

tornillos PROBLEMA 7.3

CTE_DB_SE_A

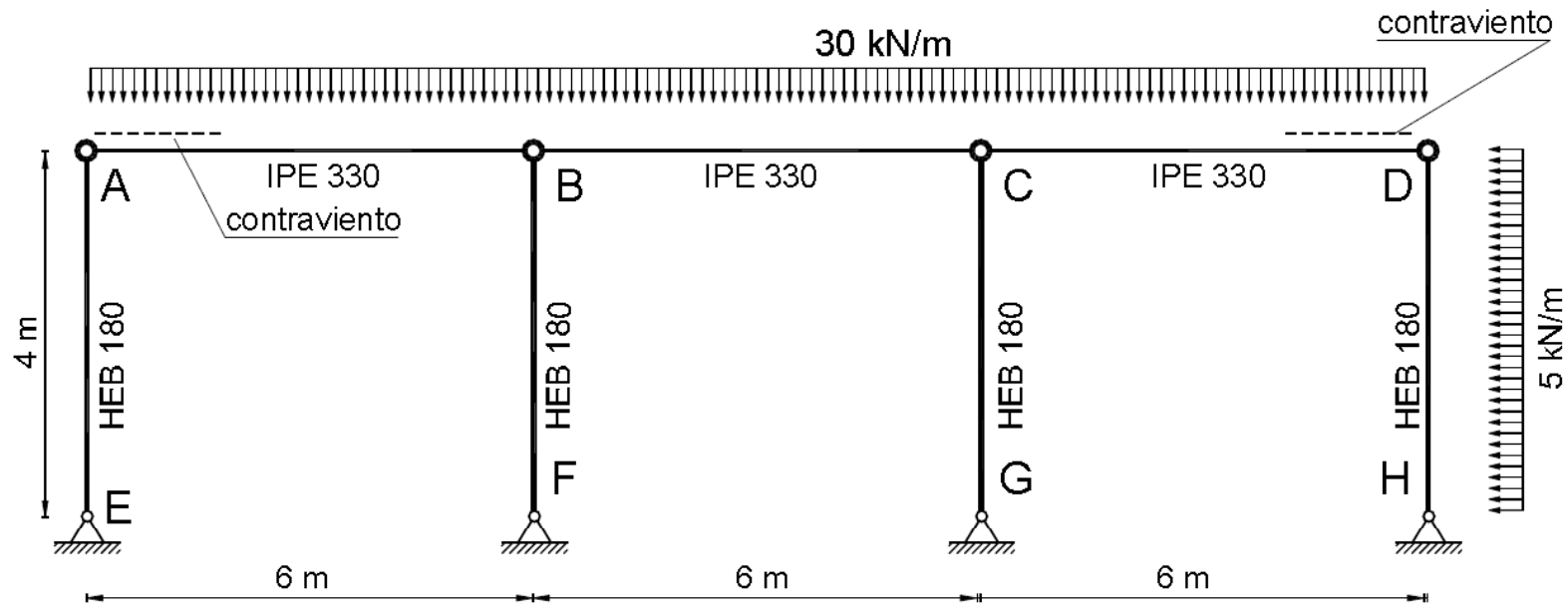
PROBLEMAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS ADAPTADO AL CÓDIGO TÉCNICO ISBN 978-84-8363-322-9

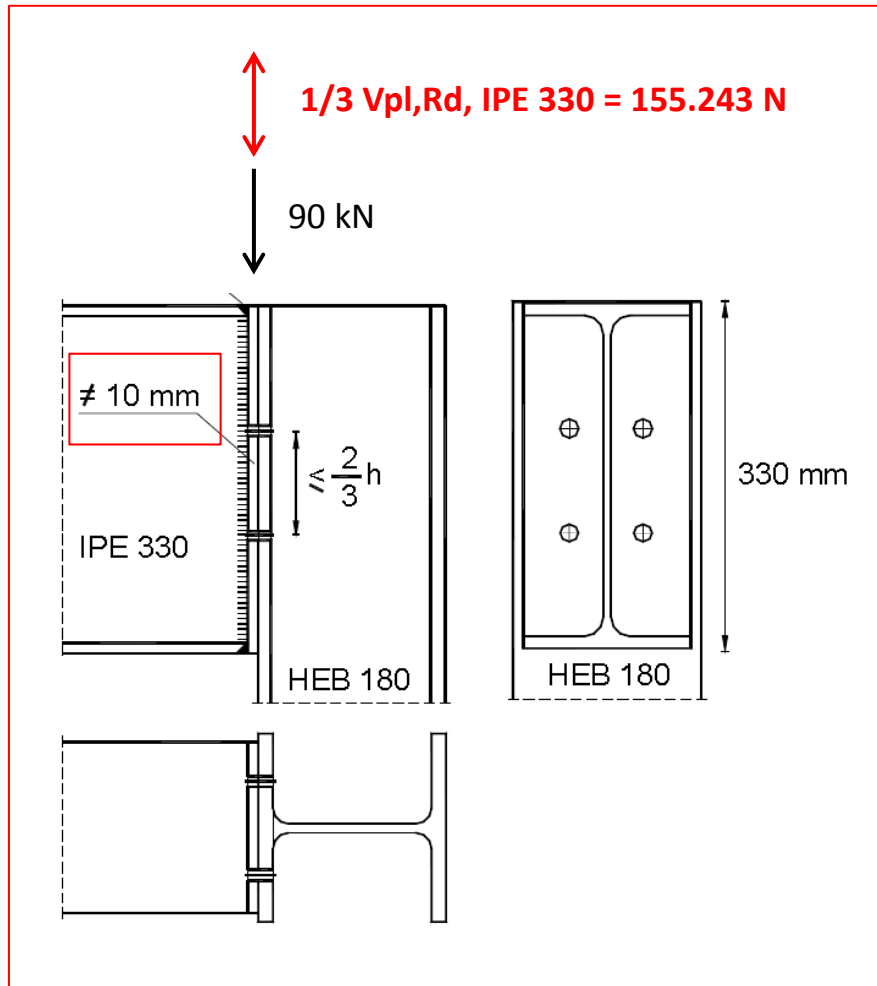
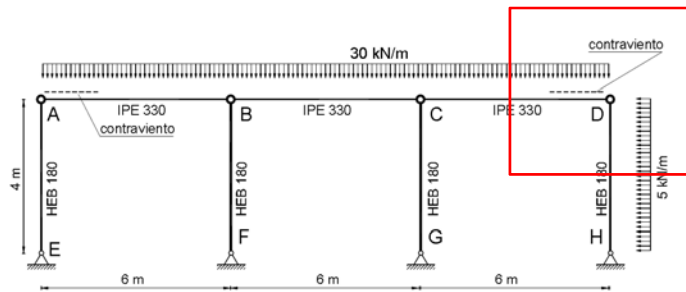
esquema

ETSAV_ST3_2017-18 María Castaño Cerezo_UPV

Nudo articulado_TORNILLOS (problema 7.3 del libro)

Diseño y cálculo del nudo D con tornillos





RESISTENCIA a CORTANTE

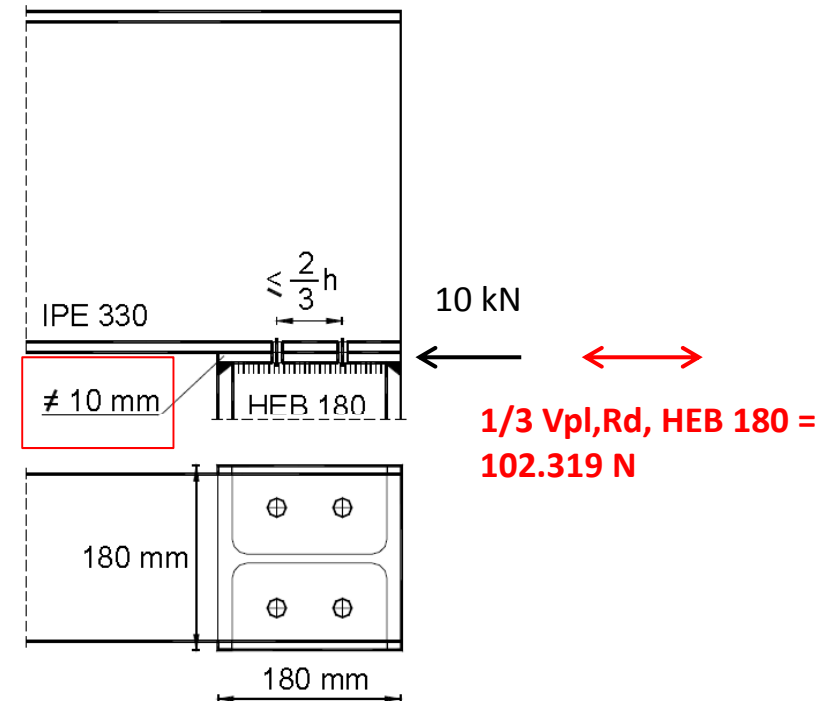
$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

TORNILLOS NO PRETENSADOS

SIMPLE CORTADURA: $n = 1$

Cuando el plano de corte está en el vástago $A = A_d = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

TORNILLOS	ACERO						
	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9		
	d mm	A_d mm ²	$f_{ub} = 400$ N/mm ²	$f_{ub} = 500$ N/mm ²	$f_{ub} = 600$ N/mm ²	$f_{ub} = 800$ N/mm ²	$f_{ub} = 1000$ N/mm ²
M 10	10	78	12 480 N	15 600 N	18 720 N	24 960 N	31 200 N
M 12	12	113	18 080 N	22 600 N	27 120 N	36 160 N	45 200 N
M 16	16	201	32 160 N	40 200 N	48 240 N	64 320 N	80 400 N
M 20	20	314	50 240 N	62 800 N	75 360 N	100 480 N	125 600 N
M 24	24	452	72 320 N	90 400 N	108 480 N	144 640 N	180 800 N



4 M 16X50 5.6

Para poder apretar tornillos
sin dificultad,
la distancia del taladro
a cualquier superficie
>2·d

Tipo de agujero	M12	M14	M16 a M22	M24	M27 y mayor
redondo normal y en ranura (transversal a la pieza)	+1	+1	+2	+2	+3
redondo sobredimensionado	+3	+4	+4	+6	+8
en ranura cortos (longitudinal a la pieza)	+4	+4	+6	+8	+10

La longitud nominal de los agujeros en ranura no debe ser superior a 2,5 veces el diámetro nominal del tornillo

d₀=18 mm t_p=10mm t_r=14mm

borde frontal

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0$$

$$e_1 \leq (40 \text{ mm} + 4t ; 12t; 150 \text{ mm})$$

borde lateral

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = \underline{\mathbf{27 \text{ mm}}}$$

$$e_2 \leq (40 \text{ mm} + 4t; 12t; 150 \text{ mm}) = (\underline{\mathbf{80 \text{ mm}}}; 120; 150)$$

dirección paralela al esfuerzo

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 = \underline{\mathbf{39,6 \text{ mm}}}$$

dirección perpendicular al esfuerzo

$$p_2 \geq 3,0 \cdot d_0$$

elementos comprimidos (t_{min})

$$p_1 \leq (14t; 200 \text{ mm}) = \underline{\mathbf{140 \text{ mm}}}$$

$$p_2 \leq (14t; 200 \text{ mm})$$

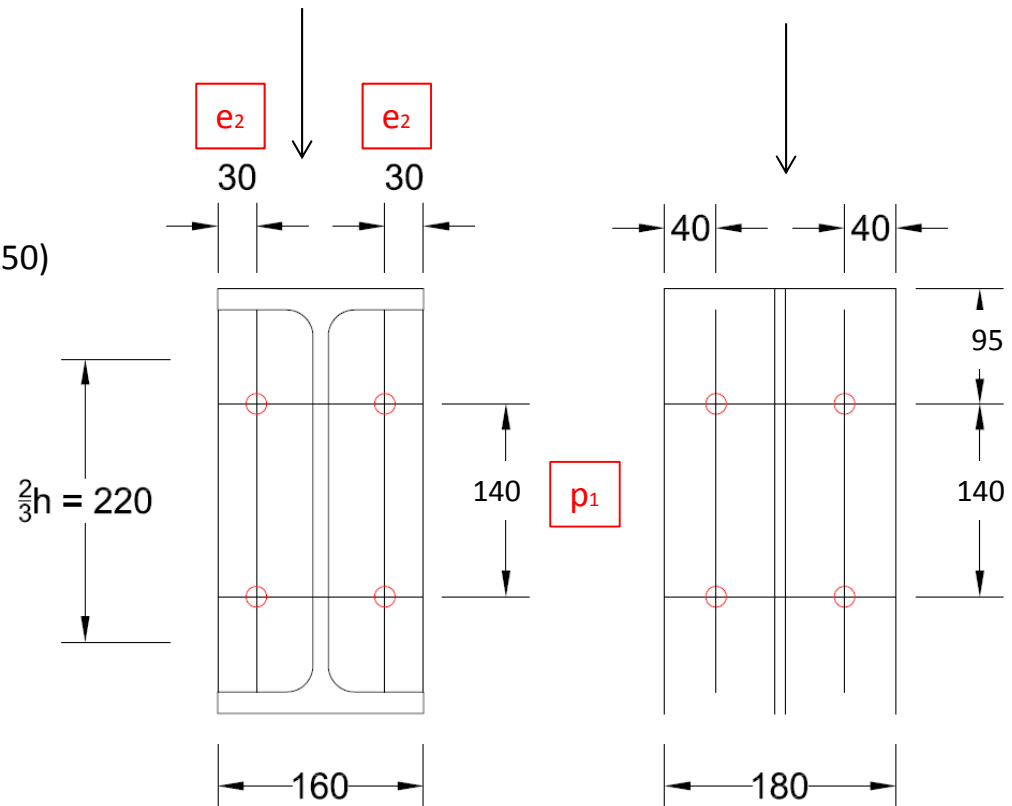
elementos traccionados

$$p_{1,e} \leq (14t; 200 \text{ mm})$$

$$p_{1,i} \leq 28t \text{ ó } 400 \text{ mm}$$

$$p_2 \leq 14t \text{ ó } 400 \text{ mm}$$

d₀ diámetro del taladro
t espesor de la chapa



4 M 16X50 5.6

Para poder apretar tornillos
sin dificultad,
la distancia del taladro
a cualquier superficie
>2·d

Tipo de agujero	M12	M14	M16 a M22	M24	M27 y mayor
redondo normal y en ranura (transversal a la pieza)	+1	+1	+2	+2	+3
redondo sobredimensionado	+3	+4	+4	+6	+8
en ranura cortos (longitudinal a la pieza)	+4	+4	+6	+8	+10

La longitud nominal de los agujeros en ranura no debe ser superior a 2,5 veces el diámetro nominal del tornillo

$d_0=18\text{ mm}$ $t_p=10\text{mm}$ $t_r=14\text{mm}$

borde frontal

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 = \underline{\underline{21,6\text{ mm}}}$$

$$e_1 \leq (40\text{ mm} + 4t; 12t; 150\text{ mm}) = (\underline{\underline{96\text{mm}}}; 120; 150)$$

borde lateral

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = \underline{\underline{27\text{ mm}}}$$

$$e_2 \leq (40\text{ mm} + 4t; 12t; 150\text{ mm}) = (\underline{\underline{96\text{mm}}}; 120; 150)$$

dirección paralela al esfuerzo

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 = \underline{\underline{39,6\text{ mm}}}$$

dirección perpendicular al esfuerzo

$$p_2 \geq 3,0 \cdot d_0$$

elementos comprimidos (tmin)

$$p_1 \leq (14t; 200\text{ mm}) = \underline{\underline{140\text{ mm}}}$$

$$p_2 \leq (14t; 200\text{ mm})$$

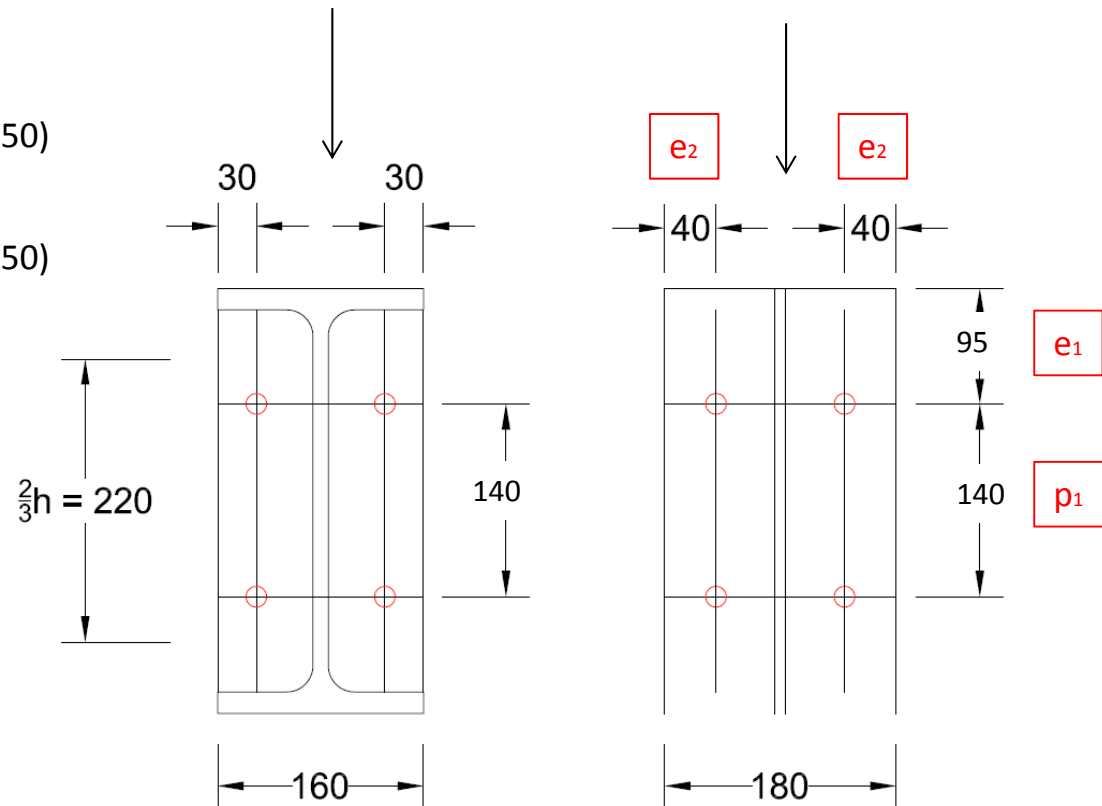
elementos traccionados

$$p_{1,e} \leq (14t; 200\text{ mm})$$

$$p_{1,i} \leq 28t \text{ ó } 400\text{ mm}$$

$$p_2 \leq 14t \text{ ó } 400\text{ mm}$$

d_0 diámetro del taladro
 t espesor de la chapa



Resistencia de la unión a cortante

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

n número de planos de corte;
1 ó 2 simple o doble cortadura
 f_{ub} resistencia última acero tornillo
 A área del tornillo; la de la caña A_d si el plano de corte está en el vástago, o la resistente A_s si está en la parte roscada

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

d diámetro tornillo
 t menor espesor de las chapas a aplastamiento: simple o doble cortadura
 f_u resistencia última acero chapas
 α el menor de, $\frac{e_1}{3 \cdot d_0}$; $\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}$; $\frac{f_{ub}}{f_u}$; 1,0
 e_1 distancia eje taladro borde chapa en dirección de la fuerza
 p_1 separación entre ejes taladros en dirección de la fuerza
 d_0 diámetro agujero

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\mathbf{a} < (95/(3 \cdot 18); (140/(3 \cdot 18)) - (1/4); 500/410; 1,0) \rightarrow \mathbf{a} = 1$$

$$F_{b,rd} = 2,5 \cdot 1 \cdot 410 \cdot 16 \cdot 10 / 1,25 = 131.200 \text{ N}$$

Resistencia máxima a aplastamiento chapa por tornillo

4 M 16X50 5.6

$$F_{V,ED} = 155.243 \text{ N} / 4 = 38.811 \text{ N (por tornillo)}$$

$$F_{v,Rd} = 40.200 \text{ N (por tornillo)}$$

$$F_{b,rd} = 131.200 \text{ N (por tornillo)}$$