se puedan calcular de acuerdo con esta Especificación o sus referencias específicas, se pueden hacer ensayos de comprobación para demostrar que la capacidad de carga no sea menor que la resistencia nominal, R_n , estipulada en esta Especificación o en sus referencias específicas para el tipo de comportamiento involucrado.

Tabla F.6-11
Datos estadísticos para determinar el coeficiente de resistencia

Tipo de Componente	M_n	V_n	F_n	V_F
Rigidizadores transversales	1.10	0.10	1.00	0.05
Rigidizadores a cortante	1.00	0.06	1.00	0.05
Miembros en tensión	1.10	0.10	1.00	0.05
Miembros en flexión				
Resistencia a la flexión	1.10	0.10	1.00	0.05
Resistencia al pandeo lateral	1.00	0.06	1.00	0.05
Una aleta completamente conectada a tableros o tabiques	1.10	0.10	1.00	0.05
Resistencia a cortante	1.10	0.10	1.00	0.05
- Flexión y cortante combinados	1.10	0.10	1.00	0.05
- Resistencia al arrugamiento del alma	1.10	0.10	1.00	0.05
- Arrugamiento del alma y flexión combinadas	1.10	0.10	1.00	0.05
Miembros en compresión cargados axialmente	1.10	0.10	1.00	0.05
Carga axial y flexión combinadas	1.05	0.10	1.00	0.05
Miembros tubulares cilíndricos				
- Resistencia a la flexión	1.10	0.10	1.00	0.05
- Compresión axial	1.10	0.10	1.00	0.05
Parales y ensamblajes de pared				
Parales de pared en compresión	1.10	0.10	1.00	0.05
- Parales de pared en flexión	1.10	0.10	1.00	0.05
- Parales de pared con carga axial y flexión combinadas	1.05	0.10	1.00	0.05
Conexiones soldadas				
- Soldaduras de punto con arco				
- Resistencia a cortante de la soldadura	1.10	0.10	1.00	0.10
- Falla de la lamina	1.10	0.08	1.00	0.15
Cordones de soldadura de arco				
- Resistencia a cortante de la soldadura	1.10	0.10	1.00	0.10
- Desgarre de la lamina	1.10	0.10	1.00	0.10
Soldaduras de filete				
- Resistencia a cortante de la soldadura	1.10	0.10	1.00	0.10
- Falla de la lámina	1.10	0.08	1.00	0.15
Soldaduras acanaladas				
- Resistencia a cortante de la soldadura	1.10	0.10	1.00	0.10
- Falla de la lámina	1.10	0.10	1.00	0.10
Soldaduras de resistencia	1.10	0.10	1.00	0.10
Conexiones atornilladas				
- Espaciamiento y distancia mínima al borde	1.10	0.08	1.00	0.05
- Resistencia a la tensión de la sección neta	1.10	0.08	1.00	0.05
- Resistencia al aplastamiento	1.10	0.08	1.00	0.05

F.6.6.3 - ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

F.6.6.3.1 - Sección completa - Los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de secciones completas que van a usarse en F.6.1.5.2.2 se harán como se especifica a continuación.

(a) Los procedimientos para ensayos a tensión deben estar de acuerdo con la norma NTC 3353 (ASTM A370); métodos estándar y definiciones para ensayos mecánicos de productos de acero.

Las determinaciones del punto de fluencia a compresión se harán por medio de ensayos a compresión de probetas cortas de la sección

(b) El esfuerzo de fluencia a compresión debe tomarse como el menor valor entre la máxima resistencia a compresión de las secciones dividida por el área de la sección transversal y el esfuerzo definido por uno de los siguiente métodos

- (1) Para aceros con fluencia repentina, el punto de fluencia debe determinarse por el método del diagrama autográfico o por el método de la deformación total bajo carga.
- (2) Para aceros de fluencia gradual, el punto de fluencia debe determinarse por el método de la deformación total bajo carga o por el método de la paralela a la recta inicial trazada por el 0.2% de deformación remanente

Cuando se usa el método de la deformación total bajo carga, debe haber evidencia de que el punto de fluencia así determinado está dentro del 5% del punto de fluencia que se hallaría por el método de la paralela por el 0.2% de deformación remanente

(c) Cuando el efecto principal de la carga, a la cual el miembro estará sujeto durante su servicio, sea producir esfuerzos flectores, se debe determinar únicamente el punto de fluencia para las aletas. Para la determinación de tales puntos de fluencia, cada probeta debe consistir de una aleta completa, más una porción del alma con una relación ancho-plano tal que el valor de ρ de la probeta sea unitario.

(d) Para propósitos de aceptación y control, se deben hacer dos ensayos de la sección completa de cada lote de no más de 50 toneladas ni menos de 30 toneladas de cada sección, o un ensayo de cada lote de menos de 30 toneladas de cada sección. Con este fin, se puede definir un lote como el tonelaje de una sección que se forma en un sólo tiraje de material procedente de la misma colada.

(e) A opción del fabricante pueden usarse bien sea ensayos a tensión o a compresión, para propósitos rutinarios de aceptación y control, siempre y cuando el fabricante demuestre que dichos ensayos indican en forma confiable el punto de fluencia de la sección cuando se someta a la clase de esfuerzo bajo el cual se va a utilizar el miembro

F.6.6.3.2 - Elementos planos de secciones formadas - Los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los elementos planos de secciones formadas y las propiedades mecánicas representativas del acero virgen que se vayan a utilizar en F.6.1.5.2.2, deben hacerse de acuerdo con los siguientes requisitos:

El punto de fluencia de las porciones planas $F_{y,r}$, debe establecerse por medio de un promedio ponderado de los puntos de fluencia de probetas estándares a tensión, tomadas longitudinalmente de las porciones planas de un miembro representativo formado en frío. El promedio ponderado debe ser la suma de los productos de los promedios de los puntos de fluencia de cada porción plana multiplicada por su sección transversal, dividida entre el área total de franjas planas en la sección transversal total. El número exacto de tales probetas dependerá de la forma del miembro, es decir del número de porciones planas en la sección transversal. Se debe tomar por lo menos una probeta de la mitad de cada franja plana. Si el punto de fluencia virgen real excede el punto de fluencia mínimo especificado, el punto de fluencia de las franjas planas, $F_{y,r}$, debe ajustarse multiplicando los valores de ensayo por la relación entre el punto de fluencia mínimo especificado y el punto de fluencia virgen real.

F.6.6.3.3 - Acero virgen - Los siguientes requisitos se aplican a aceros producidos de acuerdo con especificaciones diferentes a las de la ASTM enumeradas en F.6.1.3.1, cuando se vayan a usar en secciones para las cuales el punto de fluencia incrementado del acero, después del formado en frío, se deba calcular a partir de las propiedades del acero virgen de acuerdo con F.6.1.5.2.2. Para propósitos de aceptación y control, se deben ensayar a tensión por lo menos cuatro probetas de cada lote, según se definió en F.6.6.3.1(d) para establecer los valores representativos del punto de fluencia del acero virgen y de su resistencia última. Las probetas deben tomarse longitudinalmente de los puntos cuartos del ancho del rollo cerca del extremo exterior del mismo.