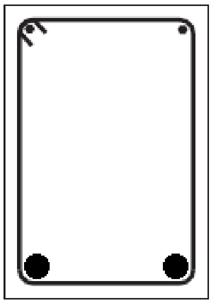
Instituto de Estructuras y Transporte
Prof. Julio Ricaldoni

Ingeniería Civil – Plan 1997 | **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) | **26/07/2018**

Nombre:____________________________

PREGUNTA 1 – CORTANTE



a) Represente y explique las posibles formas de rotura en cortante.
b) Determine la expresión del cortante resistido por las bielas de hormigón del alma.
c) Para una viga de sección 20 cm x 30 cm, con recubrimiento mecánico de 5 cm, armada con 2ϕ20 de armadura de tracción y cercos de estribos verticales ϕ6/15 (ver figura), determinar la contribución de la armadura al esfuerzo cortante de agotamiento por tracción del alma (V_{su}), suponiendo que la resultante de compresión en la sección es nula y las bielas de compresión oblicua se inclinan un ángulo θ = 45º.

Materiales parte c):
Hormigón f_{ck} = 30 MPa
Acero f_{yk} = 500 MPa

(Responder la pregunta en esta hoja. Puede usar el reverso)

Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **26/07/2018**

Nombre:______________________________

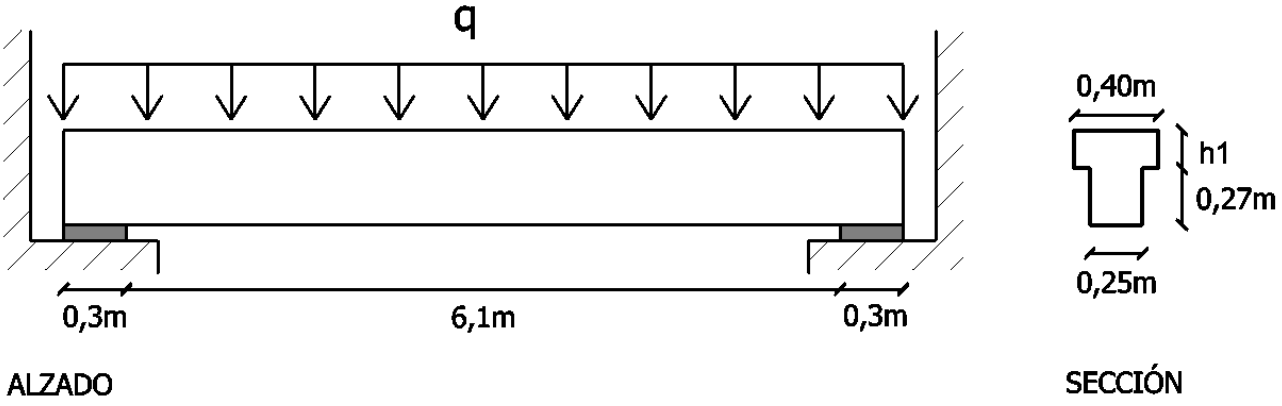
PREGUNTA 2 – CIMENTACIONES: Zapatas rígidas

a) Indicar cómo se calcula el armado principal de una zapata rígida con descarga excéntrica dentro del núcleo central de la base.
b) Indicar disposiciones básicas de armado y anclajes.
c) ¿En qué caso podría ser necesaria armadura superior en una zapata rígida, y cómo se debería calcular?

(Responder la pregunta en esta hoja. Puede usar el reverso)

Ingeniería Civil – Plan 1997 | **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) | **26/07/2018**

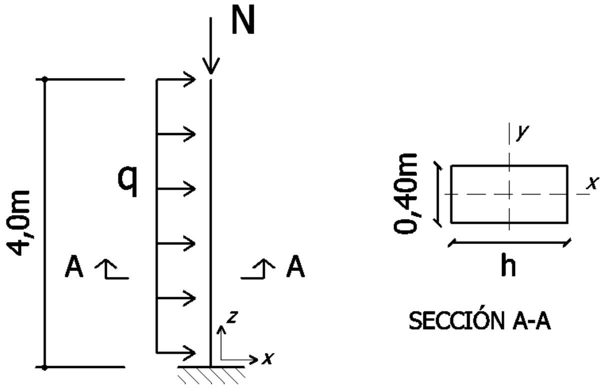
EJERCICIO 1



a) Para la viga de la figura, y una carga de diseño q_d = 73,75 kN/m, determinar la altura del ala (h_1) para que la posición de la línea neutra (x) coincida con el borde inferior del ala ($x = h_1$). (Tomar armadura superior A_{s2} = 0.)
b) En las condiciones de la parte a), definir la armadura necesaria, determinar deformaciones límite y curvatura. Determinar el anclaje de las armaduras halladas. Representar el armado en alzado y sección.
c) Para el h_1 hallado, y ahora q_d = 97,20 kNm, determinar la armadura necesaria, deformaciones límite y curvatura.

Materiales:
Hormigón f_{ck} = 30 MPa
Acero f_{yk} = 500 MPa
Recubrimiento mecánico: 5 cm

EJERCICIO 2



El pilar de la figura está sometido a una directa centrada N_d = 5000 kN y una carga distribuida uniformemente sobre su eje, según x, $q_{x,d}$ = 20 kN/m.

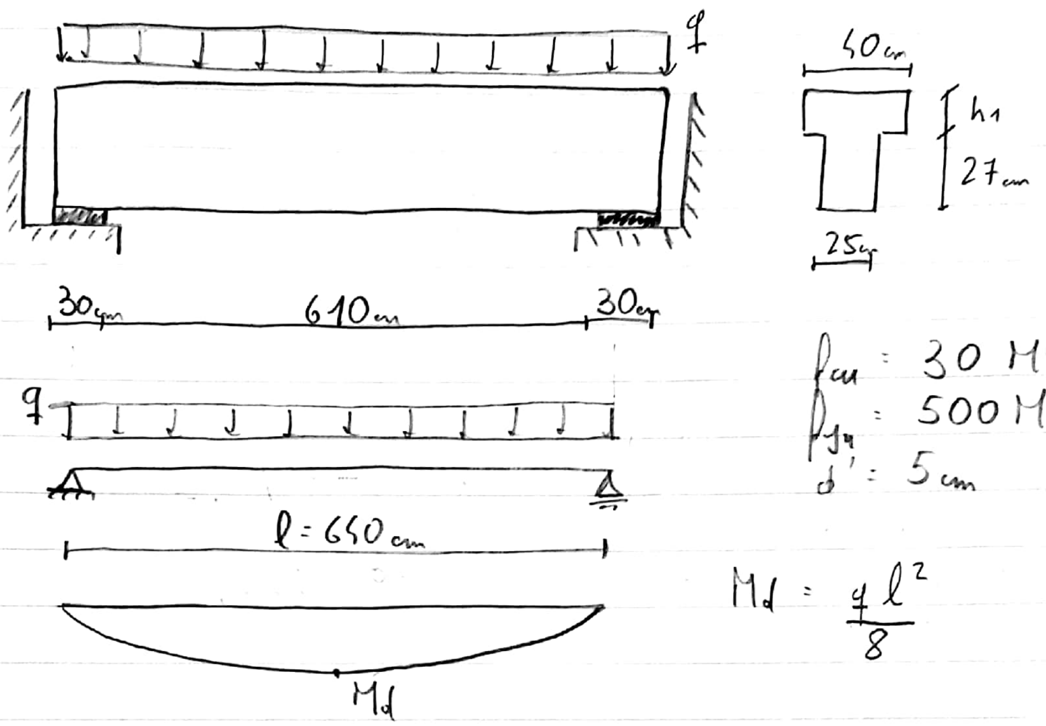
a) Definir el mínimo valor que debe tener h (múltiplo de 0,05m) para que puedan despreciarse los efectos de segundo orden en torno al eje y (en el plano xz).
b) Para el valor de h definido en la parte a), determinar el armado del pilar, y representarlo en una sección.

Materiales:
Hormigón f_{ck} = 35 MPa
Acero f_{yk} = 500 MPa
Recubrimiento mecánico: 4 cm

Examen H1

Julio 2018

Ej 1



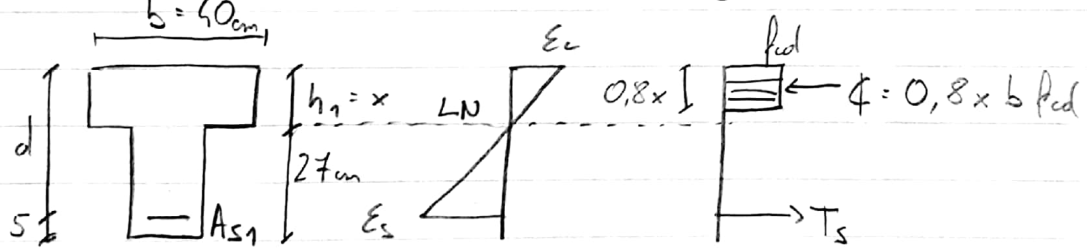
$f_{ck} = 30$ MPa

$f_{yk} = 500$ MPa

$d' = 5$ cm

$$M_d = \frac{q l^2}{8}$$

a) $q_d = 73{,}75$ kN/m $\Rightarrow M_d = \dfrac{73{,}75 \times 6{,}4^2}{8} = 377{,}60$ kNm



equilibrio de momentos en A_{s1}

$\Rightarrow 0{,}8 x b f_{cd} (d - 0{,}4x) = M_d \quad [x = h_1]$

$0{,}8 h_1 b f_{cd} (27 + h_1 - 5 - 0{,}4 h_1) = M_d$

$$h_1 (22 + 0{,}6 h_1) = \frac{M_d}{0{,}8 b f_{cd}} = \frac{37760}{0{,}8 \cdot 40 \cdot (3/1{,}5)} = 590$$

$\Rightarrow \boxed{h_1 = 18 \text{ cm}}$

b) $C = T_s \Rightarrow T_s = 0{,}8 h_1 b f_{cd} = 0{,}8 \cdot 18 \cdot 40 \cdot \dfrac{3}{1{,}5} = 1152$ kN

$T_s = A_s f_{yd} \Rightarrow A_s = \dfrac{1152}{(50/1{,}15)} = \underline{26{,}5 \text{ cm}^2} \Longrightarrow (4+2)\,\phi 25$

Doble capa

$d = 27 + 18 - 5 = 40\ cm$
$x = 18\ cm$
$\Big\} \Rightarrow \frac{x}{d} = 0,45 \Rightarrow$ dom 3 $\rightarrow \varepsilon_c = 3,5‰$
$\varepsilon_s = 4,28‰$
$\frac{1}{r} = 19,44\ km^{-1}$

Anclaje:

- Reacción en el apoyo: $R = \frac{q\ell}{2} = \frac{73,75 \times 6,4}{2} = 236\ kN$

$\Rightarrow A_{s,nec} = \frac{R}{f_{yd}} = \frac{236}{40} = 5,90\ cm^2$

$\phi 25$, posición I
$f_{yk} = 500$
$f_{ck} = 30$
$\Big\} \Rightarrow m = 1,3$
$\Big\} \Rightarrow l_{b,I} = \max\left\{m\phi^2 ; \frac{f_{yk}}{20}\phi\right\}$
$= \max\{812,5\ mm ; 625\ mm\}$

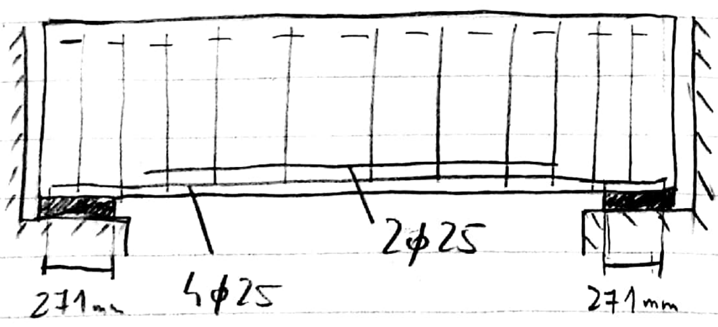
$\Rightarrow l_{b,I} = 812,5\ mm$

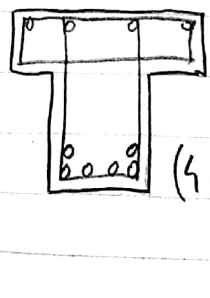
armadura que prolongo hasta el apoyo: $4\phi 25 > \frac{A_T}{3}$ ✓

pruebo prolongación recta
$\Rightarrow \beta = 1$
$A_{s,real} = A_s(4\phi 25) = 19,63\ cm^2$
$A_{s,nec} = 5,90\ cm^2$
$\Big\} \Rightarrow l_{b,neta} = l_{b,I} \cdot \beta \cdot \frac{A_{s,nec}}{A_{s,real}}$
$= 812,5 \cdot 1 \cdot \frac{5,90}{19,63} \simeq 244\ mm$

$l_{b,min} = \max\{10\phi, 150\ mm, l_b/3\} = \max\{250\ mm, 150\ mm, 271\ mm\} = 271\ mm$

$\Rightarrow \boxed{l_b = 271\ mm}$ ✓ entra





c) $q_d = 97,20$ kN/m $\Rightarrow M_d = \dfrac{97,20 \times 6,4^2}{8} = 497,66$ kNm

para $M_d = 377,6$ de parte a) $x/d = 0,45$

$\Rightarrow$ para momentos mayores doblemente armada

$x/d = 0,45$

$\Rightarrow \Delta M = 497,66 - 377,6 = 120,06$ kNm

$\Delta M = A_{s2} f_{yd} (d - d') = A_{s2} f_{yd}\, 0,35$

$\Rightarrow A_{s2} = \dfrac{12006}{(50/1,15) \cdot 0,35} = 7,89 \text{ cm}^2 \Rightarrow \underline{7\phi 12}$

$$\left.\begin{aligned} A_{s1,T} &= A'_{s1} + A''_{s1} \\ A'_{s1} &= A_{s1,b} = 26,5 \text{ cm}^2 \\ A''_{s1} &= A_{s2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow A_{s1,T} = 26,5 + 7,89 = 34,39 \text{ cm}^2$$

$\Rightarrow (4+4)\phi 25$

Doble capa

$\dfrac{x}{d} = 0,45 \Rightarrow$ dom 3 $\rightarrow \varepsilon_c = 3,5‰$

$\varepsilon_s = 4,28‰$

$\dfrac{1}{r} = 19,44 \text{ km}^{-1}$

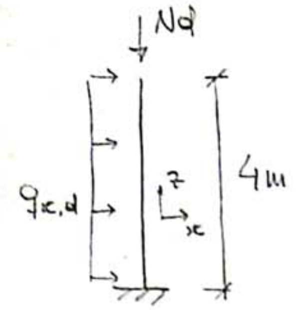
idem parte b

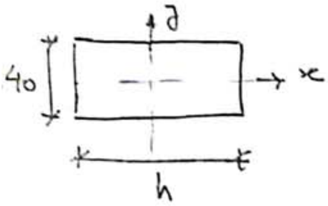
Cuantía mecánica mínima:

$$\left.\begin{aligned} A_s f_{yd} &\geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,fl} \\ W_{1,T,inf} &= 9430,1 \text{ cm}^3 \\ z &= 0,8h = 36 \text{ cm} \\ f_{ct,m,fl} &= 0,2 f_{cd} = 4 \text{ MPa} \end{aligned}\right\} A_s \geq \frac{9430,1 \times 0,4}{43,5 \times 36} = 2,41 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Cuantía geométrica mínima:

$A_s \geq \dfrac{2,8}{1000} A_c = 3,91 \text{ cm}^2 \checkmark$





$f_{ck} = 35$ MPa

$f_{yk} = 500$ MPa

rec. mec 4 cm

$N_d = 5000$ kN

$q_{x,d} = 20$ kN/m

a) $\lambda_y = \dfrac{\beta_y \times L_y}{h/\sqrt{12}} \leq 35 \rightarrow \dfrac{2 \times 4m \times \sqrt{12}}{h} \leq 35$

$\rightarrow h \geq 0{,}79m$, tomo $\boxed{h = 0{,}80\ m}$

$\rightarrow \nu_d = \dfrac{N_d}{A_c \times f_{cd}} = \dfrac{5000\ kN}{(40 \times 80)\ cm^2 \times (35/1{,}5)\ kN/cm^2} = 0{,}67$

b)

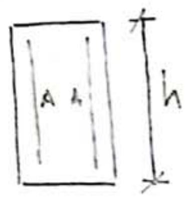
1- Para λ_y (plano xz): $e_{máx} = \dfrac{M_{máx,d}}{N_d}$, $M_{máx,d} = \dfrac{20 \times 4^2}{2} = 160$ kNm

$\rightarrow e_{máx} = \dfrac{160\ kNm}{5000\ kN} = 0{,}032\ m$

$e_0 = máx\{e_{máx}, h/20, 0{,}02m\} = máx\{0{,}032m, 0{,}04m, 0{,}02m\} = 0{,}04m$

$$\rightarrow \begin{cases} \nu_d = 0{,}67 \\ \mu_d = \nu_d \times \dfrac{e_0}{h} = 0{,}67 \times \dfrac{0{,}04}{0{,}80} = 0{,}03 \\ d'/h = 0{,}04/0{,}80 = 0{,}05 \end{cases}$$

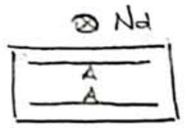
Elijo el siguiente armado:



$\rightarrow \omega$ mínimo.

2- Para λ_x (plano yz): $\lambda_x = \dfrac{2 \times 4m}{0{,}40m/\sqrt{12}} = 69$ _ 2° orden, método aproximado.

$e_e = máx\{0{,}40m/20 ; 0{,}02m\} = 0{,}02m$;



$\beta_{armado} = 1$

$\rightarrow e_a = 0{,}094\ m$

$\rightarrow e_{TOT} = 0{,}114\ m$

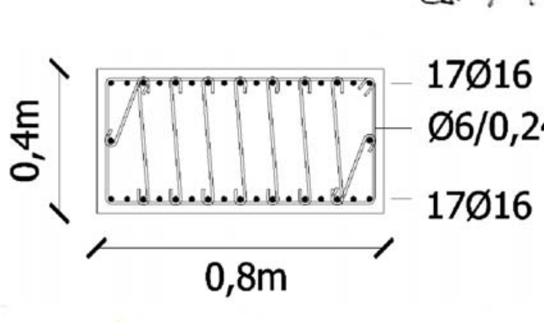
$$\rightarrow \begin{cases} \nu_d = 0{,}67 \\ \mu_d = \nu_d \times \dfrac{e_{TOT}}{b} = 0{,}67 \times \dfrac{0{,}114}{0{,}40} = 0{,}19 \\ d'/h = 0{,}04/0{,}40 = 0.10 \end{cases} \rightarrow \omega = 0{,}38 \rightarrow A_{TOT} = 65{,}26\ cm^2$$

en c/cara $A = 32{,}63\ cm^2$ – 17Ø16 ($34{,}17\ cm^2$)
est Ø6/.24

$As_{min,\,geom} = 4/1000 \times A_c = 12{,}8\ cm^2$ ✓

$As_{min,\,mec} = \dfrac{0{,}10 \times N_d}{f_{ycd}} = 12{,}5\ cm^2$ ✓

$As_{máx,\,mec} = \dfrac{A_c \times f_{cd}}{f_{ycd}} = 186{,}7\ cm^2$ ✓



Se colocan 2 barras adicionales en los lados cortos para cumplir con las separaciones máximas permitidas por norma.