

En una nave industrial de 25 m de luz, se pretende diseñar las placas de anclaje de los soportes IPE 360. El cálculo de esfuerzos arroja los siguientes resultados para la sección de arranque del soporte:

$$N_{Ed} = 56,2 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 137,8 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 41,8 \text{ kN}$$

Datos: Hormigón de la zapata HA-25/B/20/XC2

Acero S 355

Dimensiones zapata 3,15×3,15×0,70 m

1) Predimensionamiento de la placa de anclaje

El perfil IPE 360 tiene un canto h de 360 mm y un ancho b de 170 mm. Dejando un sobrecanto de 100 mm a cada lado del perfil, podemos predimensionar una placa de 560×370 mm y un espesor de 25 mm, dispuesta en contacto directo con el hormigón.

Se disponen 6 pernos de anclaje $\varnothing 20$ (3 a cada lado de las alas del perfil), a 50 mm del borde frontal de la placa al eje del perno ($e_1 = 50 \text{ mm} > 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ mm}$), de acero 6.8 ($f_{yb} = 480 \text{ MPa}$, $f_{ub} = 600 \text{ MPa}$).

2) Limitaciones de la sección en T equivalente comprimida (área eficaz)

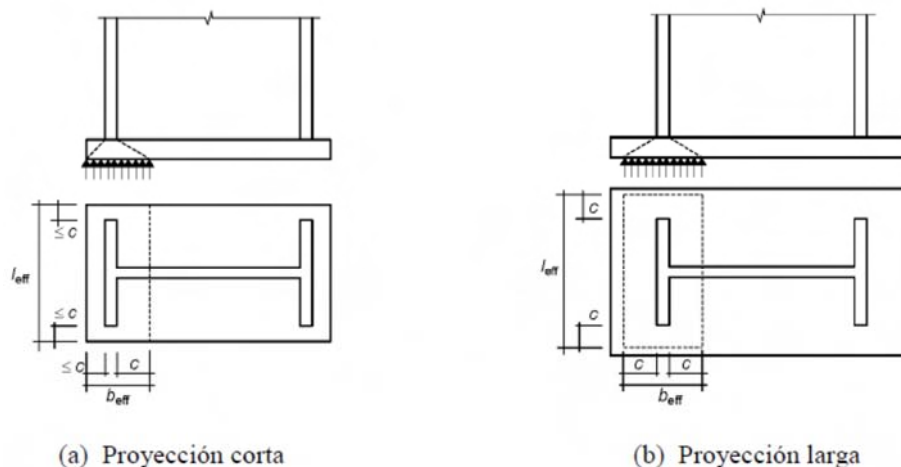


Figura A26.6.4 Área de una sección en T equivalente comprimida

Fuente: CE, Anejo 26, 2021

$$c \leq t \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}}$$

siendo $t = 25$ mm

$$f_{yd} = f_y / \gamma_M = 355 / 1,05 = 338,10 \text{ MPa}$$

$$f_{jd} = \beta_j k_j f_{cd} = 2/3 \cdot 2,55 \cdot 16,67 = 28,34 \text{ MPa}$$

$\beta_j = 2/3$ (mortero resist. $\geq 0,2f_{ck} = 5$ MPa y esp. $\leq 0,2 \times$ ancho menor placa = 74 mm)

$$k_j = \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} = \sqrt{\frac{b_2 d_2}{b_1 d_1}} = \sqrt{\frac{1260 \cdot 1070}{560 \cdot 370}} = 2,55 \leq 3,0$$

$A_{c0} = b_1 d_1$ área cargada (dimensiones placa de base)

$A_{c1} = b_2 d_2$ área de distribución máxima cálculo

$$b_2 \leq 3b_1 = 3 \cdot 560 = 1680 \text{ mm}$$

$$b_2 \leq b_1 + h = 560 + 700 = \underline{1260} \text{ mm}$$

$$d_2 \leq 3d_1 = 3 \cdot 370 = 1110 \text{ mm}$$

$$d_2 \leq d_1 + h = 370 + 700 = \underline{1070} \text{ mm}$$

$$f_{cd} = f_{ck} / 1,5 = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ MPa}$$

Tras determinar los distintos factores, puede obtenerse el valor máximo de c :

$$c \leq t \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}} = 25 \sqrt{\frac{338,10}{3 \cdot 28,34}} = 49,85 \text{ mm}$$

La máxima área eficaz posible, realizando una simplificación a área rectangular, sería:

$$h_{eff} = h + 2c = 360 + 2 \cdot 49,85 = 459,70 \text{ mm} \quad b_{eff} = b + 2c = 170 + 2 \cdot 49,85 = 269,70 \text{ mm}$$

3) Hipótesis: Axil fuera del núcleo central del área eficaz

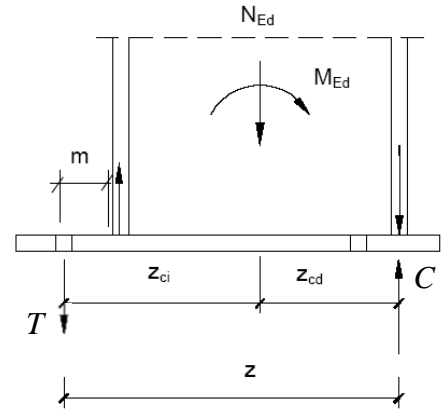
Se comprueba: $\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{137,8}{56,2} = 2,45 \text{ m} > \frac{h_{eff}}{6} = \frac{0,4597}{6} = 0,077 \text{ m} \quad \checkmark$

3.1) Ecuaciones de equilibrio

$$\left. \begin{aligned} N_{Ed} &= C - T \\ M_{Ed} &= Tz_{ci} + Cz_{cd} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} T = \frac{M_{Ed} - N_{Ed}z_{cd}}{z_{ci} + z_{cd}} \\ C = N_{Ed} + T \end{cases}$$

$$T = \frac{137,8 \cdot 10^6 - 56200 \left(\frac{360 - 12,7}{2} \right)}{\left(\frac{560}{2} - 50 \right) + \left(\frac{360 - 12,7}{2} \right)} = 317.208 \text{ N}$$

$$C = 56.200 + 317.208 = 373.408 \text{ N}$$



Fuente: CTE DB SE-A, 2006

La tracción en cada perno es $F_{t,Ed} = 317,208/3 = 105,74 \text{ kN}$

Obtención del área eficaz comprimida necesaria para repartir el axil N con una distribución de tensiones f_{jd} :

$$C = A_c f_{jd} \Rightarrow A_c = \frac{C}{f_{jd}} = \frac{373408}{28,34} = 13175 \text{ mm}^2$$

Debe cumplirse $A_c = h_c b_c$ con $h_c \leq 2c + t_f = 112,40 \text{ mm}$ y $b_c \leq b_{eff} = 269,70 \text{ mm}$

Si se fija $b_c = 269,70 \text{ mm}$, se tiene que $h_c = 13175/269,70 = 48,85 \text{ mm} < 112,40 \text{ mm}$

3.2) Resistencia a cortante del conjunto

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + nF_{vb,Rd} = 74,68 + 6 \cdot 34,81 = 283,54 \text{ kN} > F_{v,Ed} = 41,80 \text{ kN} \quad \checkmark$$

siendo $F_{f,Rd}$ resistencia por rozamiento entre la placa base y el mortero

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed} = 0,20 \cdot 373,41 = 74,68 \text{ kN}$$

$F_{vb,Rd}$ resistencia a cortante de un perno de anclaje

$$F_{vb,Rd} = \alpha_{bc} f_{ub} A_s / \gamma_{M2} = 0,30 \cdot 600 \cdot 245 / 1,25 = 34,81 \text{ kN}$$

$$\text{con } \alpha_{bc} = 0,44 - 0,0003 f_{yb} = 0,44 - 0,0003 \cdot 480 = 0,30$$

3.3) Pernos a tracción y corte

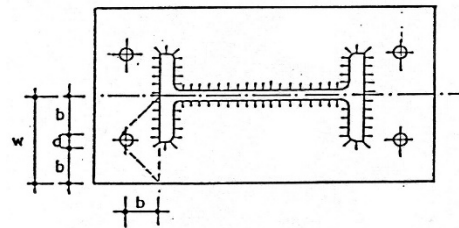
Al ser los pernos barras corrugadas, la resistencia a tracción de cada perno es directamente:

$$F_{t,Rd} = 0,9f_{ub}A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 600 \cdot 245 / 1,25 = 105,84 \text{ kN} > F_{t,Ed} = 105,74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los pernos no están solicitados a corte, pues sólo la resistencia por rozamiento entre la placa base y el mortero ya es mayor que el esfuerzo cortante aplicado, por lo que no es necesario realizar la comprobación frente a la combinación de esfuerzos de tracción y corte.

3.4) Comprobación de la placa base a flexión

$$M_{Ed} = T_{i,Ed} b \leq M_{p,Rd} = \frac{wt^2}{4} f_{yd}$$



Fuente: Atienza JR, 1995

Los parámetros geométricos son:

$$b = (560 - 360) / 2 - 50 = 100 - 50 = 50 \text{ mm}$$

$$b \geq 1,2\varnothing = 24 \text{ mm} \quad \text{distancia min del eje del tornillo a borde o separación min al perfil}$$

$$w = d_0 + 2b = 20 + 2 \cdot 50 = 120 \text{ mm}$$

$$w \leq 370 / 3 = 123,3 \text{ mm} \quad \text{condición para que las tres secciones de longitud } w \text{ quepan dentro del ancho de la placa (370 mm) y no se intersecten}$$

Por tanto, la separación p entre pernos debe estar en el intervalo $p \in [120, 123]$ mm, además de cumplir la distancia min perno-borde ($e_i > 1,2 \cdot 20 = 24$ mm):

si $p < 120$ mm, se intersectarían las secciones de longitud w ,

si $p > 123$ mm, las secciones exteriores de longitud w se saldrían del ancho de la placa, lo cual es posible, pero disminuiría el momento flector resistente de la placa $M_{pl,Rd}$ en esas secciones exteriores más reducidas.

La comprobación a resistencia de la placa base es:

$$M_{Ed} = 105,74 \cdot 0,050 = 5,29 \text{ kN m} < M_{pl,Rd} = \frac{120 \cdot 25^2}{4} \frac{355}{1,05} = 6,34 \text{ kN m} \quad \checkmark$$

Bases de pilares. Ejercicios propuestos

Ejercicio 1

Dimensionar la base metálica del pilar de la estructura del plano adjunto.

Datos:

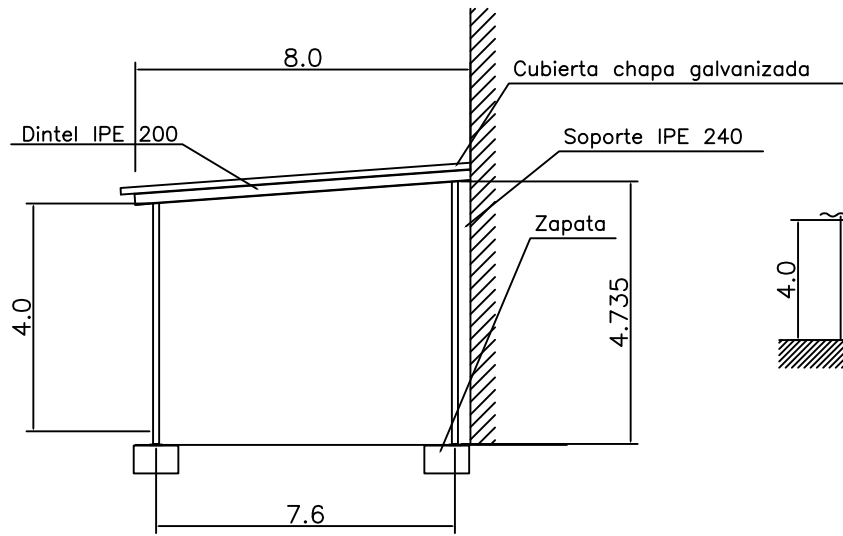
- Acciones:

Carga permanente	0,30 kN/m ²
S.C.U. (no concomitante con el resto)	0,40 kN/m ²
Nieve	0,20 kN/m ²
Viento en cubierta	-1,00 kN/m ² (succión) 1,00 kN/m ² (presión)

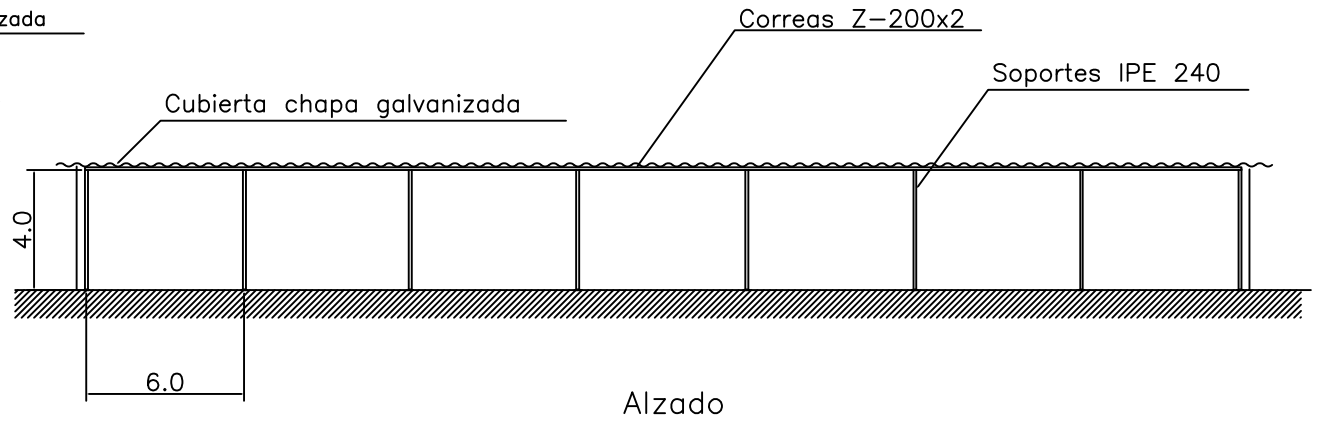
- Zapatas: Dimensiones 1,0×1,0×0,5 m
Hormigón HA-25 $f_{ck} = 25$ MPa
Coef. minoración resistencia hormigón 1,5

- Acero S 275 JR

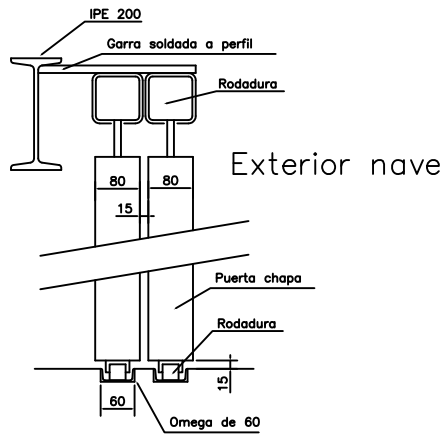
- Nota: No tener en cuenta la leve inclinación de la cubierta de cara a la obtención de las reacciones en la cabeza de los pilares.



Alzado lateral

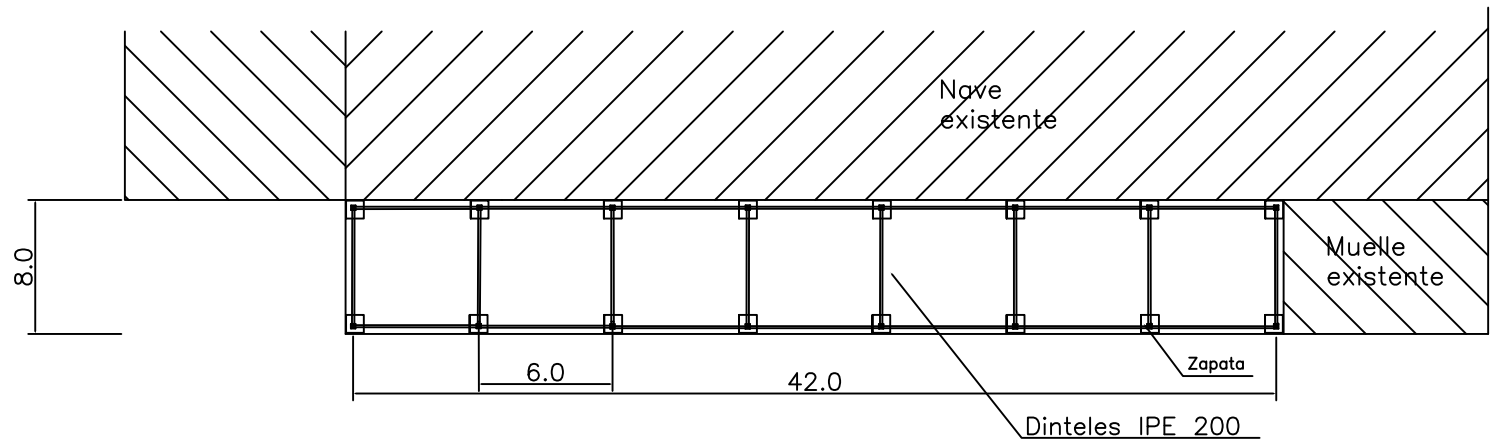


Alzado



Exterior nave

Detalles solapes puertas
Cotas en mm



Planta

Cotas en metros

