

TEMA 10

UNIONES. COMPORTAMIENTO Y TIPOS

CE, Anejo 26, Apdo. 5 “Análisis, clasificación y modelización”

1. INTRODUCCIÓN
2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES
3. UNIONES ARTICULADAS
4. UNIONES RÍGIDAS
5. BROCHALES
6. EMPALMES
7. NUDOS ACARTELADOS

1. INTRODUCCIÓN

- Importancia **conceptual** ⇒ Zonas críticas de la estructura (accidentes por mal proyecto o ejecución) principalmente por:
 - de ellas depende que la estructura se ajuste al modelo teórico de análisis
 - han de garantizar la continuidad de la estructura y su resistencia al colapso
 - están menos estandarizadas que los perfiles
- Importancia **económica** ⇒ ≈ 40 % coste de la estructura metálica
- Recomendaciones:
 - Diseñar uniones **sencillas**
 - Eliminar elementos innecesarios
 - Unificar y tipificar los diferentes modelos
- Análisis complejo:
 - Alta concentración de esfuerzos
 - Evaluación de las tensiones y deformaciones:
 - Experimental
 - Métodos numéricos en el campo elastoplástico
- En la práctica se utilizan procedimientos **simplificados** de cálculo

➤ **Etapas en el diseño y cálculo de uniones:**

- 1) Diseño conceptual
- 2) Análisis de esfuerzos
- 3) Verificación de resistencia de sus elementos y medios de unión
(cartelas, chapas, cordones de soldadura, tornillos, tipo de acero, etc.)

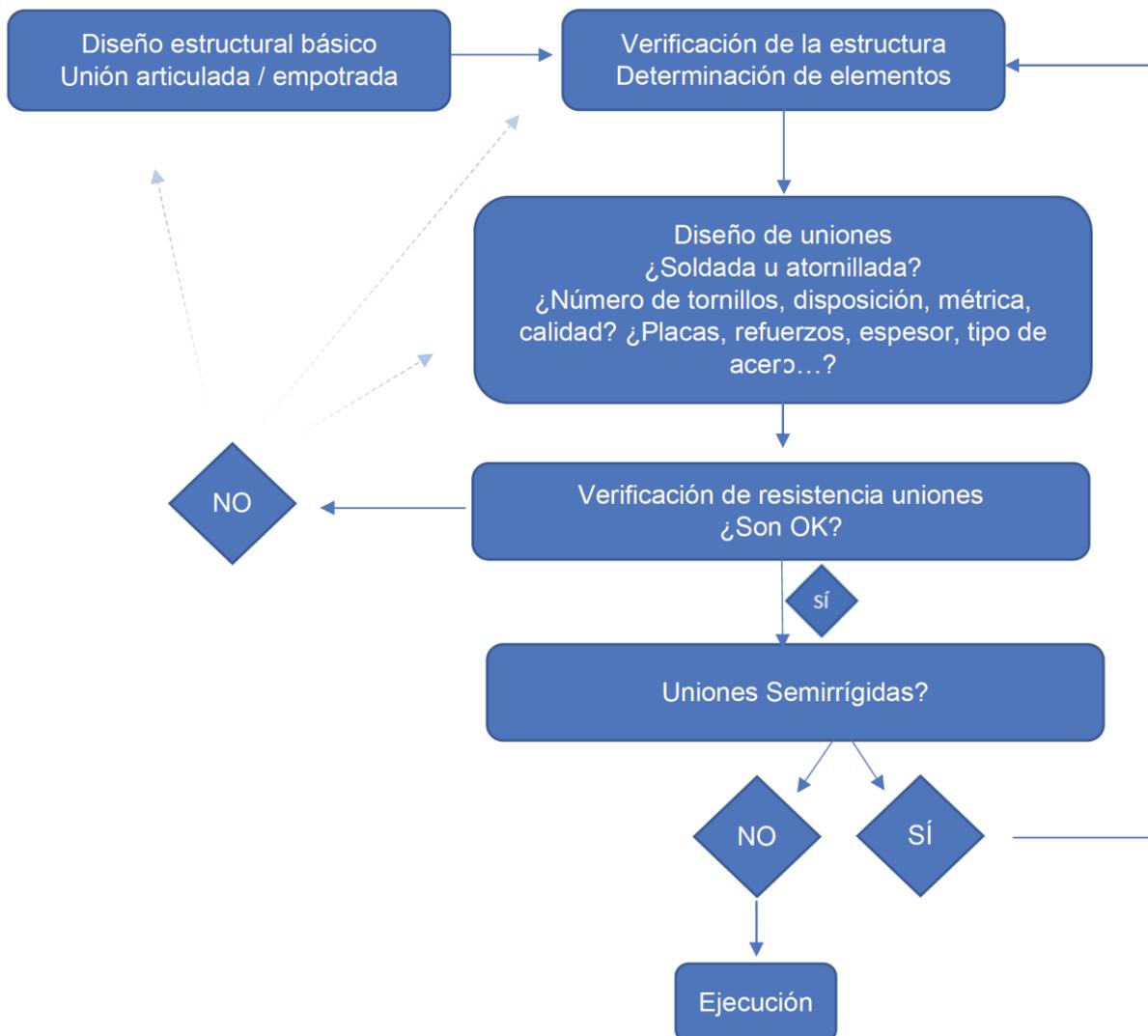


Diagrama de flujo del diseño estructural y de uniones

Fuente: ACHE, 2024

2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES

Respecto a su **CAPACIDAD RESISTENTE**:

- **Nominalmente articuladas:**

Mom. resistente $\leq 1/4$ Mom. resistente del elemento más débil de la unión

- **De resistencia total (o rígidas con capacidad para transmitir la resistencia última de los elementos unidos):**

Resistencia unión \geq Resistencia del elemento más débil de la unión

- **De resistencia parcial:**

Resistencia unión $<$ Resistencia del elemento más débil de la unión

> Esfuerzos de cálculo

> $1/3$ Resistencia del elemento más débil de la unión

Respecto a su **RIGIDEZ ROTACIONAL** (curva $M_{tr}-\theta_{rel}$):

- **Rígidas:** Transmiten todo el M

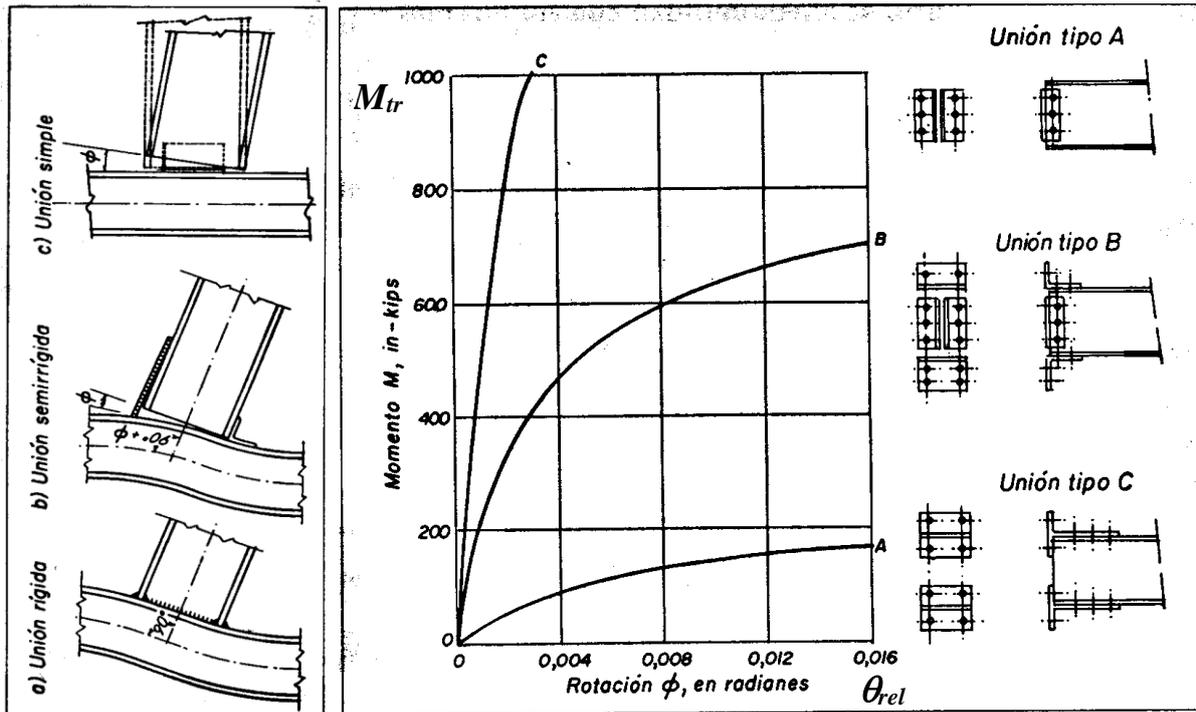
$$\theta_{viga} = \theta_{pilar} \Rightarrow \theta_{relativo} = \theta_{viga} - \theta_{pilar} = 0$$

- **Semi-rígidas:** Transmiten parte del M

$$\theta_{viga} \neq \theta_{pilar} \Rightarrow \theta_{relativo} \neq 0$$

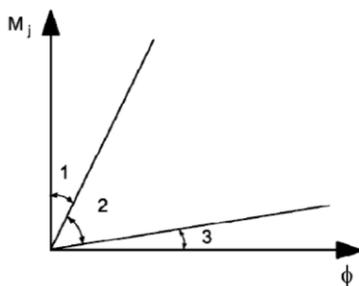
- **Nominalmente articuladas:** No transmiten M

$$\theta_{pilar} = 0 \Rightarrow \theta_{relativo} = \theta_{viga} \neq 0$$



Fuente: Argüelles R et al, 2007

LÍMITES DE CLASIFICACIÓN: función de su rigidez inicial al giro $S_{j,ini}$



Zona 1: rígidas, si $S_{j,ini} \geq k_b EI_b / L_b$

donde:

$k_b = 8$ para pórticos donde el arriostramiento reduce el desplazamiento horizontal al menos un 80%

$k_b = 25$ para otros pórticos, siempre que cumpla en todas las plantas $K_b / K_c \geq 0,1^{*)}$

Zona 2: semi-rígidas

Todas las uniones en la zona 2 deberán clasificarse como semirrígidas. Las uniones en zonas 1 o 3 pueden opcionalmente tratarse también como semi-rígidas.

Zona 3: nominalmente articuladas, si $S_{j,ini} \leq 0,5 EI_b / L_b$

^{*)} Para entramados donde $K_b / K_c < 0,1$, las uniones deberán clasificarse como semi-rígidas

K_b es el valor medio de I_b / L_b para todas las vigas en la parte superior de la planta

K_c es el valor medio de I_c / L_c para todos los pilares de la planta

I_b es el momento de inercia de la viga

I_c es el momento de inercia del pilar

L_b es la luz del vano de la viga (entre centros de pilares)

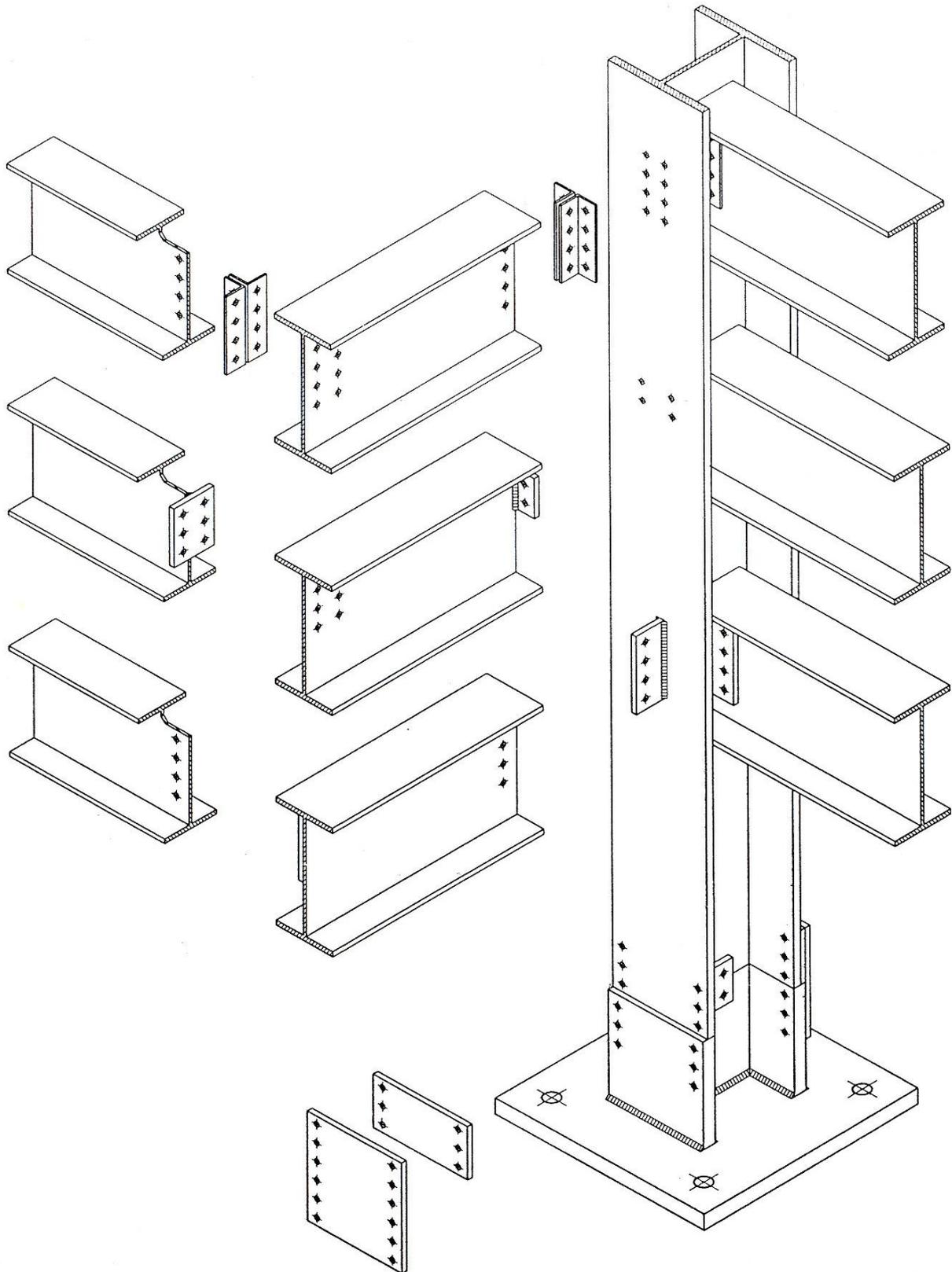
L_c es la altura entre plantas de un pilar.

Figura A26.5.4 Clasificación de uniones según su rigidez

Fuente: CE, Anejo 26, 2021

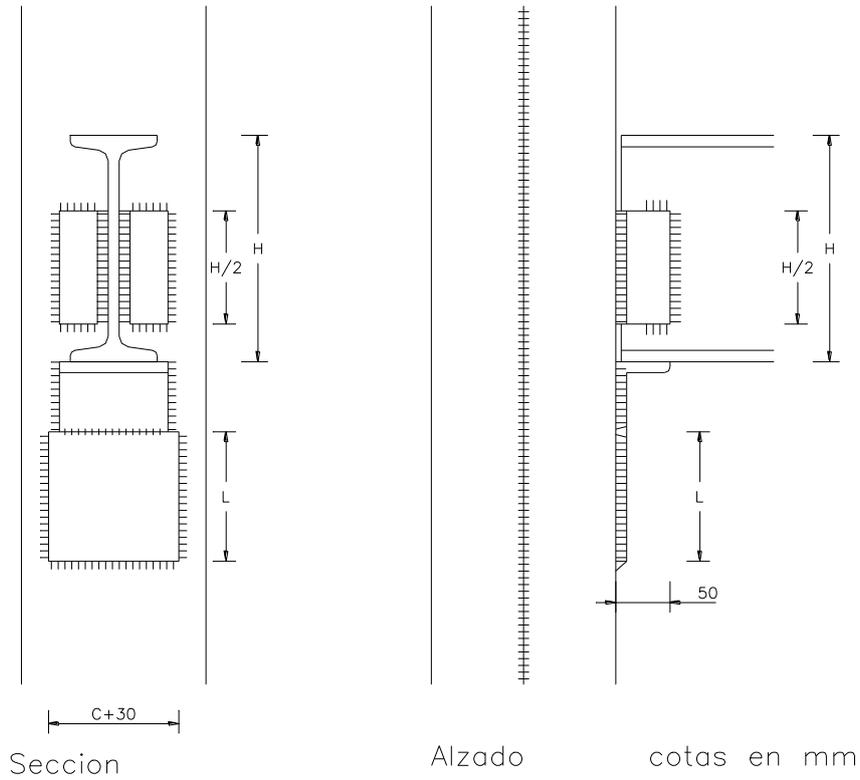
3. UNIONES ARTICULADAS

Uniones viga-columna

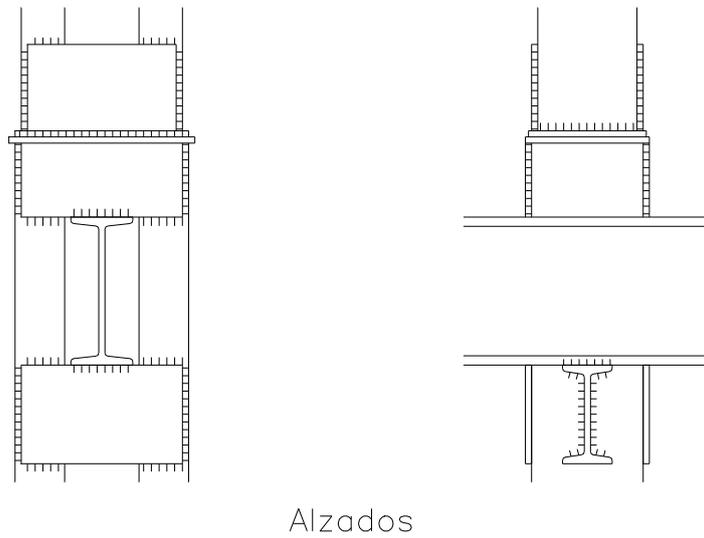


Fuente: ITEA, 1999

Unión viga-columna con casquillos angulares (de canto recomendado: $H/2$)

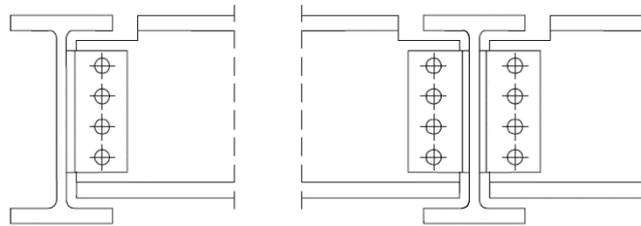


Apoyo de viga continua en columna

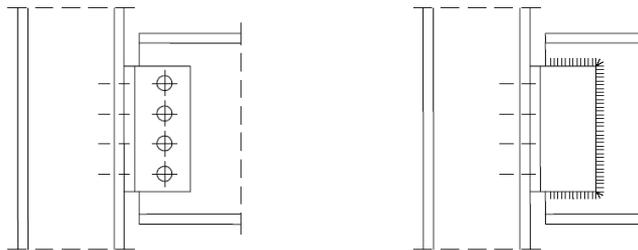


Fuente: NTE EA, 1997

Uniones viga-viga o viga-columna con doble casquillo angular atornillado (apdo. 8.8.5 CTE DB SE-A)



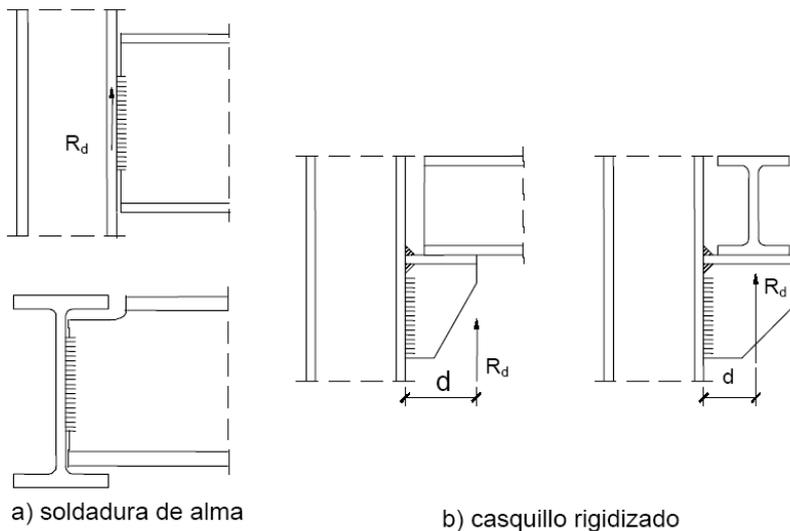
Viga-viga



Viga-columna

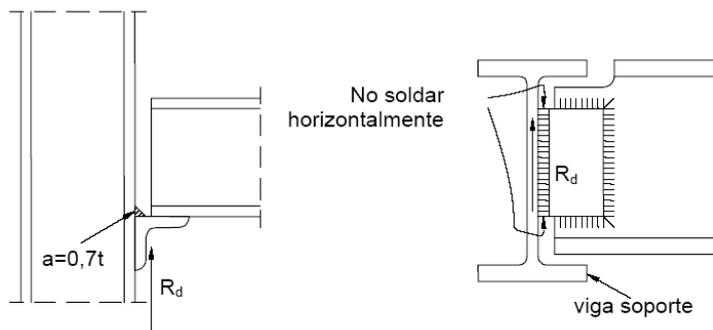
Fuente: CTE DB SE-A, 2006

Articulaciones con soldadura (apdo. 8.8.7 CTE DB SE-A)



a) soldadura de alma

b) casquillo rigidizado



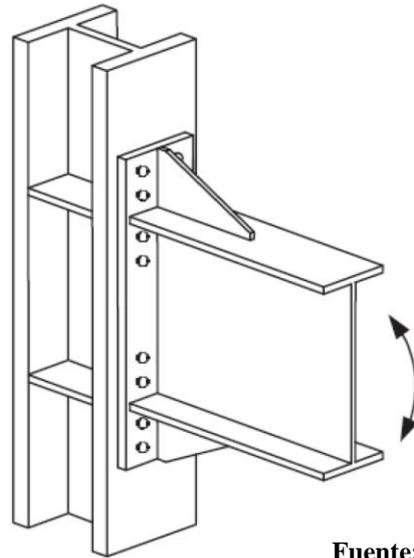
c) casquillo sin rigidizador

d) doble casquillo soldado

Fuente: CTE DB SE-A, 2006

4. UNIONES RÍGIDAS

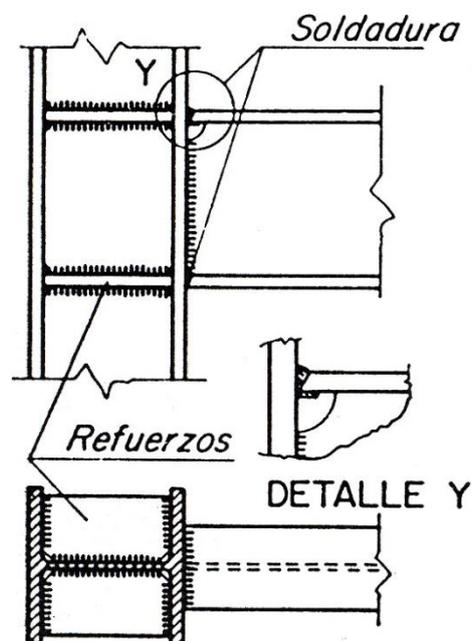
Unión rígida viga-columna (1)



Fuente: ACHE, 2024

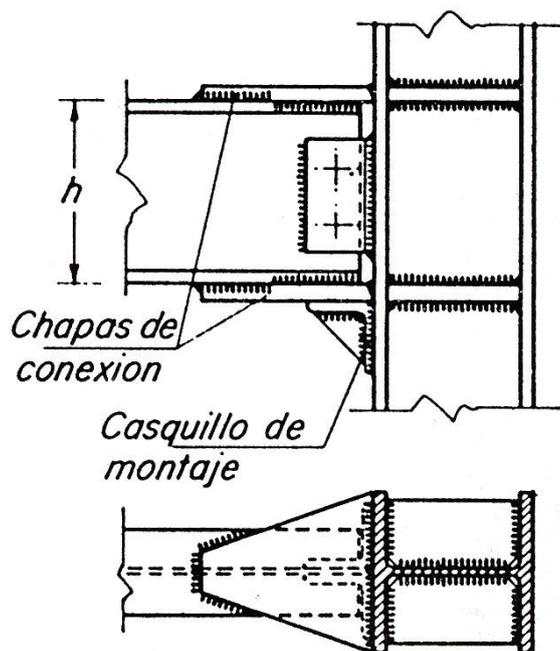
Unión rígida viga-columna (2)

Con soldaduras a tope para evitar cordones de techo en obra



Fuente: Argüelles R, 1975

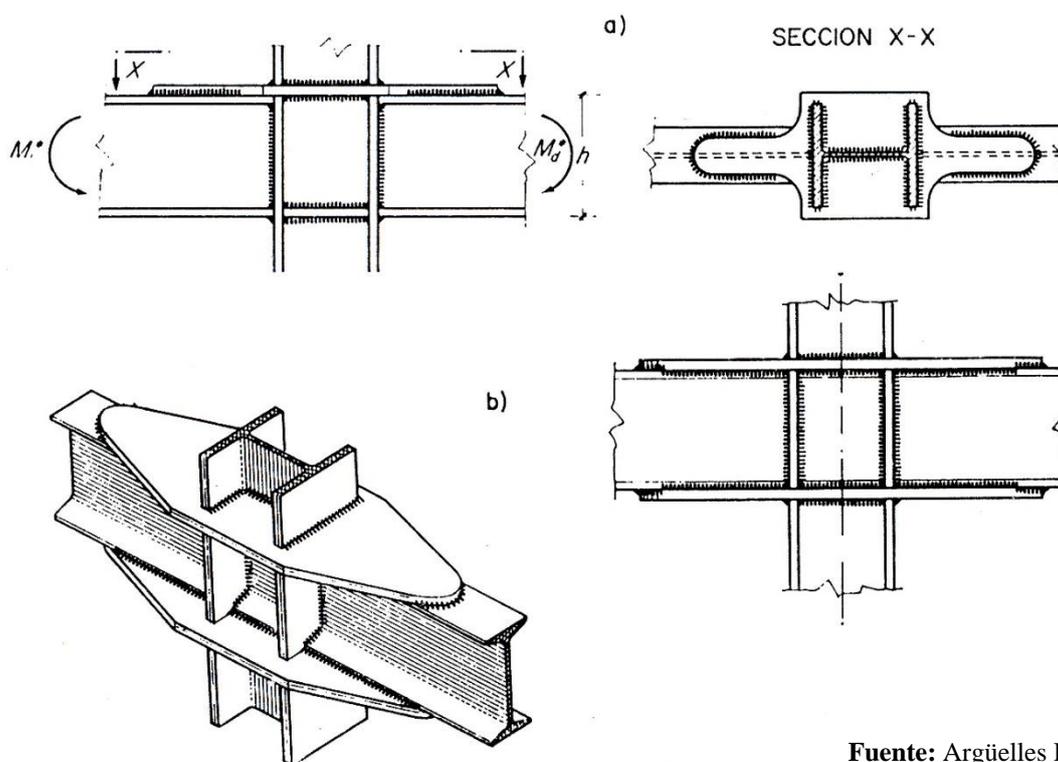
Unión rígida viga-columna (3)



Fuente: Argüelles R, 1975

Unión rígida viga-columna (4)

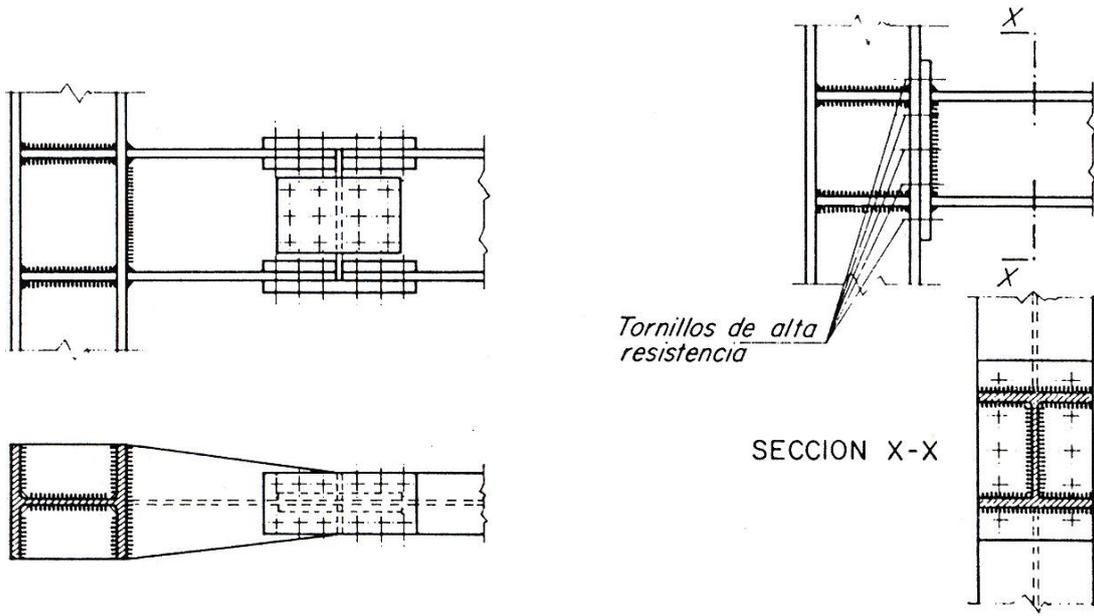
Transmite las tensiones de tracción provocadas por el momento flector



Fuente: Argüelles R, 1975

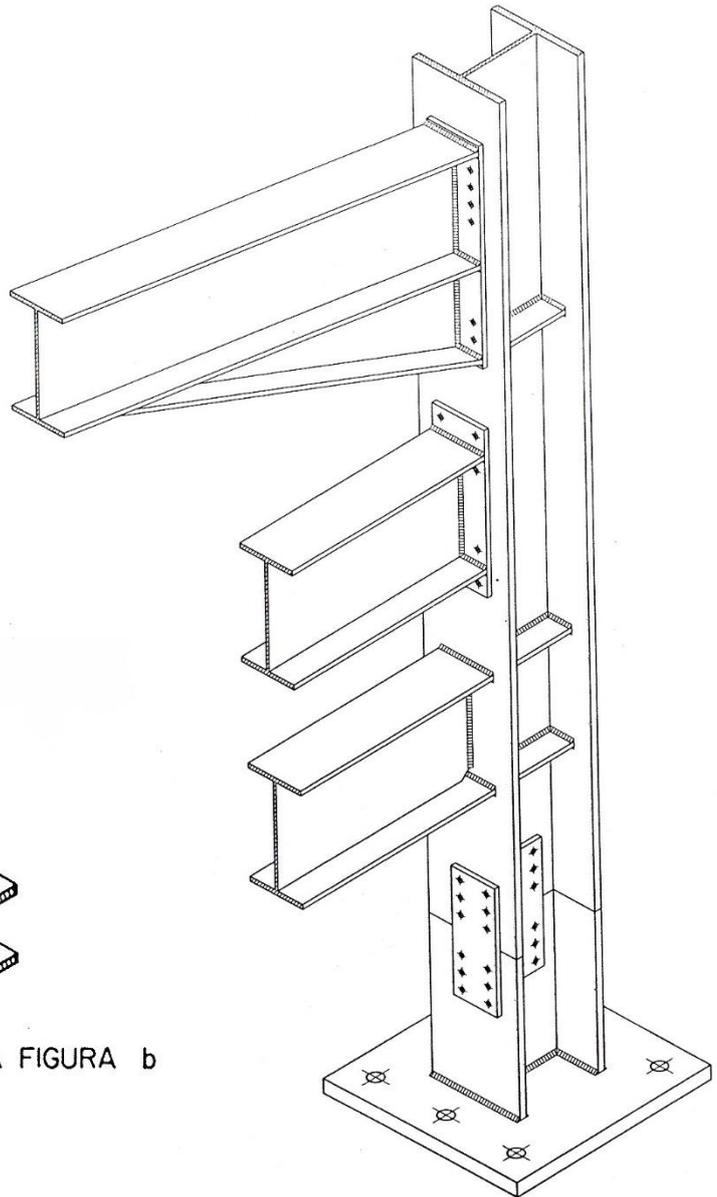
Unión rígida viga-columna (5)

Unión soldada fabricada en taller y empalme atornillado montado en obra

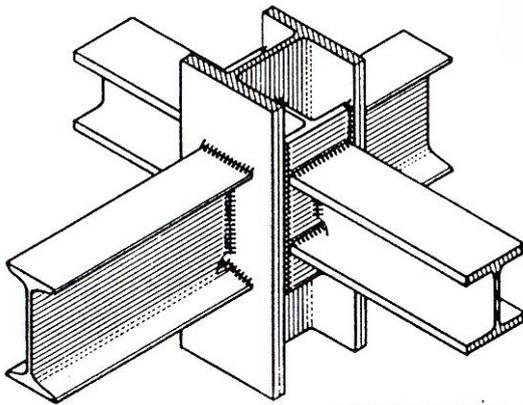


Fuente: Argüelles R, 1975

Uniones rígidas viga-columna (6)

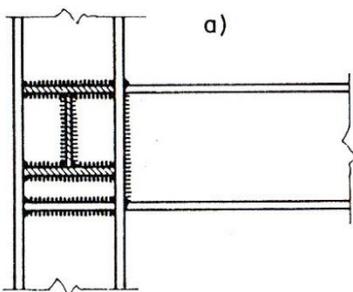


Unión rígida viga-columna en dos direcciones (7)

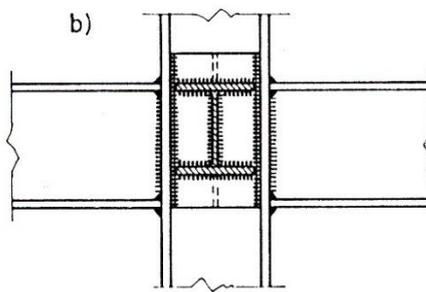


PERSPECTIVA FIGURA b

ALZADO

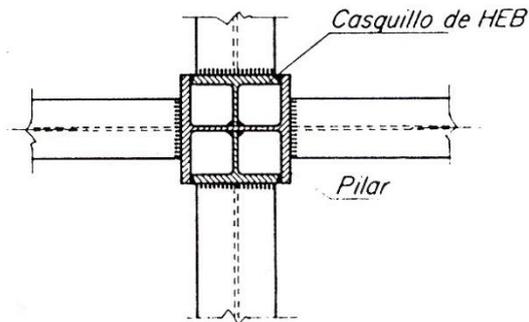
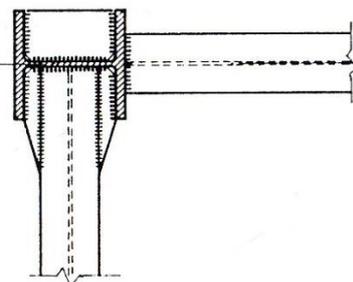


a)



b)

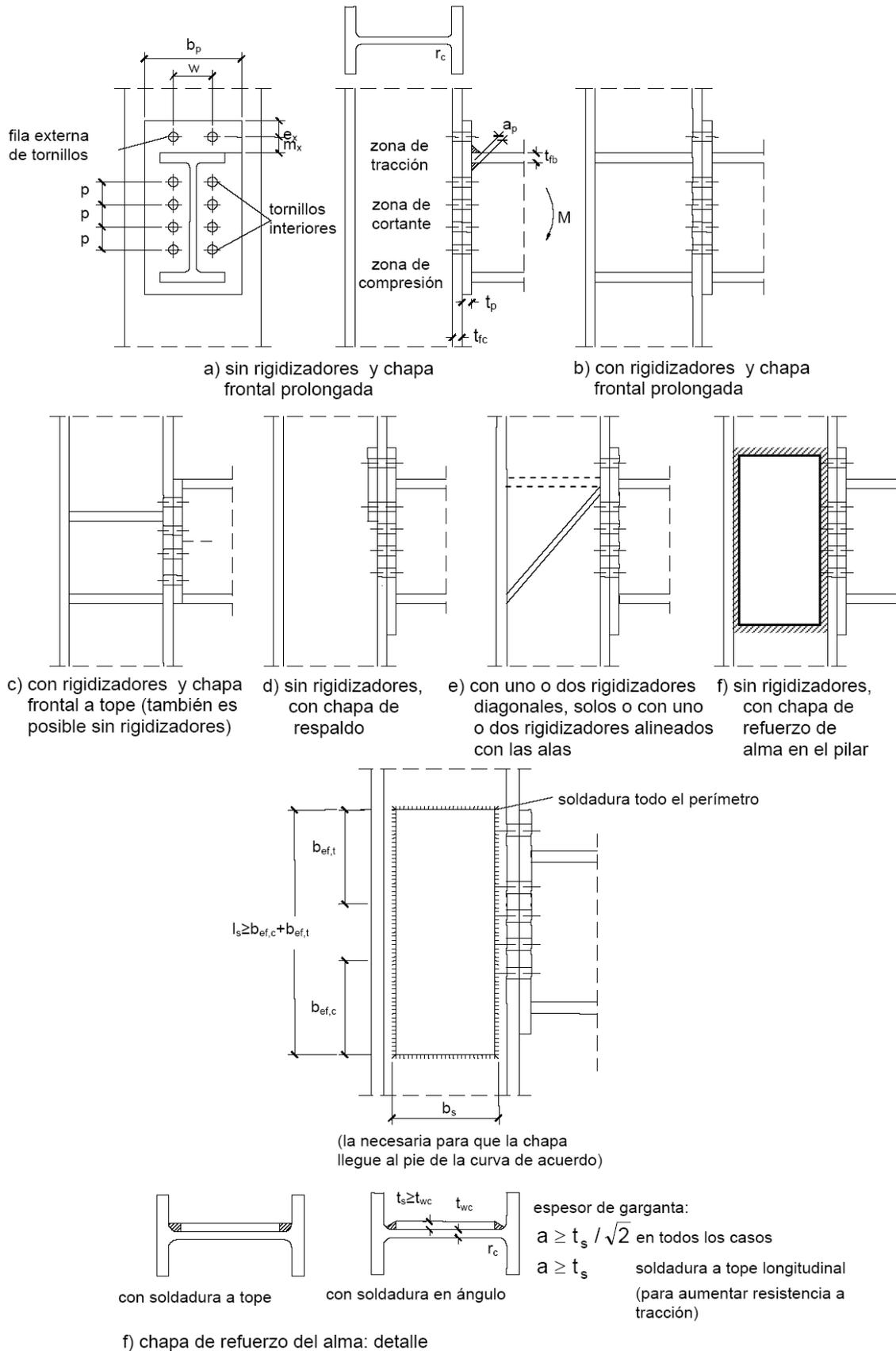
PLANTA



Fuente: ITEA, 1999

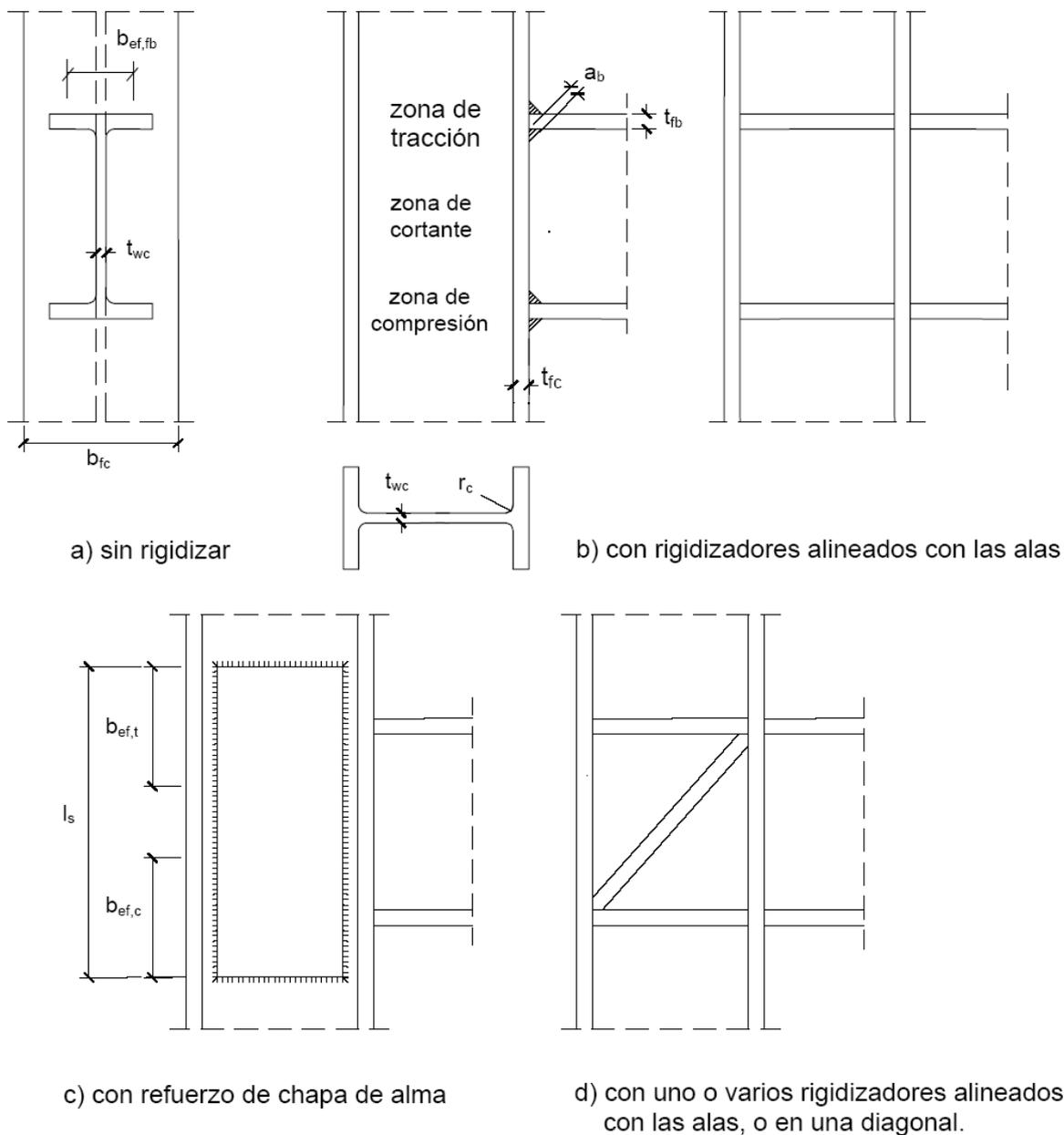
Fuente: Argüelles R, 1975

Uniones viga-columna atornilladas con chapa frontal (8.8.6 CTE SE-A)



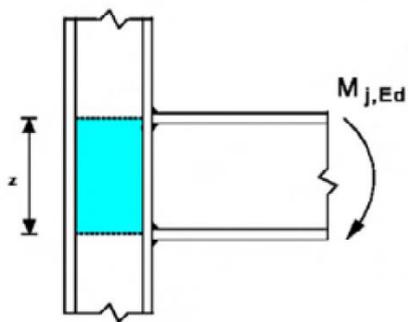
Fuente: CTE DB SE-A, 2006

Uniones viga-columna soldadas (8.8.8 CTE DB SE-A)

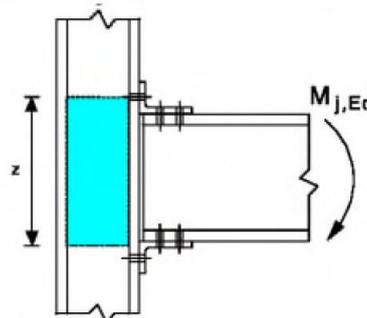


Fuente: CTE DB SE-A, 2006

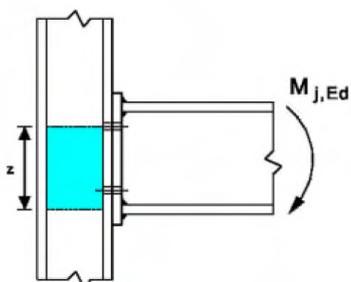
a) Uniones soldadas



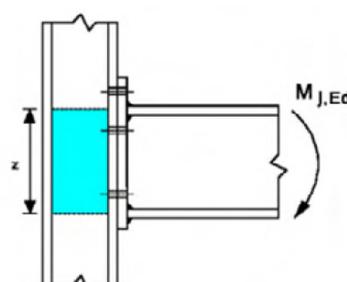
b) Uniones atornilladas con angulares de empalme en las alas



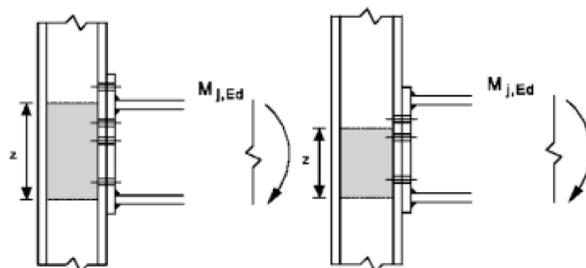
c) Unión atornillada con chapa frontal y una única fila de tornillos activa traccionada



d) Unión atornillada en chapa frontal con un canto superior al de la viga con solo dos filas de tornillos activas traccionadas



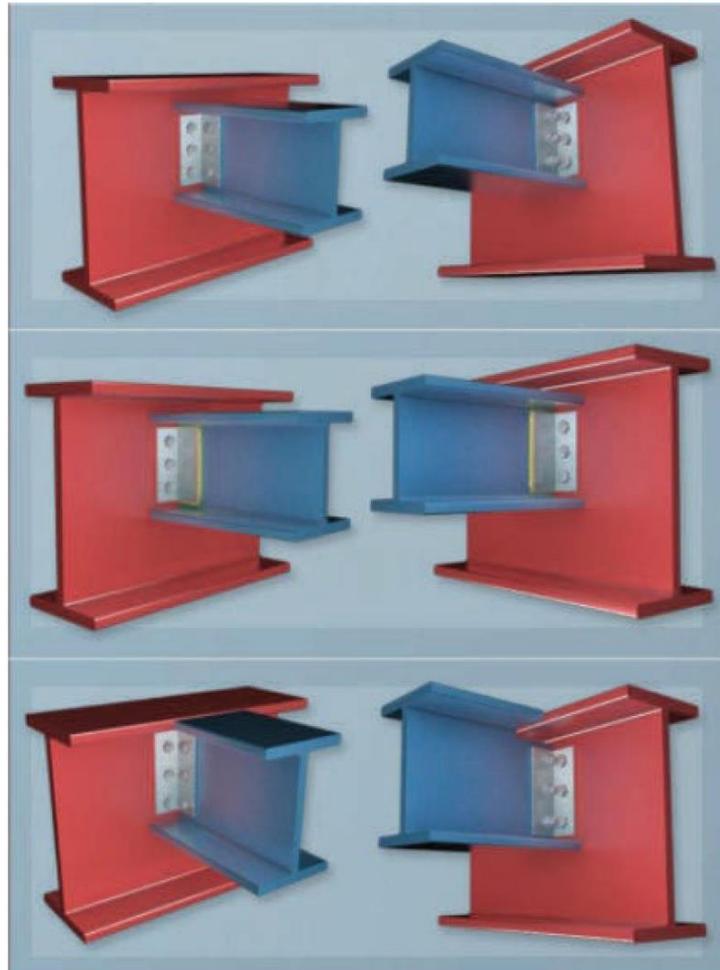
e) Otras uniones atornilladas con chapa frontal con dos o más filas de tornillos traccionadas



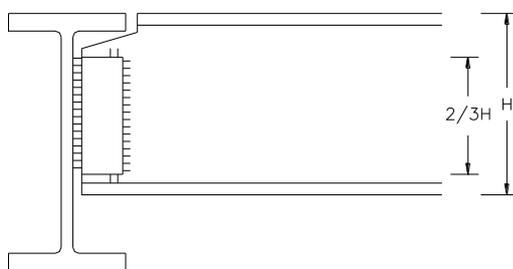
Fuente: CE, Anejo 26, 2021

5. BROCHALES (UNIONES VIGA-VIGA)

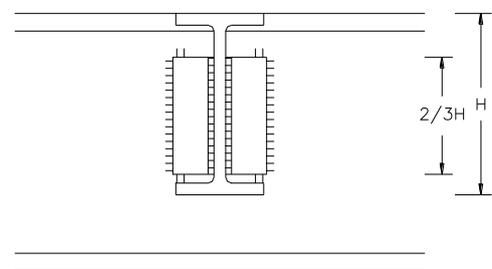
Embrochalado de viga en viga



Fuente: ACHE, 2024



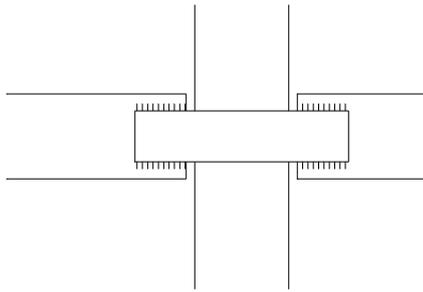
Seccion vertical



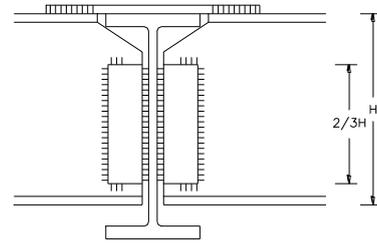
Seccion vertical

Fuente: NTE EA, 1997

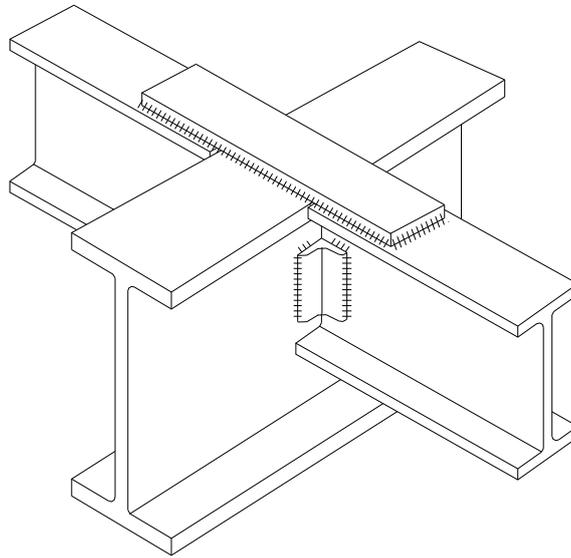
Embrochalado de viga continua en viga



Planta



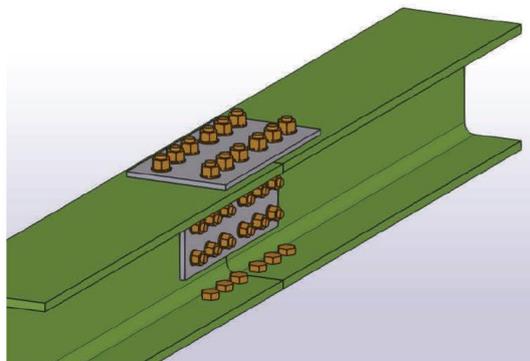
Alzado



Fuente: NTE EA, 1997

6. EMPALMES

Empalme viga-viga con cubrejuntas



(a) Cubrejuntas de alma y alas

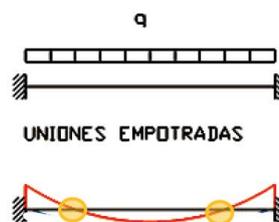


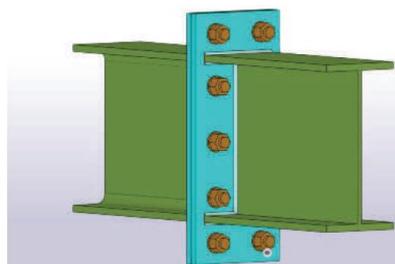
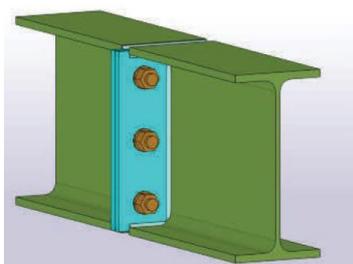
Diagrama de momentos flectores

Puntos de momento nulo

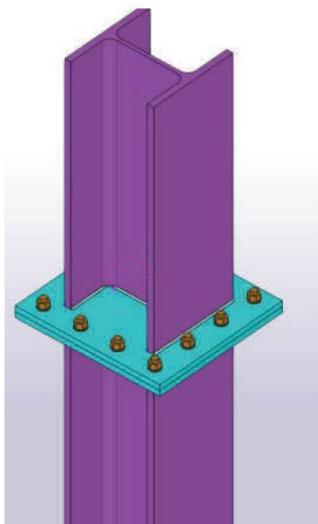


(b) Cubrejunta de alma

Empalme viga-viga con placa frontal



Empalme de columnas



(a) Con placa frontal



(b) Con cubrejuntas

Fuente: ACHE, 2024

7. NUDOS ACARTELADOS

- Es la forma tradicional de resolver los nudos de las estructuras trianguladas
- Se usa un plano de cartelas en celosías ligeras y dos planos en pesadas
- El uso de cartelas es necesario en uniones atornilladas, mientras que las uniones soldadas pueden ser directas o acarteladas.
- Tipos de nudos acartelados en celosías:
 - Nudo en cordón continuo \Rightarrow La cartela resiste el incremento de esfuerzos
 - Nudo con cambio de dirección del cordón \Rightarrow La cartela no resiste \Rightarrow \Rightarrow Suplemento con cubrejuntas
- Tres métodos de dimensionamiento:
 - Fórmula de NAVIER

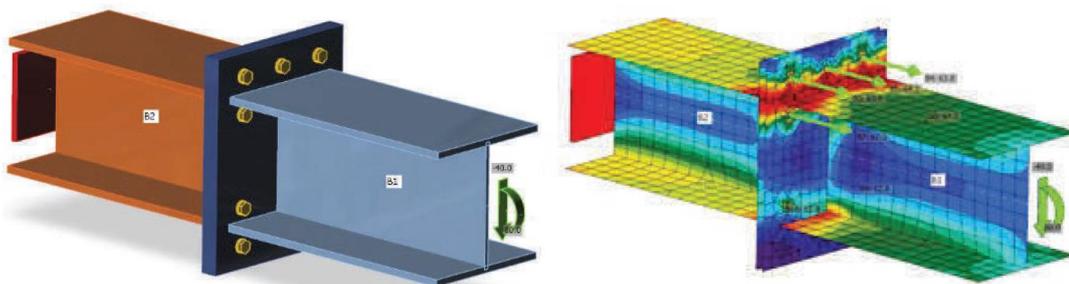
$$\sigma_{nom} = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \frac{b}{2} \leq f_{yd}$$

- Método de la ANCHURA EFICAZ

$$\sigma_{nom} = \frac{N}{tb_{ef}} \leq f_{yd}$$

Tanto aplicando Navier como anchura eficaz, la tensión real es inferior a la nominal resultante ($\sigma_{real} < \sigma_{nom}$), siendo métodos suficientemente seguros

- CBFEM (*Component Based Finite Element Method*) <https://www.cbfem.com/>



Fuente: ACHE, 2024