

EJERCICIO 1

La viga de la Figura 1, de sección rectangular de **20 cm × 45 cm**, está vinculada a un pilar en su extremo izquierdo y a un pilar pantalla en su extremo derecho, mucho más ancho que el alto de la viga, por lo que la misma se modela como una viga articulada-empotrada. La viga recibe cargas características $q_{k,CM} = 30 \text{ kN/m}$ y $q_{k,SC} = 12 \text{ kN/m}$, correspondientes a cargas muertas (que incluye el peso propio de la viga) y a sobrecargas de uso, respectivamente, que actúan uniformemente en todo el largo de la viga.

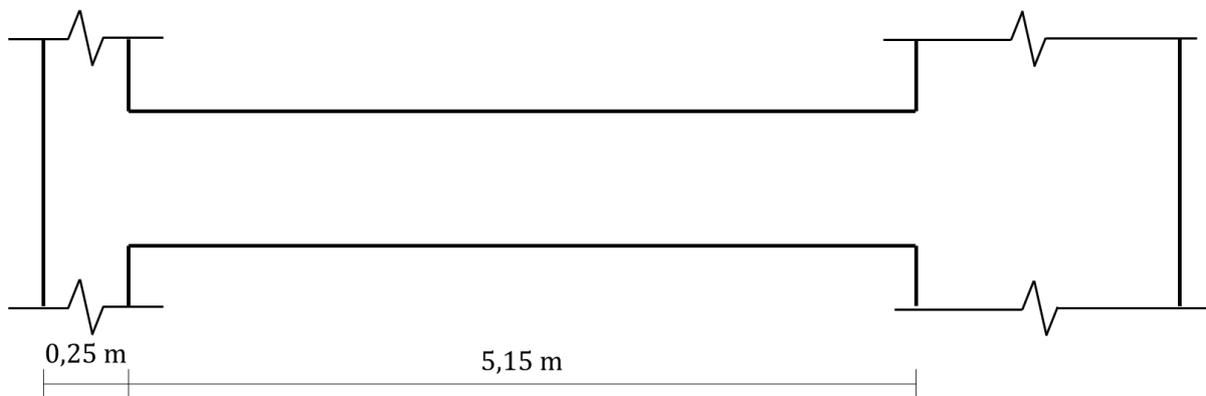


Figura 1

Se pide:

- Plantear el esquema básico estructural.
- Hallar el diagrama de cortante y de momento flector, ambos de diseño. **Nota:** el momento de empotramiento perfecto de una viga articulada-empotrada es $qL^2/8$.
- Realizar un alzado de la viga y representar esquemáticamente, sin hacer cuentas, las armaduras estructurales necesarias para satisfacer ELU de solicitaciones normales y de anclaje en toda la viga. Trazar la armadura constructiva con líneas punteadas.
- De forma simplificada, estimar el área de acero necesaria para satisfacer ELU de solicitaciones normales en la zona de momento flector positivo (no es necesario verificar cuantías).
- Diseñar las armaduras estructurales longitudinales para satisfacer ELU de solicitaciones normales en la zona de momentos negativos. Representar estas armaduras en un nuevo esquema de alzado y en un corte transversal.
- Calcular la longitud de anclaje de los extremos izquierdos de las armaduras negativas traccionadas y ubicarlos en el alzado representado en la parte e).

Datos:

- $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Recubrimiento mecánico 4 cm.

EJERCICIO 2

Una viga de sección rectangular de **20 cm × 50 cm**, de largo L , se encuentra simplemente apoyada y presenta una armadura existente según muestra la Figura 2. Se quiere utilizar la viga para recibir una fuerza puntal Q_d , que por razones de servicio debe colocarse lo más a la izquierda posible.

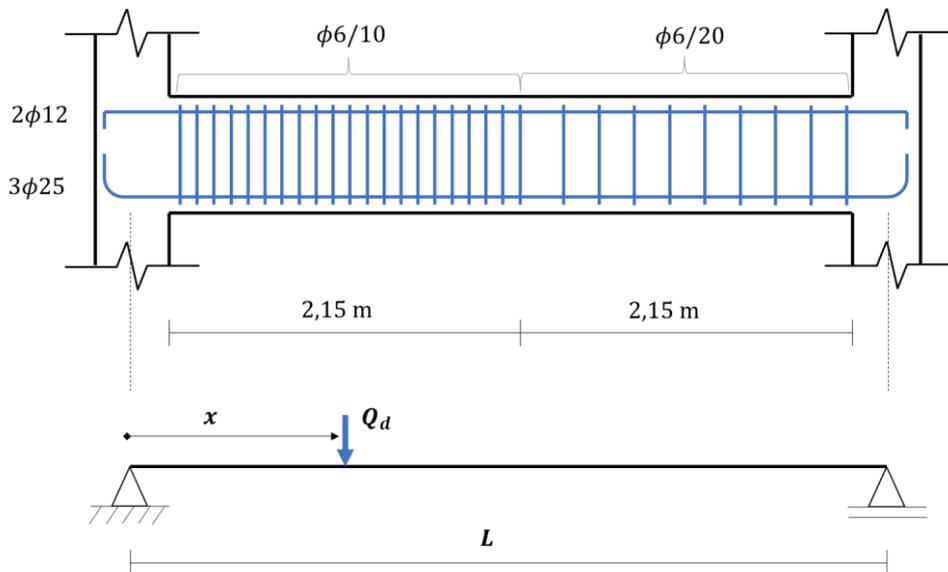


Figura 2

Despreciando el peso propio de la viga, y llamándole x que la distancia entre el eje del apoyo izquierdo y la carga Q_d , **se pide**:

- Trazar el diagrama de cortante y momento flector en función de las variables del problema (Q_d , L y x).

Sabiendo que $Q_d = 200 \text{ kN}$ y $L = 4,50 \text{ m}$:

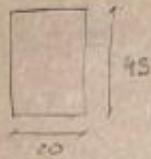
- Determinar el cortante resistente V_{u2} de la biela traccionada en la zona de estriado sobre el apoyo izquierdo ($\phi 6/10$).
- Hallar la distancia x mínima (x_{min}) para satisfacer ELU de cortante contra el apoyo izquierdo.
- Para el x_{min} hallado en la parte c), verificar ELU de cortante en la zona de estriado contra el apoyo derecho ($\phi 6/20$).
- Verificar si el estriado $\phi 6/20$ satisface la condición de armadura mínima y la separación máxima según establece la Norma EHE 2008.

Datos:

- $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Recubrimiento mecánico 5 cm.

PARCIAL 1 - 2022 - HORMIGÓN ESTRUCTURAL 1

EJERCICIO 1

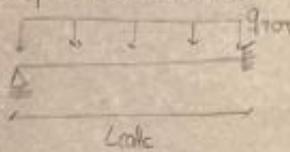


$$q_{k,cm} = 30 \text{ kN/m}$$

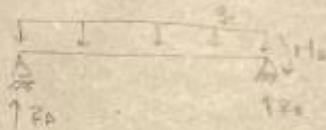
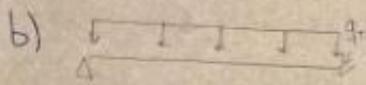
$$q_{k,sc} = 12 \text{ kN/m}$$

$$q_{tot} = 1,35(q_{k,cm}) + 1,5(q_{k,sc}) = 58,5 \text{ kN/m}$$

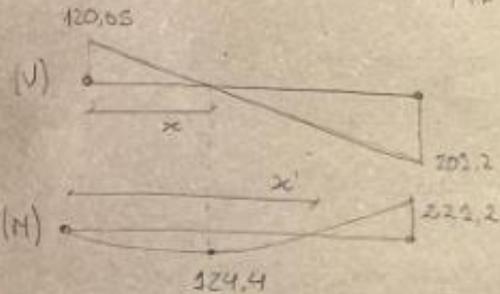
a) Esquema básico estructural



$$L_{elec} = 5,15 \text{ m} + 0,25/2 + 0,45/2 = 5,5 \text{ m}$$



$$M_B = \frac{q l^2}{8} = \frac{q l^2}{2} - R_A l = 223,2 \text{ kNm}$$



$$R_A = q l \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) = q l \frac{1}{6} = 120,65 \text{ kN}$$

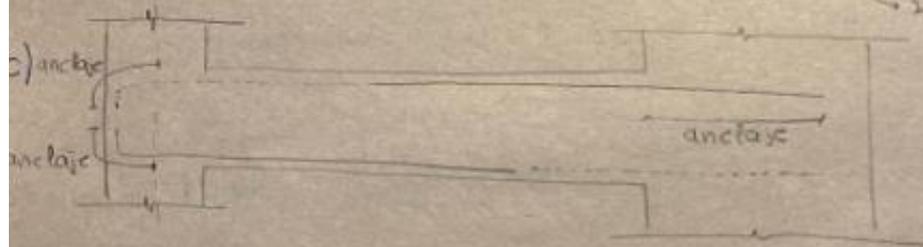
$$R_B = q l - R_A = 203,2 \text{ kN}$$

$$120,65 - 58,5x = 0 \rightarrow x = 2,06 \text{ m}$$

$$M(x) = R_A x - q \frac{x^2}{2} = 124,4 \text{ kNm}$$

$$R_A x' - q \frac{x'^2}{2} = 0$$

$$x' = \frac{R_A l}{q} = 4,125 \text{ m}$$



d) $M_d = 124,4 \text{ kNm}$

$$z = \min(0,8h, 0,9d) = 36 \text{ cm}$$

$$c_{mec} = 4 \text{ cm}$$

$$T = M_d / z = 345,556 \text{ kN}$$

$$d = 45 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 41 \text{ cm}$$

$$A_s = T / f_{y,d} = 7,95 \text{ cm}^2$$

c) $M_d = 221,2 \text{ kNm}$

$\mu = \frac{M_d}{b d^2 f_{cd}} = 0,329 \rightarrow \text{VDA}$

Impongo $\frac{x'}{d} = \xi = 0,45 \rightarrow \mu_c = 0,8 \xi (1 - \eta \xi) = 0,295$
 $\omega_{lim} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_c} = 0,36$
 $\xi' = \frac{\xi}{\eta} = \frac{0,45}{0,91} = 0,098$

$\mu = \mu_c + (1 - \xi') \omega_2$

$\omega_2 = \frac{\mu - \mu_c}{1 - \xi'} = \frac{0,329 - 0,295}{1 - 0,098} = 0,0373 \rightarrow A_{s2} = \omega_2 \cdot b d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1,42 \text{ cm}^2$

$\omega_2 = 0,36 + \omega_2 = 0,398 \rightarrow A_{s1} = \omega_1 \cdot b d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 15,05 \text{ cm}^2$

ARMADURAS MÍNIMAS

$A_{s,geo,min} = \frac{2,8}{1000} \cdot A_c = 2,52 \text{ cm}^2 \checkmark$

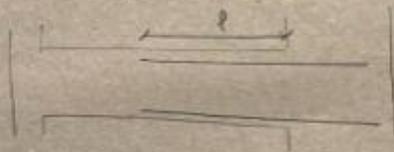
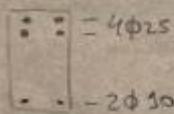
$A_{s,nec,min} = 0,045 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1,853 \text{ cm}^2 \checkmark$

As1: Propongo $\phi 25$ $\frac{A_{s,nec}}{A_{s,\phi 25}} = \frac{1,85 \text{ cm}^2}{4,91 \text{ cm}^2} = 0,37 \rightarrow 4 \phi 25$

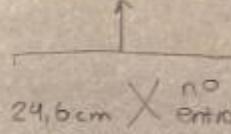
$b_{nec} = 2(\text{rec,geo} + 0,8) + 5 \cdot 2 \text{ cm} + (5 - 2) \min(\phi, 2 \text{ cm}) = 24,6 \text{ cm} \times \text{no entra}$

As2: Propongo $\phi 10$ $\frac{A_{s,nec}}{A_{s,\phi 10}} = \frac{1,42 \text{ cm}^2}{0,785 \text{ cm}^2} = 1,8 \rightarrow 2 \phi 10$

$b_{nec} = 2(\text{rec,geo} + 0,6 \text{ cm}) + 2 \cdot 1 \text{ cm} + (2 - 1) \min(\phi, 2 \text{ cm}) = 5,26 < b \checkmark$



se disponen en 2 capas



f) Anclaje A_{s1} : posición II, $\phi 25$, $m = 1,3$ $\left\{ \begin{array}{l} f_{ck} = 30 \\ f_{yk} = 500 \end{array} \right.$ Anclaje en prolong. recta

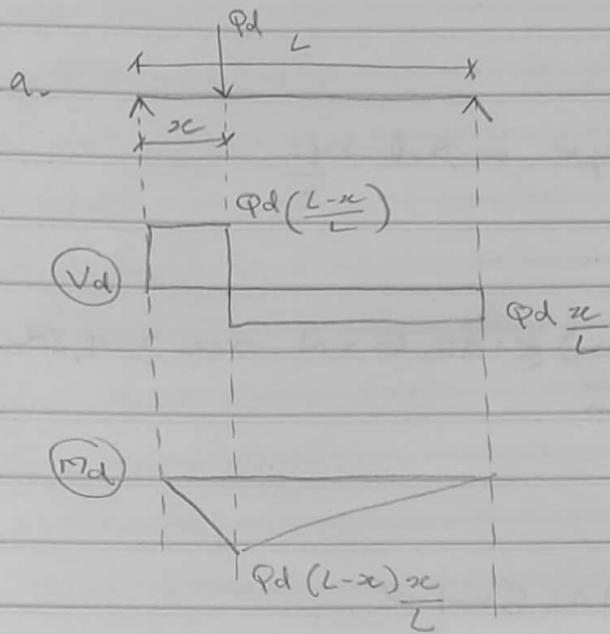
$l_{b,II}(\phi 25) = \max \{ 3,4 m \phi^2; l_{yk} \phi / 14 \} = \max \{ 1138; 893 \} = 1138 \text{ mm}$

$l_{b,neto} = l_b \cdot \frac{A_{s,real}}{A_{s,real}} \rightarrow l_{b,neto} = l_{b,min} = \max \{ 10 \phi, 150, l_b / 3 \} = 379 \text{ mm}$

$l = (5,5 - x' - 0,45/2) \cdot d + l_{b,neto} = 1,939$

PRIMEIRA PARCIAL - HORMIÇÃO ESTRUCTURAL 1

EXERCÍCIO 2



b. $V_{uz} = V_{ou} + V_{su}$

$V_{ou} = \left(\frac{0,15}{1,5} \left\{ (100 \frac{f_c}{k} f_{cr})^{1/3} \right\} b_0 d$ Adoptamos $\theta = 45^\circ$
 $f_{cr} = f_{cr}$

$\rho = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \leq 2,0 = 1 + \sqrt{\frac{200}{450}} \leq 2,0 = 1,67$

$\rho_c = \frac{3 \cdot 4,91 \text{ cm}^2}{20 \text{ mm} \cdot 45 \text{ cm}} = 0,0164$

$V_{ou} = 54,9 \text{ kN}$

$\Rightarrow V_{ou} = 54,9 \text{ kN}$

$V_{ou}^{min} = \frac{0,075}{1,5} \left\{ f_c^{3/2} f_{cr}^{1/2} \right\} b_0 d$

$V_{ou}^{min} = 53,0 \text{ kN}$

$V_{su} = A_n f_{yd} \cdot 0,9 d = \frac{0,283 \text{ cm}^2 \times 2}{0,10 \text{ m}} \times 400 \text{ MPa} \times 0,9 d = 91,7 \text{ kN}$

XX

$$\Rightarrow V_{u2} = V_{su} + V_{cu} = 54,9 \text{ kN} + 91,7 \text{ kN} = 146,6 \text{ kN}$$

c. Para satisfacer la verificación de cortante

$$V_{d2} \leq V_{u2}$$

$$V_{d2} = \frac{q_d(L-x)}{L} \quad \text{siempre que } x > d + \frac{t_i}{2}$$

$$V_{d2} \leq V_{u2} \Rightarrow \frac{200 \text{ kN} \times (4,5 \text{ m} - x)}{4,5 \text{ m}} \leq 146,6 \text{ kN} \Rightarrow x \geq 1,20 \text{ m}$$

Ver. f. como V_{u1}

$$V_{u1} = 0,3 f_{cd} b d = 540 \text{ kN} > 146,6 \text{ kN} \checkmark$$

d. $x = 1,20 \text{ m}$

$$V_{d1} = V_{d2} = \frac{200 \text{ kN} \times 1,20 \text{ m}}{4,5 \text{ m}} = 53,3 \text{ kN} < V_{u1} = 540 \text{ kN} \checkmark$$

Ver. f. como V_{u2}

$$V_{cu} = 54,9 \text{ kN}$$

$$V_{su} = \frac{2 \times 0,283 \text{ cm}^2 \times 400 \text{ MPa} \times 0,9 d}{0,20 \text{ m}} = 45,8 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow V_{u2} = V_{cu} + V_{su} = 100,8 \text{ kN} > 53,3 \text{ kN} \checkmark$$

Verifica ELD de cortante.

e. Estribado mínimo

$$A_{so}^{min} \Rightarrow \frac{f_{ctm} b_0}{7,5 f_{yad}} = \frac{0,3 f_{ct}^{2/3} \times b_0}{7,5 \times 400 \text{ MPa}} = 1,93 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\phi 6/0,20 \text{ es } A_s = \frac{2 \times 0,283 \text{ cm}^2}{0,20 \text{ m}} = 2,83 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} > A_{so}^{min} \checkmark$$

separación máxima

$$\frac{V_{uq}}{S} = 108 \text{ kN} > V_{cd} = 53,3 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow s_t \leq 0,75 d (1 + \cot \alpha) \leq 600 \text{ mm} = 338 \text{ mm} > 200 \text{ mm} \checkmark$$

cumple con ambas condiciones.