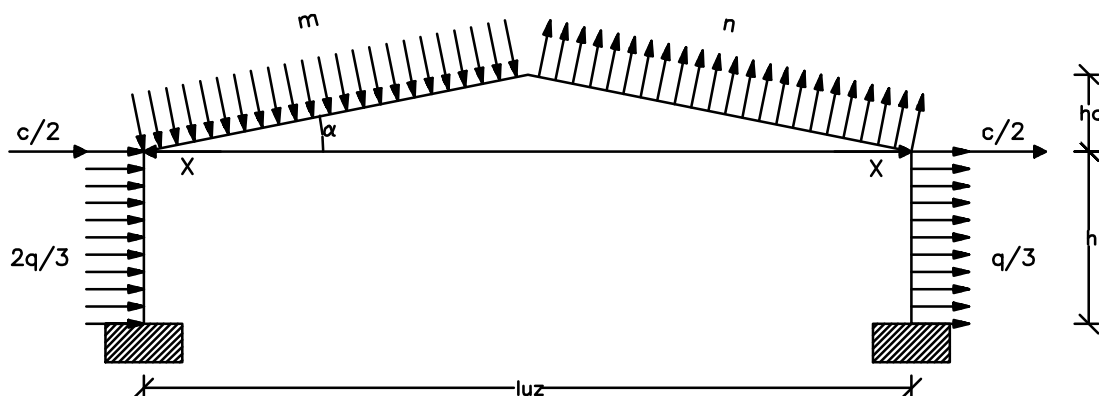


En una nave de estructura metálica que se va a ubicar en Cáceres, se desea calcular un pilar lateral de la misma, sabiendo que el sistema estructural elegido es pilar-cercha. La altura del pilar es de 6 m y la carga axial es de 6 t, incluyendo el peso propio del soporte. La nave tiene una luz de 20 m y una pendiente del 20 %. La separación entre pilares es de 5 m.

Así mismo, calcular la placa de anclaje de dicho soporte, teniendo presente que la zapata está construida con hormigón H-25 y los pernos de anclaje con acero de resistencia característica 510 N/mm².

Pilar:

✓ Momento máximo



Considerando la cubierta como una viga de rigidez infinita^(*), ya que las deformaciones que experimenta la cercha por las tracciones y compresiones son despreciables frente a las deformaciones por flexión de los pilares, y que se traduce en que las cabezas de los soportes sufren el mismo desplazamiento, se puede deducir la expresión que determina el momento máximo en base de pilares:

^(*) Cudós Samblancat, V. (1978). *Cálculo de estructuras de acero*. Volumen 1. Teoría. H. Blume Ediciones. Madrid.

$$M_{\text{máx}} = \left(\frac{13}{48} \cdot q \cdot s \cdot h + \frac{c}{2} \right) \cdot h$$

$$c = (m - n) \cdot s \cdot f \cdot \text{sen} \alpha$$

siendo	s	Separación entre cerchas
	f	Longitud del faldón
	m	Carga de viento sobre faldón de barlovento
	n	Carga de viento sobre faldón de sotavento
	a	Angulo que define la pendiente de la cubierta
	h	Altura del pilar
	c	Componente horizontal del viento sobre cubierta

$$f = \sqrt{10^2 + 2^2} = 10.198 \text{ m}$$

$$\alpha = 11.31^\circ$$

Altura de la cumbrera $H = 8 \text{ m}$

Para calcular los valores de la carga de viento recurrimos a la NBE AE-88, e interpolamos.

Carga de viento sobre paredes laterales $q = 67 \text{ kg/m}^2$

Carga de viento sobre la cubierta (m, n):

Hipótesis A				Hipótesis B			
$a \setminus H$	6	8	14	$a \setminus H$	6	8	14
10	0		0	10	-38		-47
11.31		1.80		11.31		-38.55	
20	-13		16	20	-26		-31
n	-13	-13.75	-16	n	-51	-54	-63

$$c = (1.80 - (-13.75)) \cdot 5 \cdot 10.198 \cdot \text{sen} 11.31 = 155.5 \text{ kg}$$

$$M_{\text{máx}} = \left(\frac{13}{48} \cdot 67 \cdot 5 \cdot 6 + \frac{155.5}{2} \right) \cdot 6 = 3732.75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

✓ Comprobación del perfil

Tanteamos con un perfil IPE 270

$$\begin{array}{lll} \text{IPE 270:} & W_x = 429 \text{ cm}^3 & A = 45.9 \text{ cm}^2 \\ & i_x = 11.2 \text{ cm} & i_y = 3.02 \text{ cm} \end{array}$$

✗ Comprobación a pandeo:

$$l_{kx} = \beta \cdot l = 2 \cdot 600 = 1200 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{kx}}{i_x} = \frac{1200}{11.2} = 108$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{0.7 \cdot 600}{3.02} = 140 \rightarrow \omega = 3.49$$

✗ Comprobación a resistencia:

$$\sigma = \frac{N}{A} \cdot \omega + \frac{M_x}{W_x} = \frac{6000}{45.9} \cdot 3.49 + \frac{373275}{429} = 1326.3 \text{ kg/cm}^2 < 1733 \text{ kg/cm}^2$$

Placa:

✓ Predimensionamiento

$$\left. \begin{array}{l} a = m = 0.50 \text{ m} = 50 \text{ cm} \\ b = 0.6 \cdot a = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ cm} \end{array} \right\} 50 \times 30 \text{ cm}$$

✓ Cálculo de la excentricidad de la placa

$$\left. \begin{aligned} e &= \frac{M}{N} = \frac{373275}{6000} = 62.21 \text{ cm} \\ \frac{a}{6} &= \frac{50}{6} = 8.33 \text{ cm} \\ \frac{3 \cdot a}{8} &= \frac{3 \cdot 50}{8} = 18.75 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \frac{a}{6} < e < \frac{3 \cdot a}{8}$$

Por tanto, estamos en Flexión Compuesta

✓ Tracción de la placa

$$\left. \begin{aligned} 0.1 \cdot a &= 5 \text{ cm} \\ 0.15 \cdot a &= 7.5 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \text{ Adoptamos } g = 5 \text{ cm}$$

$$s = \frac{7 \cdot a}{8} - g = \frac{7 \cdot 50}{8} - 5 = 38.75 \text{ cm}$$

$$f = e - \frac{3 \cdot a}{8} = 62.21 - \frac{3 \cdot 50}{8} = 43.46 \text{ cm}$$

$$T = \frac{N \cdot f}{s} = \frac{6000 \cdot 43.46}{38.75} = 6729.3 \text{ kg}$$

✓ Compresión de la placa

$$R = \frac{N \cdot (s + f)}{s} = \frac{6000 \cdot (38.75 + 43.46)}{38.75} = 12729.3 \text{ kg}$$

✓ Tensión de la placa

$$\sigma_{ch} = \frac{R}{\frac{a}{4} \cdot b} = \frac{12729.3}{\frac{50}{4} \cdot 30} = 33.94 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm,H} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c \cdot \gamma_f} = \frac{25}{1.5 \cdot 1.6} = 10.42 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ch} \ll \sigma_{adm,H} \rightarrow \text{Admisible}$$

✓ Momento flector

$$M = \frac{\sigma_{ch} \cdot a \cdot b}{4} \cdot \left(\frac{3 \cdot a}{8} - \frac{c}{2} \right)$$

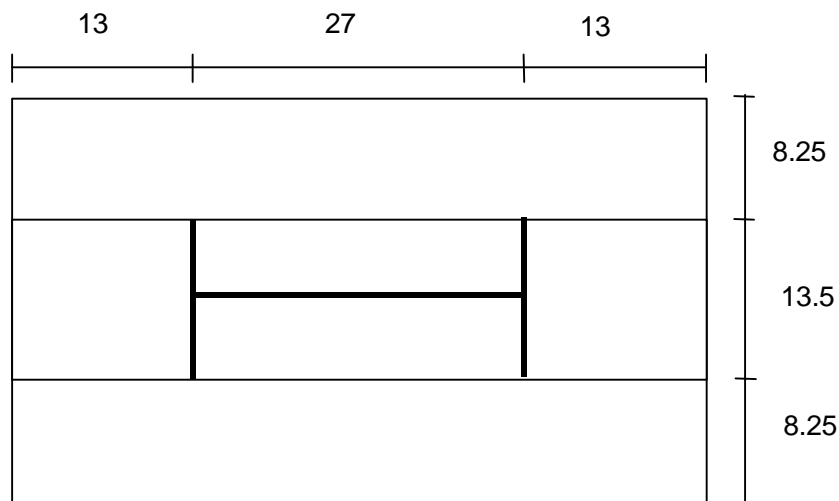
$$M = \frac{33.94 \cdot 50 \cdot 30}{4} \cdot \left(\frac{3 \cdot 50}{8} - \frac{27}{2} \right) = 66819.4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

✓ Espesor de la placa

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{b \cdot \sigma_{adm}}}$$

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot 66819.4}{30 \cdot 1733}} = 2.78 \text{ cm}$$

La placa no es soldable con el pilar, por tanto, pondremos cartelas.



✓ Nuevo espesor de la placa

$$M = \frac{\sigma_{ch} \cdot I^2}{2} = \frac{33.94 \cdot 8.25^2}{2} = 1155.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M' = \frac{\sigma_{ch}}{8} \cdot b \cdot (b - 4 \cdot l) = \frac{33.94}{8} \cdot 30 \cdot (30 - 4 \cdot 8.25) = -381.8 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{\sigma_{adm}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1155.0}{1733}} = 2.0 \text{ cm}$$

✓ Espesor de las cartelas

$$\frac{a}{4} = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ cm}$$

$$\frac{a - c}{2} = \frac{50 - 27}{2} = 11.5 \text{ cm}$$

Como $\frac{a}{4} > \frac{a - c}{2}$, $R = \frac{\sigma_{placa} \cdot b \cdot (a - c)}{4}$. Por tanto:

$$R = \frac{33.94 \cdot 30 \cdot (50 - 27)}{4} = 5854.65 \text{ kg}$$

El espesor de la cartela es:

$$e_1 = \frac{2 \cdot R}{(a - c) \cdot \sigma_{adm}} = \frac{2 \cdot 5854.65}{(50 - 27) \cdot 1733} = 0.29 \text{ cm} = 3 \text{ mm}$$

Adoptamos cartelas de 8 mm

✓ Pernos de anclaje

$$T \cdot \gamma_f = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot f_{yd}$$

$$6729.3 \cdot 1.6 = 2 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \frac{5100}{1.15}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{6729.3 \cdot 1.6 \cdot 4 \cdot 1.15}{2 \cdot \pi \cdot 5100}} = 1.54 \text{ cm}$$

Adoptamos 2 ϕ 16 a cada lado, más uno central para evitar que la separación entre pernos en la dirección del lado mayor supere los 30 cm.

$$l_b = m \cdot \phi^2 \leq \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi$$

$$\left. \begin{array}{l} 15 \cdot 1.6^2 = 38.4 \text{ cm} \\ \frac{510}{20} \cdot 1.6 = 40.8 \text{ cm} \end{array} \right\} l_b = 40.8 \text{ cm}$$

Por tanto, terminación en patilla:

$$0.7 \cdot l_b = 0.7 \cdot 40.8 = 28.6 \text{ cm} \rightarrow \text{Adoptamos } 30 \text{ cm}$$

✓ Soldabilidad

	Máximo	Mínimo
Alma: 6.6 mm	4.5	2.5
Ala: 10.2 mm	7.0	4.0
Placa superior: 10 mm	7.0	4.0
Placa inferior: 10 mm	7.0	4.0
Cartela: 8 mm	5.5	3.0
<hr/>		
Alas + alma + placa	4.5 – 4.0	
Alas + placa + cartelas	5.5 – 4.0	

Solución final:

