Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Segundo Parcial de Hormigón Estructural 1 Parte Práctica **28/06/2021**

EJERCICIO 1

Considere la zapata corrida cuya sección transversal es representada en la Figura 1. La misma tiene una base de longitud $\boldsymbol{B}$ y una altura $\boldsymbol{H}$, y soporta un muro de espesor $\boldsymbol{b}$. La zapata recibe la descarga centrada del muro de valor característico $\boldsymbol{N_k}$ y un momento de valor característico $\boldsymbol{M_k}$, siendo ambas solicitaciones producto de acciones variables del mismo origen (se desprecia el peso propio del muro). Considere que las armaduras tienen un recubrimiento geométrico de $\mathbf{50\ mm}$.

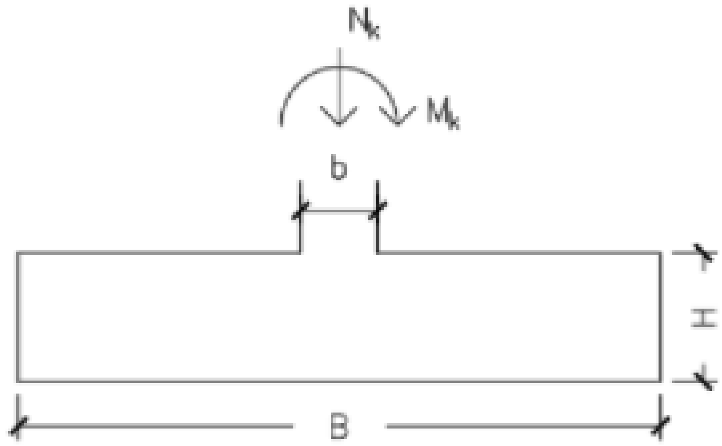


Figura 1

Se pide:

a) Realizar la comprobación de ELU de flexión y determinar las armaduras estructurales. ***[Incluir el área total de acero inferior por unidad de longitud en la casilla de respuesta]***
b) Representar esquemáticamente las armaduras estructurales.
c) Realizar la verificación de cortante. ***[Incluir el valor de V_d en la casilla de respuesta]***

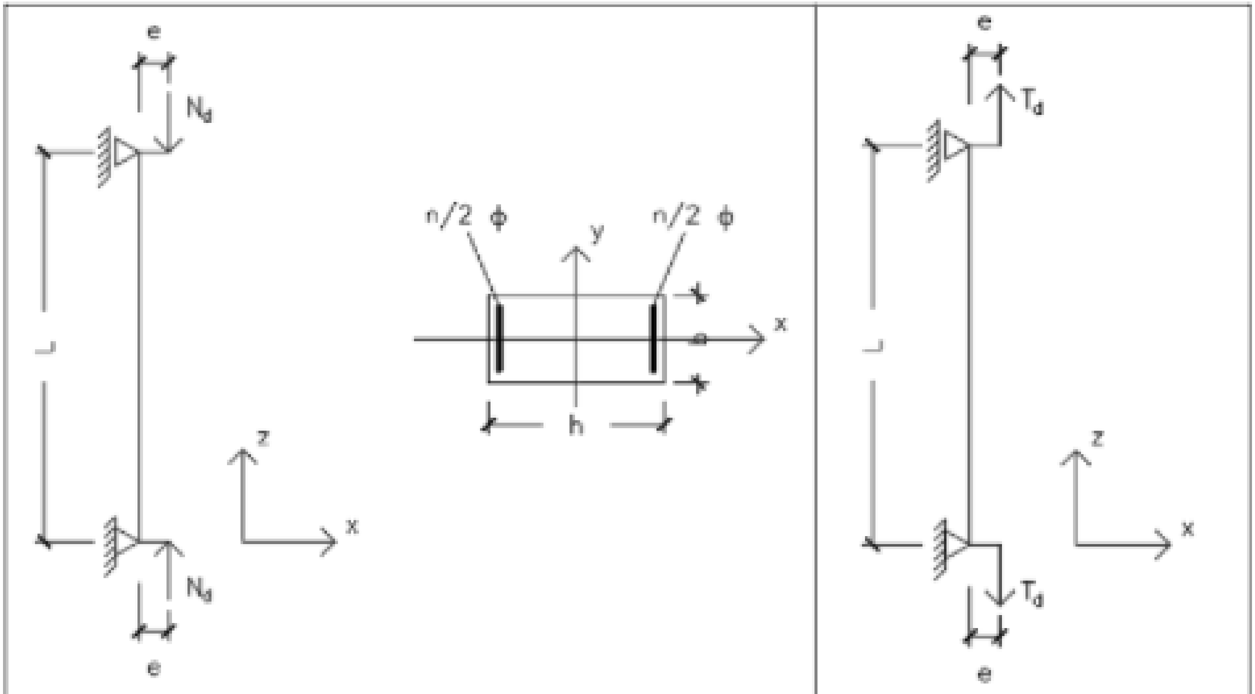
Datos:

b (m)	B (m)	H (m)	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	f_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)
0.30	3.00	0.45	320	50	30	500

Ingeniería Civil – Plan 1997 | **Materia: Teoría de Estructuras**
Segundo Parcial de Hormigón Estructural 1 Parte Práctica | **28/06/2021**

EJERCICIO 2

Considere el pilar biarticulado representado en la Figura 1a. El mismo tiene sección rectangular de lados $\boldsymbol{b} \times \boldsymbol{h}$ y longitud $\boldsymbol{L}$ y está armado con un total de $\boldsymbol{n}$ barras de diámetro $\boldsymbol{\phi}$ distribuidas en dos de sus caras, como se representa en la Figura 1b ($\boldsymbol{n/2}$ barras sobre cada lado). El recubrimiento mecánico de las armaduras es $\boldsymbol{d'}$. Dicho pilar es sometido a una directa de compresión de diseño $\boldsymbol{N_d}$ aplicada con una excentricidad $\boldsymbol{e}$.



(a) (b)

Figura 1

Figura 2

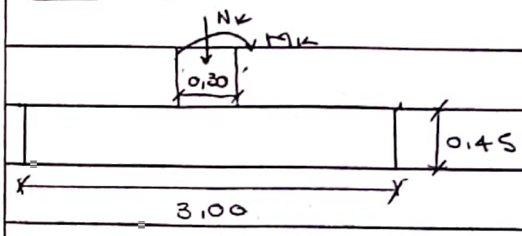
a) Se pide determinar la carga última $\boldsymbol{N_d}$ que resiste el pilar. ***[Incluir el valor de N_d en la casilla de respuesta]***

b) Ahora el mismo pilar es sometido a una directa de tracción de diseño $\boldsymbol{T_d}$, con igual excentricidad $\boldsymbol{e}$, como muestra la Figura 2. Se pide hallar el valor máximo que puede tomar $\boldsymbol{T_d}$. ***[Incluir el valor de T_d en la casilla de respuesta]***

Datos:

b (m)	h (m)	L (m)	e (m)	n	ϕ (mm)	d' (m)	f_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)
0.30	0.60	4.00	0.10	6	16	0.03	30	500

Ejercicio 1 Versión 02



$N_k = 320\ kN/m$ rec geom = 50 mm

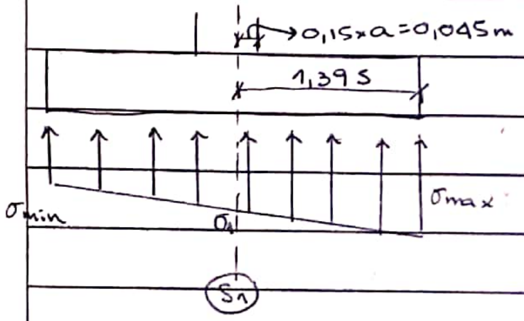
$M_k = 50\ kNm/m$

$f_{ck} = 30\ MPa$

$f_{yk} = 500\ MPa$

$v = \frac{3{,}00 - 0{,}30}{2} = 1{,}35m > 2h = 0{,}90m \Rightarrow$ Flexible

a. Distribución de tensiones



$\sigma_{max} = \frac{320\ kN/m}{3{,}00m} + \frac{50\ kNm/m}{(3{,}00m)^2/6} = 140\ \frac{kN}{m^2}$

$\sigma_{min} = \frac{320\ kN/m}{3{,}00m} - \frac{50\ kNm/m}{(3{,}00\ m)^2/6} = 73\ \frac{kN}{m^2}$

valores característicos

Calculamos por trigonometría el valor de la tensión en S_1

$\frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{3{,}00m} = \frac{\sigma_1 - \sigma_{min}}{3{,}00m - (v + 0{,}15a)} = \frac{\sigma_1 - \sigma_{min}}{3{,}00m - (1{,}35m + 0{,}045m)} = \frac{\sigma_1 - \sigma_{min}}{1{,}605m}$

$\Rightarrow \sigma_1 = (\sigma_{max} - \sigma_{min}) \times \frac{1{,}605}{3} + \sigma_{min}$

$\Rightarrow \sigma_1 = 109\ kN/m^2$

Calculamos Md en la sección S_1, haciendo equilibrio de momentos de la zapata desde la sección S_1 hacia la derecha

$Md^{S1} = 1{,}5 \times \left[\sigma_1 \frac{(v + 0{,}15a)^2}{2} + \frac{(\sigma_{max} - \sigma_1)}{2} (v + 0{,}15a)^2 \times \frac{2}{3}\right]$

$Md^{S1} = 1{,}5 \times 126\ kNm/m = 189\ kNm/m$

Hallamos el canto útil, suponiendo armadura $\phi 16$

$d_1 = h - \text{rec geom} - 16mm/2 = 45 - 5 - 0{,}8 = 39{,}2\ cm$

$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = \frac{189\ kNm/m}{(0{,}392m)^2 \cdot \frac{30\ MPa}{1{,}5}} = 0{,}0615$

$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 0{,}0635 > 0{,}045$ ✓

$A_{s\,nec} = \dfrac{\omega\, b\, d\, f_{cd}}{f_{yd}} = \dfrac{0{,}0635 \cdot 0{,}392\,m \times 30\,MPa/1{,}5}{500\,MPa/1{,}15} = 11{,}5\ cm^2/m$

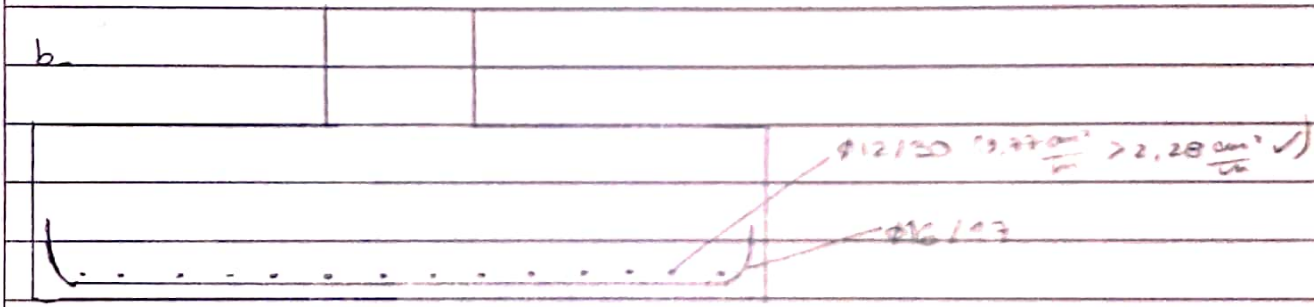
$\downarrow$

$\phi 16/17\,cm\ (11{,}8\ \frac{cm^2}{m})$

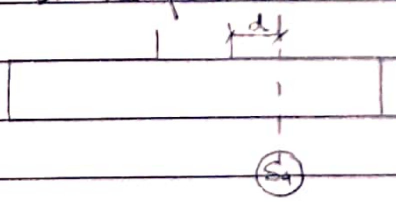
cuantía geométrica $A_{s\,min} = 0{,}9\,‰ \times 100 \times 45 = 4{,}05\ \frac{cm^2}{m}$ ✓

Armadura secundaria $\geq 0{,}20 \times 11{,}4\,cm^2/m = 2{,}28\ cm^2/m$

b.



c. La verificación se realiza en la sección S_4



$d = 0{,}394\,m$

Por trigonometría calculamos σ_4

$$\frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{3{,}00\,m} = \frac{\sigma_4 - \sigma_{min}}{v + b + d} = \frac{\sigma_4 - \sigma_{min}}{1{,}35\,m + 0{,}30\,m + 0{,}394\,m} = \frac{\sigma_4 - \sigma_{min}}{2{,}044\,m}$$

$$\Rightarrow \sigma_4 = (\sigma_{max} - \sigma_{min})\,\frac{2{,}044}{3} + \sigma_{min} = 119\ kN/m^2 \ \text{(característico)}$$

Por equilibrio hallamos el cortante en S_4

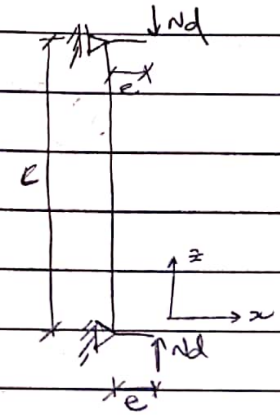
$$V_d^{S4} = 1{,}5 \times \frac{(\sigma_{max} + \sigma_4)}{2}(v - d) = 1{,}5 \times 124\,\frac{kN}{m} = 186\ \frac{kN}{m}$$

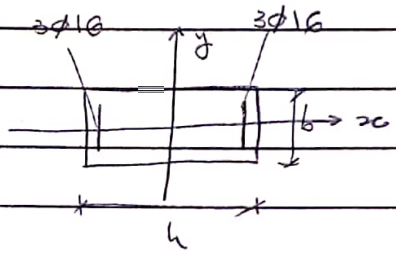
$$V_{u2\,min} = 0{,}075 \cdot \xi^{3/2}\, f_{cv}^{1/2}\, d / \gamma_c$$

$$\xi = 1 + \sqrt{200/d} = 1 + \sqrt{200/394} = 1{,}71 < 2$$

$$V_{u2\,min} = 0{,}075 \times 1{,}71^{3/2}\,(30\,MPa)^{1/2}\,\frac{0{,}394\,m}{1{,}5} = 242\ \frac{kN}{m} > V_d^{S4}$$ ✓

Ejercicio 2 Versión D1





$b = 0,30m$ $f_{ck} = 30 MPa$

$h = 0,60m$ $f_{yk} = 500 MPa$

$l = 4,00m$

$e = 0,10m$

$d' = 0,03m$

a- Pilar biarticulado ⇒ long. de pandeo $l_0 = l = 4,00m$

• Pandeo en el plano xz

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = \sqrt{\frac{0,3\times0,6^3/12}{0,3\times0,6}} = 17,3cm$$

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{4,00m}{17,3cm} = 23,1 < 35$$ ⇒ se desprecian efectos de segundo orden ⇒ $e_a = 0$

$e_e = 0,10m \nless e_{min} = max(0,60/20, 0,02) = 3cm$

$e_{tot} = e_e = 0,10m$

• Pandeo en el plano yz

$$i_x = \sqrt{I_x/A} = \sqrt{\frac{0,6\times0,3^3/12}{0,6\times0,3}} = 8,7cm$$

$$\lambda_x = \frac{l_0}{i_x} = \frac{4,00m}{8,7cm} = 46,2 > 35, < 100$$ ⇒ se contemplan efectos de segundo orden aplicando el método aproximado.

$e_e = e_{min} = max(0,30/20, 0,02) = 2cm$

$$e_a = (1+0,12\beta)(\varepsilon_y+0,0035)\frac{h+20e_e}{h+10e_e}\frac{l_0^2}{50 i_x}$$

$\beta = 3,0$

$\varepsilon_y = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{500MPa}{1,15\times200GPa} = 2,17‰$ ⇒ $e_a = 4,0 cm$

$h = 0,30m$ ⇒ $e_{tot} = e_e + e_a = 6,0 cm$

Calculamos ω según la armadura colocada

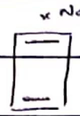
$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}} = \frac{12{,}07 cm^2 f_{yd}}{0{,}30 \times 0{,}60 \cdot f_{cd}} = 0{,}15$$

Estudiamos presoflexión en cada una de las direcciones

$$\mu = \frac{e}{h} \nu$$

• En el plano xz

$$\frac{d'}{h} = \frac{3cm}{60cm} = 0{,}05$$



↗ Ábaco, pag 2, para $\omega = 0{,}15$

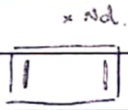
$\Rightarrow \nu \simeq 0{,}7$, $\mu \simeq 0{,}11$

$e/h = 0{,}10/0{,}60 = 1/6$

$N_d = \nu A_c f_{cd} = 2520$ kN.

• En el plano yz

$$\frac{d'}{h} = \frac{3cm}{30cm} = 0{,}10$$



↗ Ábaco pag 18, para $\omega = 0{,}15$

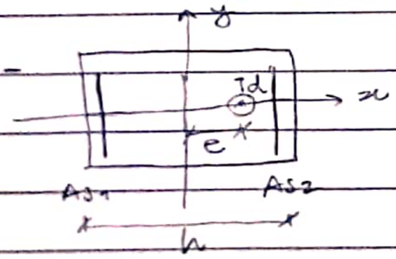
$\Rightarrow \nu \simeq 0{,}58$, $\mu = 0{,}116$

$e/h = 0{,}06/0{,}30 = 1/5$

$N_d = \nu A_c f_{cd} = 2088$ kN

$\Rightarrow \boxed{N_d = 2088 \text{ kN}}$

b.



$e = 0{,}10$ m

$d' = 0{,}03$ m

$h = 0{,}60$ m

Equilibrio de directa $T_{s1} + T_{s2} = T_d$

Equilibrio de momentos desde A_{s1}

$T_d (h/2 - d' + e) = T_{s2} \times (h - 2d') \Rightarrow 0{,}37\, T_d = 0{,}54\, T_{s2}$

$\Rightarrow T_{s2} = 0{,}685\, T_d$

Imponemos armadura A_{s2} (la más traccionada) en fluencia

$$\Rightarrow T_{s2} = A_s f_{yd} = 6{,}033 cm^2 \times \frac{500 MPa}{1{,}15} = 262 \text{ kN}$$

$\Rightarrow \boxed{T_d = 382 \text{ kN}}$ $\quad T_{s1} = 120$ kN (A_{s1} no está en fluencia).