

EJERCICIO 2 (25 puntos)

La Figura 1a muestra un pilar bi-articulado de largo $L = 2,60 \text{ m}$, cuya sección se indica en la Figura 1b. El pilar se encuentra en el estacionamiento de un edificio residencial (ver Figura 2). La normativa solicita que los mismos sean capaces de resistir una carga de impacto de $F_h = 50 \text{ kN}$ en el sentido paralelo a la circulación de los vehículos, aplicada a una altura de $0,50 \text{ m}$ del punto de articulación inferior y en situación accidental. A su vez, el pilar se encuentra sometido a una directa centrada producto de las cargas muertas (acciones permanentes) de valor característico $N_{CM,k} = 2000 \text{ kN}$, y a otra directa centrada de valor característico $N_{SCU,k} = 400 \text{ kN}$ generada por la sobrecarga de uso (acciones variables).

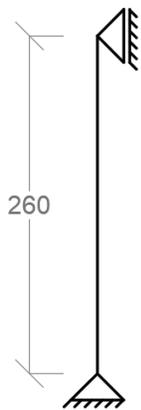


Figura 1a

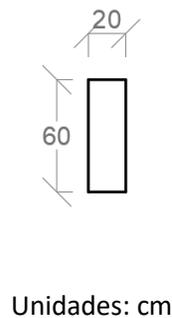


Figura 1b

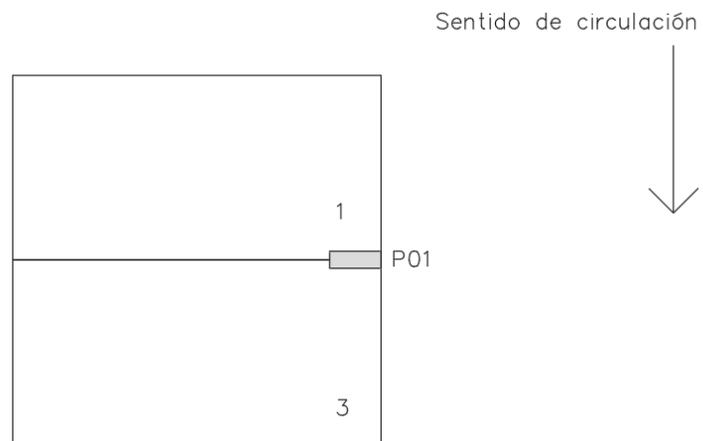


Figura 2: Posición en planta de pilar en estudio.

Se pide:

- Plantear las combinaciones de Estado Limite Último correspondientes a la situación persistente y accidental, necesarias para verificar ELU de solicitaciones normales e inestabilidad en el pilar.
- Trace los diagramas de directa, cortante y momento flector del pilar para una combinación de situación accidental.
- Calcular armaduras longitudinales y transversales para satisfacer ELU de solicitaciones normales e inestabilidad. Exprese los resultados en esquema de sección y alzado. Nota: Dado que se está realizando una comprobación de situación accidental los coeficientes de seguridad a emplear para los materiales son: $\gamma_s = 1,00$ y $\gamma_c = 1,30$.

Datos:

- Materiales: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Recubrimiento mecánico: $d' = 3 \text{ cm}$

Solución Ejercicio 2:

1)

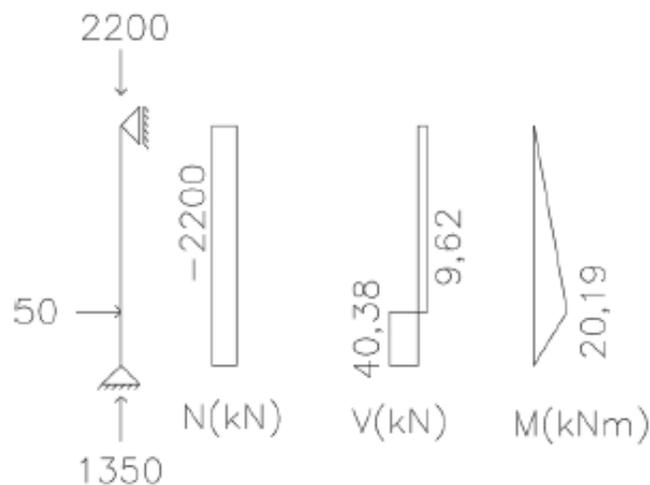
Combinación Persistente:

- $1,35 \times N_{CM,k} + 1,5 \times N_{SCU,k}$

Combinación accidental:

- $1,00 \times N_{CM,k} + 1,00 \times F_h + 1,00 \times 0,5 \times N_{SCU,k}$
- $1,00 \times N_{CM,k} + 1,00 \times F_h + 0,00 \times 0,5 \times N_{SCU,k}$
-

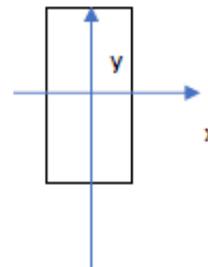
2)



3)

$$I_y = \frac{0,2^3 \cdot 0,6}{12} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_x = \frac{0,6^3 \cdot 0,2}{12} = 3,6 \times 10^{-3}$$



$$i_y = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-4}}{0,2 \times 0,6}} = 0,0577 \text{ m} \rightarrow \lambda = \frac{2,6}{0,0577} = 45$$

$$i_x = \sqrt{\frac{3,6 \times 10^{-3}}{0,2 \times 0,6}} = 0,173 \text{ m} \rightarrow \lambda = \frac{2,6}{0,173} = 15,03$$

Por lo tanto, se debe aplicar el método aproximado de la EHE-08 en el sentido del impacto.

Estudio del pilar con pandeo según el eje x

Dado que no se debe aplicar el método aproximado, se tiene que las solicitaciones que debe resistir el pilar son:

- $N_d = 2200 \text{ kN}$

Dado que no posee momento flector según el eje x (M_x), se debe diseñar para un momento dado por la excentricidad mínima dada por la normativa.

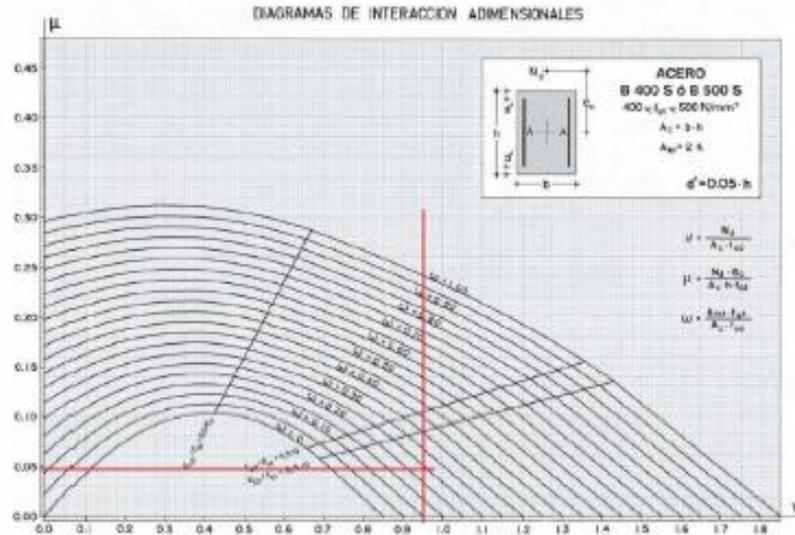
$$e_{min} = \max\left(\frac{60}{20}; 2\right) = 3 \text{ cm}$$

El momento flector resulta:

$$M_{x,d} = 2200 \times 0,03 = 66 \text{ kNm}$$

$$v = \frac{2200}{0,2 \cdot 0,6 \cdot \frac{25}{1,3}} = 0,95$$

$$\mu = \frac{ve}{h} = 1,65 \times \frac{3}{60} = 0,048$$



Del ábaco se obtiene que:

$$\omega = 0,24$$

Reflejándose en un área $A_s = 11,07 \text{ cm}^2$ por cara.

Estudio del pilar con pandeo según el eje y

El momento máximo en el tercio central es:

$$M_{t,central} = 16,66 \text{ kNm}$$

Por lo que la excentricidad de primer orden es:

$$e_e = \frac{16,66 \text{ kNm}}{2200 \text{ kN}} = 0,0757 \text{ m} < e_{min} = \max\left(\frac{20}{20}; 2\right) = 2 \text{ cm} \rightarrow e_e = 2 \text{ cm}$$

$$e_a = (1 + 0,12 \times 1) \left(\frac{500e6}{200GPa} + 0,0035 \right) \frac{(0,2 + 20 \times 0,02)}{(0,2 + 10 \times 0,02)} \frac{2,6^2}{50 \times 0,0577} = 0,0236 \text{ m}$$

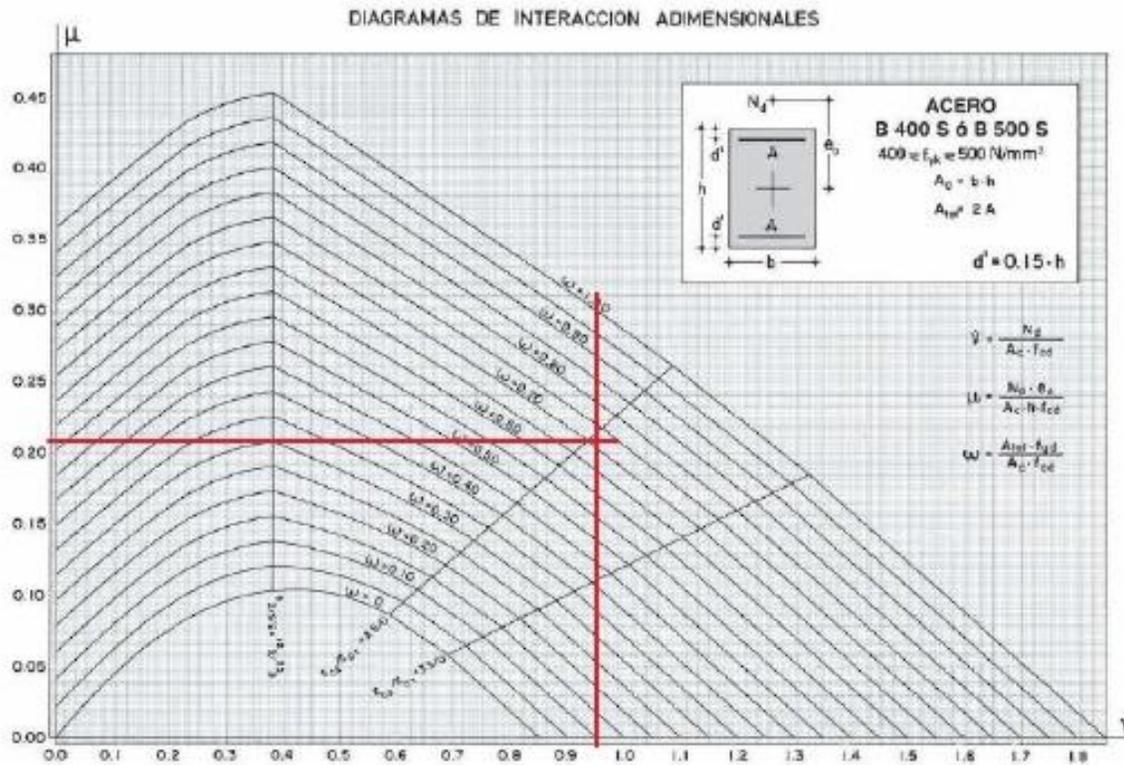
$$e_{tot} = e_a + e_e = 4,36 \text{ cm}$$

Por lo tanto, las sollicitaciones de diseño son:

- $N_d = 2200 \text{ kN}$
- $M_{y,d} = 2200 \times 0,0436 = 95,92 \text{ kNm}$

$$v = \frac{2200}{0,2 \cdot 0,6 \cdot \frac{25}{1,3}} = 0,95$$

$$\mu = \frac{ve}{h} = 0,95 \times \frac{4,36}{20} = 0,21$$



Del ábaco se obtiene que:

$$\omega = 0,71$$

Reflejándose en un área $A_s = 32,77 \text{ cm}^2$ por cara.

Verificación de cuantías:

- $A_{s,min,geo} = \frac{4}{1000} \times 0,2 \times 0,6 = 4,8 \text{ cm}^2$
- $A_{s,max,mec} = \frac{25}{400 \times 1,3} \times 0,2 \times 0,6 = 57,69 \text{ cm}^2$
- $A_{s,min,mec} = 0,1 \times \frac{2200}{400} = 0,55 \text{ cm}^2$

Ingeniería Civil – Plan 1997

Materia: Teoría de Estructuras

Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382)

20/02/2021

Por lo que la armadura obtenida cumple con las cuantías establecidas en la norma. Se opta por realizar un armado empleando 6Ø20 por cara.

Estribado:

Dado que se empleó Ø20 de armadura longitudinal, se utilizarán estribos Ø6.

La separación de estos será:

$$st = \min(15\phi_{\min} = 30 \text{ cm}; b = 20 \text{ cm}; h = 60 \text{ cm}; 30 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}$$