



UNIONES , JUNTAS Y MEDIOS DE UNIÓN

- **UNIONES ATORNILLADAS**

07/08/2007

UNIONES ATORNILLADAS:

CAPACIDAD DE LAS JUNTAS



+ Tipo aplastamiento

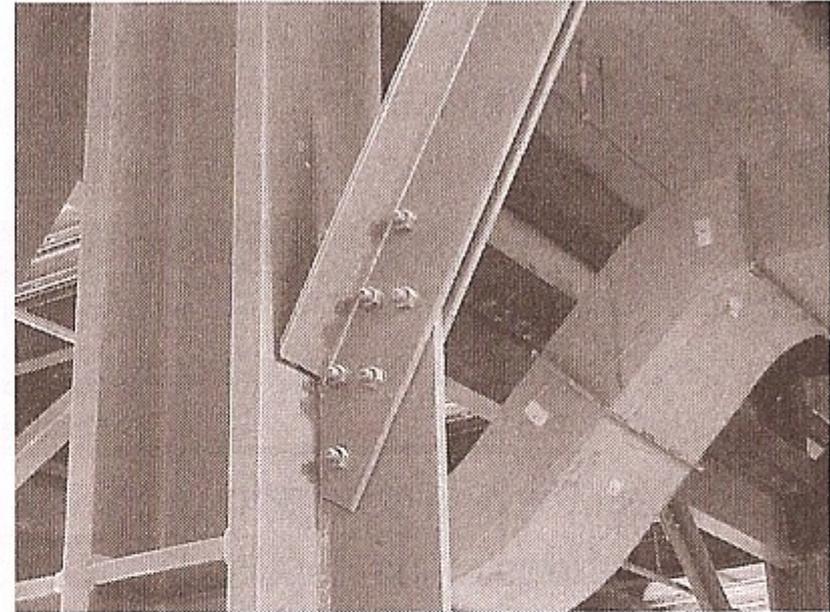
+ Tipo deslizamiento crítico

CONEXIONES ATORNILLADAS



Conexión de un diagonal de canal al alma de una columna. Observe la placa de unión soldada al alma de la columna y el atiesador del alma, así como los canales dobles utilizados como contraventeo atornillados a la placa.

Foto por S. Vinnakota.



Conexión de una diagonal de ángulos al patín de una columna. Observe la placa de unión soldada a la cara del patín, y los ángulos dobles utilizados como contraventeo atornillados a la placa.

Foto por S. Vinnakota.

CONEXIONES A CORTE SIMPLE

DOBLE ANGULAR ATORNILLADO

- E.L.: *Bloque de corte - Aplastamiento tornillo*
 - *Corte tornillo - Fluencia por flexión -*
Abollamiento Local Alma - Fractura por corte
 - *Fluencia por corte - Fractura soldadura*

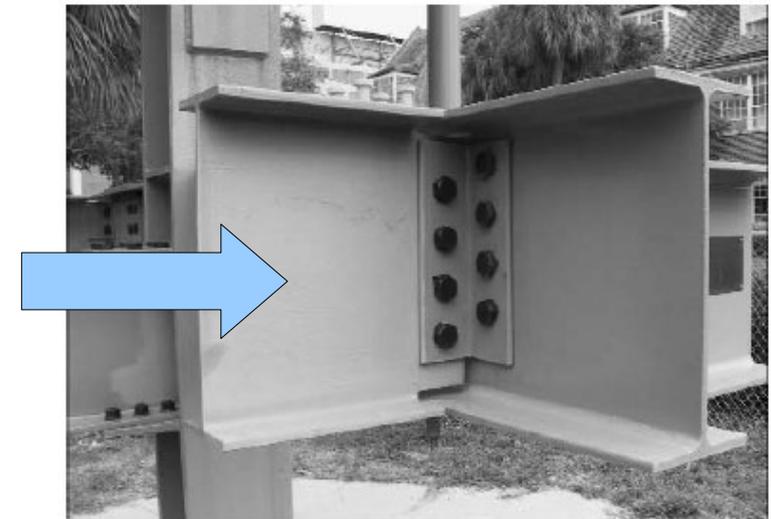
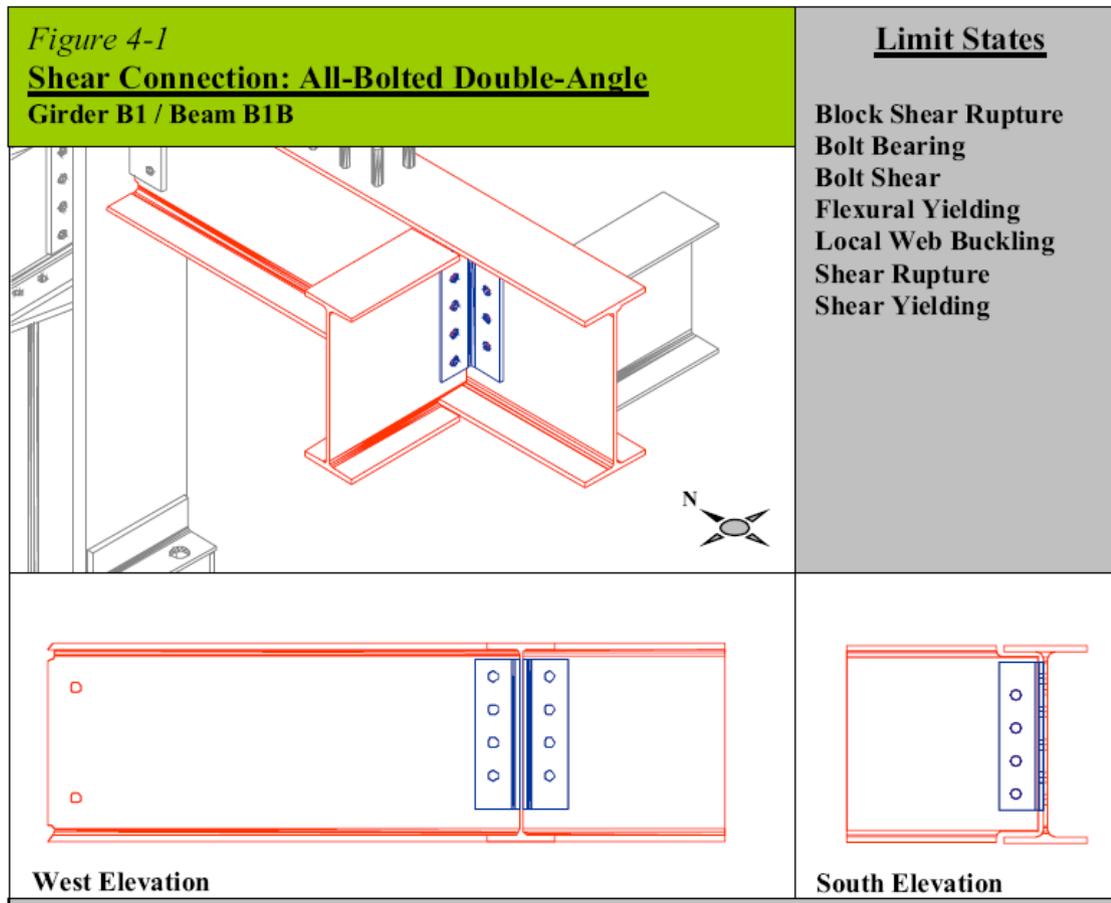


Figure 4-2. Shear Connection: All-bolted double-angle Girder B1 / Beam B1B



Figure 4-3. Shear Connection: All-bolted double angle Girder B1 / Beam B1B

CONEXIONES A CORTE SIMPLE

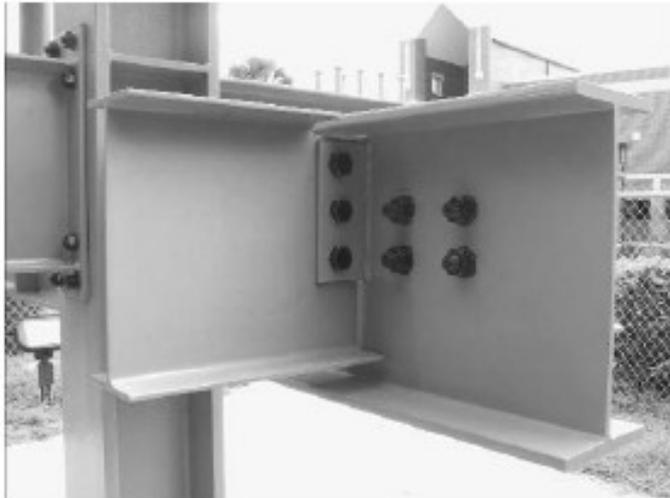
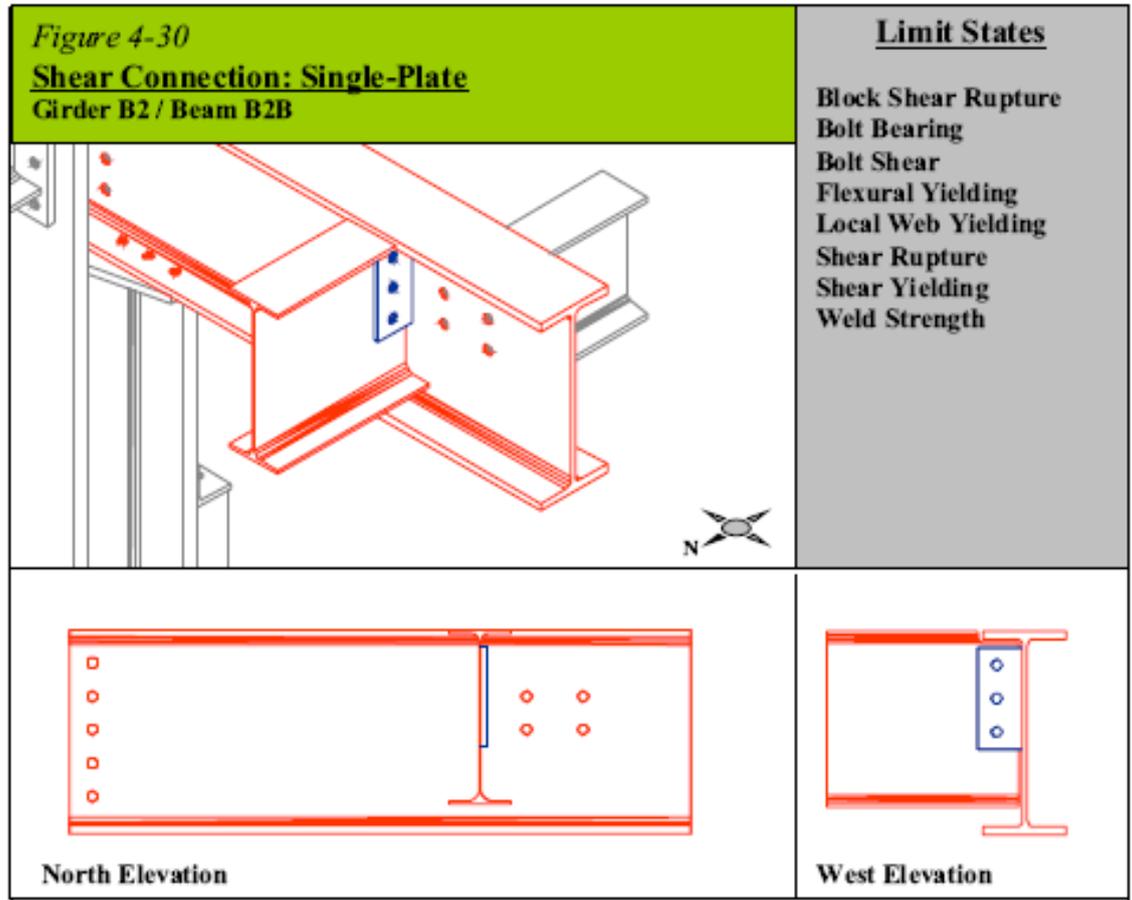


Figure 4-31. Shear Connection: Single plate
Girder B2 / Beam B2B



Figure 4-32. Shear Connection: Single plate
Girder B2 / Beam B2B



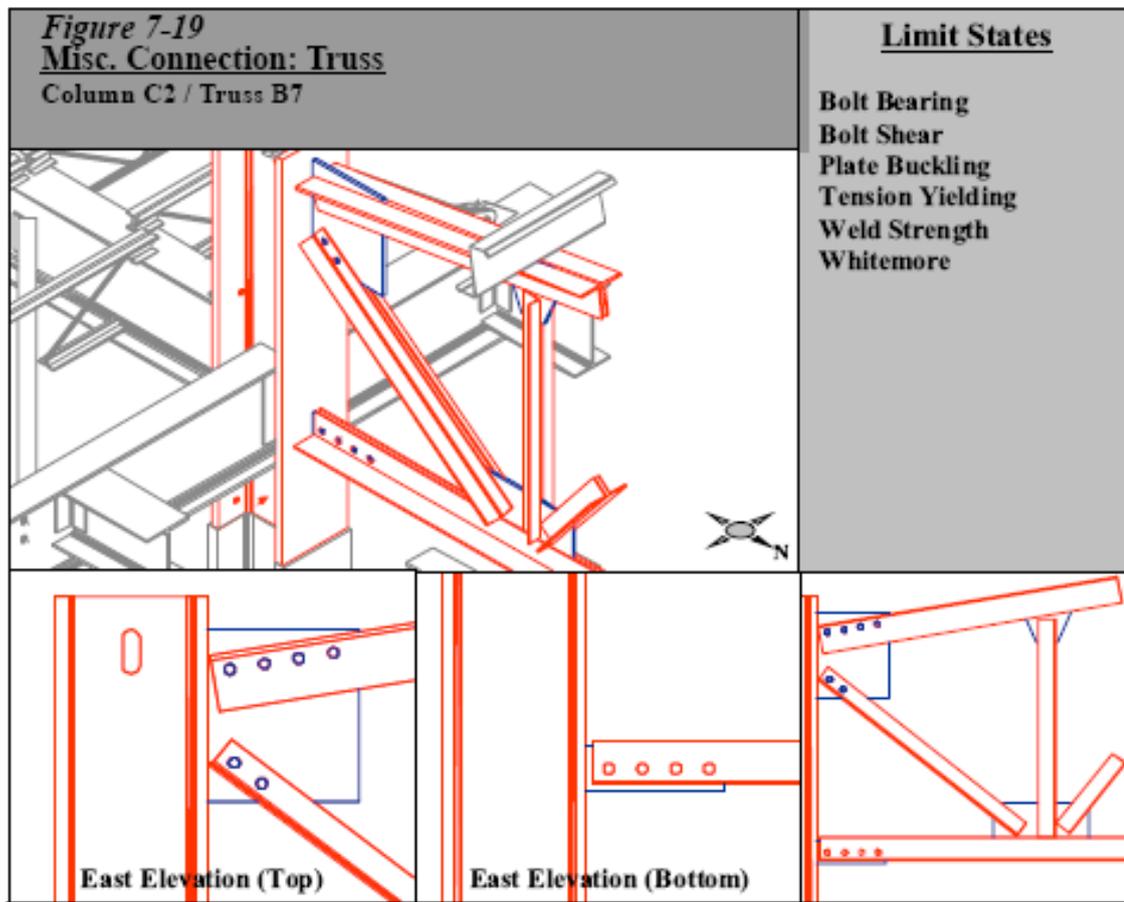
PLACA SIMPLE EXTREMA

E.L.: Bloque de corte - Aplastamiento y corte en tornillo - Fluencia y rotura por flexión - Fluencia local de alma - Fractura y fluencia por corte - Fractura de soldadura

CONEXIONES DE FORMAS TRIANGULADAS

CONEXIÓN CORDONES: ATORNILLADA-SOLDADA

E.L.: Aplastamiento y corte en tornillo -
 Abollamiento o pandeo de la placa - Fluencia y
 rotura por tracción - Tensión en la placa - Fractura
 de soldadura



*Figure 7-17. Misc. Connection: Truss
 Column C2 / Truss B7*



*Figure 7-18. Misc Connection: Truss
 Column C2 / Truss B7*

CONEXIONES A MOMENTO

PLACAS DE ALA ATORNILLADAS

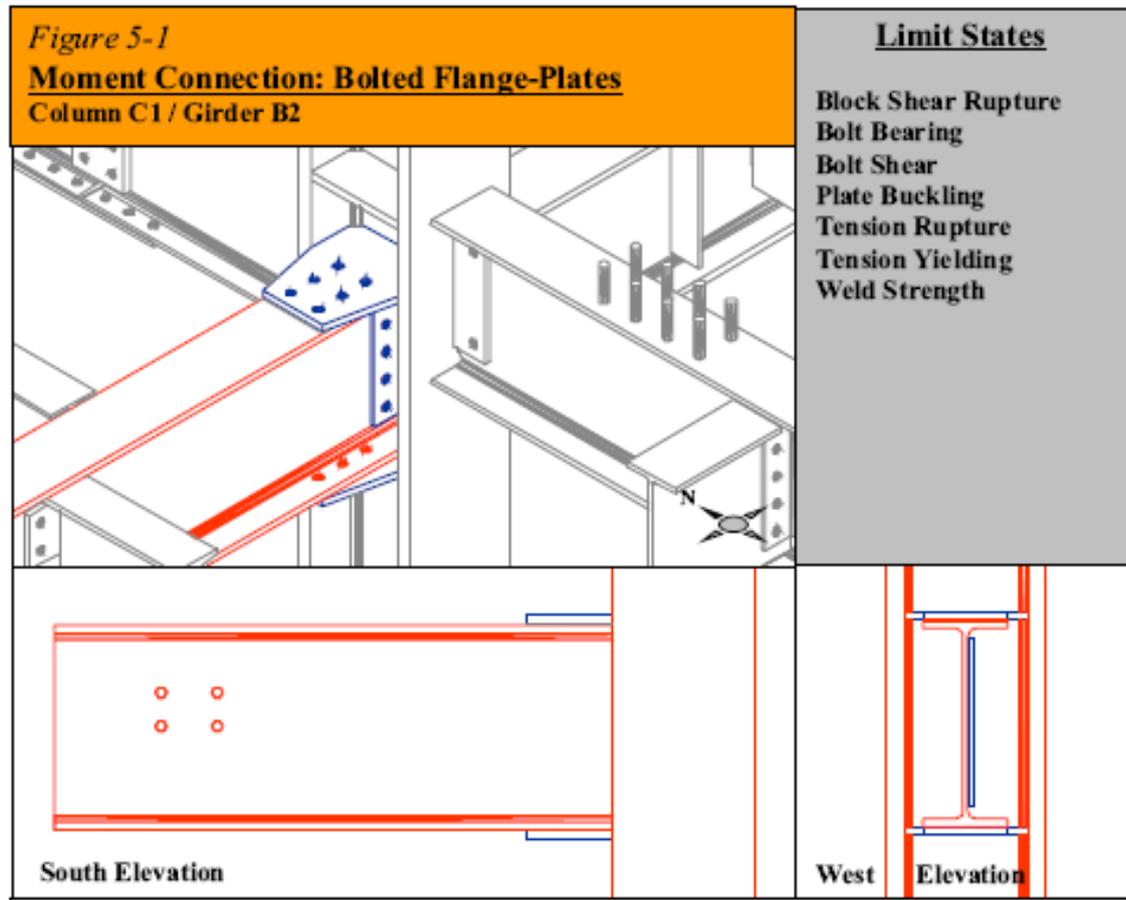
E.L.: *Bloque de corte - Aplastamiento y corte en tornillo - Pandeo placa - Fluencia y fractura de tracción en placa - Fractura y fluencia por corte - Fractura de soldadura*



Figure 5-2. Moment Connection: Bolted flange plates
Column C1 / Girder B2



Figure 5-3. Moment Connection: Bolted flange plates
Column C1 / Girder B2



CONEXIONES A MOMENTO

PLACA COMPLETA EN EXTREMO DE VIGA

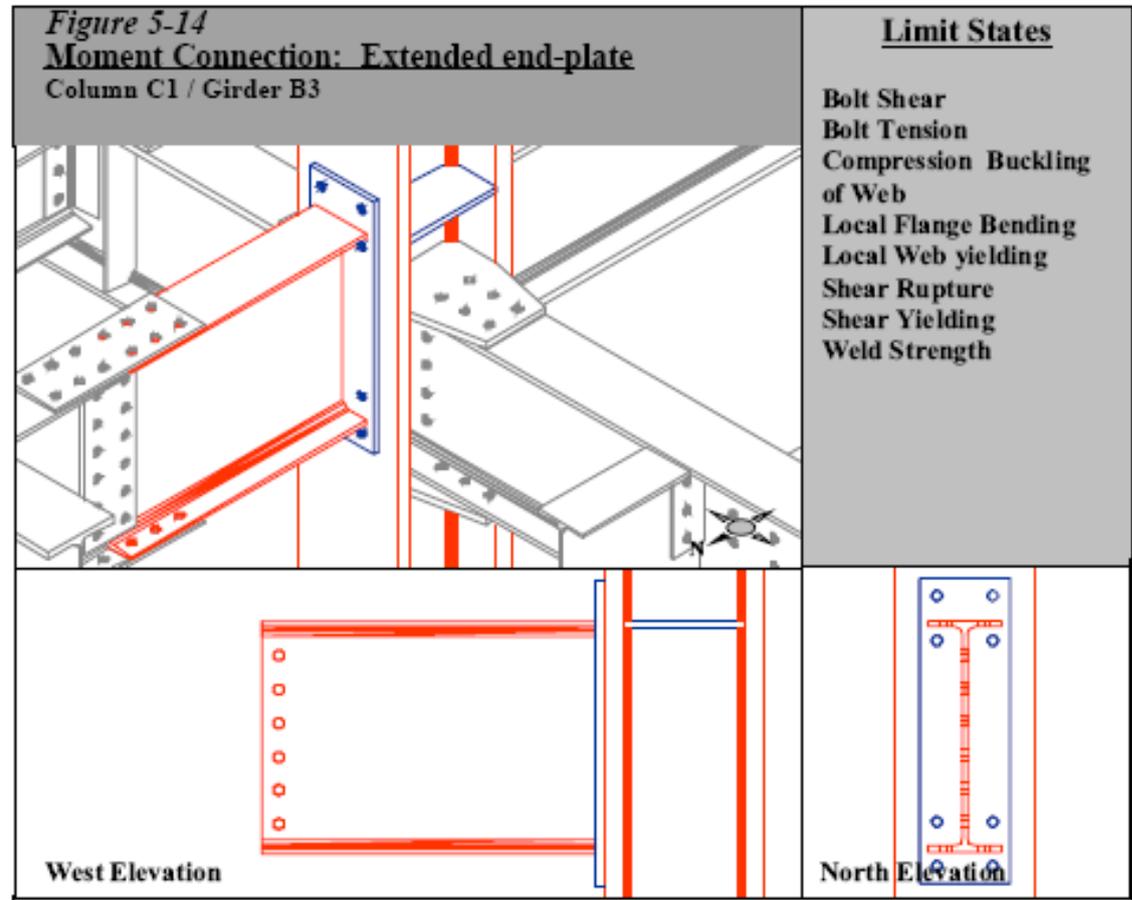
E.L.: *Corte y aplastamiento de tornillos - Abollamiento de alma - Flexión local de ala - Fluencia local de alma - Fluencia y rotura por corte - Fractura de soldadura*



Figure 5-10. Moment Connection: Extended end-plate. Column C1 / Girder B3.



Figure 5-11. Moment Connection: Extended end-plate. Column C1 / Girder B3.



CONEXIONES A MOMENTO

EMPALME ATORNILLADO A MOMENTO

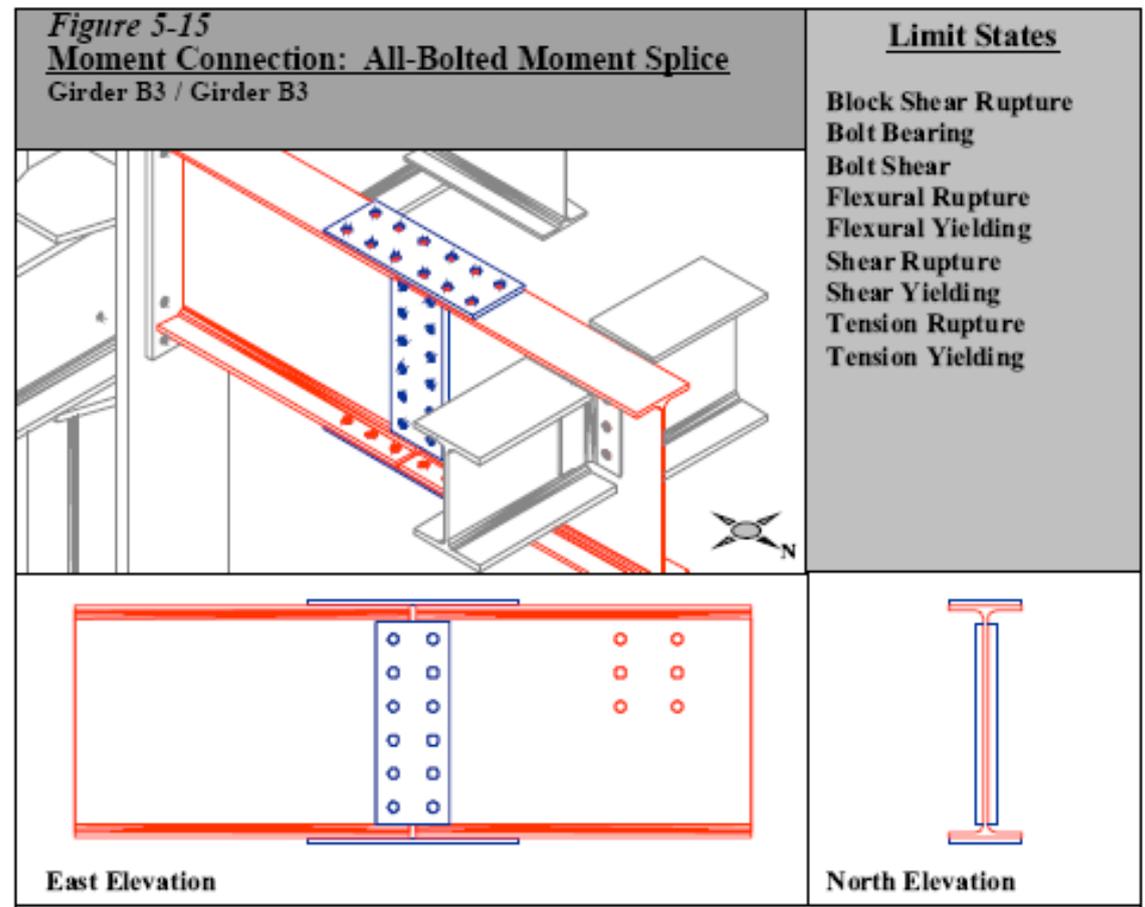
E.L.: *Bloque de corte - Corte y aplastamiento de tornillos - Fluencia y rotura en flexión - Fluencia y rotura por corte - Fluencia y rotura en tracción*



Figure 5-12. Moment Connection: All-bolted moment splice. Girder B3 / Girder B3



Figure 5-13. Moment Connection: All-bolted moment splice. Girder B3 / Girder B3



APOYOS DE COLUMNAS: PLACAS BASE

APOYO PARA TRANSMITIR MOMENTO

E.L.: *Corte, aplastamiento y tracción de tornillos - Fluencia y rotura por flexión - Fractura en la soldadura*

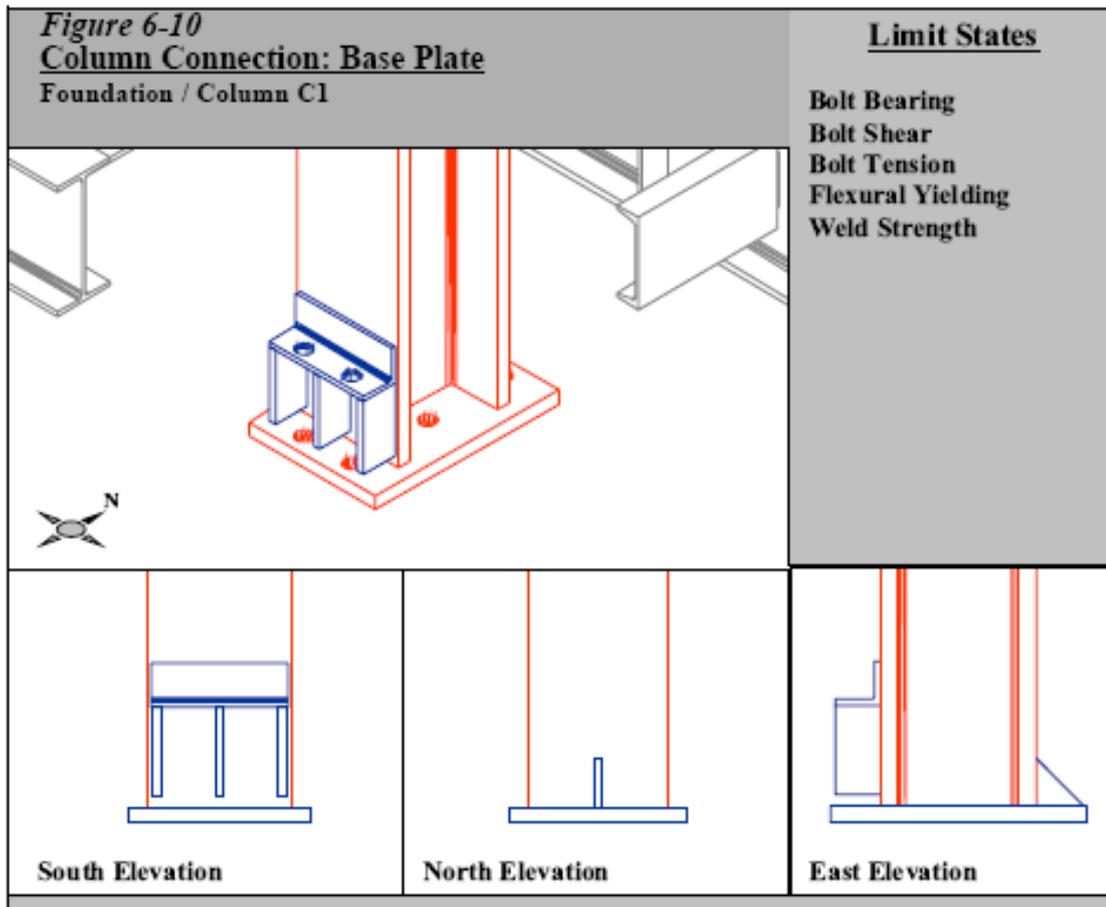


Figure 6-4. Column Connection: Base plate Foundation / Column C1

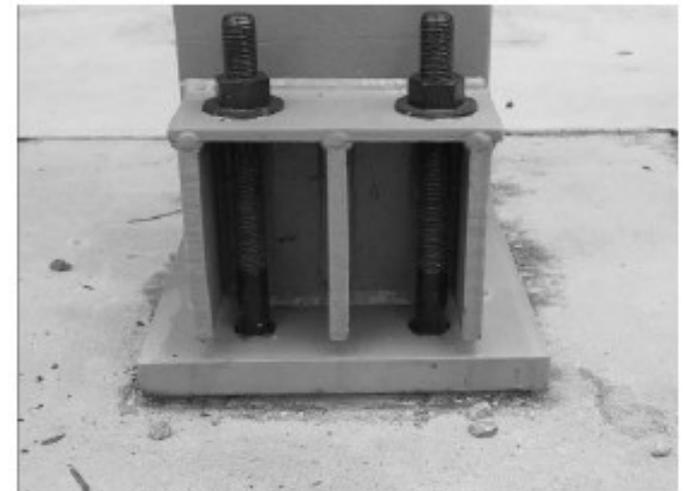
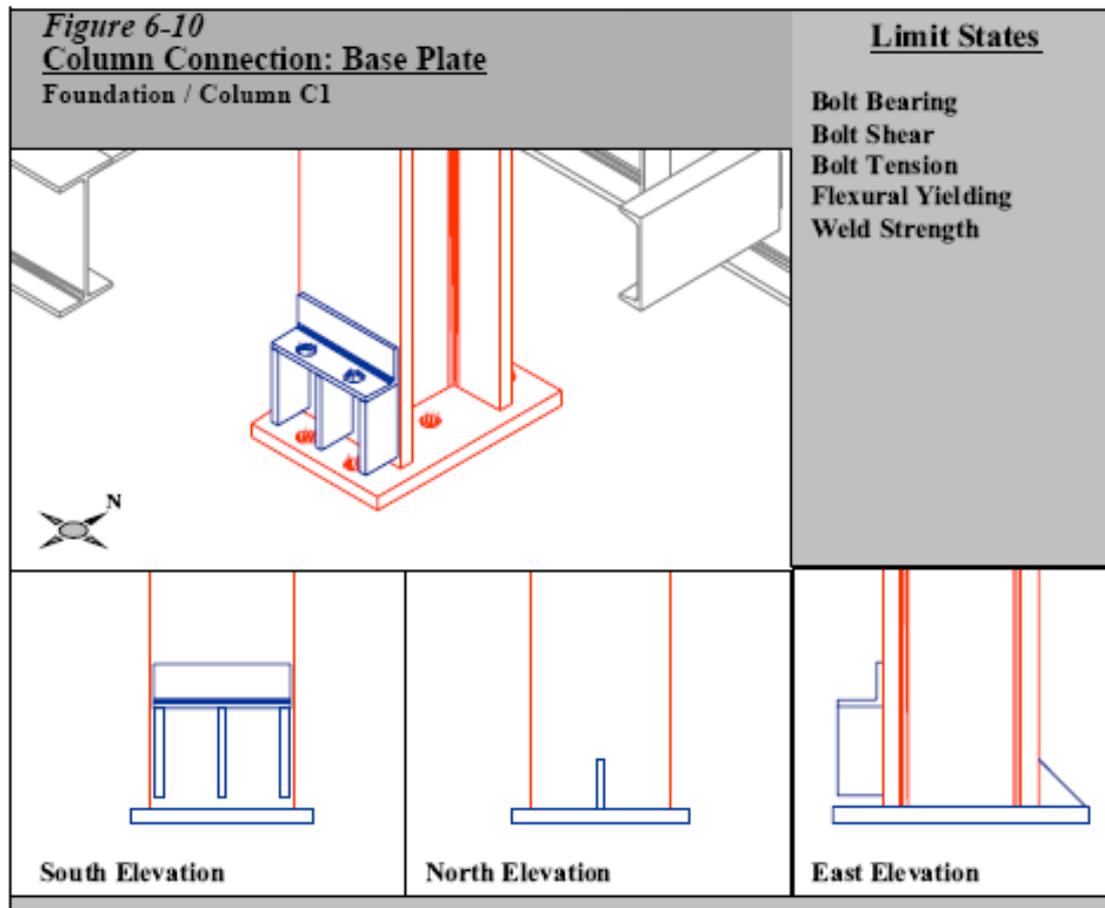


Figure 6-5. Column Connection: Base plate Foundation / Column C1

APOYOS DE COLUMNAS: PLACAS BASE

APOYO PARA TRANSMITIR MOMENTO

E.L.: *Corte, aplastamiento y tracción de tornillos - Fluencia y rotura por flexión - Fractura en la soldadura*



*Figure 6-6. Column Connection: Base Plate
Foundation / Column C1*



*Figure 6-7. Column Connection: Base plate
Foundation / Column C1*

TORNILLOS o BULONES

MATERIAL: hasta tanto se promulguen las normas Iram respectivas, se utilizará:

Bulones: ASTM A307, ASTM A325, ASTM A325M, ASTM A449, ASTM A490, ASTM A490M, ISO 7412.

Tuercas: ASTM A194/A194M, ASTM A563, ASTM A563M, ISO 4775.

Arandelas: ASTM F436, ASTM F436M, ISO 7415, ISO 7416.

Indicadores directos de tensión: ASTM F959, ASTM F959M.

Bulones de anclaje y barras roscadas: ASTM A36/36M, ASTM A193/193M, ASTM A354, ASTM A572/572M, ASTM 709/709M.



Figure 3-2. Direct Tension Indicators and Feeler Gages



Figure 3-1. Structural Fastener - Bolt, Nut and Washer

TORNILLOS o BULONES

MATERIAL: hasta tanto se promulguen las normas Iram respectivas, se utilizará:

Bulones: ASTM A307, ASTM A325, ASTM A325M, ASTM A449, ASTM A490, ASTM A490M, ISO 7412.

Tuercas: ASTM A194/A194M, ASTM A563, ASTM A563M, ISO 4775.

Arandelas: ASTM F436, ASTM F436M, ISO 7415, ISO 7416.

Indicadores directos de tensión: ASTM F959, ASTM F959M.

Bulones de anclaje y barras roscadas: ASTM A36/36M, ASTM A193/193M, ASTM A354, ASTM A572/572M, ASTM 709/709M.

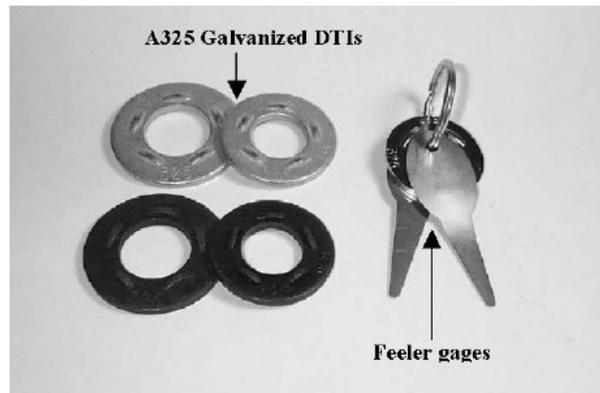


Figure 3-2. Direct Tension Indicators and Feeler Gages



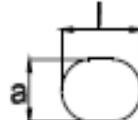
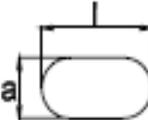
Figure 3-1. Structural Fastener - Bolt, Nut and Washer

UNIONES CON TORNILLOS

Tabla J.3.3. Dimensión nominal de los agujeros

Formas de agujeros:

- Normales
- Holgados
- Ovalados cortos
- Ovalados largos

Diámetro de los bulones. (mm)	Dimensiones de los agujeros (mm)			
	Normales (diámetro)	Holgados (diámetro)	Ovalado cortos (ancho x largo)	Ovalados largos (ancho x largo)
				
6	8	9	-	-
7	9	10	-	-
8	10	11	-	-
10	12	13	-	-
12	14	16	14 x 18	14 x 30
14	16	18	16 x 20	16 x 35
16	18	20	18 x 22	18 x 40
20	22	24	22 x 26	22 x 50
22	24	28	24 x 30	24 x 55
24	27	30	27 x 32	27 x 60
27	30	35	30 x 37	30 x 67
>28	d+3	d+8	(d+3) x (d+10)	(d+3)x(2,5xd)
Diámetro en pulgadas	Dimensiones de los agujeros en pulgadas			
¼	5/16	3/8	-	-
5/16	3/8	7/16	-	-
3/8	7/16	1/2	-	-
7/16	1/2	9/16	-	-
1/2	9/16	5/8	9/16 x 11/16	9/16 x 1 1/4
5/8	11/16	13/16	11/16 x 7/8	11/16 x 1 9/16
3/4	13/16	15/16	13/16 x 1	13/16 x 1 7/8
7/8	15/16	1 1/16	15/16 x 1 1/8	15/16 x 2 3/16
1	1 1/16	1 1/4	1 1/16 x 1 5/16	1 1/16 x 2 1/2
≥1 1/8	d+1/16	d+5/16	(d+1/16)x(d+3/8)	(d+1/16)x(2,5xd)

UNIONES CON TORNILLOS

Tipos de uniones:

- Unión tipo APLASTAMIENTO: los esfuerzos se transfieren por corte en el tornillo y aplastamiento de la chapa.
- ◆ Unión con ajuste sin juego: los tornillos aprietan el paquete de chapas evitando el juego (movimiento) entre ellas
- ◆ Unión pretensada: los tornillos se aprietan hasta alcanzar la fuerza de pretensado mínima dada en la Tabla J.3.1
- Unión de DESLIZAMIENTO CRÍTICO: los esfuerzos se transmiten por rozamiento entre las superficies de contacto. La fuerza de pretensado se da en la Tabla J.3.1 y las superficies de contacto deben ser tratadas.

UNIONES CON TORNILLOS

Condición de resistencia:

* TODOS los componentes de la unión, deben cumplir:

$$R_d = \phi \cdot R_n \geq R_u$$

Unión tipo APLASTAMIENTO

Corte en el tornillo

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

$$R_n = m \cdot A_n \cdot F_{vu}$$

$$F_{vu} \approx 0,6 \cdot F_u$$

$$A_n \approx 0,75 \cdot A_b$$

$$\frac{\phi_{86}}{\phi_{94}} = \frac{0,65}{0,75} \simeq 8/9$$

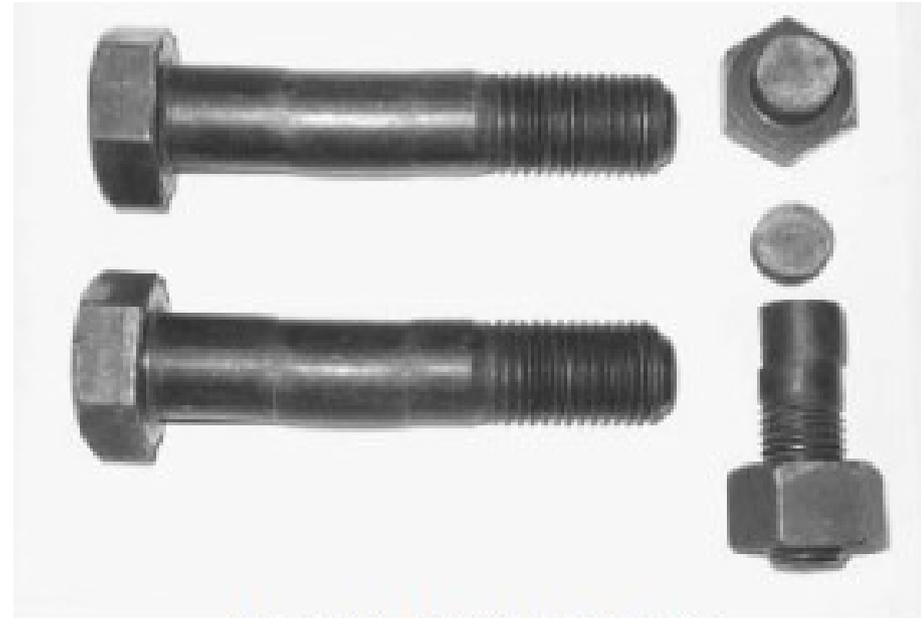


Figure 2-3. Bolt Shear Limit State
(Photo by P.S. Green)

Rosca excluida planos de corte

$$R_n = m \cdot A_b \cdot \left[\frac{\phi_{86}}{\phi_{94}} \cdot 0,6 F_u \right] = m \cdot A_b \cdot F_v$$

Rosca incluida en planos de corte

$$R_n = m \cdot A_b \cdot \left[\frac{A_n}{A_b} \frac{\phi_{86}}{\phi_{94}} \cdot 0,6 F_u \right] = m \cdot A_b \cdot F_v$$

Unión tipo APLASTAMIENTO

Corte en el tornillo

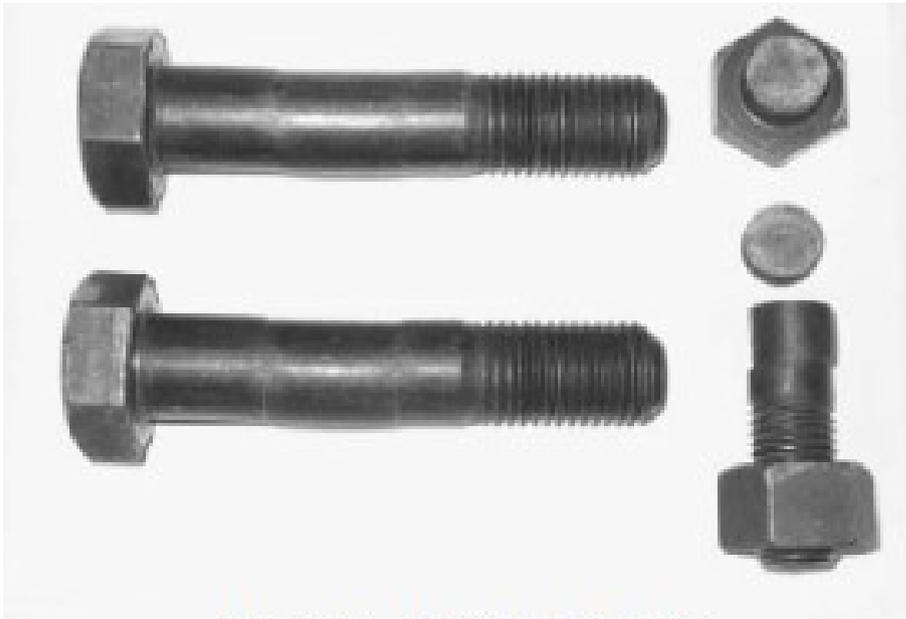


Figure 2-3. Bolt Shear Limit State
(Photo by P.S. Green)

Tabla J.3.2. Resistencia de Diseño de Bulones

Descripción de los bulones	Resistencia a la tracción		Resistencia al corte en uniones del tipo aplastamiento	
	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal, F_t (MPa)	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal, F_v (MPa)
Bulones comunes Tipos A307, ISO 4.6	0,75	260 (a)	0,75	140 (b,e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		620 (d)		330 (e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 con la rosca excluida de los planos de corte		620 (d)		415 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		778 (d)		414 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 con la rosca excluida de los planos de corte		778 (d)		517 (e)
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca no está excluida de los planos de corte		$0,75 F_u$ (a,c)		$0,40 F_u$
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca está excluida de los planos de corte		$0,75 F_u$ (a,c)		$0,50 F_u$ (a,c)

(a) Cargas estáticas solamente.
 (b) Se permite la rosca en los planos de corte.
 (c) La resistencia nominal a la tracción de la parte roscada de una varilla recalcada, basada en el área de la sección en el diámetro mayor de la rosca A_D , será mayor que el área nominal del cuerpo A_n de la varilla antes del recalcado multiplicada por F_y .
 (d) Para bulones A325, A325M, ISO 8.8 y A490, A490M, ISO 10.9 solicitados a tracción con fatiga, ver la Sección A-K.3.
 (e) Cuando se empleen uniones del tipo de aplastamiento para empalmar barras traccionadas con bulones separados en dirección paralela a la fuerza, a más de 1300 mm, los valores tabulados deben ser reducidos en un 20 %.

Unión tipo APLASTAMIENTO

Corte en el tornillo

UNIONES POR APLASTAMIENTO

CAPACIDAD DISPONIBLE EN ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Factor de resistencia

$$\phi = 0,75$$

Tipo de Tornillo	Rosca en planos de corte	db (mm) = Ag (mm ²)= Fv MPa	CAPACIDAD AL CORTE - POR TORNILLO Y PLANO DE CORTE (kN)															
			6	7	8	10	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	42	48
			28	38	50	79	113	154	201	314	380	452	573	707	855	1018	1385	1810
Común - A307	Cualquiera	165	3,47	4,70	6,19	9,8	14,0	19,1	24,9	38,9	47,0	55,9	70,9	87,5	106	126	171	224
A325	INCLUIDA	330	6,93	9,41	12,38	19,6	28,0	38,1	49,8	77,7	94,1	111,9	141,8	175	212	252	343	448
ISO 8.8	INCLUIDA	320	6,72	9,12	12,00	19,0	27,1	37,0	48,2	75,4	91,2	108,5	137,5	170	205	244	332	434
Espesor mínimo chapa	Acero F24 Fu =	400	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,4	4,2	4,6	5,0	5,7	6,3	6,9	7,5	8,8	10,1
A490	INCLUIDA	415	8,72	11,83	15,56	24,6	35,2	47,9	62,6	97,7	118,3	140,7	178,4	220	266	317	431	563
ISO 10.9	INCLUIDA	400	8,40	11,40	15,00	23,7	33,9	46,2	60,3	94,2	114,0	135,6	171,9	212	257	305	416	543
Espesor mínimo chapa	Acero F24 Fu =	400	1,6	1,8	2,1	2,6	3,1	3,7	4,2	5,2	5,8	6,3	7,1	7,9	8,6	9,4	11,0	12,6
A325	EXCLUIDA	415	8,72	11,83	15,56	24,6	35,2	47,9	62,6	97,7	118,3	140,7	178,4	220	266	317	431	563
ISO 8.8	EXCLUIDA	400	8,40	11,40	15,00	23,7	33,9	46,2	60,3	94,2	114,0	135,6	171,9	212	257	305	416	543
Espesor mínimo chapa	Acero F24 Fu =	400	1,6	1,8	2,1	2,6	3,1	3,7	4,2	5,2	5,8	6,3	7,1	7,9	8,6	9,4	11,0	12,6
A490	EXCLUIDA	520	10,92	14,82	19,50	30,8	44,1	60,1	78,4	122,5	148,2	176,3	223,5	276	333	397	540	706
ISO 10.9	EXCLUIDA	500	10,50	14,25	18,75	29,6	42,4	57,8	75,4	117,8	142,5	169,5	214,9	265	321	382	519	679
Espesor mínimo chapa	Acero F24 Fu =	400	1,9	2,3	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	6,5	7,2	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	13,7	15,7

Unión tipo APLASTAMIENTO

Aplastamiento de la pared del agujero

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

$$R_n = C \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

La deformación no es condición de proyecto $C = 3,0$

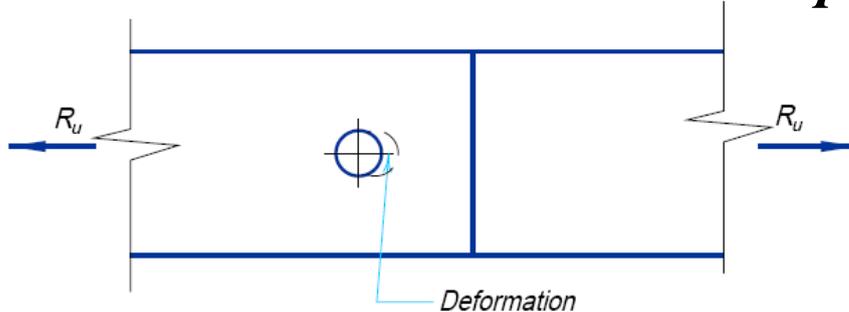
La deformación es condición de proyecto $C = 2,4$

Agujeros holgados u ovalados $C = 2,0$

Deformación estimada en el agujero:

$\Delta > 6mm$ para $C = 3,0$

$\Delta < 6mm$ para $C = 2,4$



(c) Deformation of material at bolt hole

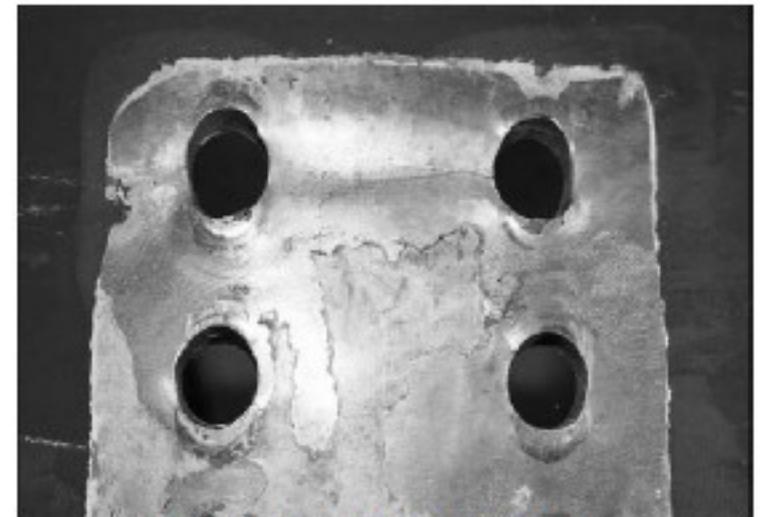


Figure 2-2. Bolt Bearing Limit State
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon,
courtesy of Georgia Institute of Technology)

Unión tipo APLASTAMIENTO

Desgarramiento de la chapa

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

Respecto del borde libre: la deformación no es condición de proyecto

$$\alpha = 0^\circ$$

$$R_n = 2 \cdot t \cdot \left[L_e - \frac{d}{2} \right] F_{vu} = 2 \cdot t \cdot L_c (0,7 F_u)$$

$$R_n = 1,4 \cdot t \cdot L_c \cdot F_u \approx 1,5 \cdot t \cdot L_c \cdot F_u$$

Entre agujeros: $L_e = s \geq 8/3 d_b$; $L_c \geq 5/3 d_b$

$$R_n = 1,5 \cdot \frac{5}{3} \cdot t \cdot d_b \cdot F_u \approx 3 \cdot t \cdot d_b \cdot F_u$$

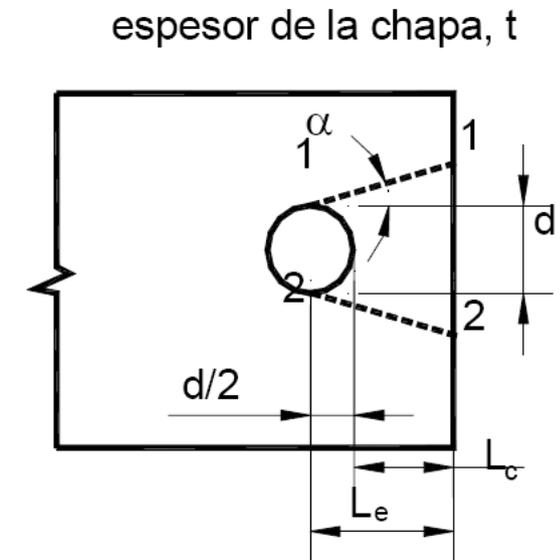


Figura C-J.3-9
Desgarramiento de la chapa

Unión tipo APLASTAMIENTO

Desgarramiento de la chapa

La deformación no es condición de proyecto

La deformación es condición de proyecto

Agujeros holgados u ovalados

$$R_n = 1,5 \cdot t \cdot L_c \cdot F_u$$

$$R_n = 1,2 \cdot t \cdot L_c \cdot F_u$$

$$R_n = 1,0 \cdot t \cdot L_c \cdot F_u$$

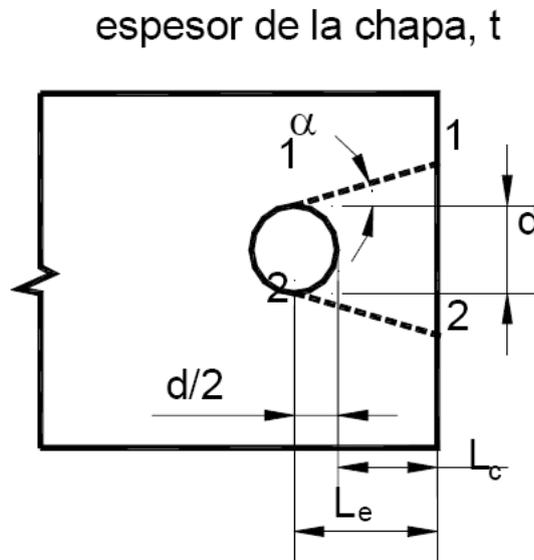


Figura C-J.3-9
Desgarramiento de la chapa

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

Unión tipo APLASTAMIENTO

Rotura por bloque de corte

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

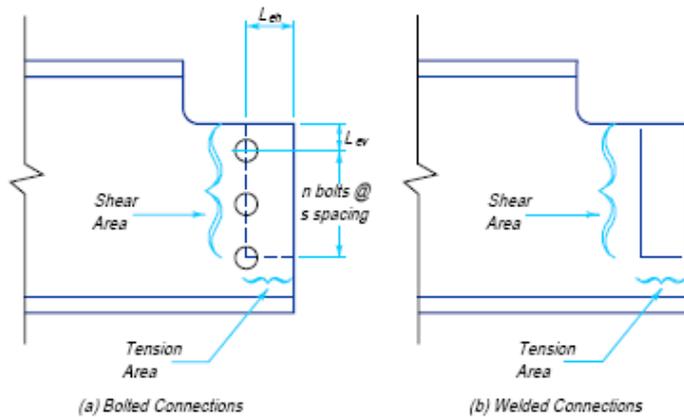
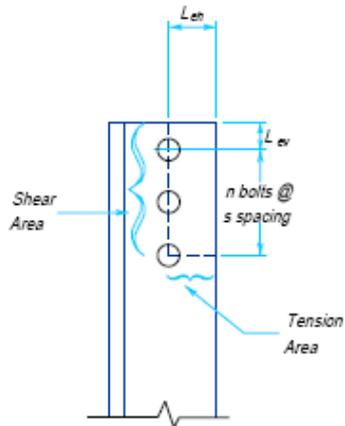


Fig. 8-56. Block shear rupture in coped beams.



$$R_n = \text{máx} \left[0,6 \cdot A_{gv} \cdot F_y + A_{nt} \cdot F_u ; 0,6 \cdot A_{nv} \cdot F_u + A_{gt} \cdot F_y \right]$$

Tornillos en TRACCIÓN

Tracción en el tornillo

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

$$R_n = A_n \cdot F_u$$

$$A_n \approx 0,75 \cdot A_b$$

$$R_n = A_b \cdot (0,75 \cdot F_u) = A_b \cdot F_t$$

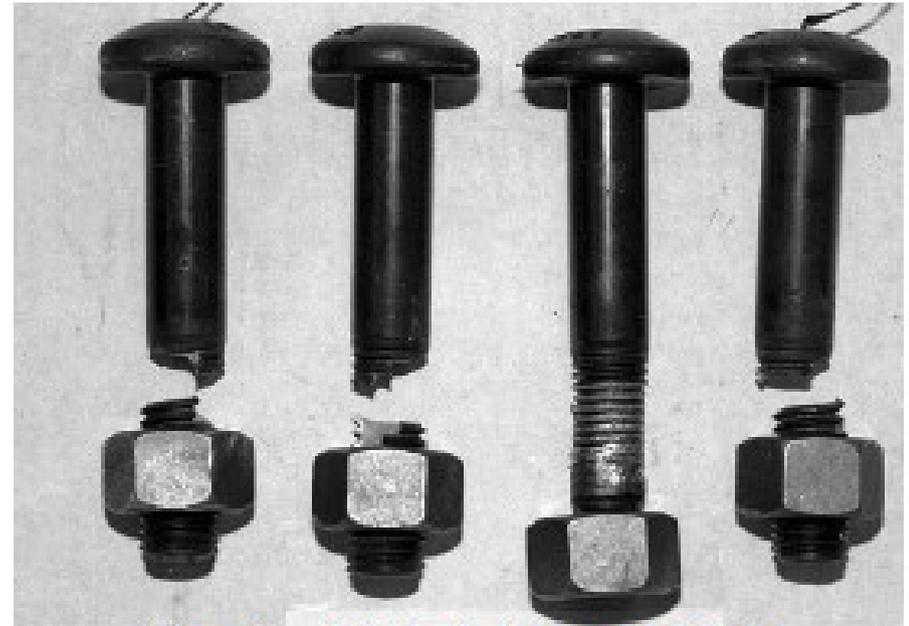


Figure 2-4. Bolt Tension Fracture Limit State
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon,
courtesy of Georgia Institute of Technology)

Tornillos en TRACCIÓN

Tracción en el tornillo

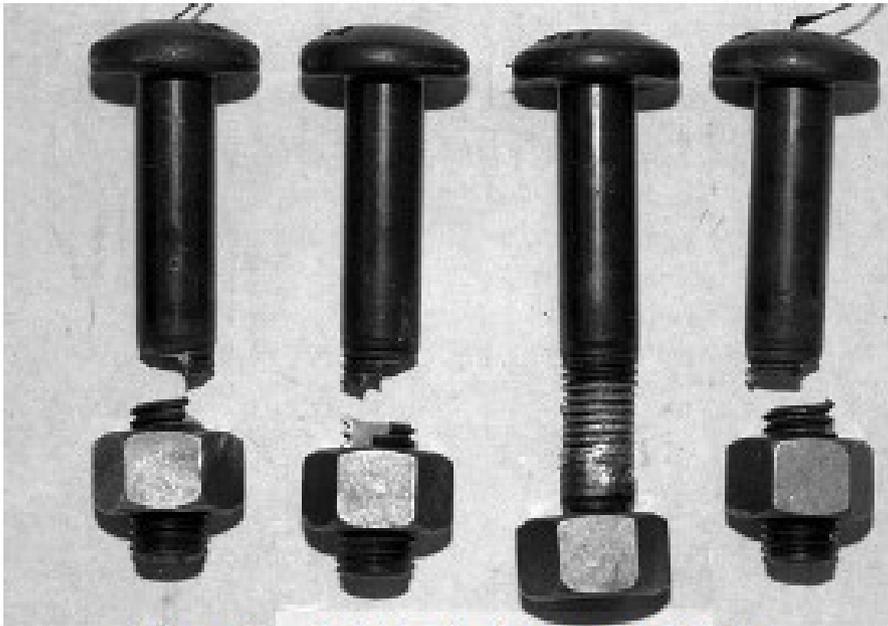


Figure 2-4. Bolt Tension Fracture Limit State
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon,
courtesy of Georgia Institute of Technology)

$$A325 \quad F_t = 0,75 \cdot 827 = 620 \text{ MPa}$$

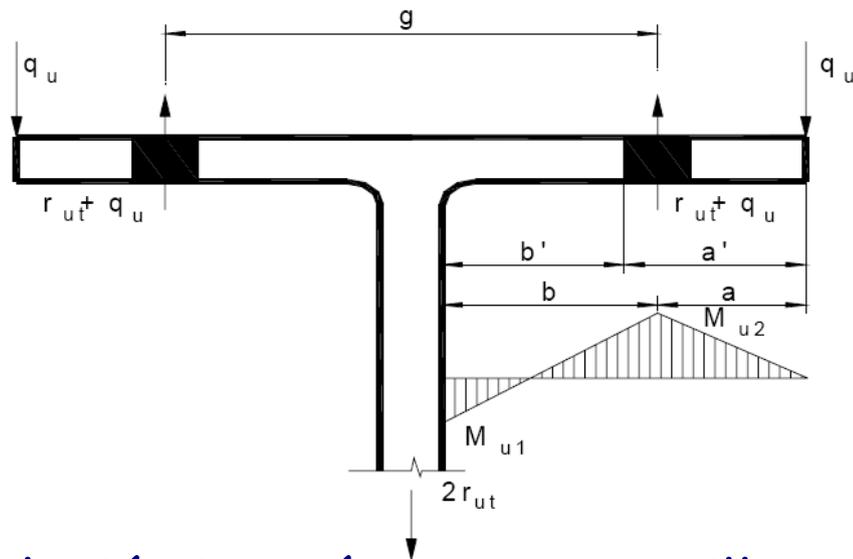
Tabla J.3.2. Resistencia de Diseño de Bulones

Descripción de los bulones	Resistencia a la tracción		Resistencia al corte en uniones del tipo aplastamiento	
	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal, F_t (MPa)	Factor de resistencia ϕ	Resistencia nominal, F_v (MPa)
Bulones comunes Tipos A307, ISO 4.6	0,75	260 (a)	0,75	140 (b,e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		620 (d)		330 (e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 con la rosca excluida de los planos de corte		620 (d)		415 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		778 (d)		414 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 con la rosca excluida de los planos de corte		778 (d)		517 (e)
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca no está excluida de los planos de corte		0,75 F_u (a,c)		0,40 F_u
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca está excluida de los planos de corte		0,75 F_u (a,c)		0,50 F_u (a,c)

(a) Cargas estáticas solamente.
 (b) Se permite la rosca en los planos de corte.
 (c) La resistencia nominal a la tracción de la parte roscada de una varilla recalcada, basada en el área de la sección en el diámetro mayor de la rosca A_D , será mayor que el área nominal del cuerpo A_0 de la varilla antes del recalcado multiplicada por F_y .
 (d) Para bulones A325, A325M, ISO 8.8 y A490, A490M, ISO 10.9 solicitados a tracción con fatiga, ver la Sección A-K.3.
 (e) Cuando se empleen uniones del tipo de aplastamiento para empalmar barras traccionadas con bulones separados en dirección paralela a la fuerza, a más de 1300 mm, los valores tabulados deben ser reducidos en un 20 %.

Tornillos en TRACCIÓN

Acción de palanca en un soporte "T" o "L"

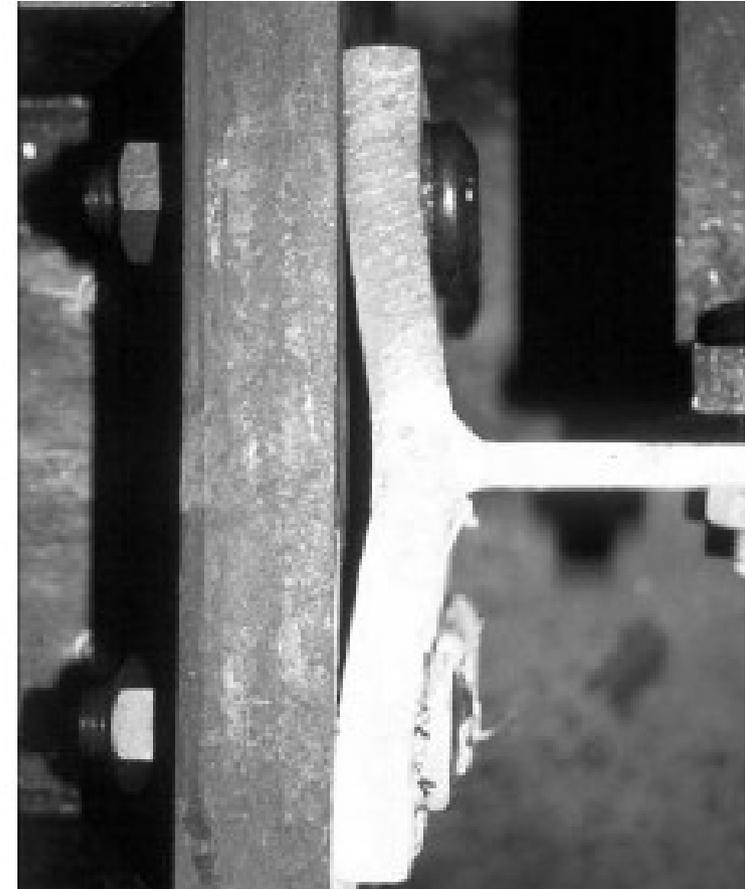


Solución isostática con tornillos sin apretar

$$M_{u2} = 0 \quad M_{u1} = r_{ut} \cdot b \leq Z_{pl} \cdot F_y$$

Solución hiperestática, con tornillos apretados

cf: McCormac - Diseño de estructuras de acero LRFD - pág. 326
Bresler-Lin-Scalzi - Diseño de estructuras de acero - pág 191



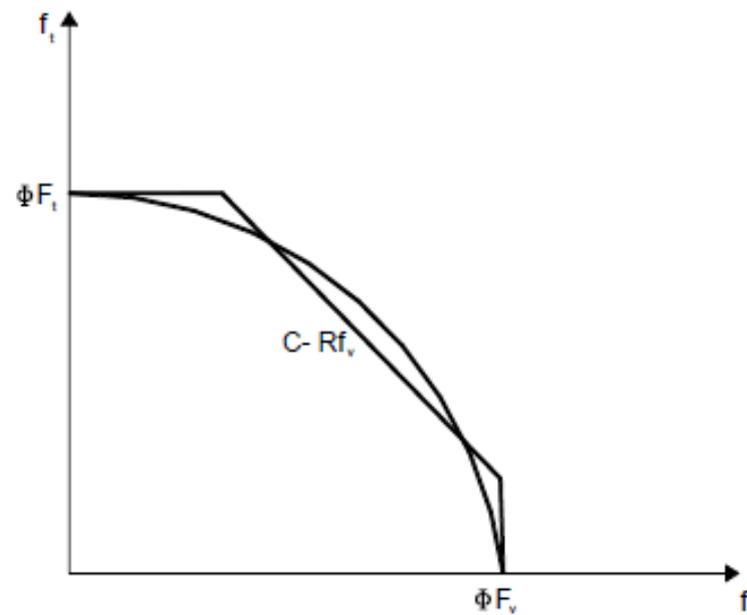
Tornillos sometidos a CORTE y TRACCIÓN

La capacidad de la junta a tracción se considera con un valor modificado de la resistencia nominal F_t

Se adopta un procedimiento de "interacción" como forma de resolver una combinación complicada

$$A \left[\frac{f_t}{F_{tu}} \right]^2 + B \left[\frac{f_v}{F_{vu}} \right]^2 \leq 1$$

$$\left[\frac{k \cdot f_t}{F_{tu}} \right]^2 + \left[\frac{f_v}{F_{vu}} \right]^2 = 1$$



$$C = 1,3 \phi \cdot F_t, \text{ aproximadamente}$$

$$R = \frac{F_t}{F_v}, \text{ aproximadamente}$$

$$f_t \leq \phi \cdot \sqrt{F_{nt}^2 - \left[\frac{F_{nt}}{\phi \cdot F_{nv}} \right]^2 \cdot f_v^2}$$

Figura C-J.3-6

Combinación de tracción y corte en uniones tipo aplastamiento

Tornillos sometidos a CORTE y TRACCIÓN

La resistencia nominal F_t se asume conforme la Tabla J.3.5, con

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0,75$$

$$R_n = A_b \cdot F_t$$

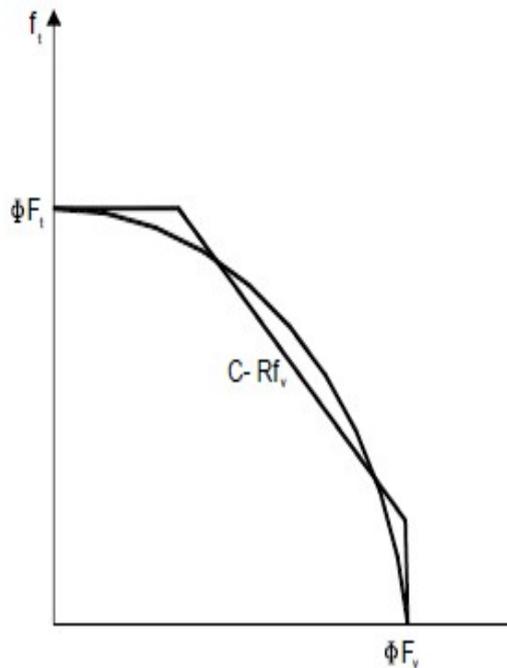


Tabla J.3.5. Resistencia nominal a la tracción (F_t), (MPa). Uniones de tipo aplastamiento

Descripción de los bulones	Rosca incluida en el plano de corte	Rosca excluida del plano de corte
Bulones comunes (A307/ISO 4.6)	338 – 2,5 $f_v \leq 260$	
Bulones A325, A325M, ISO 8.8	806 – 2,5 $f_v \leq 620$	806 – 2,0 $f_v \leq 620$
Bulones A490, A490M, ISO 10.9	1012 – 2,5 $f_v \leq 778$	1012 – 2,0 $f_v \leq 778$
Partes roscadas de bulones A449 de diámetro mayor que 38,1 mm	0,98 F_u – 2,5 $f_v \leq 0,75 F_u$	0,98 F_u – 2,0 $f_v \leq 0,75 F_u$

Conexiones tipo DESLIZAMIENTO CRÍTICO

Estado límite último:

DESLIZAMIENTO ENTRE SUPERFICIES EN CONTACTO

$$R_d = \phi \cdot R_n \qquad R_n = 1,13 \cdot \mu \cdot T_b \cdot N_s$$

$\phi = 1,00$	Agujeros normales
$\phi = 0,85$	Agujeros holgados y ovalados cortos
$\phi = 0,70$	Agujeros ovalados largos normal a la dirección
$\phi = 0,65$	Agujeros ovalados largos paralelo a la dirección

Factor de rozamiento

$\mu = 0,33$	Clase A: superficies limpias con cepillo...
$\mu = 0,50$	Clase B: superficies limpias con chorro de arena
$\mu = 0,35$	Clase C: superficies ásperas y galvanizadas

Conexiones tipo DESLIZAMIENTO CRÍTICO

UNIONES DE DESLIZAMIENTO CRITICO

CAPACIDAD DISPONIBLE EN ESTADO LIMITE ÚLTIMO

ϕ factor de resistencia

(a) Para agujeros normales, $\phi = 1,0$

(b) Para agujeros holgados y ovalados cortos, $\phi = 0,85$

(c) Para agujeros ovalados largos con eje mayor perpendicular a la dirección de la fuerza, $\phi = 0,70$

(d) Para agujeros ovalados largos con eje mayor paralelo a la dirección de la fuerza, $\phi = 0,60$.

Coefficiente de rozamiento μ depende de la preparación impuesta a las superficies de deslizamiento

Clase A: limpias con cepillo de acero, libres de óxido y cascarillas de laminación, no pintadas

Clase B: limpias con chorro de arena, superficie acero, no pintadas

Clase C: galvanizadas por inmersión en caliente y superficies ásperas

Resistencia de diseño $RD = \phi R_{str} = \phi * 1.13 * \mu * T_b * N_s$

$\phi = 1$		CAPACIDAD POR TORNILLO Y PLANO DE CORTE (kN)													
Tipo de Tornillo	db (mm) =	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	42	48
	Ag (mm ²)=	79	113	154	201	254	314	380	452	573	707	865	1018	1385	1810
A325	T _b =				91,0		142,0	176,0	205,0	267,0	326		475		
0,33	Clase A: RD =				33,9		53,0	65,6	76,4	99,6	121,6		177,1		
0,5	Clase B: RD =				51,4		80,2	99,4	115,8	150,9	184,2		268,4		
0,4	Clase C: RD =				41,1		64,2	79,6	92,7	120,7	147,4		214,7		
ISO 8.8	T _b =	32,0	47,0	65,0	88,0	108,0	137,0	170,0	197,0	257	314	388	457	628	825
0,33	Clase A: RD =	11,9	17,5	24,2	32,8	40,3	51,1	63,4	73,5	95,8	117,1	144,7	170,4	234,2	307,6
0,5	Clase B: RD =	18,1	26,6	36,7	49,7	61,0	77,4	96,1	111,3	145,2	177,4	219,2	258,2	354,8	466,1
0,4	Clase C: RD =	14,5	21,2	29,4	39,8	48,8	61,9	76,8	89,0	116,2	141,9	175,4	206,6	283,9	372,9
A490	T _b =				114,0		179,0	221,0	257,0	334,0	408		595		
0,33	Clase A: RD =				42,5		66,7	82,4	95,8	124,5	152,1		221,9		
0,5	Clase B: RD =				64,4		101,1	124,9	145,2	188,7	230,5		336,2		
0,4	Clase C: RD =				51,5		80,9	99,9	116,2	151,0	184,4		268,9		
ISO 10.9	T _b =		59,0	81,0	110,0	135,0	171,0	212,0	246,0	321,0	392	485	571	785	1031
0,33	Clase A: RD =		22,0	30,2	41,0	50,3	63,8	79,1	91,7	119,7	146,2	180,9	212,9	292,7	384,5
0,5	Clase B: RD =		33,3	45,8	62,2	76,3	96,6	119,8	139,0	181,4	221,5	274,0	322,6	443,5	582,5
0,4	Clase C: RD =		26,7	36,6	49,7	61,0	77,3	95,8	111,2	145,1	177,2	219,2	258,1	354,8	466,0

Conexiones tipo DESLIZAMIENTO CRÍTICO

Estado límite de servicio:

Se espera que para esfuerzos de servicio el deslizamiento NO se produzca

$$R_d = \phi \cdot R_n \qquad R_n = F_v \cdot A_b \cdot N_s$$

$\phi = 1,00$ Para cualquier agujero

Tabla A-J.3.2. Resistencia al corte F_v para cargas de servicio de bulones de alta resistencia en uniones de deslizamiento crítico (a) (MPa).

Tipo de bulón	Resistencia al Corte			
	Agujeros normales	Agujeros holgados y ovalados cortos	Agujeros ovalados largos	
			Perpendicular a la línea de fuerza	Paralelo a la línea de fuerza
A325, A325M ISO 8.8	117	103	83	69
A490, A490M ISO 10.9	145	124	103	90

(a) Para cada plano de corte.

ESTADOS LÍMITES

Estado límite de fractura en la sección neta

$$R_d = \phi \cdot R_n \quad \phi = [0,9 \text{ ó } 0,75]$$

$$R_n = \text{mín} [A_g \cdot F_y; A_n \cdot F_u]$$



Figure 2-14. Tension Fracture Limit State
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon,
courtesy of Georgia Institute of Technology)

ESTADOS LÍMITES

Tensión en la placa:

Sección a verificar en el estado límite de fluencia o pandeo local de la placa.

$$A_g = L_w \cdot t$$

$$A_n = (L_w - \sum d_i) \cdot t$$

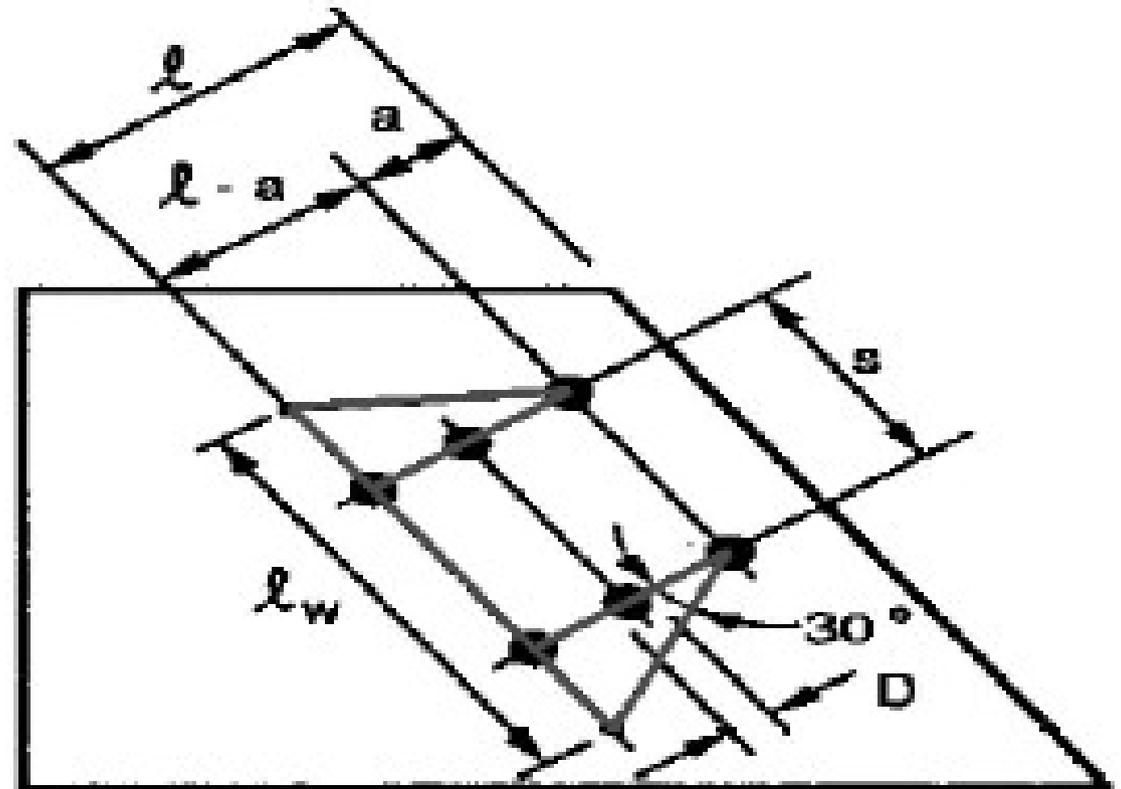


Figure 2-16. Whitmore Section Yielding/Buckling Limit State
(Beedle, L.S. and Christopher, R., 1964)

Conexiones EJEMPLOS

CONEXIÓN A CORTANTE

Posibles estados límites

Fy	Fluencia
WLB	Pandeo local alma
BSR	Bloque de corte
BS	Corte en tornillo
BB	Aplastamiento agujero
SR	Rotura por corte
SY	Fluencia por corte
W	Soldadura

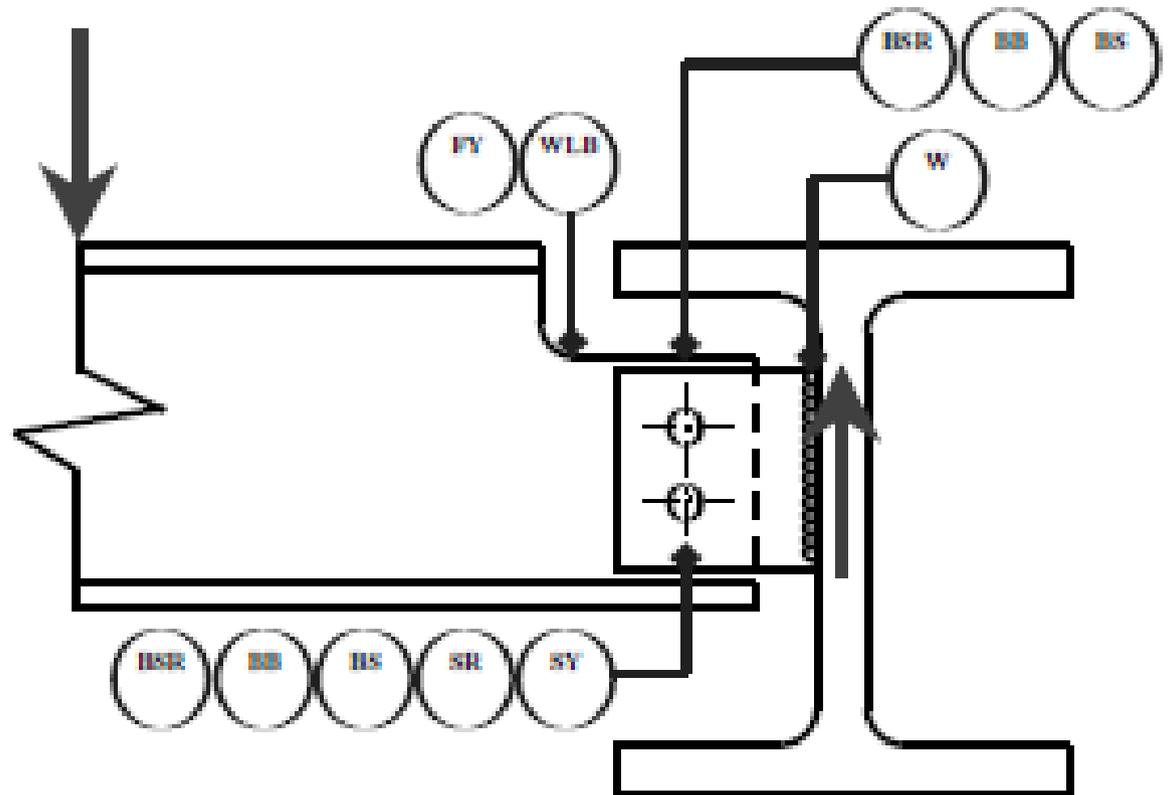


Figure 2-17. Shear Connection; Potential Limit States

ESTADOS LÍMITES

PANDEO LOCAL DEL ALMA - WLB

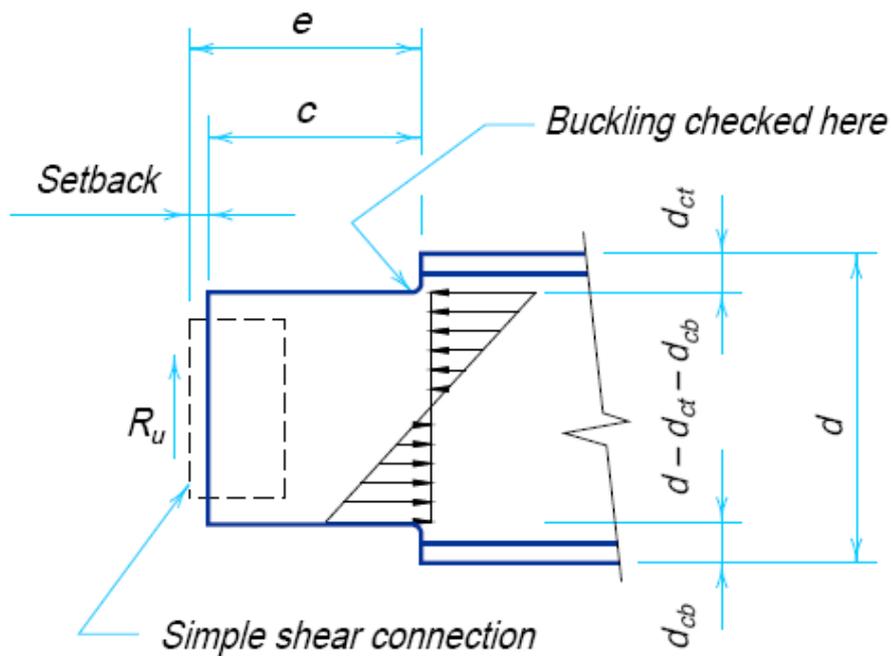


Fig. 8-62. Local buckling of beam web coped at both flanges.

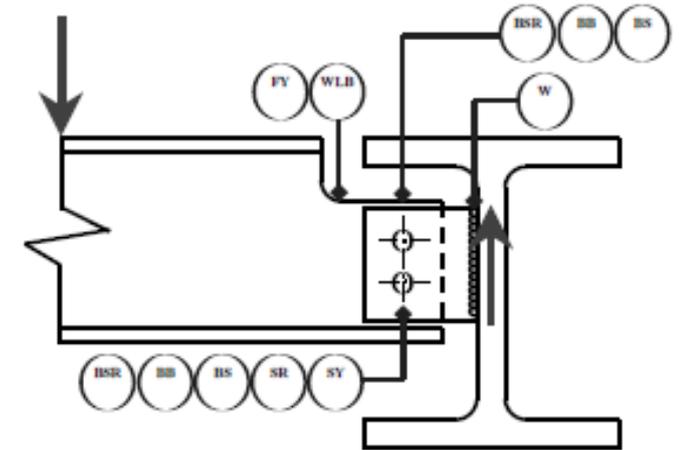
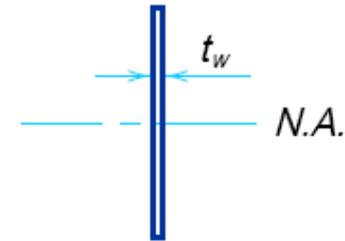


Figure 2-17. Shear Connection; Potential Limit States



Bibliografía

CIRSOC 301-EL y Comentarios

S. Vinnakota - ESTRUCTURAS DE ACERO: COMPORTAMIENTO Y LRFD - Mc Graw Hill - México - 2006

Jaime Marco García - Curso Básico de Cálculo y Diseño de ESTRUCTURAS METÁLICAS EN ORDENADOR - Mc Graw Hill - Madrid - 2000

G. Troglia - ESTRUCTURAS METALICAS - Proyecto por estados límites - ACDEC - Córdoba

McCormac - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO (Método LRFD) - Alfaomega - México - 1996

Galambos - Lin - Johnston - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO con LRFD - Prentice Hall - México - 1999

Bresler - Lin - Scalzi - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO - Limusa - México - 1990

MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION - LRFD - AISC - EUA - 1999