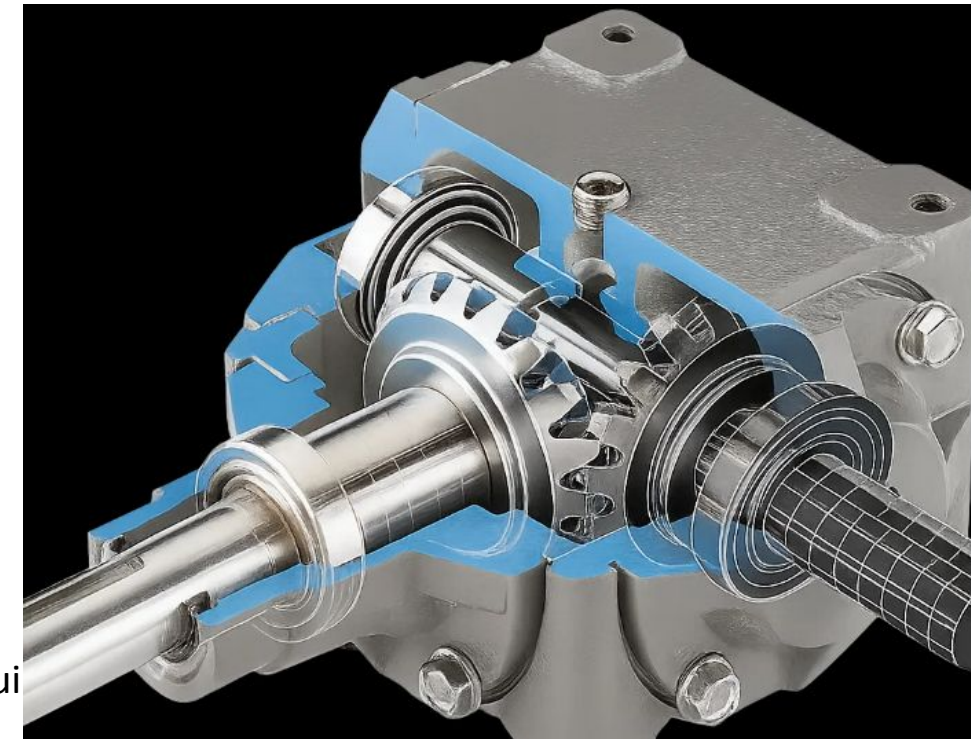


MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Ingeniería Mecatrónica

Año lectivo 2025

Uniones Soldadas



Algunos elementos de máquina

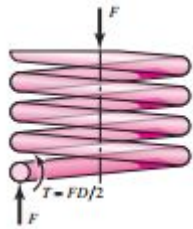
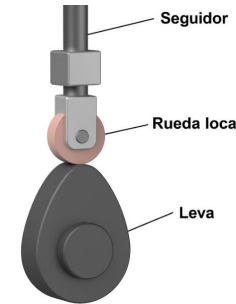


Cojinetes y rodamientos

Dispositivos que permiten el apoyo y giro relativo entre dos piezas con mínima fricción.

Levas

Elementos utilizados para transformar movimiento rotativo en movimiento alternativo o viceversa.

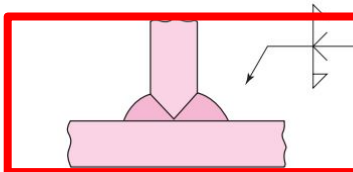
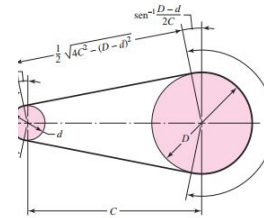


Mecanismos de retención y amortiguación de energía

Sistemas que evitan movimientos no deseados y absorben impactos o vibraciones para proteger los componentes.

Transmisiones mecánicas con órganos flexibles

Sistemas que transmiten potencia mediante elementos que pueden deformarse, como correas o cadenas.

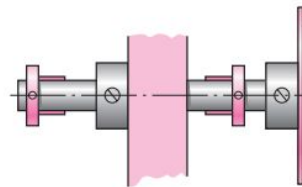


Cálculo de uniones soldadas en carga estática y fatiga

Análisis para asegurar la resistencia y durabilidad de soldaduras bajo diferentes condiciones de carga.

Órganos de unión

Componentes utilizados para conectar diferentes partes mecánicas, como tornillos, chavetas y pasadores.

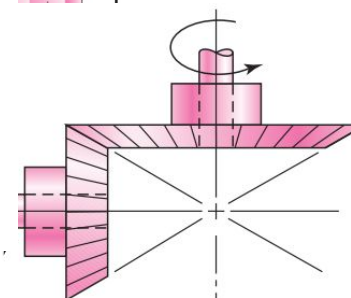
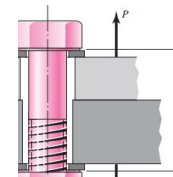


Árboles y ejes

Elementos que transmiten potencia y movimiento rotatorio dentro de máquinas y mecanismos.

Ruedas Dentadas

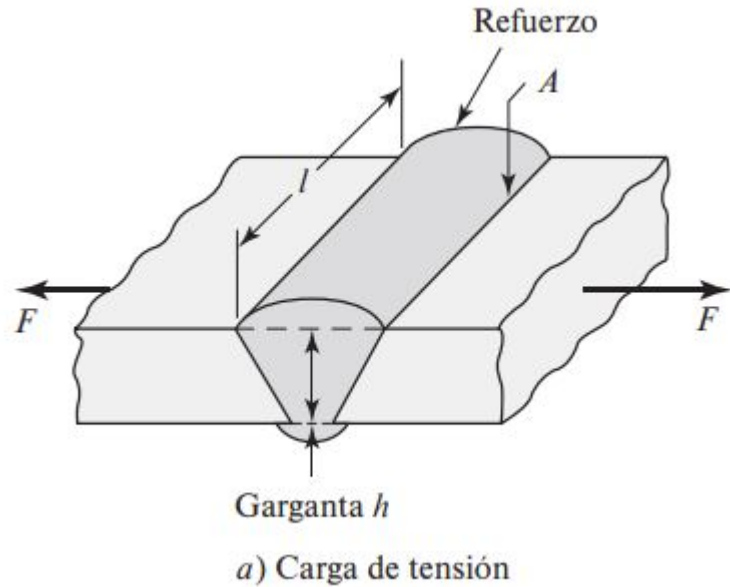
Elementos que transmiten movimiento y potencia mediante el engranaje de sus dientes.



Uniones soldadas

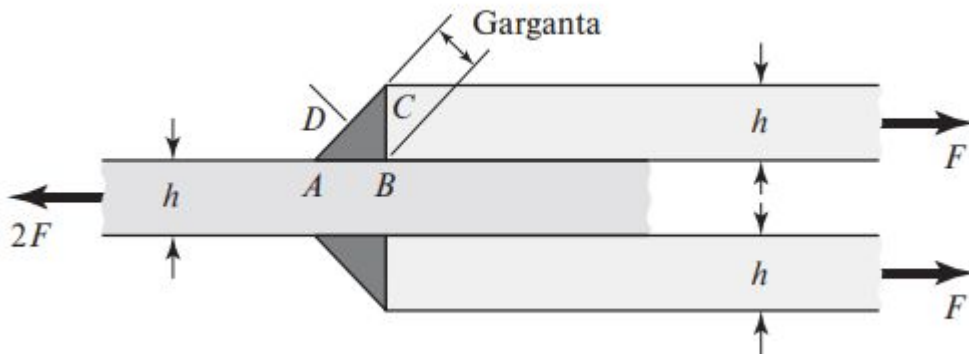


Soldadura

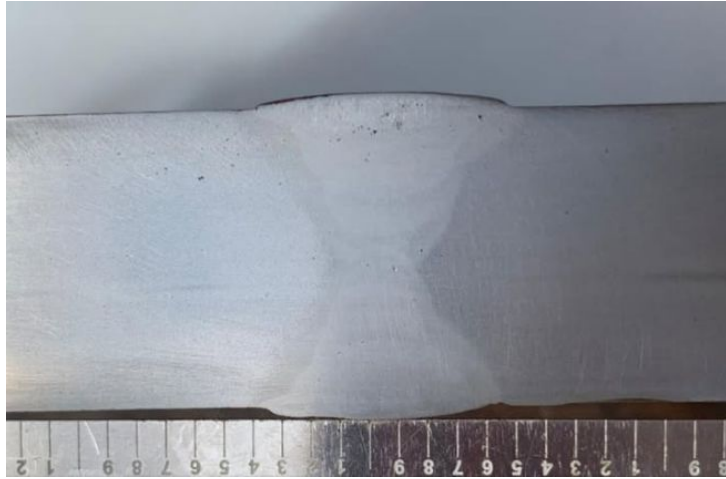


Discontinuidad:

- Metalúrgica
 - 3 materiales
- Geométrica:
 - Cambios de sección
 - Presencia de defectos



Soldadura



Discontinuidad:

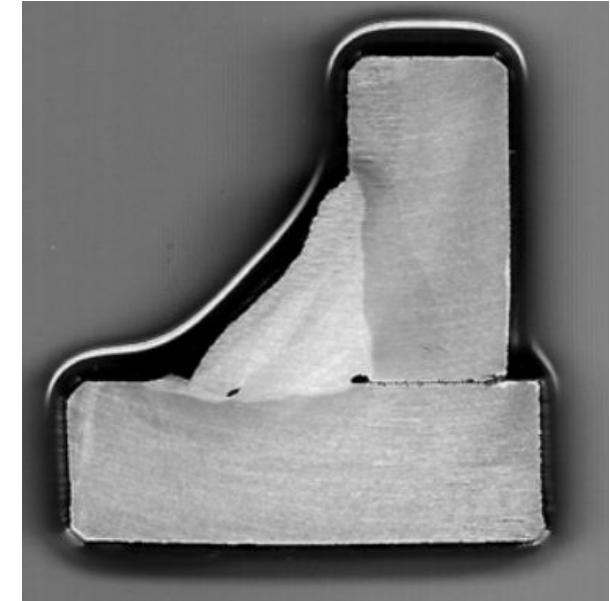
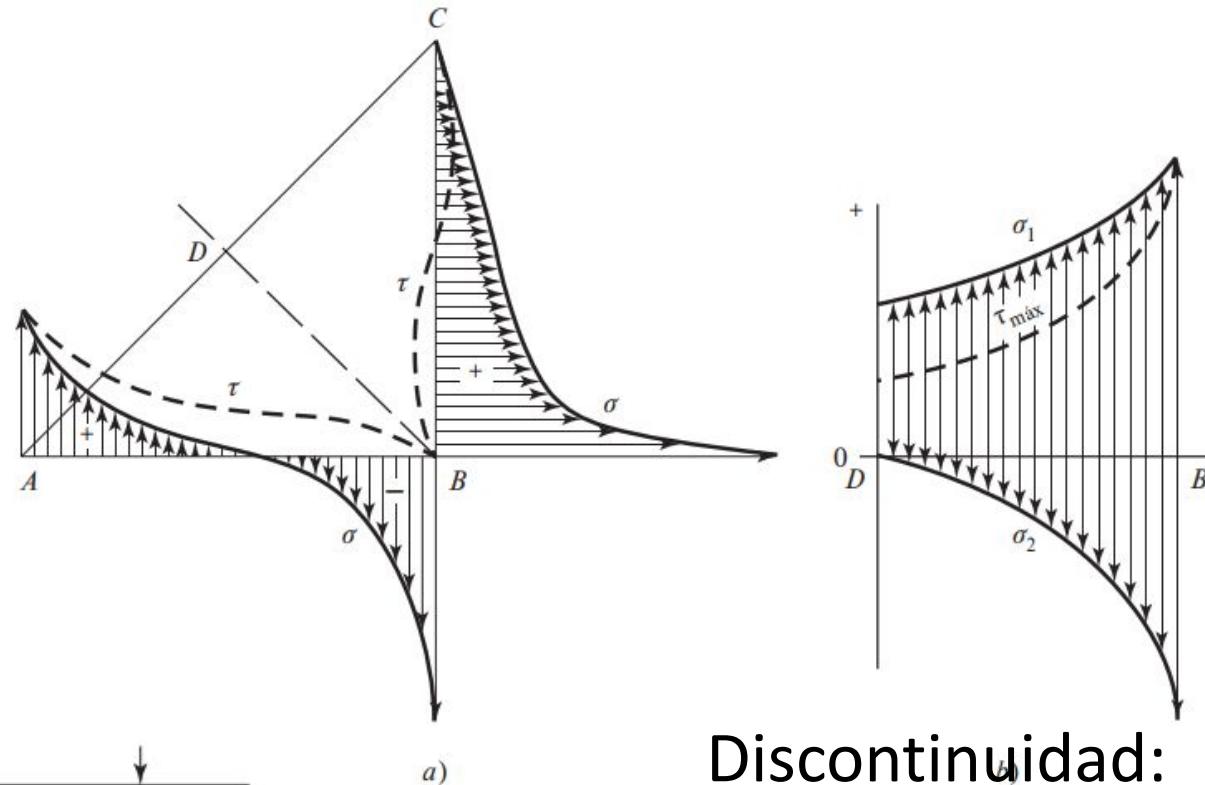
- Metalúrgica
 - 3 materiales



Distribución real de tensiones

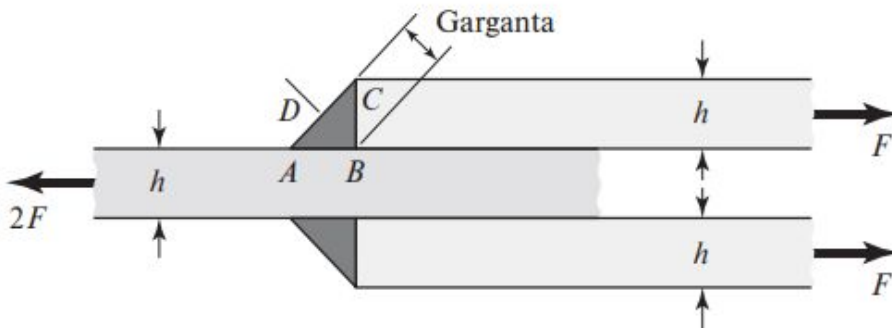
Figura 9-10

Distribución del esfuerzo en soldaduras de filete: *a)* distribución de esfuerzos en los catetos según el reporte de Norris; *b)* distribución de los esfuerzos principales y del esfuerzo cortante máximo según el reporte de Salakian.



Discontinuidad:

- Geométrica:
 - Cambios de sección
 - Presencia de defectos



Distribución real de tensiones

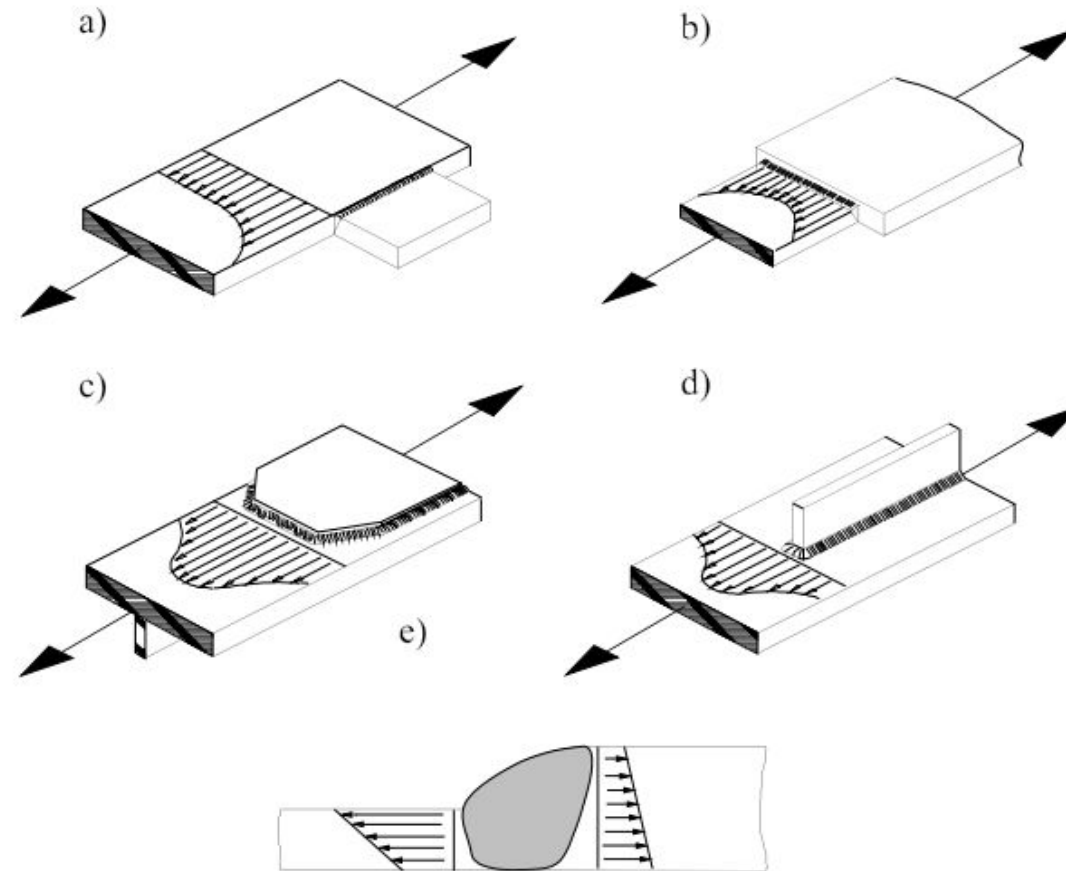
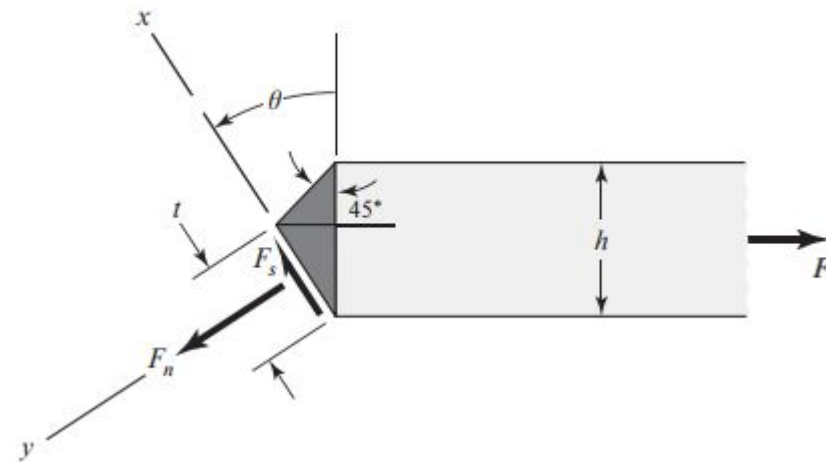
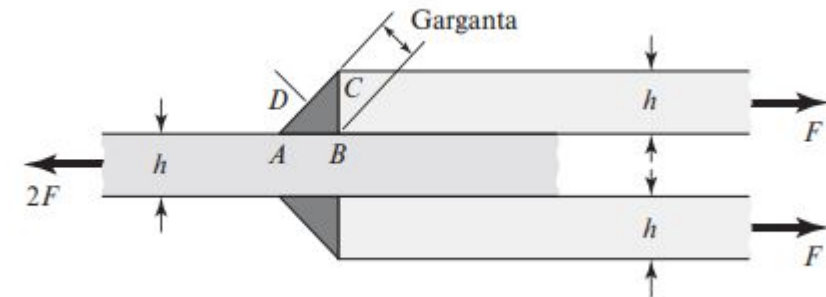


Figure (2.2)-6 Structural details and structural stress

Método simplificado

- Considera que las cargas externas soportan únicamente fuerzas cortantes en el área de la garganta de la soldadura.
- No se toma en cuenta el esfuerzo normal en la garganta
- Los esfuerzos cortantes se incrementan lo suficiente para hacer que el modelo sea conservador.
- Utilizar la energía de distorsión para esfuerzos significativos.
- Limitar los casos típicos por código.

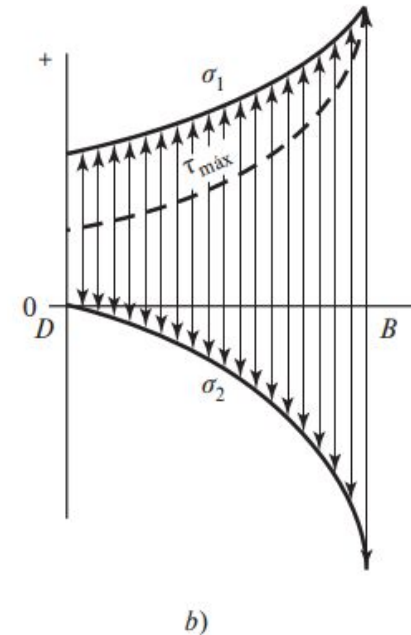
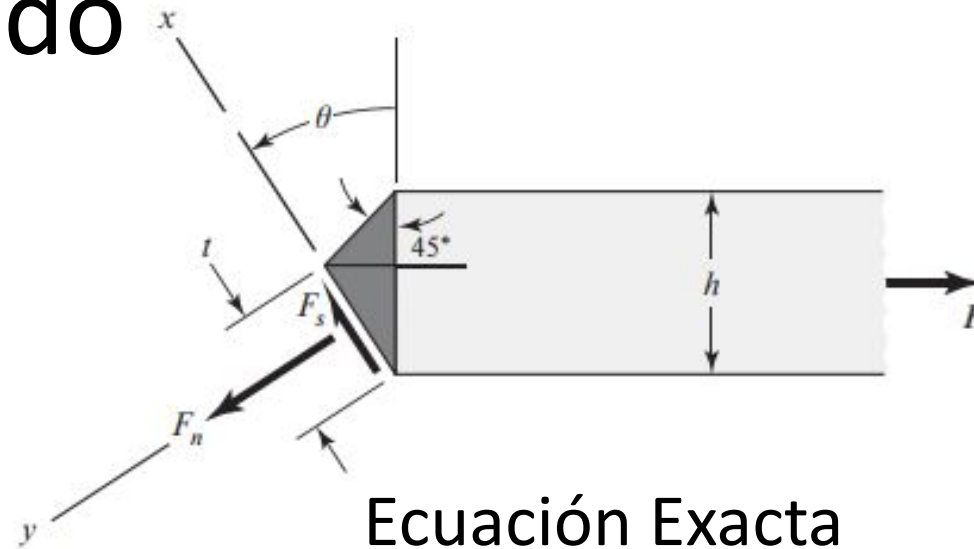


Método simplificado

$$\sigma = 0.5F/(hl)$$

$$\tau_{\text{máx}} = 1.207F/(hl)$$

$$\tau = \frac{F}{0.707hl} = \frac{1.414F}{hl}$$



Cálculo simplificado



Esfuerzos admisibles en el material de aporte

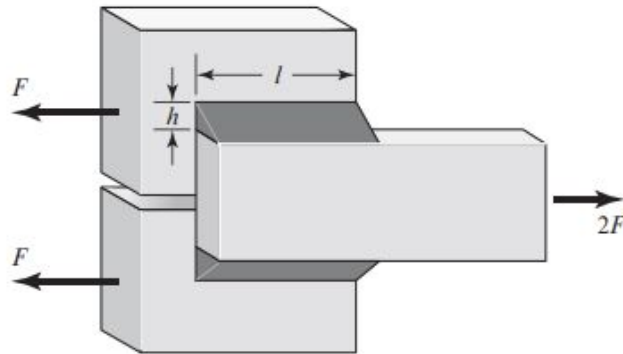
Tabla 9-4

Esfuerzos permisibles del
Código AISC para metal de
aporte

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n^*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.30S_{ut}^\dagger$	

* El factor de seguridad n se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

† El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de $0.40S_y$ del metal base.



$$\tau = \frac{F}{0.707hl} = \frac{1.414F}{hl}$$

Resistencia del material de aporte

Número de electrodo AWS*	Resistencia a la tensión, kpsi (MPa)	Resistencia a la fluencia, kpsi (MPa)	Elongación porcentual
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

* Sistema de numeración del código de especificaciones de la American Welding Society (AWS) para electrodos. En este sistema se usa como prefijo la letra E, en un sistema de numeración de cuatro o cinco dígitos en el cual los primeros dos o tres números designan la resistencia aproximada a la tensión. El último dígito incluye variables en la técnica de soldadura, como la fuente de corriente. El penúltimo dígito indica la posición de la soldadura, por ejemplo, plana, vertical o sobre la cabeza. El conjunto completo de especificaciones se puede obtener solicitándolo a la AWS.

Tamaños mínimos de soldadura*

Espesor del material de la parte unida más gruesa, pulg		Tamaño de la soldadura, pulg
*Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive		$\frac{1}{8}$
Mayor que $\frac{1}{4}$	Hasta $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$
Mayor que $\frac{1}{2}$	Hasta $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
†Mayor que $\frac{3}{4}$	Hasta $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
Mayor que $1\frac{1}{2}$	Hasta $2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
Mayor que $2\frac{1}{4}$	Hasta 6	$\frac{1}{2}$
Mayor que 6		$\frac{5}{8}$

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.

* El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{3}{16}$ pulg.

† Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{5}{16}$ pulg por cada $\frac{3}{4}$ pulg de material.

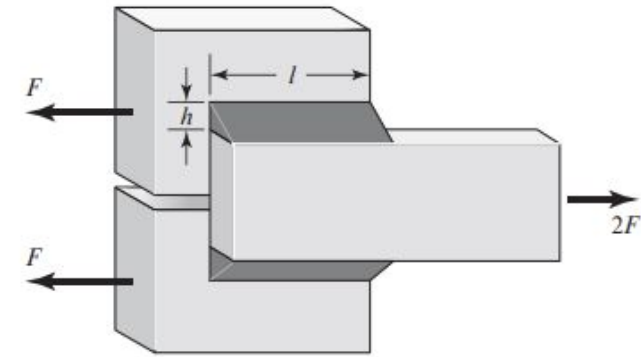
Espesor del material de la parte unida más gruesa		Tamaño de la soldadura de filete	
Espesor (pulg)	Espesor (mm)	Soldadura (pulg)	Soldadura (mm)
Hasta $1/4$	≤ 6.35 mm	$1/8$	3.18 mm
$> 1/4$ a $1/2$	6.35 – 12.7 mm	$3/16$	4.76 mm
$> 1/2$ a $3/4$	12.7 – 19.05 mm	$1/4$	6.35 mm
$> 3/4$ a $1\frac{1}{2}$	19.05 – 38.1 mm	$5/16$	7.94 mm
$> 1\frac{1}{2}$ a $2\frac{1}{4}$	38.1 – 57.15 mm	$3/8$	9.53 mm
$> 2\frac{1}{4}$ a 6	57.15 – 152.4 mm	$1/2$	12.7 mm
> 6	> 152.4 mm	$5/8$	15.9 mm

Esfuerzos admisibles en el material de aporte

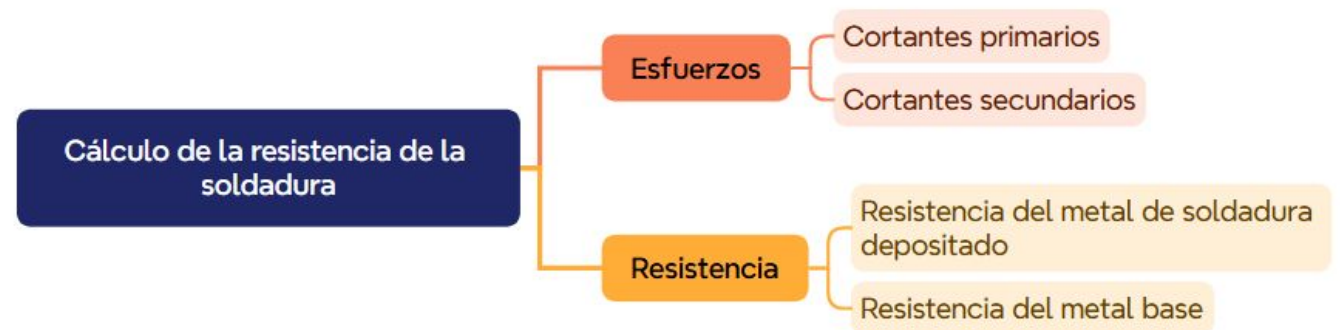
Ejercicio:

Determinar la longitud necesaria para que la soldadura soporte 30 kN de tracción

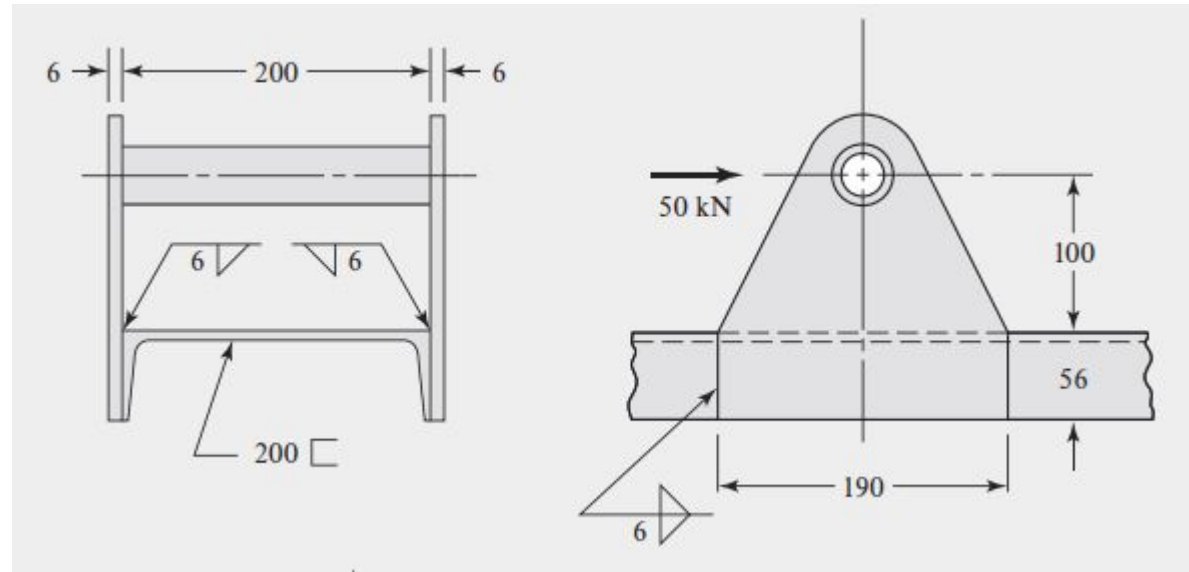
La chapa a soldar tiene una sección de ½" de espesor por 1" de longitud



$$\tau = \frac{F}{0.707hl} = \frac{1.414F}{hl}$$

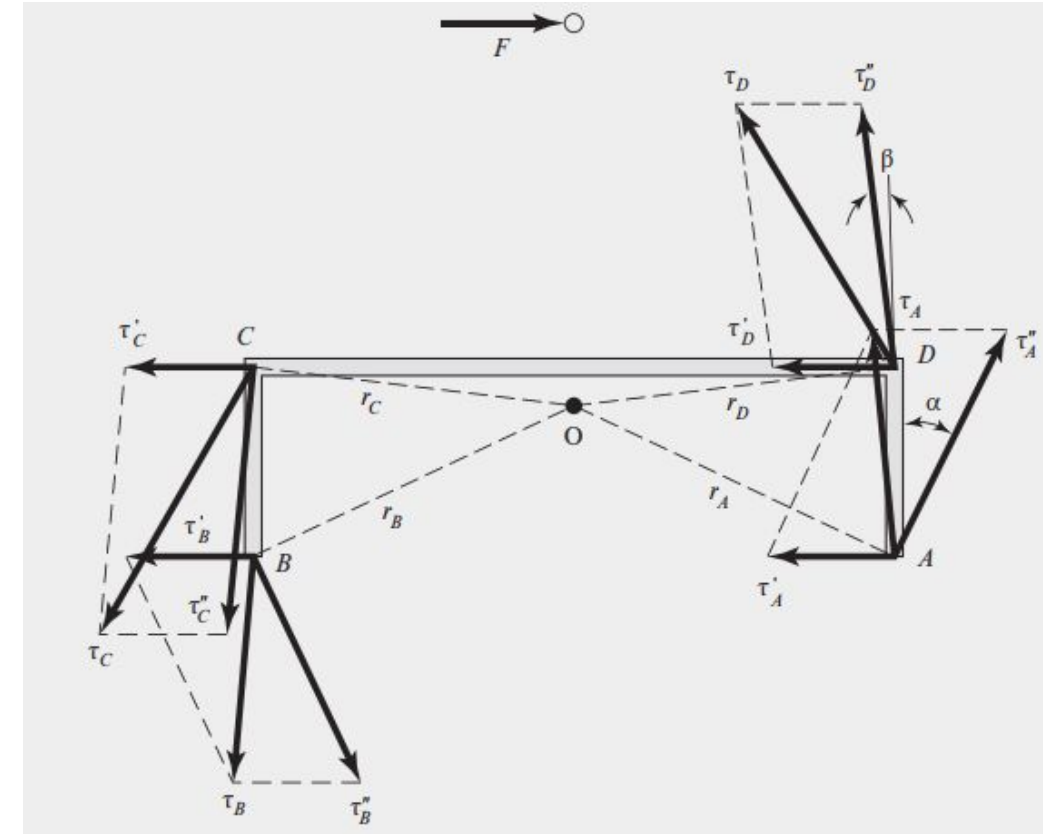


Soldaduras con esfuerzos primarios y secundarios



$$\tau' = \frac{V}{A}$$

$$\tau''_A = \tau''_B = \frac{Mr}{J}$$



Soldaduras a la torsión

Figura 9-12

Esta es una *conexión de momento*; una conexión de este tipo produce torsión en las soldaduras. Las fuerzas cortantes mostradas son los esfuerzos resultantes.

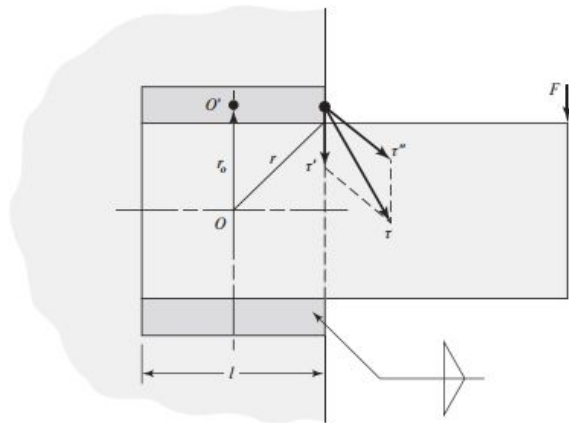
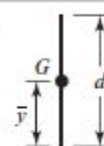
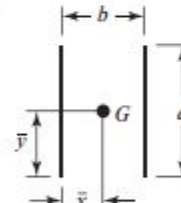
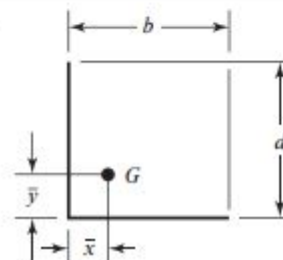


Tabla 9-1

Propiedades torsionales de las soldaduras de filete*

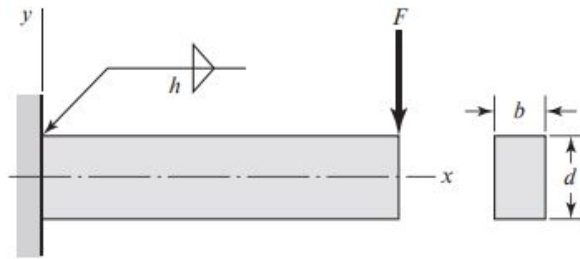
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento polar unitario del área
1. 	$A = 0.707 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
2. 	$A = 1.414 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
3. 	$A = 0.707h(b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b + d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b + d)}$	$J_u = \frac{(b + d)^4 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$

Desarrollar a mano el ejemplo 9-1 del Shigley

Soldaduras a la flexión

Figura 9-17

Voladizo de sección transversal rectangular soldado a un soporte en los bordes superior e inferior.

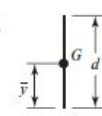
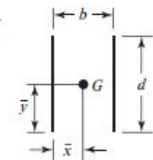
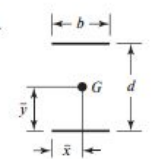


a)

b) Patrón

Tabla 9-2

Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete*

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
1. 	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
2. 	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
3. 	$A = 1.414hb$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$

Desarrollar capítulo 9-4 del
Shigley

Ejemplos de soldaduras



Ejemplos de soldaduras



Ejemplos de soldaduras



Ejemplos de soldaduras



Ejemplos de soldaduras

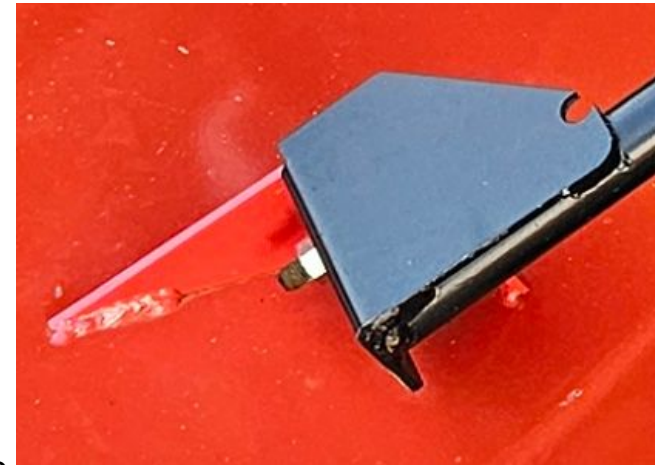


Ejemplos de soldaduras

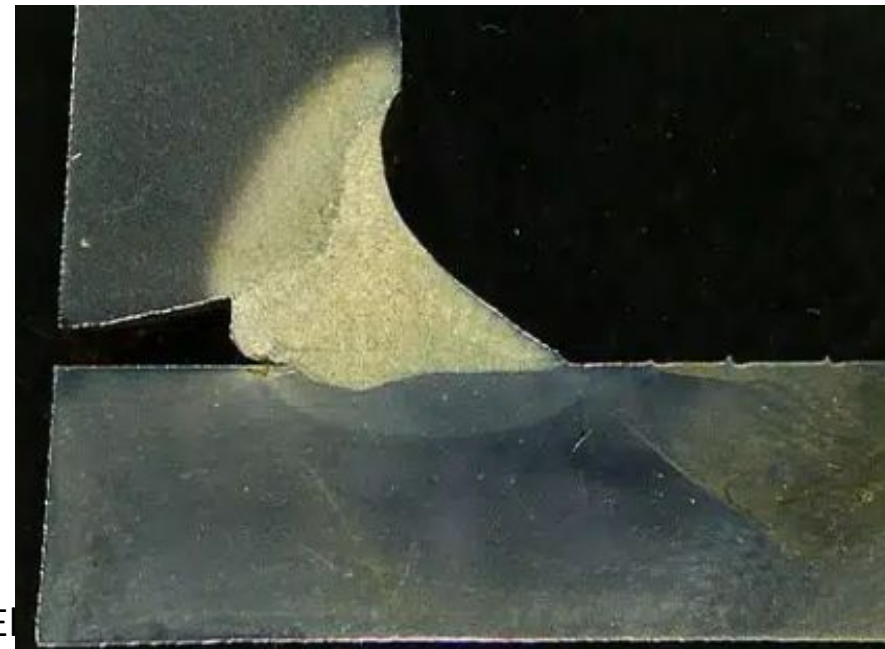
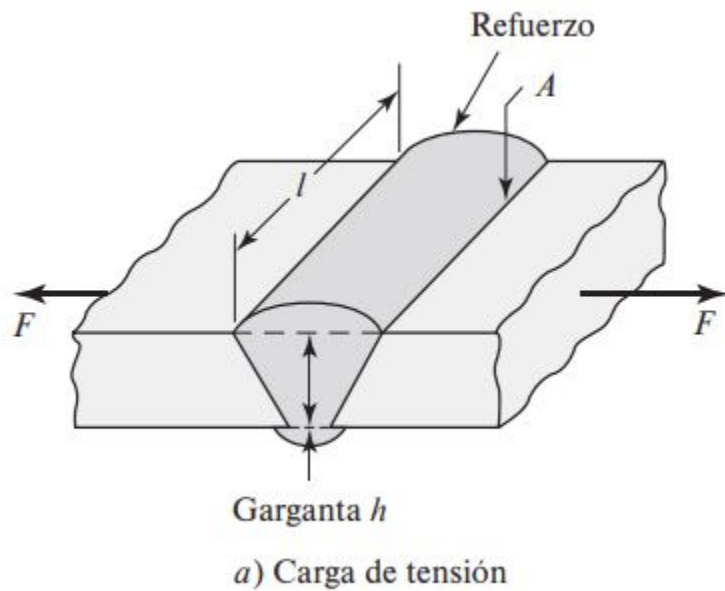


Ejemplos



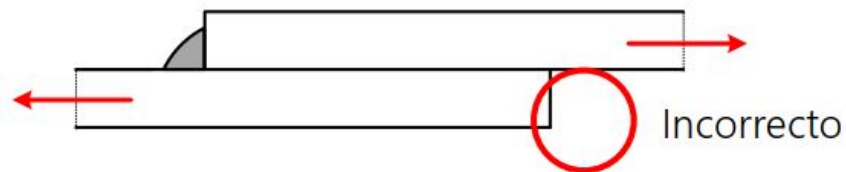
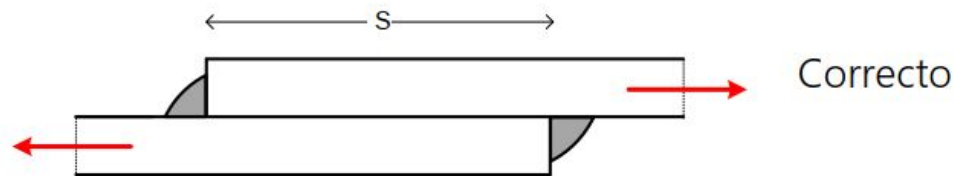


Expectativa Vs Algunas realidades

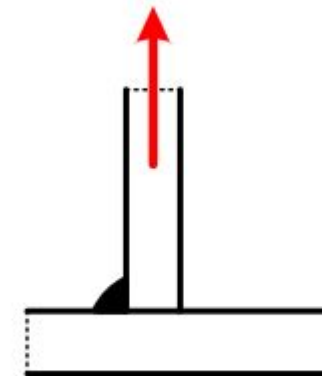


Recomendaciones

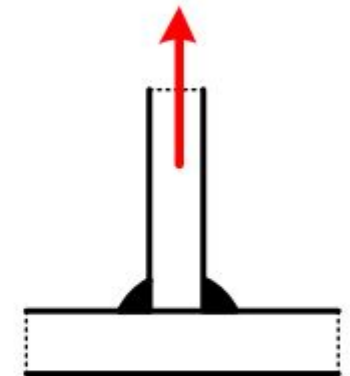
- Diseñar las estructuras para que las soldaduras estén sometidas preferentemente:
 - A compresión
 - Al corte puro
 - Sin excentricidades
 - Sometidas a cargas simétricas



Evitar excentricidades



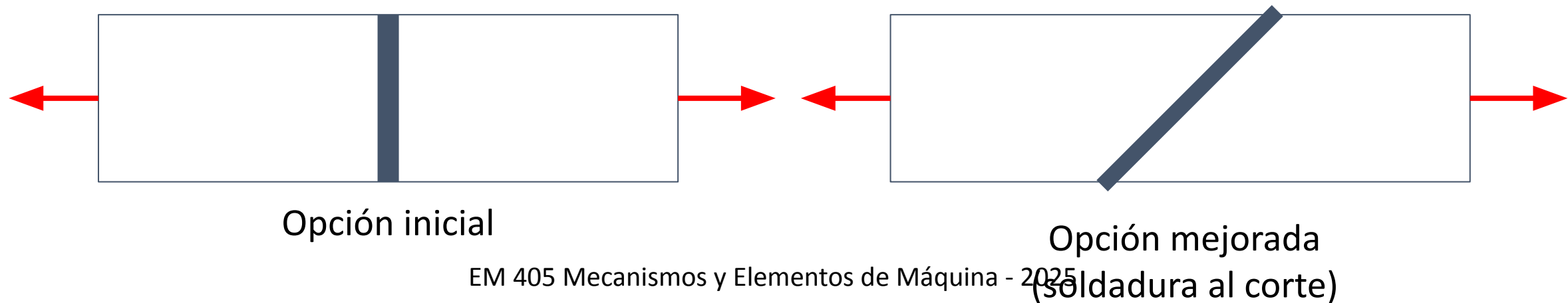
Incorrecto



Correcto

Recomendaciones

- Diseñar las estructuras para que las soldaduras estén sometidas preferentemente:
 - A compresión
 - Al corte puro
 - Sin excentricidades
 - Sometidas a cargas simétricas
 - En vigas a flexión, tratar de colocar la soldadura en la línea neutra



Fatiga (Método “tradicional”)

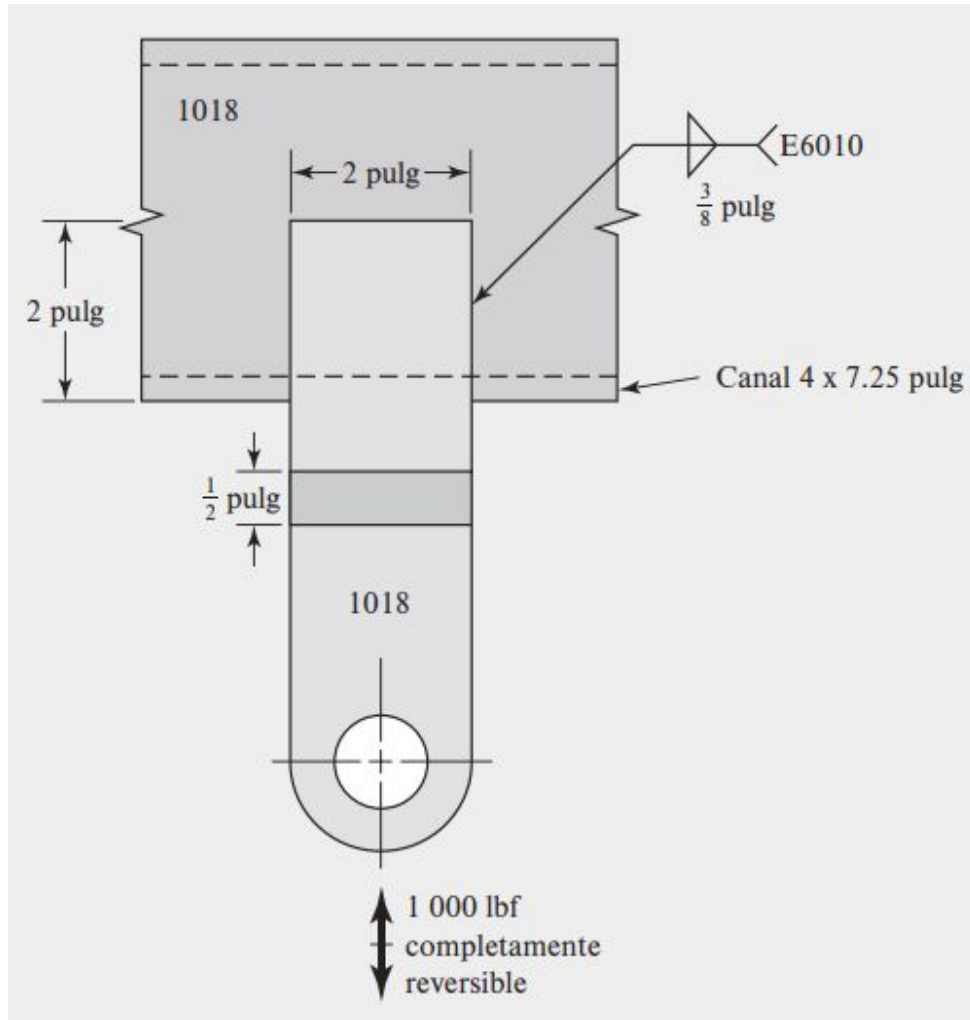


Tabla 9-5

Factores de concentración del
esfuerzo, K_{fs}

$$\tau'_a = \frac{K_{fs} F_a}{A}$$

$$k_c = 0.59 \quad k_d = k_e = k_f = 1$$

$$k_a = 39.9(58)^{-0.995} = 0.702$$

$$S_{se} = 0.702(1)0.59(1)(1)(1)0.5(58) = 12.0 \text{ kpsi}$$

Tipo de soldadura	K_{fs}
A tope reforzada	1.2
De filete transversal, en la punta	1.5
De filetes paralelos, en el extremo	2.7
A tope en T, con esquinas agudas	2.0

Fatiga

IIW document IIW-1823-07 RECOMMENDATIONS FOR FATIGUE DESIGN OF WELDED JOINTS AND COMPONENTS

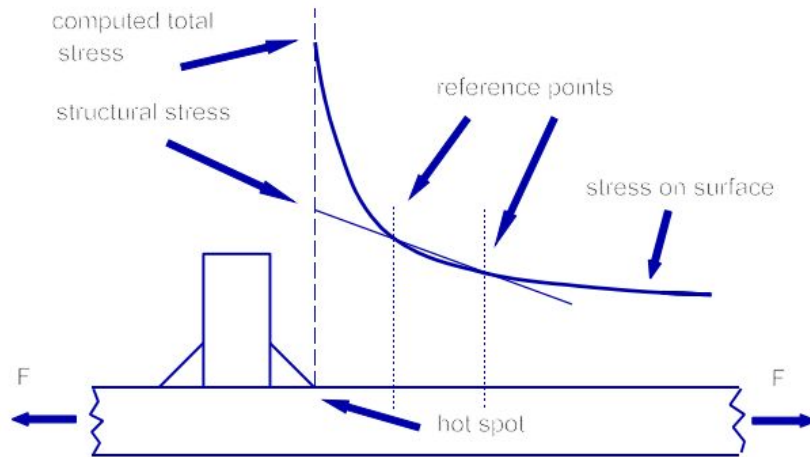


Figure (2.2)-7 Definition of structural hot-spot stress

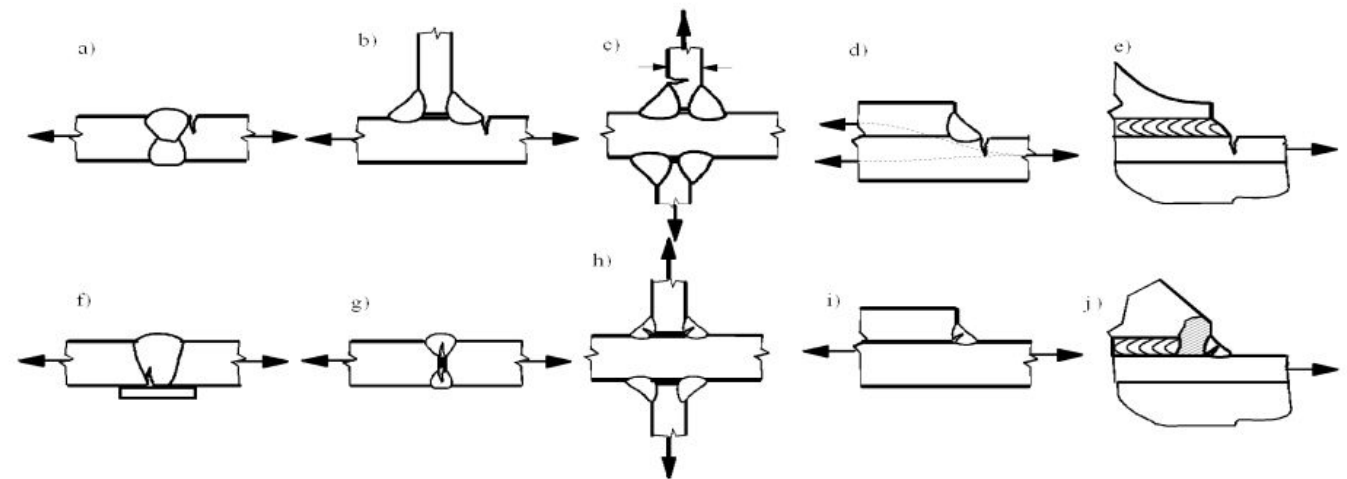
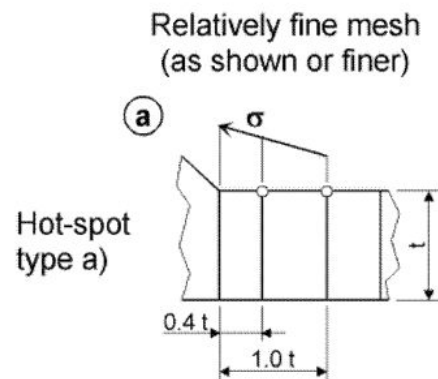


Figure (2.2)-8: Various locations of crack propagation in welded joints.

Fatiga

IIW document IIW-1823-07 RECOMMENDATIONS FOR FATIGUE DESIGN OF WELDED JOINTS AND COMPONENTS

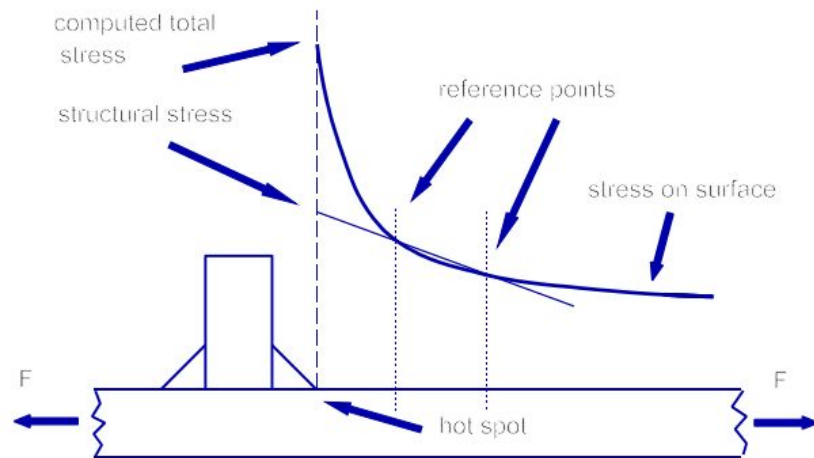


Figure (2.2)-7 Definition of structural hot-spot stress

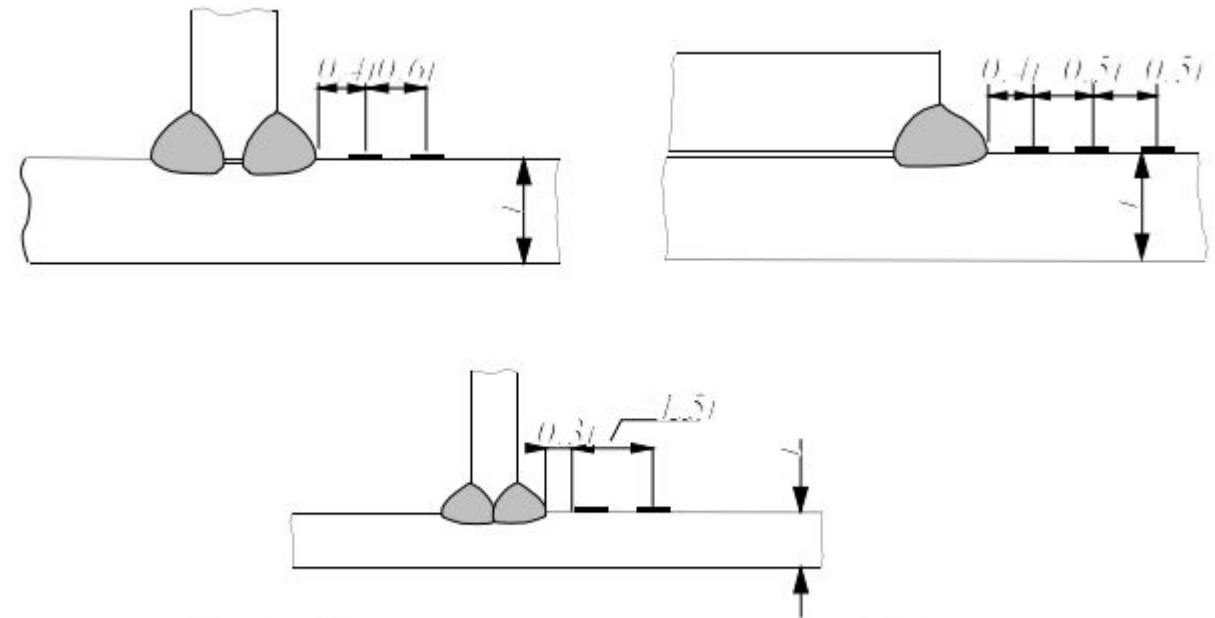


Figure (2.2)-13: Examples of strain gauges in plate structures

Fatiga

IIW document IIW-1823-07 RECOMMENDATIONS FOR FATIGUE DESIGN OF WELDED JOINTS AND COMPONENTS

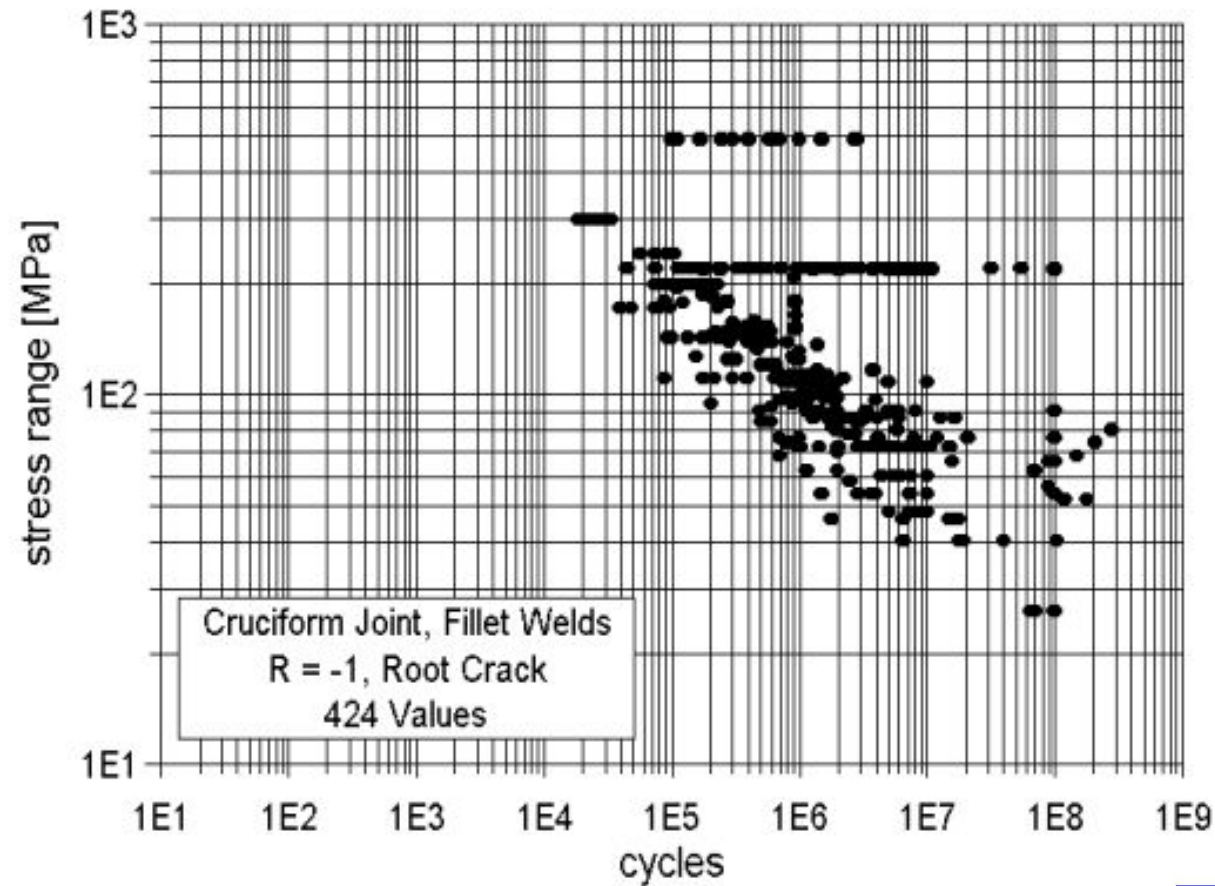
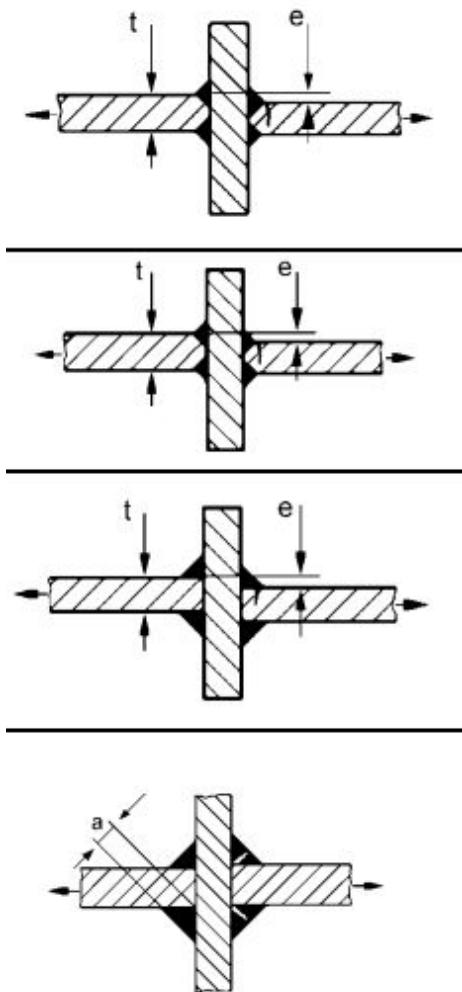


Figure (3.7)-2: Example of scatter in data collections
CIV 405 MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MAQUINA - 2023

Fatiga

IIW document IIW-1823-07 RECOMMENDATIONS FOR FATIGUE DESIGN OF WELDED JOINTS AND COMPONENTS

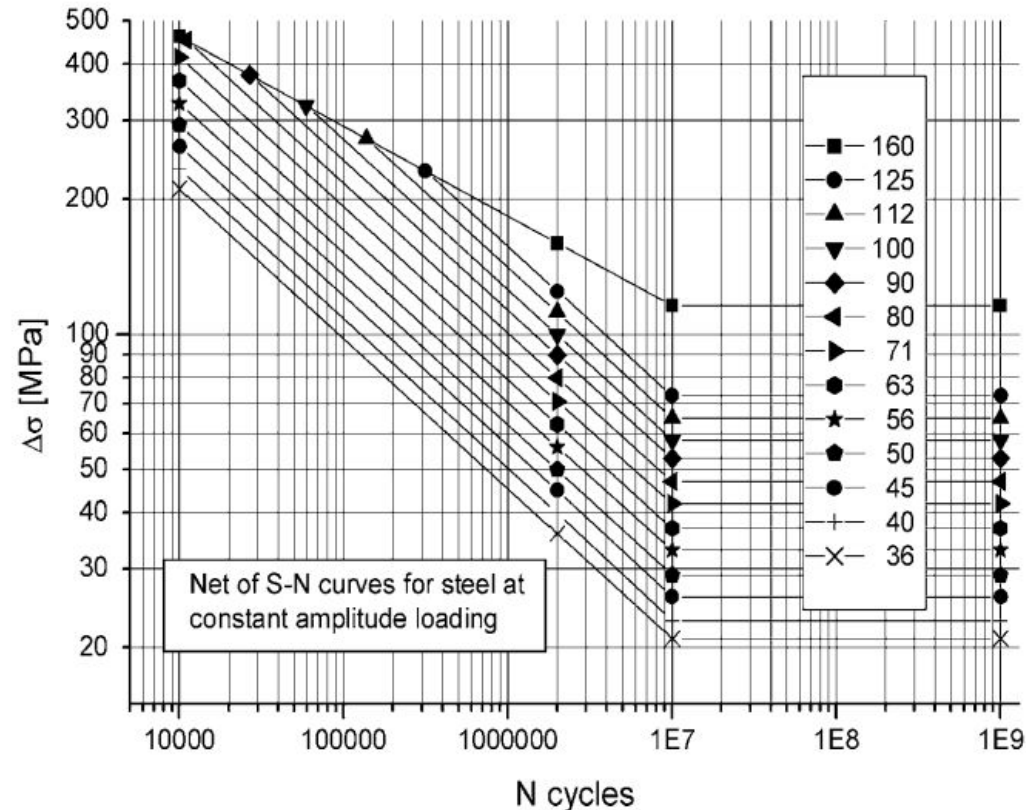


Figure (3.2)-1: Fatigue resistance S-N curves for steel, normal stress, standard applications

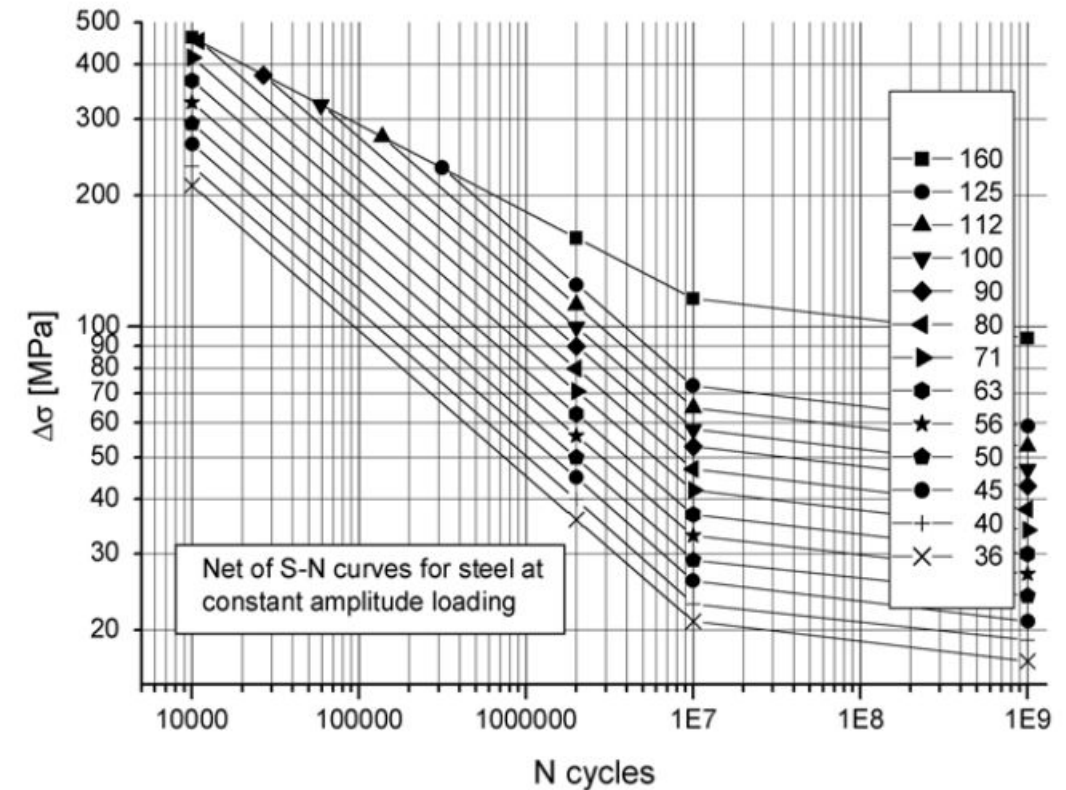
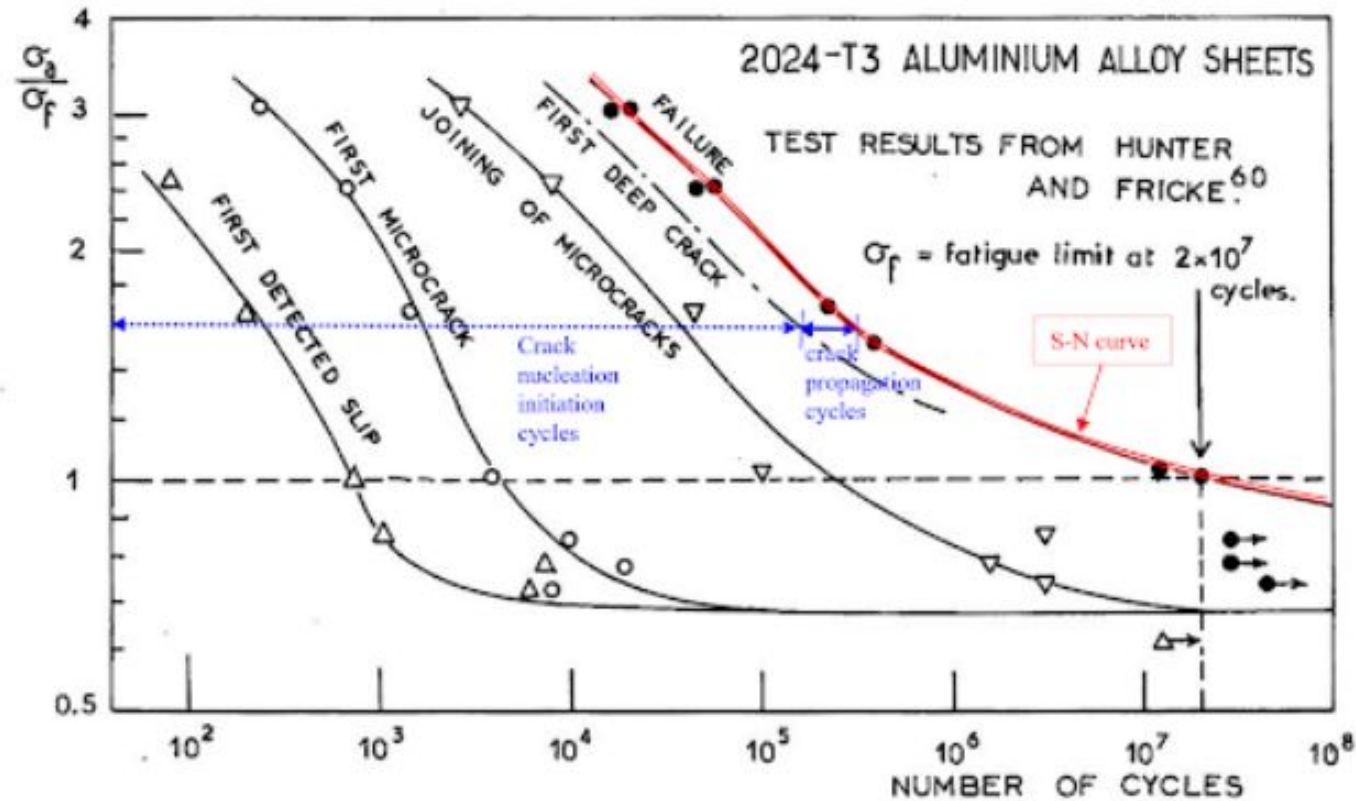


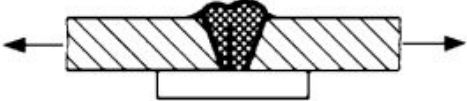
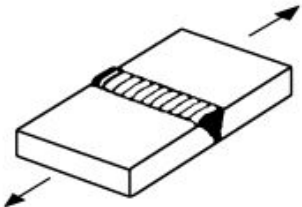
Figure (3.2)-2: Fatigue resistance S-N curves for steel, normal stress, very high cycles applications

Fatiga



Fatiga

IIW document IIW-1823-07 RECOMMENDATIONS FOR FATIGUE DESIGN OF WELDED JOINTS AND COMPONENTS

Structural Detail	Description (St.= steel; Al.= aluminium)	FAT St.
	Transverse butt weld, welded on non-fusible temporary backing, root crack	80
	Transverse butt weld on permanent backing bar	71
	Transverse butt welds welded from one side without backing bar, full penetration Root checked by appropriate NDT No NDT	71 36

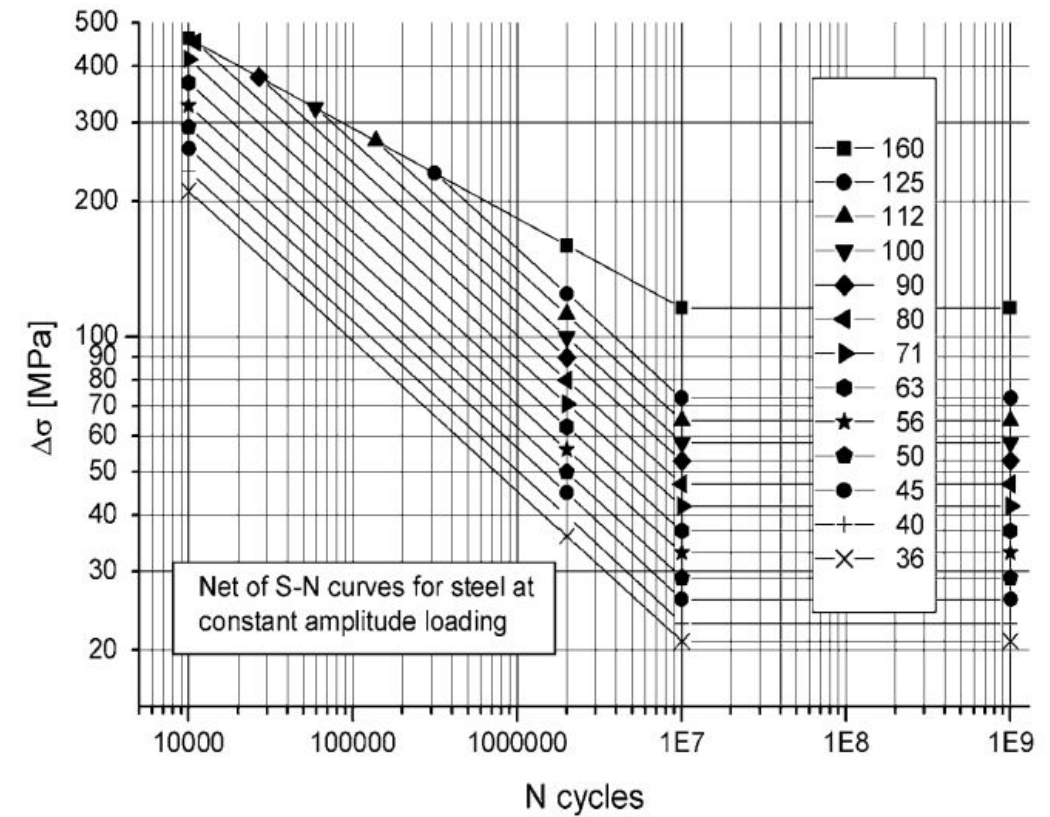


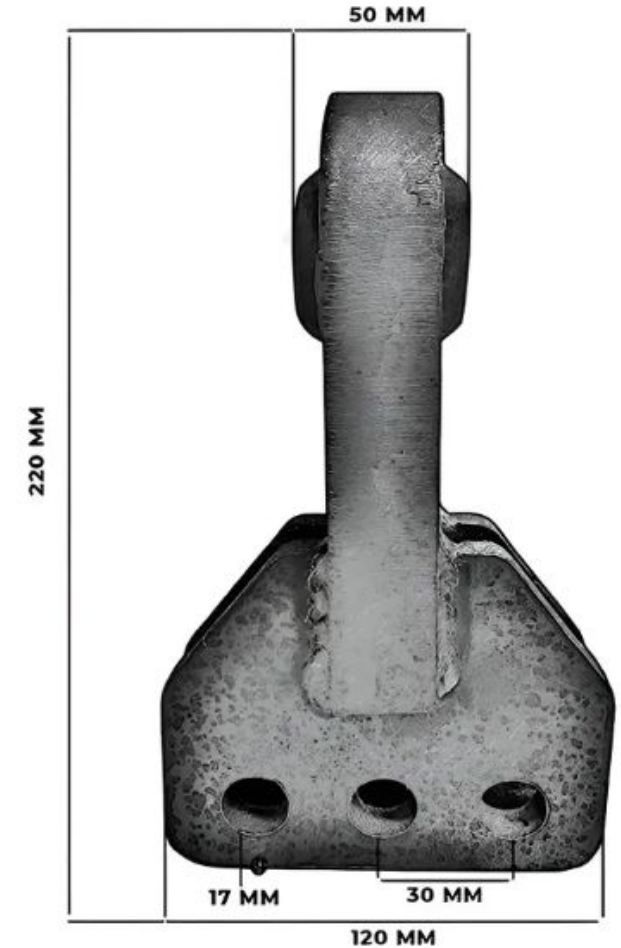
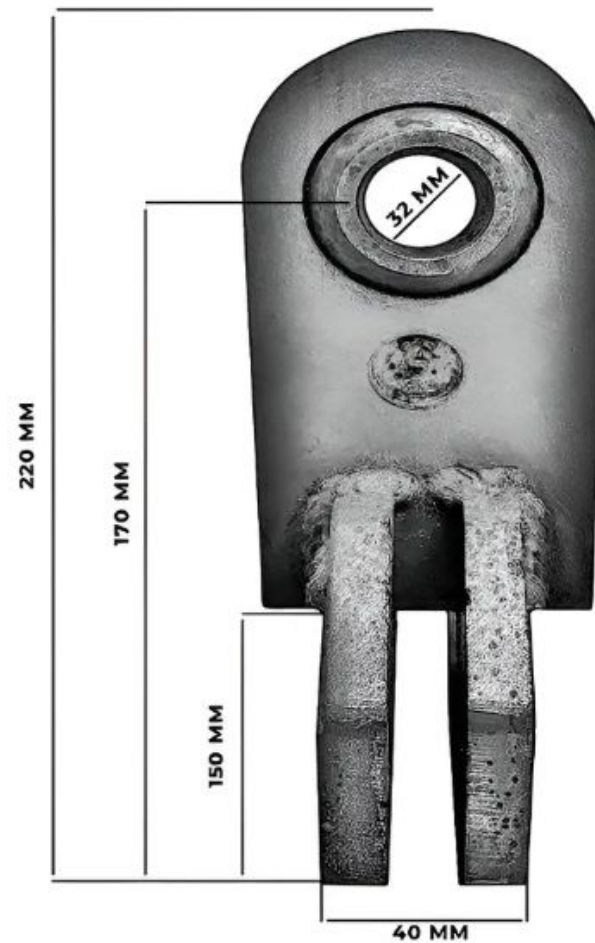
Figure (3.2)-1: Fatigue resistance S-N curves for steel, normal stress, standard applications

Ejemplo “Punta de lanza”



Determine la capacidad de la junta soldada a cargas:

- Estáticas
- A la fatiga por método tradicional
- A la fatiga usando EF
- Determine la máxima masa remolcable



Cálculo por Elementos Finitos

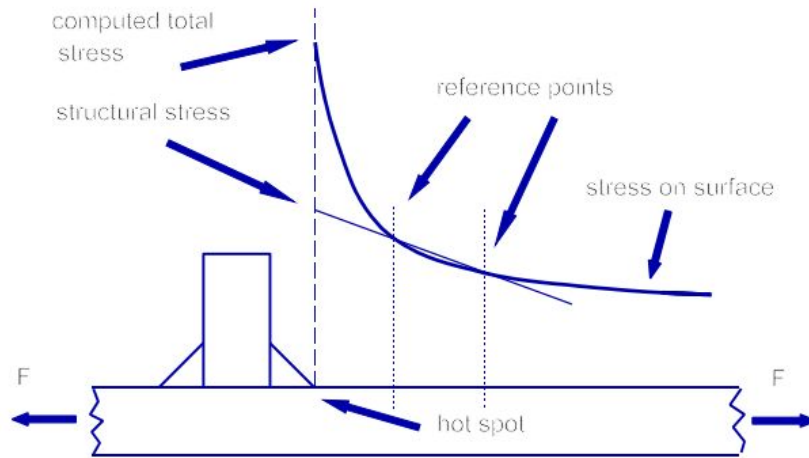
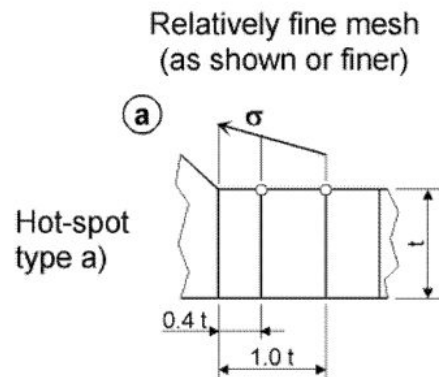


Figure (2.2)-7 Definition of structural hot-spot stress



- Dibuje la pieza en 3D
- Aplique una carga nominal (ejemplo 10 kN)
- Determine la posición de los “hot spot”
- Calcule el “structural stress”
- Determine las curvas que aplica para vida infinita, en función de los END que se apliquen
- Escale la carga nominal al valor de tensión que resulte del cálculo por EF

