

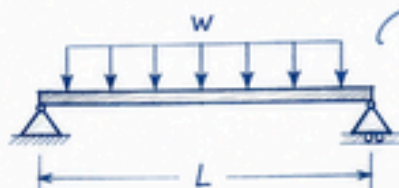
CUADERNO PRÁCTICO DE CÁLCULOS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

BONO 1

Ejercicios visuales paso a paso

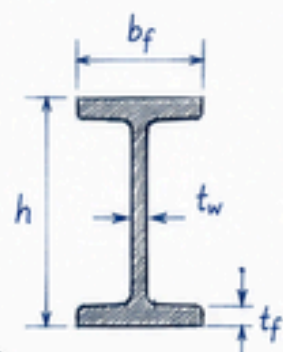
RECORRIDO DEL
CUADERNO:

- ✓ Conceptos clave
- ✓ Fórmulas esenciales
- ✓ Ejemplos guiados
- ✓ Ejercicios prácticos
- ✓ Resumen y apuntes



$$M_{\max} = \frac{wL^2}{8}$$

$$V_{\max} = \frac{wL}{2}$$



RECUERDA

Este cuaderno es una herramienta educativa y práctica. El cálculo final debe verificarse siempre con la normativa vigente y un profesional competente.



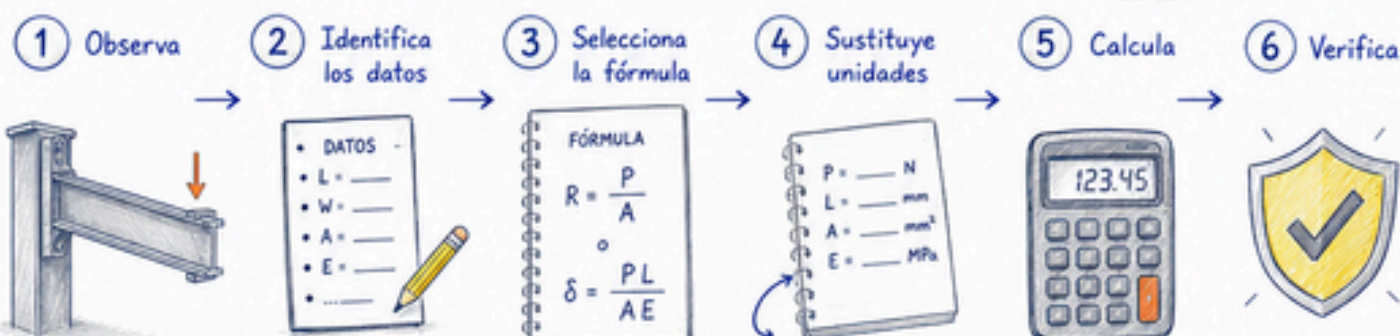
AHORA TÚ

Aplica lo aprendido en cada ejercicio. Dibuja, calcula, verifica y comprende.

Aprender haciendo. Entender diseñando. Construir con seguridad.

CÓMO UTILIZAR ESTE CUADERNO

Este cuaderno es tu herramienta práctica para resolver cálculos básicos en estructuras metálicas. Sigue esta ruta de trabajo en cada ejercicio.



Lee el enunciado y observa el esquema con atención.

Extrae y anota los datos conocidos y lo que se pide.

Elige la fórmula adecuada según el concepto y la magnitud que necesitas hallar.

Escribe cada valor con sus unidades correctas y consistentes.

Realiza las operaciones con orden y claridad.

Revisa tu resultado, unidades y sentido físico. Luego verifica con la normativa y con un profesional competente.

¿QUÉ SIGNIFICAN LOS ÍCONOS?



DATO

Información conocida que se usa como entrada en el cálculo.



FÓRMULA

Expresión matemática que relaciona las magnitudes para obtener el resultado.



CALCULADORA

Herramienta para realizar operaciones numéricas de forma precisa.



SEGURIDAD

Recordatorio para trabajar con criterio técnico y prevención.



NORMATIVA

Consulta obligatoria a las normas aplicables al proyecto.



SOLUCIÓN

Resultado final del cálculo con sus unidades correctas.



FICHA DE EJERCICIO

Usa esta ficha para organizar tu trabajo en cada ejercicio.



DATOS

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Se pide: _____



PROCEDIMIENTO

- ① _____
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____
- ⑤ _____
- ⑥ _____

(espacio adicional si es necesario)



RESULTADO

Respuesta: _____ Unidades: _____



COMPROBACIÓN

- ☐ Unidades correctas
- ☐ Orden de magnitud razonable
- ☐ Cumple con el sentido físico
- ☐ Verificado con la normativa y con un profesional competente

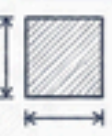
Observaciones: _____



IMPORTANTE: Los cálculos de este cuaderno son ejercicios educativos. El resultado final debe verificarse siempre con la normativa aplicable y con un profesional competente.

Usa las unidades correctas y consistentes en todos tus cálculos.

 Longitud	mm	cm	m
	10^{-3} m	10^{-2} m	1 m
	$\xleftrightarrow[+10]{\times 10}$		$\xleftrightarrow[+100]{\times 100}$

 Área	mm^2	cm^2	m^2
	10^{-6} m ²	10^{-4} m ²	1 m ²
	$\xleftrightarrow[+100]{\times 100}$		$\xleftrightarrow[+10^4]{\times 10^4}$

 Volumen	mm^3	cm^3	m^3
	10^{-9} m ³	10^{-6} m ³	1 m ³
	$\xleftrightarrow[+10^3]{\times 10^3}$		$\xleftrightarrow[+10^6]{\times 10^6}$

 Masa	kg	t
	1 kg	1000 kg (1 t)
	$\xleftrightarrow[+1000]{\times 1000}$	

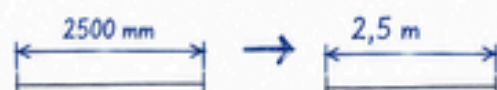
 Fuerza	N	kN
	1 N	1000 N (1 kN)
	$\xleftrightarrow[+1000]{\times 1000}$	

 Esfuerzo	$\text{MPa} = \text{N/mm}^2$
	$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$

 Momento	$\text{kN}\cdot\text{m}$
	$1 \text{ kN}\cdot\text{m} = 1000 \text{ N}\cdot\text{m}$

EJEMPLOS

- ① Conversión de longitud:
 $2500 \text{ mm} = 2,5 \text{ m}$



- ② Conversión de fuerza:
 $35 \text{ kN} = 35000 \text{ N}$



- ③ Conversión de esfuerzo:
 $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$



RECUERDA



- Usa siempre el mismo sistema de unidades en todos los cálculos.
- Verifica tus conversiones.
- Anota las unidades en cada resultado.

NO MEZCLAR UNIDADES

AHORA TÚ

- 1) Convierte 4500 mm a metros.

4500 mm = _____ m

- 2) Convierte 12,5 kN a newtons.

12,5 kN = _____ N

- 3) Expresa 2,5 MPa en N/mm².

2,5 MPa = _____ N/mm²

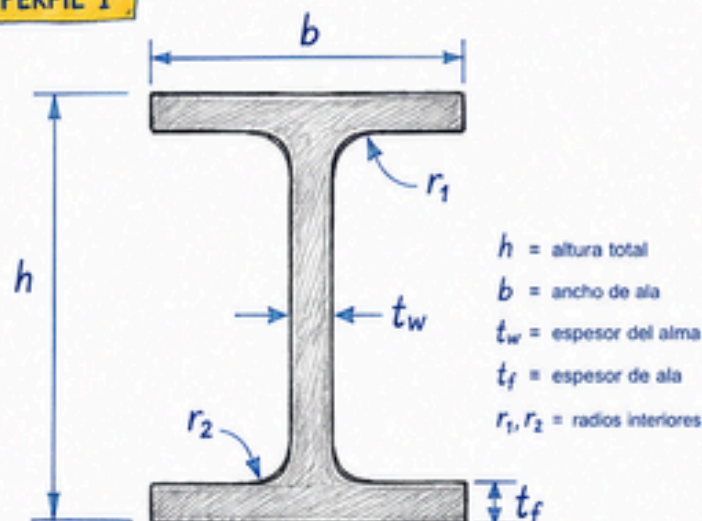


El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y por un profesional competente.

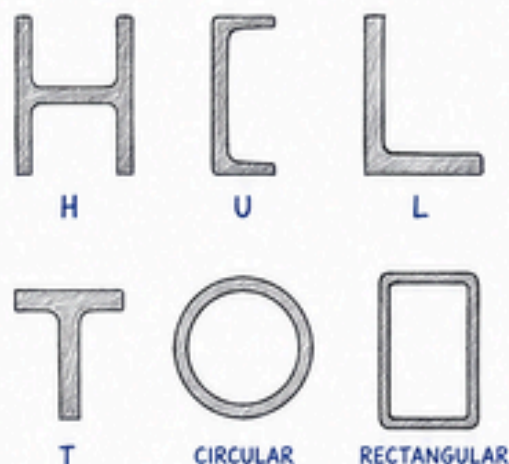
LECTURA GEOMÉTRICA DE PERFILES

Los perfiles estructurales se identifican por sus dimensiones y geometría.
Estas propiedades se toman de tablas comerciales.

PERFIL I



OTROS PERFILES COMUNES



PROPIEDADES GEOMÉTRICAS (se obtienen de tablas comerciales del fabricante)

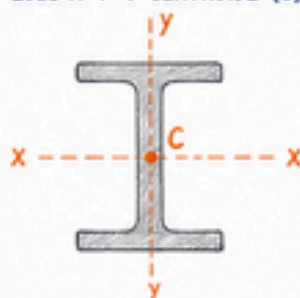
ÁREA (A)



Superficie de la sección transversal.

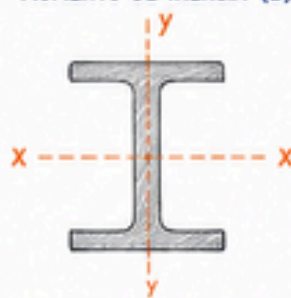
Unidad: mm^2 o cm^2

EJES X-Y Y CENTROIDE (C)



Los ejes x-y son ejes principales que pasan por el centroide (C) de la sección.

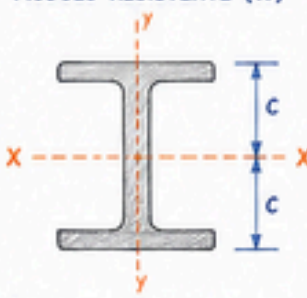
MOMENTO DE INERCIA (I)



Resistencia de la sección a la flexión alrededor de los ejes x o y.

Unidad: mm^4 o cm^4

MÓDULO RESISTENTE (W)



Relación entre el momento de inercia y la distancia al borde

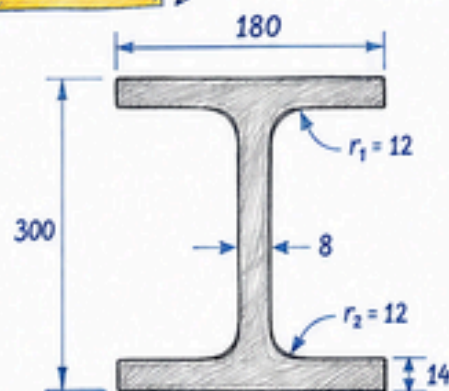
$$\text{extremo: } W = \frac{I}{c}$$

Unidad: mm^3 o cm^3

AHORA TÚ



Observa el perfil I mostrado y completa lo que se pide.



1. Identifica y escribe las dimensiones del perfil.

h = _____ mm
 b = _____ mm
 t_w = _____ mm
 t_f = _____ mm
 r_1 = _____ mm
 r_2 = _____ mm

2. Dibuja los ejes principales x-y y marca el centroide (C).



RECUERDA



Las propiedades geométricas (A, I, W, etc.) se toman de tablas comerciales del fabricante.

El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y con un profesional competente.



PESO PROPIO DE ELEMENTOS

El peso propio es la carga que un elemento ejerce por su propia masa.
Se aplica en dirección vertical hacia abajo.

1) VIGA DE ACERO



Peso = masa lineal $\times$ longitud

$$P \text{ (kg)} = (\text{kg/m}) \times L \text{ (m)}$$

Carga = peso $\times$ gravedad

$$W \text{ (kN)} = P \text{ (kg)} \times g \text{ (kN/kg)}$$

UNIDADES

Masa o peso (kg)

- Cantidad de materia. No depende de la gravedad.



Carga (kN)

- Fuerza debida al peso. Depende de la gravedad.

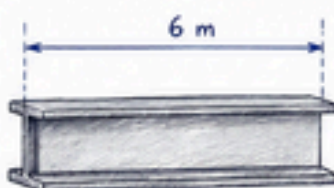


La gravedad (g) puede variar según el lugar.
Usa el valor que corresponda al proyecto.

EJEMPLO (VIGA)

Perfil de acero con masa lineal = 25 kg/m

Longitud $L = 6 \text{ m}$



$$\text{Masa (peso)} = (25 \text{ kg/m}) \times (6 \text{ m})$$

$$\text{Masa} = 150 \text{ kg}$$

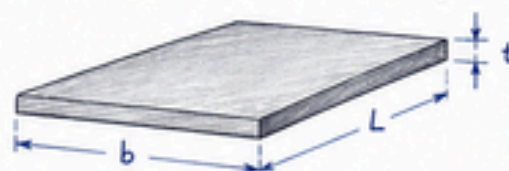
$$\text{Carga} = (150 \text{ kg}) \times g$$

$$W = (150 \times g) \text{ kN}$$

(no se sustituye g numéricamente)

CÁLCULO DE PLACA

Para una placa de espesor t , ancho b y largo L :



$$\text{masa} = \text{volumen} \times \text{densidad}$$

$$m \text{ (kg)} = (t \times b \times L) \times \rho$$

donde:

t = espesor (m)

b = ancho (m)

L = largo (m)

ρ = densidad del acero (kg/m³)

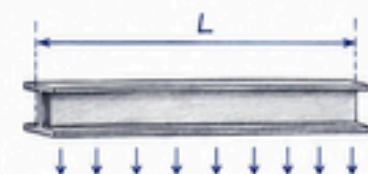
(No se sustituye con valores de normativa)

2) AHORA TÚ - EJERCICIOS

① VIGA

Masa lineal = _____ kg/m

Longitud L = _____ m



Masa (kg) = _____

Carga W (kN) = _____

② TUBO (ACERO)



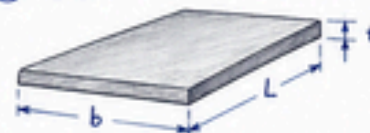
Masa lineal = _____ kg/m

Longitud L = _____ m

Masa (kg) = _____

Carga W (kN) = _____

③ PLACA



Espesor t = _____ mm

Ancho b = _____ m

Largo L = _____ m

Densidad ρ = _____ kg/m³

Masa (kg) = _____

Carga W (kN) = _____



RECUERDA

Este cálculo es orientativo.

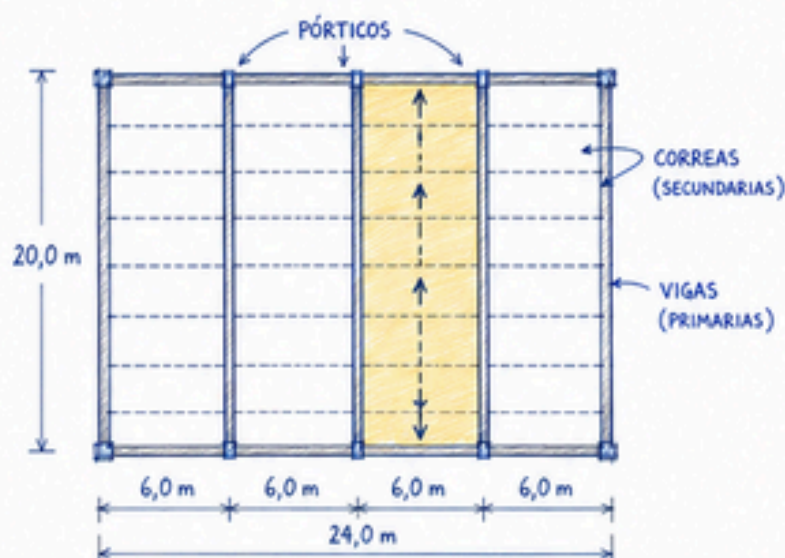
El resultado final debe verificarse con la normativa aplicable y con un profesional competente.



NOTAS

ÁREAS TRIBUTARIAS Y CARGAS

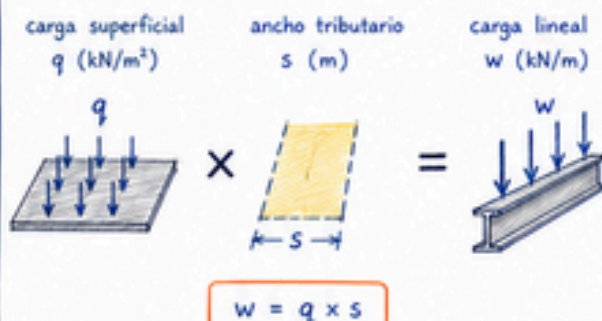
1. PLANTA DE CUBIERTA - PÓRTICOS, VIGAS Y CORREAS



ÁREA TRIBUTARIA DE LA VIGA SELECCIONADA

2. TRANSFORMACIÓN CONCEPTUAL

La carga superficial que actúa sobre la cubierta se transforma en una carga lineal uniforme sobre la viga.

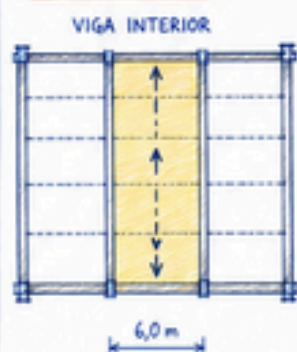


¿CÓMO SE OBTIENE EL ANCHO TRIBUTARIO (s)?

Es la distancia entre ejes de las vigas adyacentes que comparten la carga.



EJEMPLO



Datos:

- Carga superficial: $q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
- Ancho tributario: $s = 6,0 \text{ m}$

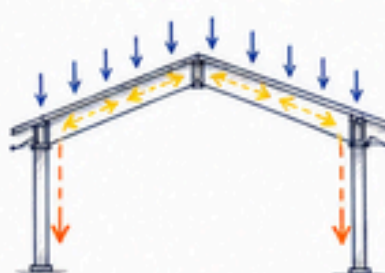
Cálculo:

$$w = q \times s$$

$$w = 1,20 \text{ kN/m}^2 \times 6,0 \text{ m}$$

$$w = 7,20 \text{ kN/m}$$

CAMINO DE LAS CARGAS



↓ Carga superficial (q) sobre la cubierta

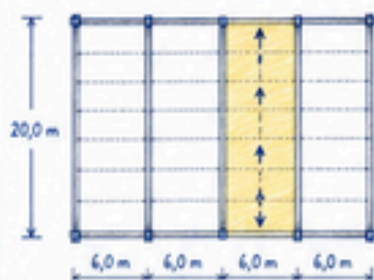
→ La carga se conduce a las correas y vigas primarias

↓ La carga baja por los pórticos hasta la cimentación

AHORA TÚ

1. VIGA INTERIOR

En la siguiente planta, determina el ancho tributario (s) y la carga lineal (w) sobre la viga interior indicada.



Datos:

- $q = \text{_____ kN/m}^2$

Cálculos:

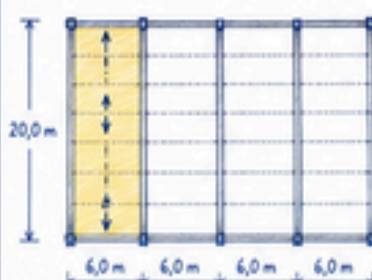
$$s = \text{_____ m}$$

$$w = q \times s$$

$$w = \text{_____ kN/m}$$

2. VIGA DE BORDE

En la siguiente planta, determina el ancho tributario (s) y la carga lineal (w) sobre la viga de borde indicada.



Datos:

- $q = \text{_____ kN/m}^2$

Cálculos:

$$s = \text{_____ m}$$

$$w = q \times s$$

$$w = \text{_____ kN/m}$$



RECUERDA

- Las áreas tributarias permiten transformar cargas superficiales en cargas lineales sobre las vigas.
- Identifica bien si la viga es interior o de borde para definir correctamente el ancho tributario.
- Sigue siempre el camino de las cargas hasta la cimentación.



El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y con un profesional competente.

DISTRIBUCIÓN Y COMBINACIÓN DE CARGAS

Las cargas que actúan sobre una estructura se clasifican en **PERMANENTES (G)** y **VARIABLES (Q)**. Su correcta distribución permite obtener las cargas en apoyos.

1. COMPARACIÓN: CARGAS PERMANENTES (G) VS VARIABLES (Q)

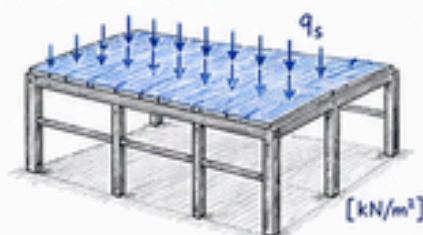
PERMANENTES (G) Actúan siempre	VARIABLES (Q) Pueden variar en el tiempo
 Peso propio de elementos estructurales (perfiles, placas, etc.)	 Personas (uso y mantenimiento)
 Cubierta y revestimientos fijos	 Almacenamiento y materiales (uso)
 Equipos e instalaciones fijas	 Viento (presión o succión)



NOTA: La clasificación de las cargas debe realizarse según la normativa aplicable.

2. RUTA DE LAS CARGAS: DE SUPERFICIAL A APOYOS

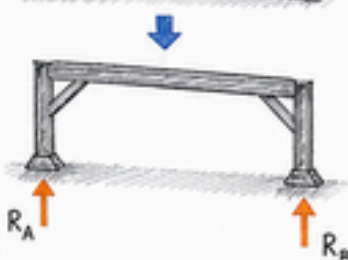
① Carga superficial actuando sobre la cubierta (por ejemplo: peso propio o nieve, uniformemente distribuida).



② Conversión a carga lineal sobre cada viga o pórtico. Se multiplica la carga superficial por el ancho tributario.



③ Carga en apoyos (reacciones). La carga lineal se distribuye a los apoyos, generando reacciones verticales.



3. COMBINACIÓN DE ACCIONES (ESQUEMA CONCEPTUAL)

CARGA DE DISEÑO
(para cálculo)

=

FACTORES
(según normativa)

×

ACCIONES
(cargas G y Q)

Reflejan la importancia relativa de las acciones.

Incluyen cargas permanentes (G) y variables (Q).

Usa los factores establecidos por la normativa aplicable

4. AHORA TÚ: CLASIFICA CADA CARGA COMO PERMANENTE (G) O VARIABLE (Q)

Marca con una X en la columna correspondiente.

CARGA	PERMANENTE (G)	VARIABLE (Q)
 Peso propio de vigas y columnas		
 Cubierta metálica		
 Equipo de aire acondicionado fijo		
 Personas realizando mantenimiento		
 Almacenamiento de materiales		
 Viento sobre la estructura		



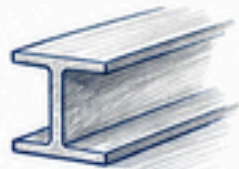
RECUERDA

- Identifica correctamente las cargas.
- Transfiere las cargas de forma ordenada: superficial → lineal → apoyos.
- Combina las acciones según la normativa aplicable.

El cálculo final debe verificarse con la normativa y con un profesional competente.



ESPACIO PARA TUS APUNTES



REACCIONES EN APOYOS

En una viga simplemente apoyada, las reacciones en los apoyos se determinan aplicando las ecuaciones de equilibrio.

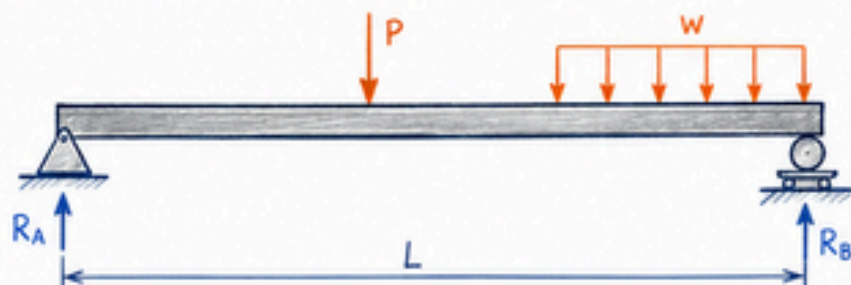
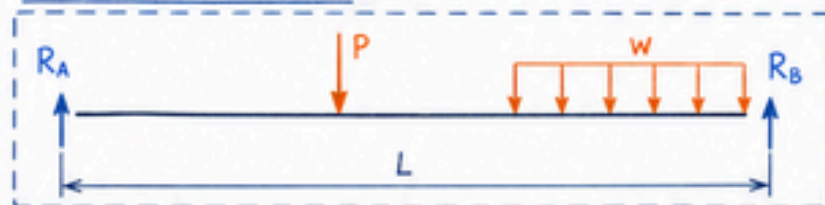


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL)



ECUACIONES DE EQUILIBRIO

$$\sum F_x = 0 \quad \text{Equilibrio horizontal}$$

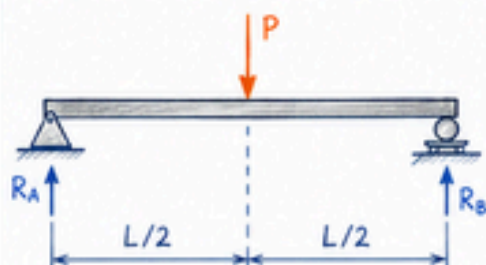
$$\sum F_y = 0 \quad \text{Equilibrio vertical}$$

$$\sum M = 0 \quad \text{Equilibrio de momentos (respecto a un punto)}$$

EJEMPLO

CASO SIMÉTRICO

Carga total centrada. Las reacciones son iguales.



Por simetría:

$$R_A = R_B = \frac{P}{2}$$

(carga total P)

RECUERDA

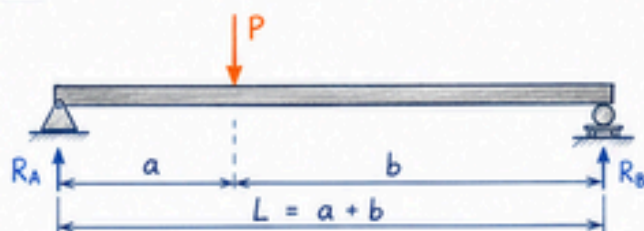
- ★ Las reacciones en los apoyos equilibran todas las cargas aplicadas.
- ★ Apoyo articulado: impide traslación en X e Y, permite rotación.
- ★ Apoyo de rodillo: impide traslación vertical, permite traslación horizontal y rotación.
- ★ Verifica siempre con la normativa aplicable y consulta a un profesional competente antes de tomar decisiones.



AHORA TÚ

Calcula las reacciones en los apoyos.
Expresa tus resultados en función de las cargas indicadas.

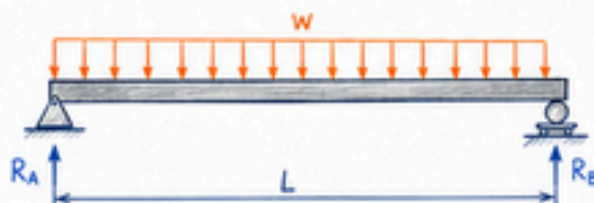
1 VIGA CON CARGA PUNTUAL NO CENTRADA



$$R_A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_B = \underline{\hspace{2cm}}$$

2 VIGA CON CARGA DISTRIBUIDA UNIFORME



$$R_A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_B = \underline{\hspace{2cm}}$$



Este cuaderno es una herramienta educativa. Los cálculos deben verificarse con la normativa aplicable y un profesional competente.

ELEMENTOS A TRACCIÓN

Los elementos a tracción trabajan cuando actúan sobre ellos fuerzas opuestas que tienden a alargarlos.

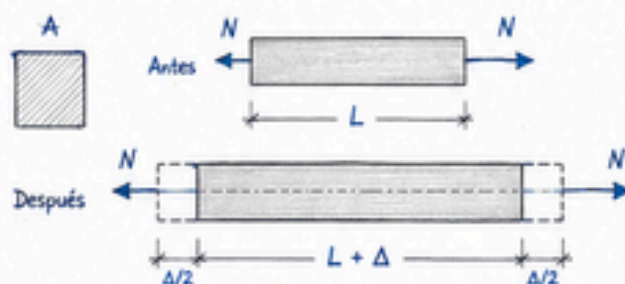
BARRA



DIAGONAL (TIRANTE)



SECCIÓN TRANSVERSAL Y ALARGAMIENTO



FÓRMULA INTRODUCTORIA

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

σ = esfuerzo normal (tracción)

N = fuerza axial de tracción

A = área de la sección transversal

ÁREA BRUTA Y ÁREA NETA (CERCA DE AGUJEROS)

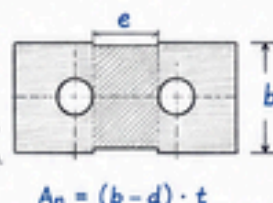
ÁREA BRUTA (A_g)

Área total de la sección sin descontar agujeros.



ÁREA NETA (A_n)

Área resistente mínima descontando los agujeros que interceptan la sección.



b = ancho bruto

d = diámetro del agujero

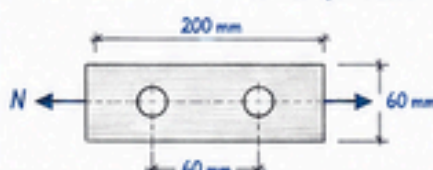
t = espesor de la placa

e = distancia entre centros

$$A_n = (b - d) \cdot t$$

EJEMPLO GUIADO

Barra plana con dos agujeros en la sección.
Verificar por tracción.



Datos:

- Ancho bruto, $b = 60$ mm
- Espesor, $t = 30$ mm
- Diámetro del agujero, $d = 20$ mm
- Distancia entre centros, $e = 60$ mm
- Fuerza axial de tracción, $N = 50$ kN
- Límite permitido de proyecto, $\sigma_{perm} =$ _____

1. IDENTIFICAR N

$$N =$$

2. DETERMINAR A

$$A_n = (b - d) \cdot t = (\quad - \quad) \cdot \quad = \quad \text{mm}^2$$

(Se usa el área neta A_n)

3. CALCULAR ESFUERZO

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \quad = \quad \text{MPa}$$

4. COMPARAR CON LÍMITE PERMITIDO DE PROYECTO

$$\sigma (\quad \text{MPa}) \cdot \sigma_{perm} (\quad \text{MPa})$$

Resultado: _____

RECUERDA



- En tracción, el elemento trabaja uniformemente (idealmente).
- La sección crítica es donde el área resistente es menor (área neta).
- Verifica siempre las conexiones y detalles.

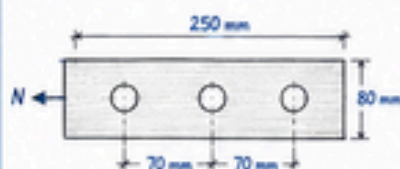


AHORA TÚ

Resuelve los siguientes ejercicios. Deja tus procedimientos y resultados.

1. Barra plana con agujeros

Verificar por tracción.



Datos:

- $b =$ _____ mm
- $t =$ _____ mm
- $d =$ _____ mm
- $e =$ _____ mm
- $N =$ _____ kN
- $\sigma_{perm} =$ _____ MPa

$$A_n = \quad \text{mm}^2$$

$$\sigma = \quad \text{MPa}$$

$$\sigma (\quad \text{MPa}) \cdot \sigma_{perm} (\quad \text{MPa})$$

Resultado: _____

2. Tirante (diagonal circular)

Verificar por tracción.



Datos:

- Diámetro, $d =$ _____ mm
- Área, $A = \frac{\pi d^2}{4} =$ _____ mm²
- Longitud, $L =$ _____ mm
- Fuerza axial, $N =$ _____ kN
- $\sigma_{perm} =$ _____ MPa

$$\sigma = \frac{N}{A} = \quad \text{MPa}$$

$$\sigma (\quad \text{MPa}) \cdot \sigma_{perm} (\quad \text{MPa})$$

Resultado: _____

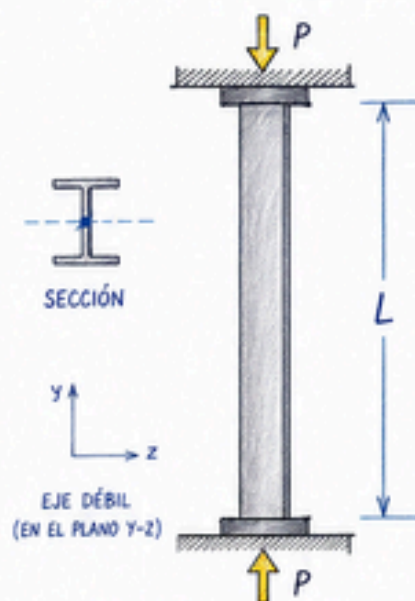


IMPORTANTE: Este cuaderno es una guía práctica para tu aprendizaje.

El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y por un profesional competente.

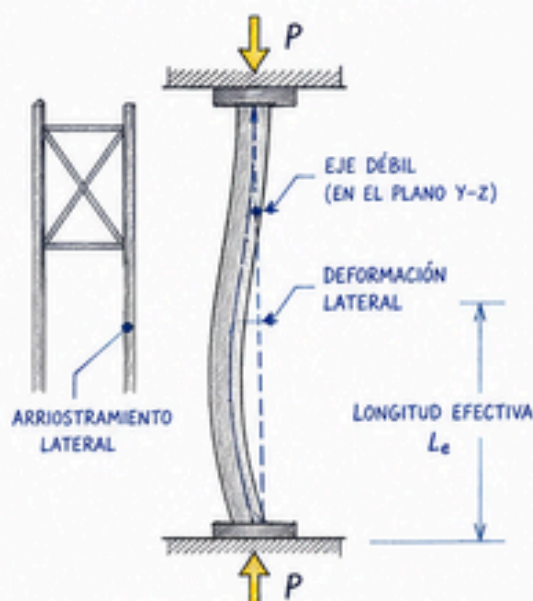
Una columna trabaja a compresión axial. Si es muy esbelta, puede pandearse lateralmente antes de alcanzar su capacidad.

COLUMNA CORTA — ESTABLE



Esbeltez baja.
La columna se mantiene recta.

COLUMNA ESBELTA — PANDEADA



Esbeltez alta.
Puede pandearse lateralmente con cargas menores.

EJEMPLO

Comparación conceptual

- Misma sección y material.
- Columna A: corta y arriostrada.
- Columna B: esbelta y sin arriostramiento intermedio.

¿Cuál tiene mayor riesgo de pandeo? ¿Por qué?

RELACIÓN CONCEPTUAL

$$\text{ESBELTEZ} = \frac{\text{LONGITUD EFECTIVA } (L_e)}{\text{RADIO DE GIRO } (r)} \rightarrow \text{A mayor esbeltez, mayor riesgo de pandeo.}$$

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PANDEO



LONGITUD

A mayor longitud efectiva, mayor riesgo.



APOYO

Las condiciones de apoyo cambian la longitud efectiva.



SECCIÓN

Secciones más esbeltas tienen mayor esbeltez (menor radio de giro).



IMPERFECCIONES

Desalineación inicial, falta de rectitud u otros defectos incrementan el riesgo.



MATERIAL

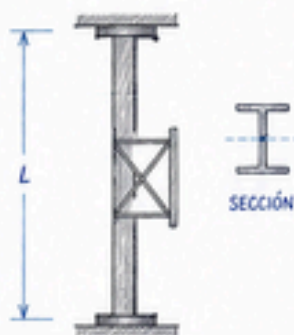
Las propiedades del material influyen en su comportamiento a compresión.

AHORA TÚ

1) Observa las siguientes columnas y responde:

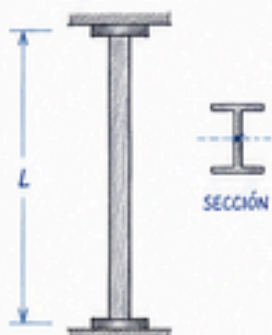
¿Cuál tiene mayor riesgo de pandeo? Justifica tu respuesta con base en la esbeltez y los factores que influyen.

COLUMNA A



- Con arriostramiento intermedio.
- Longitud menor.
- Sección dada.

COLUMNA B



- Sin arriostramiento intermedio.
- Longitud mayor.
- Misma sección que A.

RESPUESTA Y JUSTIFICACIÓN:

RECUERDA



El pandeo puede ocurrir antes de que el material llegue a su capacidad de compresión.



Siempre considera la longitud efectiva según las condiciones de apoyo y arriostramiento.



Verifica tus resultados con la normativa aplicable y consulta a un profesional competente.



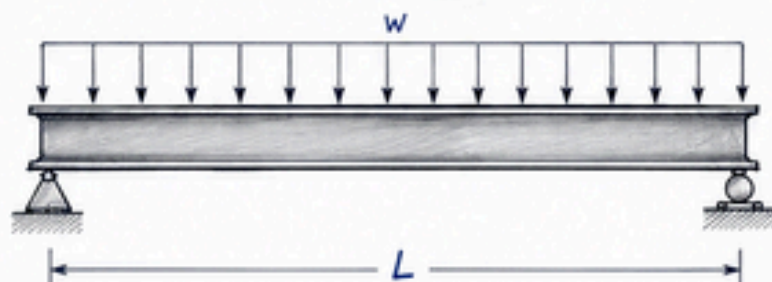
Este cuaderno es una guía práctica y didáctica. El cálculo final debe verificarse con la normativa y un profesional competente.

FLEXIÓN Y CORTE EN VIGAS

BONO 1
del Manual Visual
de Estructuras
Metálicas

En una viga simplemente apoyada con carga distribuida, se generan esfuerzos de flexión (M) y corte (V).

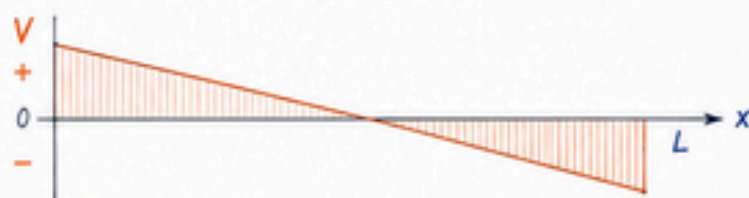
1. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA DISTRIBUIDA



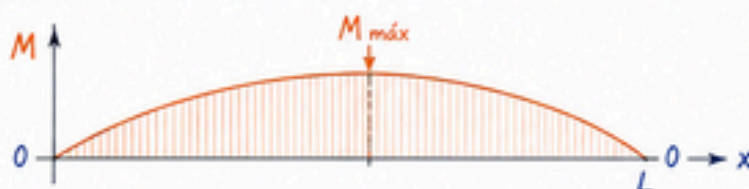
2. DEFORMADA (CUALITATIVA)



3. DIAGRAMA DE CORTE V (CUALITATIVO)



4. DIAGRAMA DE MOMENTO M (CUALITATIVO)



5. FÓRMULAS INTRODUCTORIAS (APROXIMACIONES DIDÁCTICAS)

Esfuerzo normal por flexión

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

donde:

M = momento flector

W = módulo resistente de la sección

Esfuerzo cortante promedio

$$\tau \approx \frac{V}{A_v}$$

donde:

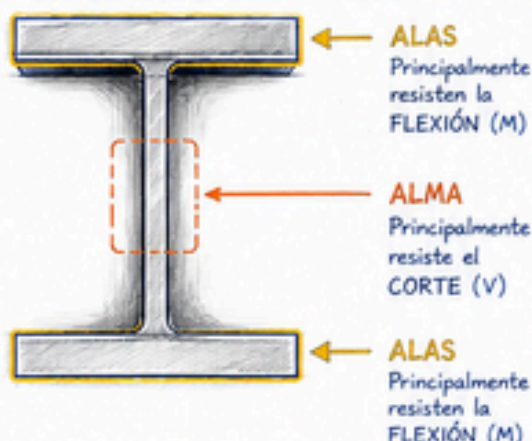
V = fuerza cortante

A_v = área cortante del alma



Son aproximaciones para fines introductorios. El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y con un profesional competente.

6. ¿DÓNDE ACTÚAN PRINCIPALMENTE LOS ESFUERZOS EN UNA VIGA I?

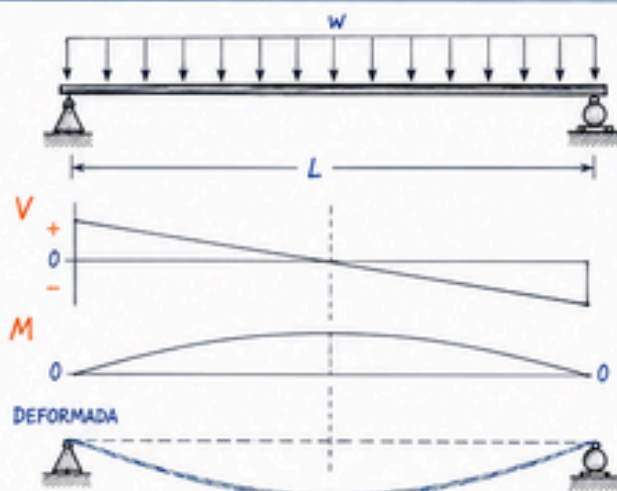


7. AHORA TÚ: EJERCICIO PRÁCTICO

En la viga simplemente apoyada con carga distribuida que se muestra, ubica en los diagramas lo siguiente:

- 1 La posición del MOMENTO MÁXIMO.
- 2 La posición(es) del CORTE MÁXIMO (en valor absoluto).
- 3 El sentido de la DEFORMACIÓN de la viga.

Escribe aquí tus respuestas y observaciones:

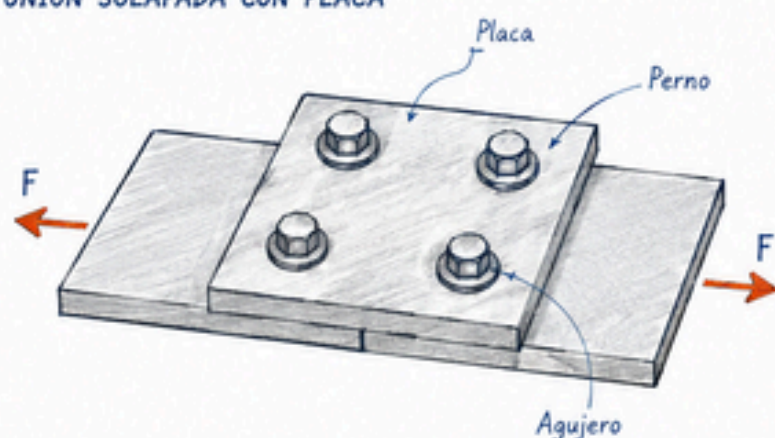


RECUERDA

Este cuaderno es una herramienta de aprendizaje. El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y con un profesional competente.

CÁLCULO BÁSICO DE UNIONES EMPERNADAS

UNIÓN SOLAPADA CON PLACA



RUTA DE VERIFICACIÓN

1 Determinar fuerza (F) → F

2 Distribuir entre pernos

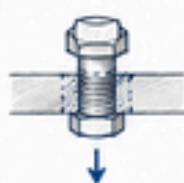
3 Revisar corte (en pernos)

4 Revisar aplastamiento (en placa y en pieza)

5 Revisar placa (netas, bordes, distancias, espesor, etc.)

MODOS DE VERIFICACIÓN EN PERNOS Y PLACAS

CORTE SIMPLE
(en perno)



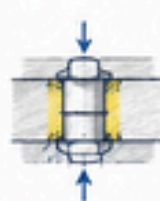
El perno tiene un solo plano de corte.

CORTE DOBLE
(en perno)



El perno tiene dos planos de corte.

APLASTAMIENTO
(en placa y en pieza)



Compresión de la placa y/o de la pieza contra el perno.

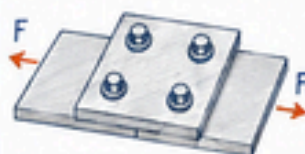
TRACCIÓN DEL PERO
(sección neta)



El perno trabaja a tracción en su sección neta.

EJEMPLO

Se tiene una unión con 4 pernos y una fuerza aplicada F.



→ Distribución simétrica:

$$F_{\text{prom por perno}} = \frac{F}{n}$$

donde n = número de pernos

RECUERDA



- Las revisiones dependen de la geometría, del tipo de carga y de los materiales.
- Verificar todas las condiciones de la ruta.
- Este cálculo es introductorio y no sustituye la revisión normativa.

AHORA TÚ

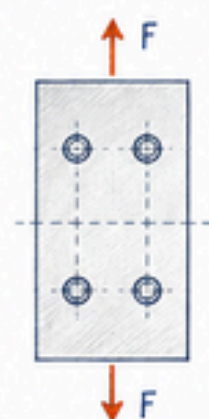
En la unión mostrada, la fuerza aplicada es F. El grupo de pernos es simétrico (4 pernos).

1. Calcula la fuerza promedio por perno.

$$F_{\text{prom por perno}} = \frac{F}{n} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Si $F = \underline{\hspace{2cm}}$, ¿cuál es la fuerza promedio por perno?

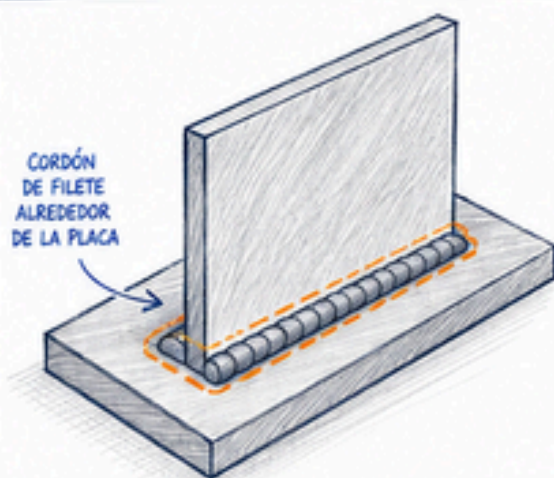
$$F_{\text{prom por perno}} = \underline{\hspace{2cm}}$$



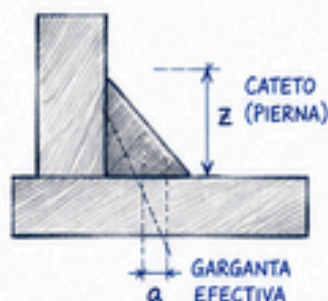
El cálculo final debe verificarse con la normativa aplicable y por un profesional competente.



CÁLCULO BÁSICO DE UNIONES SOLDADAS



SECCIÓN DE CORDÓN DE FILETE



Para un filete a 45°, la garganta efectiva a es menor que el cateto z .

RECUERDA

El cálculo básico de una unión soldada se basa en el área efectiva de la garganta del cordón.

$$\text{ÁREA EFECTIVA } (A_e) = \text{GARGANTA } (a) \times \text{LONGITUD EFECTIVA } (L_e)$$

$$\text{ESFUERZO } (\tau) = \frac{\text{FUERZA } (F)}{\text{ÁREA EFECTIVA } (A_e)}$$

VERIFICA SIEMPRE CON LA NORMATIVA APLICABLE Y CON UN PROFESIONAL COMPETENTE.



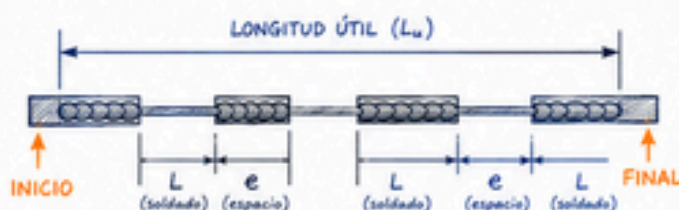
CORDÓN CONTINUO VS CORDÓN INTERMITENTE

CORDÓN CONTINUO



En cordón continuo, la longitud efectiva (L_e) es la distancia entre el inicio y el final del cordón.

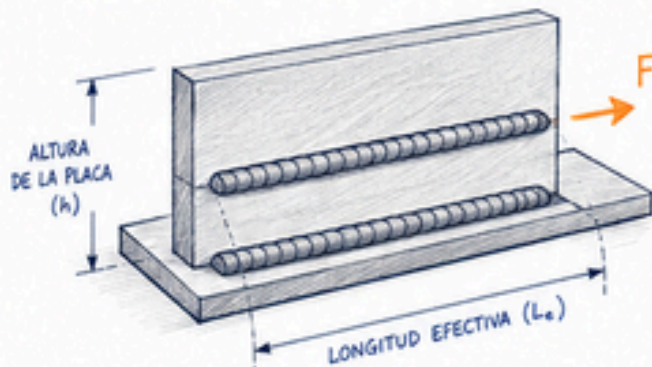
CORDÓN INTERMITENTE



En cordón intermitente, la longitud efectiva (L_e) es la suma de las longitudes soldadas (L), desde el inicio hasta el final del cordón.

AHORA TÚ — Ejercicio de práctica

- Una placa se une a otra mediante DOS CORDONES DE FILETE PARALELOS, continuos, de igual longitud. Determina el área efectiva total de la unión y el esfuerzo en el cordón.



Este ejercicio es introductorio y conceptual. No sustituye el diseño completo. Verifica siempre con la normativa aplicable y con un profesional competente.

Datos:

Cateto del filete (z) = _____
Garganta efectiva (a) = _____
Longitud efectiva de cada cordón (L_e) = _____
Número de cordones paralelos (n) = _____
Fuerza aplicada (F) = _____

Cálculos:

Área efectiva de UN cordón:

$$A_{e1} = a \times L_e = \underline{\hspace{2cm}}$$

Área efectiva total (DOS cordones):

$$A_{e,\text{total}} = n \times a \times L_e = \underline{\hspace{2cm}}$$

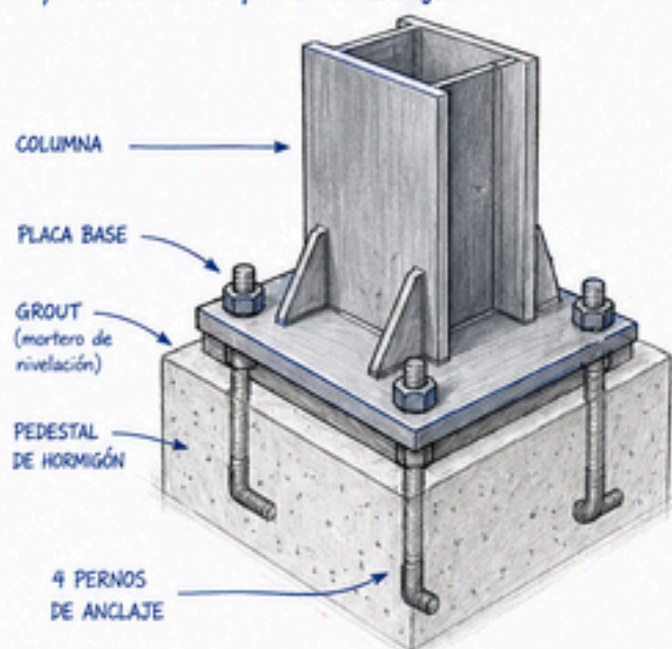
Esfuerzo en el cordón:

$$\tau = \frac{F}{A_{e,\text{total}}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

PLACAS BASE Y PERNOS DE ANCLAJE

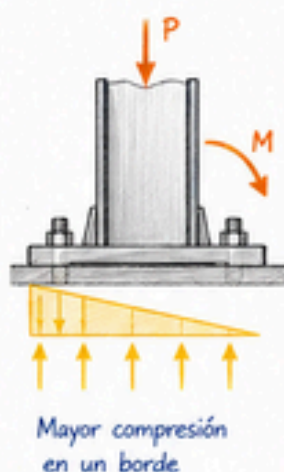
La placa base transmite las cargas de la columna a la cimentación.

La combinación de carga axial y momento produce compresión bajo la placa y tracción en los pernos de anclaje.

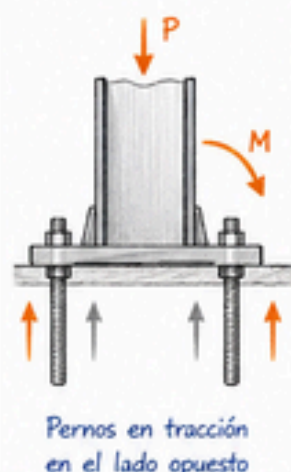


EFFECTO DE CARGA AXIAL Y MOMENTO

COMPRESIÓN BAJO LA PLACA



TRACCIÓN EN PERNOS

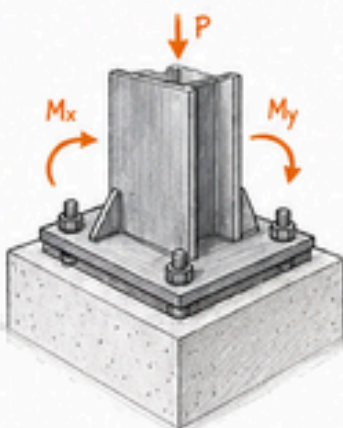


ruta de cálculo conceptual



AHORA TÚ Analiza la figura y responde.

- ① Identifica las acciones que actúan sobre la columna.



- ② Propón dimensiones preliminares de la placa base y ubicación de los pernos.

Dimensiones de la placa (B x L): _____

Espesor propuesto (t): _____

Disposición de pernos (número y separación): _____

- ③ ¿En qué pernos esperas tracción? Marca con flechas.

RECUERDA

- ☒ La compresión bajo la placa no es uniforme cuando existe momento.
- ☒ Los pernos del lado opuesto al momento tienden a trabajar a tracción.
- ☒ El grout asegura contacto completo y nivelación.
- ☒ La interacción entre placa, pernos, grout y pedestal es fundamental.



IMPORTANTE:

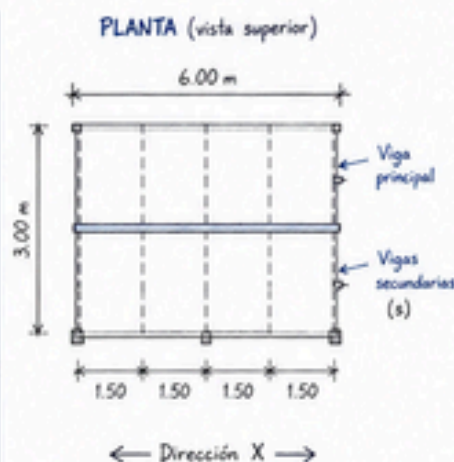
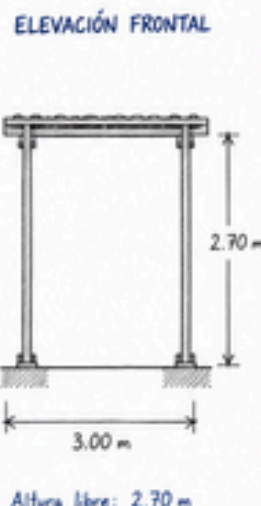
Este cálculo es conceptualmente introductorio. El diseño final debe verificarse con la normativa aplicable y con un profesional competente.

CASO PRÁCTICO INTEGRADOR

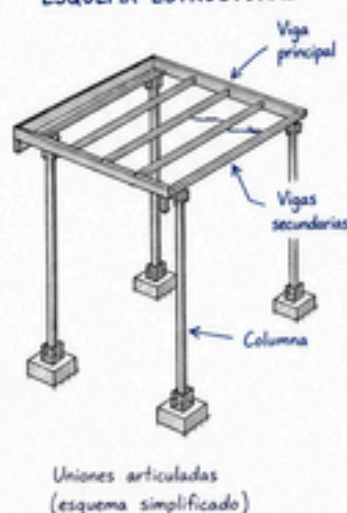
Marquesina metálica ligera

DATOS DEL EJERCICIO

- Planta rectangular.
- Uso: acceso peatonal.
- Dimensiones generales:
 - $L = 6.00 \text{ m}$ (dirección X)
 - $B = 3.00 \text{ m}$ (dirección Y)
- Separación de vigas (s): 1.50 m
- Carga superficial (q):
 - dato del ejercicio
 - [kN/m^2]
- Perfiles (tomados de tabla):
 - Vigas secundarias: IPE
 - Viga principal: IPE
 - Columnas: HEB



ESQUEMA ESTRUCTURAL



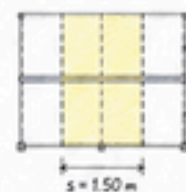
RECUERDA

Este ejercicio es ilustrativo. Los resultados deben verificarse con la normativa aplicable y con la revisión de un profesional competente.

RETO EN SEIS PASOS

1 ÁREA TRIBUTARIA

Determina el ancho tributario de cada viga secundaria y el área tributaria por viga.

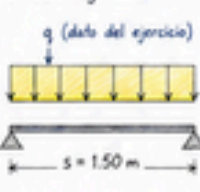


Ancho tributaria (b_t) = _____ m

Área tributaria por viga (A_t) = _____ m^2

2 CARGA LINEAL

Con la carga superficial (q) y el ancho tributario, calcula la carga lineal en cada viga secundaria.

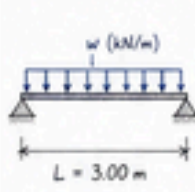


$q =$ _____ kN/m^2

$w = q \times b_t =$ _____ kN/m (carga lineal)

3 REACCIONES

Calcula las reacciones en los apoyos de una viga secundaria (viga simplemente apoyada).

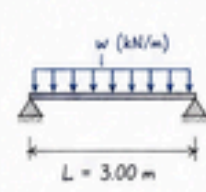


$R_a =$ _____ kN

$R_b =$ _____ kN

4 ESFUERZOS DE VIGA

Determina el momento flector máximo y el cortante máximo de la viga secundaria.



$M_{\text{max}} =$ _____ kN·m

$V_{\text{max}} =$ _____ kN

5 PESO PROPIO

Estima el peso propio por metro lineal de la viga secundaria y súmalo a la carga lineal.

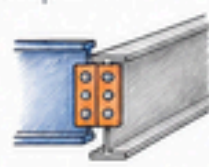


PP = _____ kN/m

$w_{\text{total}} = w + \text{PP} =$ _____ kN/m

6 REVISIÓN DE UNIÓN

Revisa la unión viga secundaria - viga principal (esquema). Verifica tornillos/soldaduras, placas y forjados según corresponda.



¿Cumple disposición mínima?

☐ Sí ☐ No

Observaciones: _____

HOJA DE RESPUESTAS

DATOS

q (kN/m^2) = _____

s (m) = _____

Perfil viga secundaria = _____

Perfil viga principal = _____

Perfil columnas = _____

RESULTADOS PRINCIPALES

b_t (m) = _____

A_t (m^2) = _____

w (kN/m) = _____

R_a (kN) = _____

R_b (kN) = _____

M_{max} (kN·m) = _____

V_{max} (kN) = _____

PP (kN/m) = _____

w_{total} (kN/m) = _____

ESQUEMA FINAL DEL SISTEMA

(Dibuja y etiqueta el esquema estructural con cargas y apoyos)



CHECKLIST FINAL

- | | |
|---|--|
| ☐ 1. Área tributaria calculada | ☐ 5. Peso propio considerado |
| ☐ 2. Carga lineal determinada | ☐ 6. Revisión de unión realizada |
| ☐ 3. Reacciones calculadas | ☐ Resultados organizados y claros |
| ☐ 4. Esfuerzos máximos obtenidos | ☐ Listo para revisión profesional |

Calcula, comprueba y documenta



IMPORTANTE

Verifica todos los resultados con la normativa aplicable y con un profesional competente antes de aplicarlos en cualquier proyecto real.



Los ejercicios son educativos; todo proyecto real requiere normativa vigente y revisión profesional.