

8.6 Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

8.6.1 Disposiciones constructivas y clasificación

- 1 Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.
- 2 Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T:
 - si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos;
 - si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

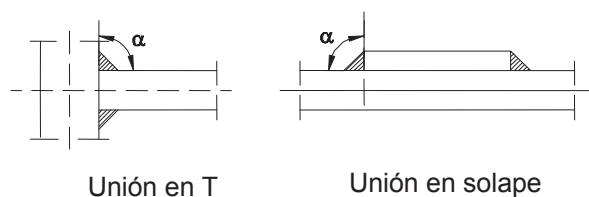
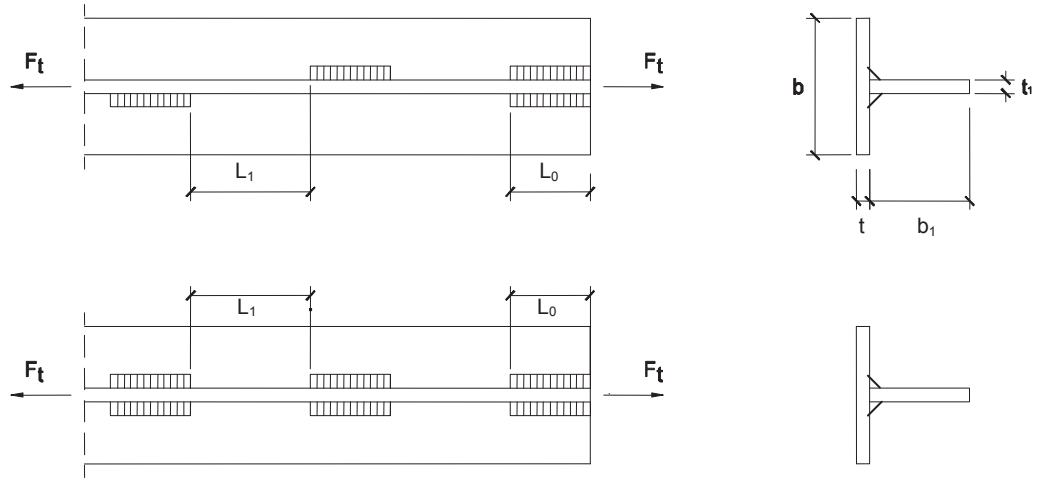


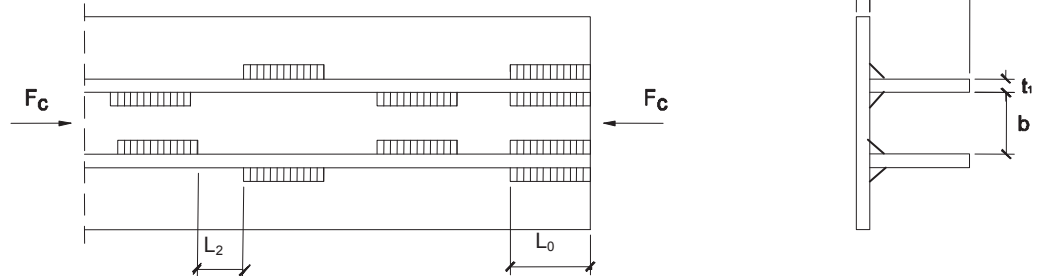
Figura 8.6 Soldadura en ángulo

Se observará lo siguiente:

- a) los cordones deben, si es posible, prolongarse rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y longitud dos veces dicho espesor. Esto debe indicarse en los planos;
 - b) la longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta;
 - c) los cordones de soldadura en ángulo pueden ser continuos o discontinuos (intermitentes). Estos últimos se utilizan sólo para unir entre sí elementos de secciones sencillas formando piezas de secciones de mayor complejidad, no deben utilizarse en ambientes corrosivos y siempre deben cumplir las limitaciones establecidas en la figura 8.7. Debe interpretarse en ésta que:
 - i) la ejecución de los cordones de longitud L_0 en los extremos de la pieza es un detalle obligatorio;
 - ii) la limitación de valor $0,25 b$, siendo b la separación entre rigidizadores, se utiliza exclusivamente en casos de unión de rigidizadores a chapas o a otros elementos solicitados a compresión o cortante;
 - d) no se utilizará un solo cordón de soldadura en ángulo para transmitir esfuerzos de tracción perpendiculares a su eje longitudinal.
- 3 Soldadura a tope. Una soldadura a tope es de penetración total si la fusión entre el material base y el de aportación se produce en todo el espesor de la unión; se define como de penetración parcial, cuando la penetración sea inferior a dicho espesor. En ambos casos el tipo de unión podrá ser a tope o a tope en T (figura 8.8).
 - 4 Se evitarán en lo posible las configuraciones que induzcan el desgarro laminar. Para ello:
 - a) se tratarán de evitar uniones en las que la dirección principal de las tensiones de tracción sea transversal a la dirección de laminación de las chapas que se unen (fuerzas en la dirección del espesor);
 - b) cuando no sea posible evitar este tipo de uniones, se tomarán medidas para minimizar la posibilidad de que se produzca desgarro laminar en las chapas (por ejemplo, en uniones con chapa frontal (8.8.4), los tornillos reducen el riesgo de dicho tipo de rotura).



a) Tracción $L_1 \leq 16 t, 16 t_1, 200\text{mm.}$ $L_0 \geq 0,75 b_1, 0,75 b$



b) Compresión $L_1 \leq 12 t, 12 t_1, 0,25b, 200\text{mm.}$ $L_0 \geq 0,75 b_1, 0,75 b$

Figura 8.7 Soldadura en ángulo discontinua

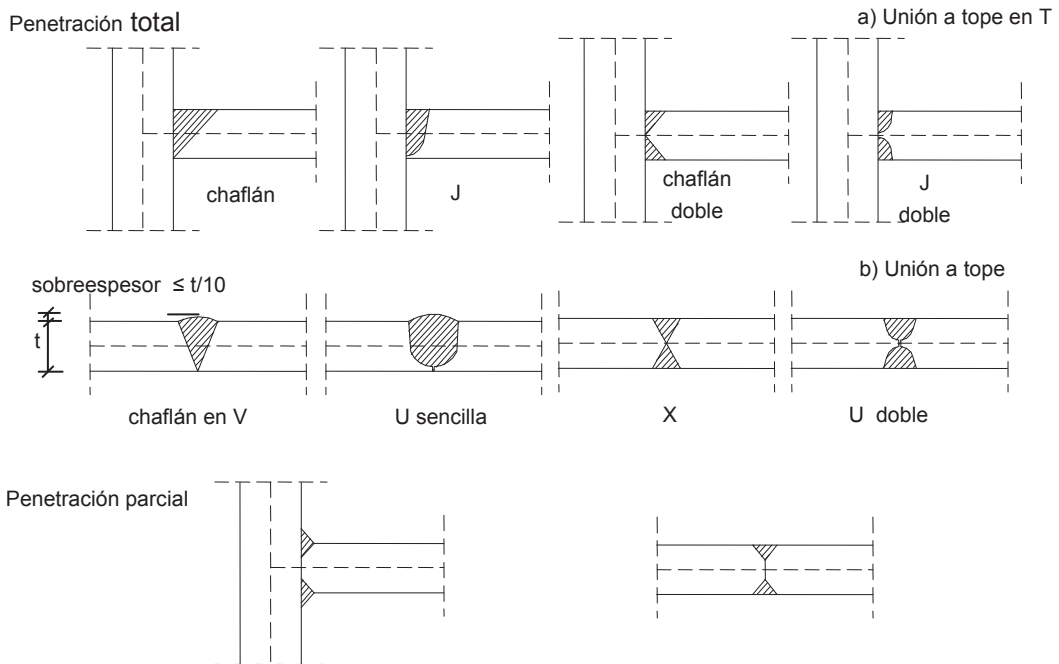


Figura 8.8 Soldadura a tope y formas de preparación

8.6.2 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 1 La resistencia de un cordón de soldadura en ángulo es suficiente si la resultante de todas las fuerzas transmitidas por el cordón por unidad de longitud $F_{W,Ed}$, no supera el valor de su resistencia de cálculo $F_{W,Rd}$ con independencia de la orientación del cordón.
- 2 La comprobación de resistencia por unidad de longitud de un cordón en ángulo se realiza de acuerdo a la expresión:

$$F_{W,Ed} \leq F_{W,Rd} = a f_{vW,d} \quad (8.21)$$

siendo

$$f_{vW,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \text{ tensión tangencial de cálculo resistida por la soldadura en cualquier dirección}$$

f_u tensión de rotura de la chapa de menor resistencia de la unión;

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1, en función del tipo de acero.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm ²)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

- a espesor de garganta del cordón en ángulo, que será la altura, medida perpendicularmente a la cara exterior, del triángulo que la tenga mayor, de entre los que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzando la fusión y la superficie exterior de la soldadura (figura 8.9.a y b). Se observarán las siguientes limitaciones:
- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm;
 - en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida;
 - en el caso en que se realice la soldadura de forma automática con arco sumergido se podrá considerar, sin necesidad de ensayos, un incremento del 20% del espesor de la garganta, hasta un máximo de 2 mm.

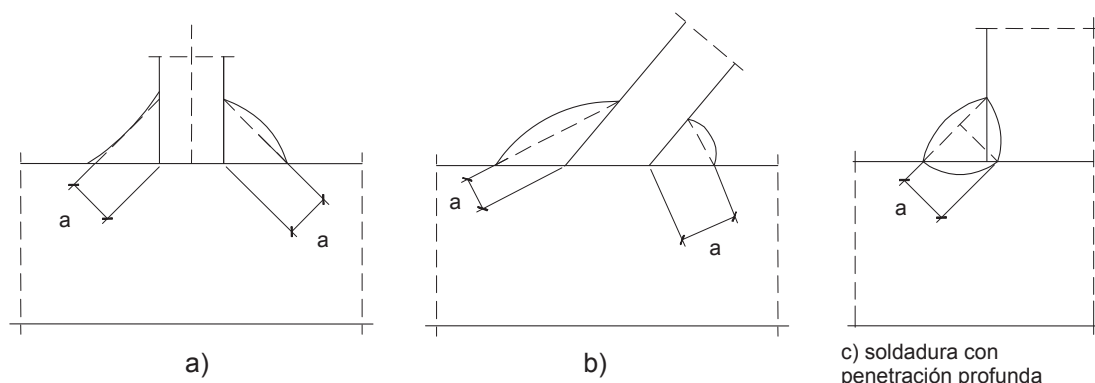


Figura 8.9 Soldadura en ángulo. Espesor de garganta

Como longitud del cordón se tomará la nominal. En uniones por solape de longitudes superiores a 150 a, la resistencia de cálculo se reducirá utilizando el coeficiente:

$$\beta_{LW} = 1,2 - 0,2 \frac{L}{150a} \leq 1,0 \quad (8.22)$$

donde

L longitud total del solape en la dirección del esfuerzo.

Esta reducción tiene en cuenta el efecto de la distribución no uniforme de tensiones a lo largo de un cordón de cierta longitud, pero no es de aplicación cuando la citada distribución de tensiones en el cordón se corresponde con la del material base, lo que ocurre, por ejemplo, en el caso de las soldaduras en uniones ala-alma de vigas armadas.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

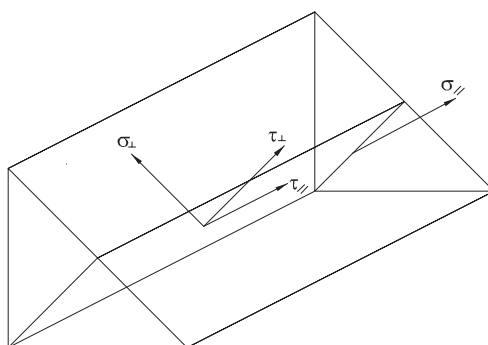


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

- β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;
- f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;
- σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;
- σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;
- τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;
- τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

8.6.3 Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope.

- 1 Si la soldadura es de penetración total no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- 2 No se empleará un solo cordón de soldadura a tope con penetración parcial para transmitir esfuerzos de tracción perpendiculares a su eje longitudinal.
- 3 En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa;
 - b) para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

- 4 Si la soldadura es en T se comprobará como una soldadura a tope con penetración total si (figura 8.11):

$$\begin{aligned} a_{\text{nom},1} + a_{\text{nom},2} &\geq t \\ c_{\text{nom}} &\leq \frac{t}{5} \\ c_{\text{nom}} &\leq 3 \text{ mm} \end{aligned} \quad (8.24)$$

En otro caso se comprobará como una soldadura en ángulo o en ángulo con penetración si se cumplen las condiciones correspondientes.

- 5 En perfiles en L o en U unidos por una sola cara, se debe tener en cuenta la excentricidad, o alternatively, considerar como sección del perfil el área concéntrica con la resistencia de la unión.
- 6 Uniones híbridas. En uniones a cortante con distinto tipo de tornillo o formadas por cordones de soldadura y tornillos, cada uno de estos grupos se dimensionará para transmitir la carga total. Sin embargo, se podrán considerar trabajando conjuntamente con la soldadura, los tornillos de alta resistencia diseñados para trabajar sin deslizamiento en estado límite último. En este caso, el apriete final de los tornillos se efectuará una vez realizadas las soldaduras.

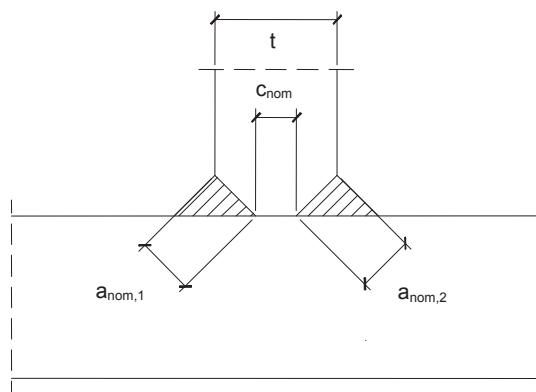


Figura 8.11 Soldadura a tope en T

8.7 Capacidad de rotación

- 1 Cuando se realice un análisis global plástico, las uniones en las que se requiera la existencia de rótula plástica y sean de resistencia parcial, y aquellas totalmente resistentes que lo precisen (las que verifican $M_{Rd} < 1,2M_{Pl,Rd}$), deben tener una capacidad de giro suficiente.
- 2 En general, salvo los supuestos incluidos en este DB, la capacidad de giro se determinará mediante ensayos.
- 3 No podrá suponerse que hay capacidad de giro suficiente para un análisis global plástico en una unión atornillada en la que el valor de la resistencia al momento flector esté regida por la resistencia de los tornillos a cortante.
- 4 Puede suponerse que hay capacidad de giro suficiente para un análisis plástico en una unión viga-pilar, tanto atornillada como soldada, en la que la resistencia al momento flector esté condicionada por la resistencia de la zona solicitada a cortante (cortante de nudo).
- 5 Uniones viga-pilar soldadas.
 - a) Se podrá suponer que una unión viga-pilar soldada tiene capacidad de giro suficiente para un análisis plástico en los supuestos siguientes:
 - i) si se trata de una unión de resistencia completa;
 - ii) si el pilar está rigidizado en continuidad con las alas de la viga en las zonas de tracción y compresión del nudo.
 - iii) si el pilar está rigidizado en la zona del nudo solicitada a tracción y no en la zona de compresión.