

· Comprobación de Equilibrio ·

— esquema estructural —

· Cálculo de las reacciones ·

- paso 1 -

CARGAS

$$Q_d = (2 \text{ kN/m}^2 + 1 \text{ kN/m}^2) \cdot 1,35 + 5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 11,55 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_d = 11,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 23,1 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\text{MURO}} = 216 \text{ kN/m}$$

EQUILIBRIO DE FUERZAS

$$- R_A + R_B = 351,12 + 147,84 + 231 \cdot 4 + Q_{\text{MURO}}$$

$$- R_A + R_B = 498,96 + 231 \cdot 4 + 216 = 807,36 \text{ kN}$$

EQUILIBRIO DE MOMENTOS

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot 4 = 351,13 \cdot 3,6 + 147,84 \cdot 12 \cdot 216 \cdot 4 \cdot 23,1 \cdot 4 \cdot 2$$

$$R_A = 497,33 \text{ kN}$$

$$R_B = 498,96 + R_A = 498,96 + 497,33$$

$$R_B = 1.304,69 \text{ kN}$$

CÁLCULO DE LOS AXILES. COMPROBACIÓN

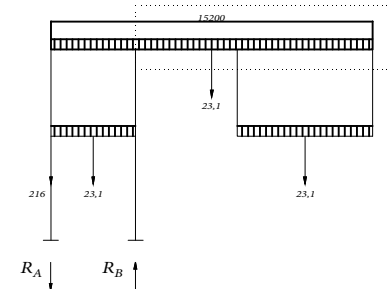
$$N_{\text{TRACCIÓN}} = 759,53 \text{ kN}$$

$$N_{\text{COMPRESIÓN}} = 1.304,69 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{cd} = 300 \cdot 1000 \cdot \frac{40}{1,5}$$

$$N_{c,Rd} = 8.000 \text{ kN} > 1.304,69 \text{ kN}$$

El pilar cumple a compresión



Paso 1  
cálculo de las reacciones

· Comprobación del Momento en C ·

- paso 2 -

MOMENTO EN C

$$M_A = 73,92 \cdot 4,8 \text{ m} + 73,92 \cdot 11,2 + 23,1 \cdot 11,2^2 / 2 = 2631,55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Se utilizará una viga metálica por sus características mecánicas:

$$\sigma = \frac{M}{W}; W = \frac{M}{\sigma} = (2631,55 \cdot 1000 \cdot 1000 \text{ N} \cdot \text{mm}) / (275 \text{ N/mm}^2)$$

$$W = 10.047.736,36 \text{ mm}^3$$

$$W > 10.047,74 \text{ cm}^3$$

ELECCIÓN DEL PERFIL

El módulo resistente se corresponde con dos perfiles HEB600:

$$W_{x, \text{HEB600}} = 5.700 \text{ cm}^3$$

$$W_{2\text{HEB600}} = 2 \cdot 5700 \text{ cm}^3 = 10.400 \text{ cm}^3$$

CÁLCULO DEL MOMENTO EN SERVICIO

$$Q_{\text{PER}} = 2 \text{ kN/m}^2 + 1 \text{ kN/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$$

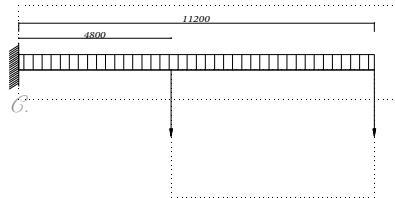
$$Q_{\text{VAR}} = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 8 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 8 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 16 \text{ kN/m}$$

$$M_A = 51,20 \cdot 4,8 + 51,20 \cdot 11,2 + 16 \cdot \frac{11,2^2}{2}$$

$$M_{A, \text{SERVICIO}} = 1822,72 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Paso 2  
comprobación del momento en C

· Comprobación del vuelco ·

- paso 3 -

CÁLCULO DEL MOMENTO VOLCADOR

$$M_{\text{VOL}} \times 1,5 < M_{\text{ANTIVOL}}$$

Se calculará con las cargas variables y permanentes

para el  $M_{\text{VOL}}$  y únicamente con las cargas perman.

para el  $M_{\text{ANTIVOL}}$

$$M_{\text{VOL}} = 147,84 \times 12 + 5,60 \times 23,11 \times 11,20$$

$$M_{\text{VOL}} = 3223,54 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{VOL}} \times 1,5 = 4.835,31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

CÁLCULO DEL MOMENTO ANTIVOLCADOR

$$M_{\text{ANTIVOL}}$$

$$Q_{dl} = (2 \text{ kN/m}^2 + 1 \text{ kN/m}^2) \times 1,35 = 4,05 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dl} = 4,05 \cdot 2 = 8,10 \text{ kN/m}$$

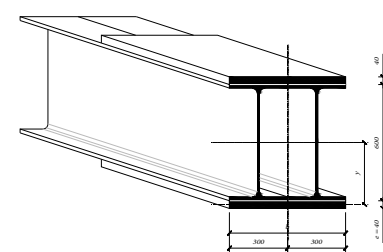
$$Q_{\text{MURO}} = 9 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 24 \text{ kN/m} = 216 \text{ kN}$$

$$8,10 \cdot 2 + 8,10 \cdot 2 + Q_{\text{MURO}} \cdot 4 + R_A \cdot 4 = 896,4 + 4 R_A$$

$$896,4 + 4 R_A = 1,5 M_{\text{VOL}}$$

$$896,4 + 4 R_A = 4.835,31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$R_A = \frac{4.835,31 - 896,4}{4} = 984,73 \text{ kN} = N_T$$



Paso 6  
comprobación de flecha límite

· Cálculo de los tensores ·

- paso 4 -

$$N = 23,1 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot 5,00 \text{ m} = 115,5 \text{ kN}$$

Sabiendo que hay cinco tensores a cada lado del aula:

$$N = 115,5 / 5 = 23,1 \text{ kN}$$

$$A = \frac{N}{\sigma} = \frac{23,1 \text{ kN}}{275 / 1,05} = \frac{(23100 \cdot 1,05)}{275} = 88,2 \text{ mm}^2 \text{ por tensor}$$

· Cálculo de la Flecha Máxima ·

- paso 5 -

FLECHA MÁXIMA

$$f = \frac{5}{48} \times K \times \left( \frac{M_A \cdot l^2}{EI} - \frac{5}{48} \times \frac{l^2}{3} \times \left( \frac{M_A \cdot l^2}{EI} - \frac{1}{4} \left( \frac{M_A \cdot l^2}{EI} \right) \right) \right)$$

$$M = \text{momento en servicio}$$

$$L = 11,20 \text{ m}$$

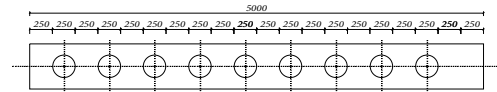
$$E = 200.000 \text{ N/mm}^2$$

$$I = I_2 \text{ HEB600} + I_2 \text{ Platinas } 600 \times 10$$

$$I_{\text{HEB600}} = 171.000 \text{ cm}^4$$

$$I_2 \text{ HEB600} = 2 \cdot 171.000 = 342.000 \text{ cm}^4$$

$$f_{\text{LÍMITE}} \nlessgtr 40 \text{ mm}$$



Paso 7  
pantalla de micropilotes

· Comprobación de Flecha Límite ·

- paso 6 -

INERCIA DE LAS PLATABANDAS

Se calcula el aporte de inercia de las platabandas para

resistir el momento en C mediante el método de Steiner.

Obtención de la inercia de la sección respecto al eje de

la viga.

$$f_{\text{LÍMITE}} \nlessgtr 40 \text{ mm}$$

$$I = \frac{0,6 \cdot 5,31}{12} = \frac{600 \cdot 40}{12} = 3200000 \text{ cm}^4$$

$$I'' = I + A \cdot y_2^2; \text{ donde la inercia resultante}$$

se multiplicará x2 al tener dos chapas.

$$A = b \cdot e = 600 \cdot 40 = 2.4000 \text{ mm}^2$$

$$Y = 300 \text{ mm}$$

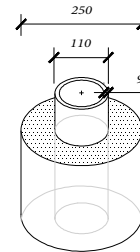
$$I'' = 3.200.000 + 2.400 \cdot 300^2 = 2.163.200.000 \text{ mm}^4$$

$$f = \frac{1}{4} \left( \frac{M_A \cdot l^2}{EI} \right) = \frac{1}{4} (1.822.720.000 \cdot 11.200^2) /$$

$$(200.000 \cdot (2 \cdot 2.163.200.000 + 342.000)) = 36,89 \text{ mm}$$

de flecha

$$f = 36,89 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$



Paso 8  
camisa de los micropilotes

· Pantalla de Micropilotes ·

- paso 7 -

$$N_T = 984,73 \text{ kN}$$

$$5000 \text{ mm} : 250 \text{ mm} = 20 \text{ espacios} = 9 \text{ uds} / 11 \text{ huecos}$$

$$N_T = h \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot 4,5 \cdot \tau$$

$$\text{siendo } \tau = 0,113$$

$$h = \frac{N}{(2 \cdot \pi \cdot 4,5 \cdot \tau)} = \frac{(2 \cdot 984,73 \cdot 1000)}{(2 \cdot \pi \cdot 125 \cdot 9 \cdot 0,113)} = 2,47 \text{ m} = 2,50 \text{ m}$$

· Camisa de los Micropilotes ·

- paso 8 -

$$e = 9 \text{ mm}; \quad \sigma_{EXT} = 110 \text{ mm}; \quad \sigma_{INT} = 110 - 9 = 101 \text{ mm}$$

$$A_T = (\pi \cdot \sigma_{EXT}^2 / 4) - (\pi \cdot \sigma_{INT}^2 / 4)$$

$$A_T = (\pi \cdot 110^2) / 4 - (\pi \cdot 101^2) / 4 = 474,75 \pi$$

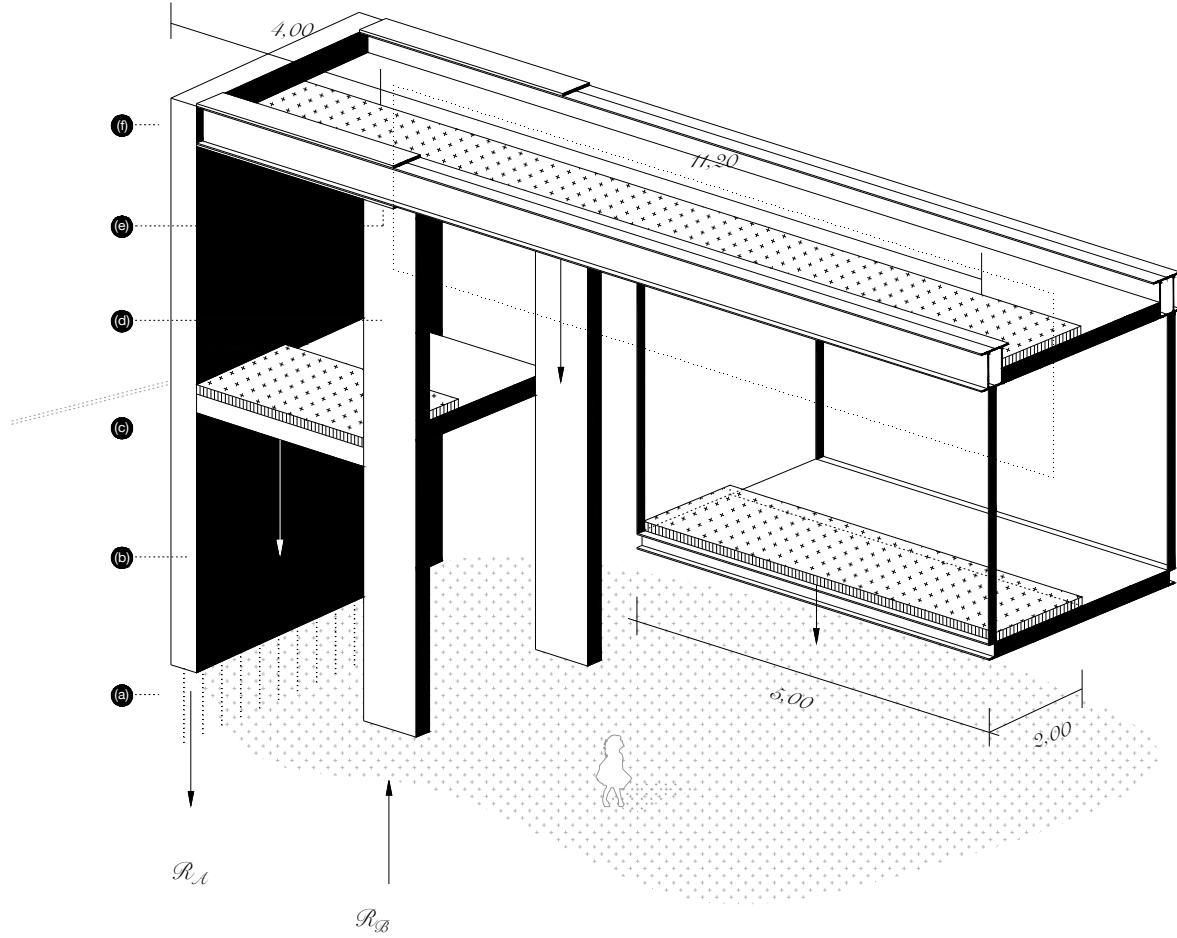
$$A_T = 1491,47 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = N_T / A_T$$

$$N_T = \frac{300}{1,5} \text{ N/mm}^2 \cdot 1491,47 \text{ mm}^2 = 426.134,31 \text{ N}$$

$$N_T = 426.134,31 \text{ N} \times 9 \text{ pilotes} = 3.835.208,79 \text{ N}$$

$$N_T = 3.835.208,79 \text{ N} > 984.730 \text{ N}$$



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

- (a)  $R_A$  es absorbida por la p. de micropilotes (sometida a tracción)
- (b) El peso del muro colaborará a minimizar la reacción en A
- (c) Tensor Gewig cada 2m para flexión por empuje del terreno
- (d) Encuentro resuelto mediante apoyo. No se transmite momentos al pilar
- (e) Cajas suspendidas de la viga en vuelo mediante tensores
- (f) Pilar sometido únicamente a axil de compresión

41. Estructuras

Intervención entre Franza y San Nicolás

Proyectos

Estructuras

Construcción / Instalaciones

Pablo Castillo-Lana

José A. José Paz-Sanabria

Raquel Ventura Rodríguez

Manuel Montedoca Calderín