



Nombre: \_\_\_\_\_

### **PREGUNTA BÁSICA CORTA**

**ATENCIÓN:** Esta es una pregunta básica del curso, que debería poder resolver en aprox. 15 minutos. La pregunta no lleva puntos. Para aprobar es OBLIGATORIO responder esta pregunta de forma COMPLETA Y SIN ERRORES.

Sea una losa de hormigón armado que cumple la función de una tapa de un depósito industrial de gas a presión. La losa trabaja en una dirección (como una viga de ancho 1 m), bi-articulada en sus extremos, con luz de cálculo  $L = 6 \text{ m}$ , y espesor  $20 \text{ cm}$ , recubrimiento mecánico  $5 \text{ cm}$ ,  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$  y  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ . La losa está sometida a una presión tal que sobre una faja de 1 m actúa una carga de diseño  $q_d = 10 \text{ kN/m}$  (que incluye el peso propio) con dirección vertical hacia arriba (opuesta a la gravedad). Se pide: Trazar el diagrama de momento flector, diseñar la armadura estructural para satisfacer ELU de solicitaciones normales y representar dicha armadura en un esquema de alzado. Nota: no es necesario verificar cuantías mínimas y puede calcular la armadura o bien aplicando equilibrio, ecuaciones adimensionales o estimándola con “números gordos”.

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



**Nombre:** \_\_\_\_\_

**PREGUNTA 1 – CORTANTE**

- a) Represente y explique brevemente tres posibles formas de rotura en cortante.
- b) Determine la expresión del cortante resistido por las armaduras verticales.
- c) Dada una viga de sección rectangular  $20 \times 50 \text{ cm}^2$ , de luz de cálculo 5 m, a armar con estribos verticales y bielas comprimidas a  $45^\circ$ , sometida a un cortante de diseño de 80 kN (biela traccionada),  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ , y recubrimiento mecánico 5 cm: utilizar la fórmula encontrada en b para determinar el estribado de la viga.

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



**Nombre:** \_\_\_\_\_

**PREGUNTA 2 – ANÁLISIS DEL PROCESO DE ROTURA**

- a) Trazar el diagrama Momento-Curvatura para el proceso de carga hasta la rotura de una viga bien diseñada.
- b) Indicar los estados tensionales en la sección para cada uno de los estados por los que pasa el hormigón durante el proceso.
- c) ¿Cuál es el valor de la pendiente del diagrama en los tramos elástico-lineales?

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

**EJERCICIO 1 (35 pts.)**

Se desea diseñar una viga prefabricada cuya sección transversal se presenta en la Figura 1 y largo  $L = 8,00$  m.

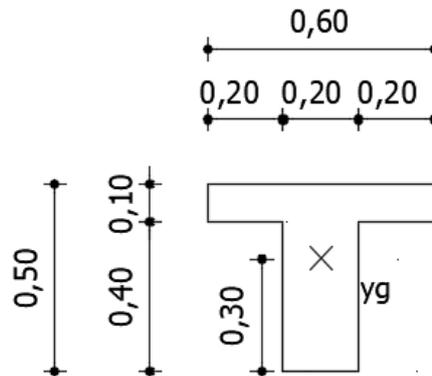


Figura 1

**Etapas 1**

En una primera etapa, la viga deberá ser capaz de resistir los esfuerzos producidos por el izaje de la misma. Para esto se utiliza una grúa con dos eslingas unidas a cada extremo de la viga en el baricentro de su sección. Dichas eslingas no transmiten momento a la viga y además forman un ángulo de  $45^\circ$  con el eje de la viga (ver Figura 2). Se considera que la viga está sometida a una carga muerta de  $q_{CM,k} = 5,0$  kN/m que incluye su peso propio.

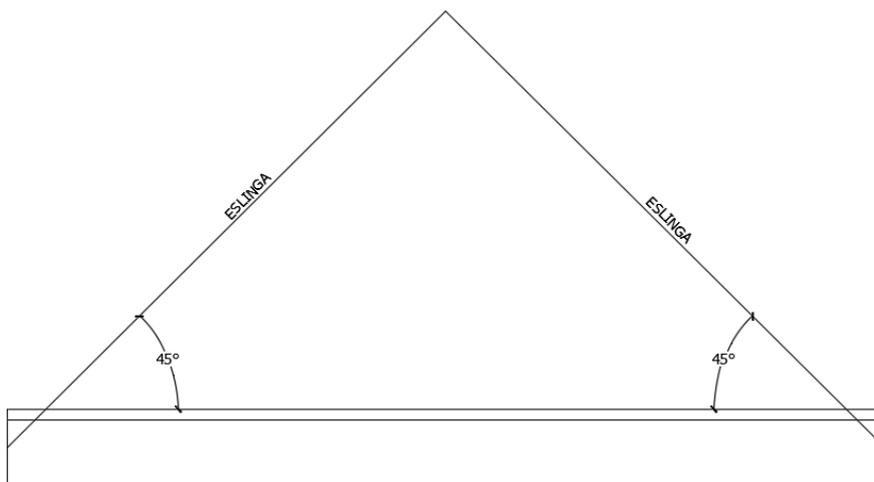


Figura 2

## Etapa 2

Una vez colocada en su posición final, la viga trabajará simplemente apoyada con voladizo, tal como se expresa en la Figura 3. La viga está sometida a las siguientes acciones características:

- $q_{pp,k} = 10$  kN/m peso propio y carga muerta actuando a lo largo de toda la viga
- $q_{scu,1} = 9,0$  kN/m sobrecarga de uso actuando a lo largo de toda la viga
- $q_{scu,2} = 12$  kN/m sobrecarga de uso actuando sobre el volado.

Las cargas  $q_{scu,1}$  y  $q_{scu,2}$  son acciones variables del mismo origen.

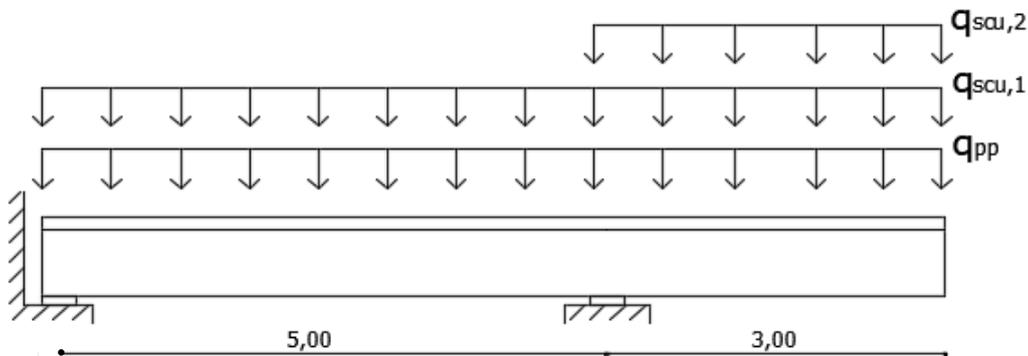


Figura 3

Considerando las acciones solo de la Etapa 1 se pide:

- Trazar los diagramas de solicitaciones de diseño (M, V y N).
- Diseñar la armadura longitudinal de la viga para satisfacer ELU de solicitaciones normales (para el diseño considerar solo las solicitaciones en la sección central de la viga).

Considerando solo las acciones de la Etapa 2 se pide:

- Identificar la combinación de acciones que maximiza el momento flector negativo.
- Para dicha combinación, trazar el diagrama de solicitaciones de diseño (M, V y N).
- Utilizando los diagramas, diseñar las armaduras longitudinales en toda la viga para satisfacer ELU de solicitaciones normales.

Considerando las armaduras longitudinales encontradas en las Etapas 1 y 2 (partes b y e):

- Se pide bosquejar el armado final de la viga en alzado y sección.

### Datos:

$f_{ck} = 25$  MPa,  $f_{yk} = 500$  MPa,  $rec.mec = 5$  cm.

Ingeniería Civil – Plan 2021

Materia: Teoría de Estructuras

Examen Hormigón Estructural 1 - Parte Práctico

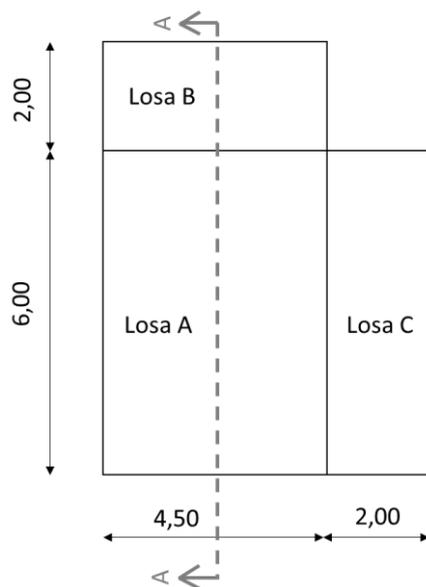
07/12/2023

**EJERCICIO 2 (25 pts.)**

Se tienen las losas A, B y C presentadas en la figura a continuación. Las dimensiones de la Losa A son de 4,5 m x 6,0 m, de la losa B 4,5 m x 2,0 m y de la losa C 2,0 m x 6,0 m, todas de espesor de 15 cm. Las losas se encuentran sometidas a las siguientes acciones características que actúan uniformemente en toda su superficie:

- 1) Acciones permanentes: carga muerta (incluye peso propio):  $q_{k,CM} = 4,50 \text{ kN/m}^2$
- 2) Acciones variables: sobrecarga de uso:
  - $q_{k,scu1} = 1,5 \text{ kN/m}^2$  actuando sobre losa A
  - $q_{k,scu2} = 3,0 \text{ kN/m}^2$  actuando sobre losa B y C simultáneamente.

Las acciones  $q_{scu,1}$  y  $q_{scu,2}$  son de distinto origen.



Se pide:

- a) Presentar al menos 6 combinaciones de acciones en ELU (situación persistente o transitoria).
- b) Considerando las combinaciones de a) realizar (sin hacer cuentas) un bosquejo en planta y corte (sección A-A) de las armaduras estructurales de las losas para satisfacer ELU de solicitaciones normales.
- c) Presentar la combinación de acciones que es más desfavorable para las armaduras inferiores de la Losa A, y explicar brevemente por qué la eligió.
- d) Para dicha combinación, determinar el armado inferior de la Losa A e indicarla en el esquema de la parte b). **NOTA:** Para este cálculo de las solicitaciones considere solamente la Losa A aislada, y asuma que los lados donde se encuentran los balcones (losas B y C), la Losa A se encuentra empotrada.

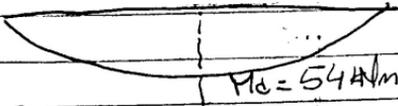
**Datos:**

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $\text{rec.mec} = 3 \text{ cm}$ .

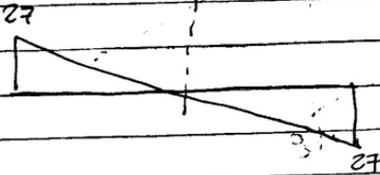
Ejercicio 1:

a)

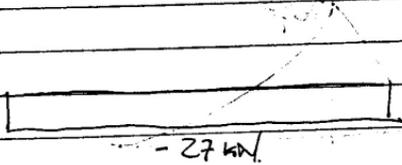
(M)



(V)



(N)



b) Elhers

$$M_0 = 54 + 27 \cdot 0,25 = 60,75 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,03 \Rightarrow w = 0,03 \Rightarrow A_s = 3,15 \text{ cm}^2$$

Area a reducir:  $27 = 0,675 \text{ m}^2$   
400 kPa

$$A^{tot} = 3,15 - 0,675 = 2,48 \text{ cm}^2$$

$$w = 0,045 \Rightarrow A_s = 4,66 \text{ cm}^2$$

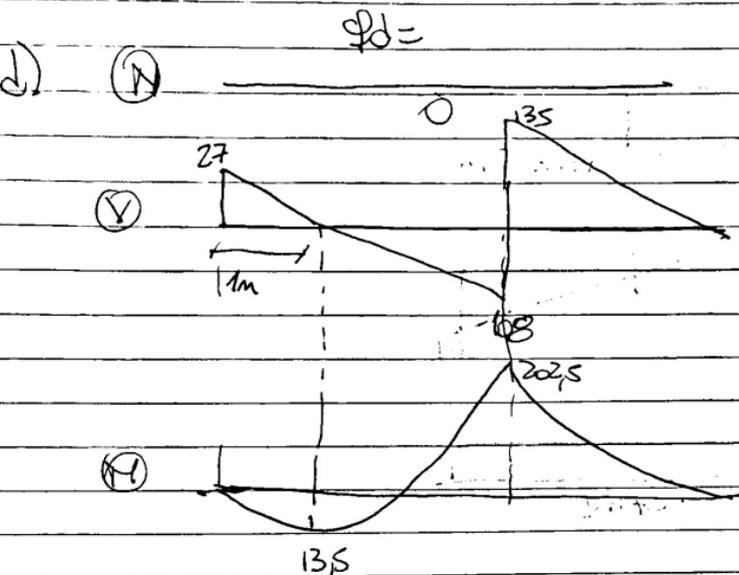
$$A_{p, req, mm} = \frac{28 \cdot A}{1000} = 3,92 \text{ cm}^2$$

Armo: con: 3  $\phi$  16

$$b_{req} = 2 \times 2 + 2 \times 90 +$$

$$2 \times L + 3 \times 16 = 14 \text{ cm}$$

c)  $1,35 (p_{ppk}) + 1,5 (q_{acc,1} + q_{acc,2})$



e) Momento positivo: dado fue para un momento de  $60,75 \text{ kNm}$  cuando se le armadura positiva se veía limitada por  $w_{min}$ .

Respecto a la armadura negativa:

$$M_d = 202,5 \text{ kNm} \rightarrow \mu = 0,3 \text{ VDA}$$

$$\mu = 0,295 \Rightarrow w = 0,36 \Rightarrow A_{s1} = 12,42 \text{ cm}^2$$

~~Para~~ 
$$M_{lim} = 189 \text{ kNm} \rightarrow \Delta M = 13,25 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow A_{s1}^b = \frac{3,25}{9894400 \text{ MPa}} = 0,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1, tot} = 12,67 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5\phi 20.$$

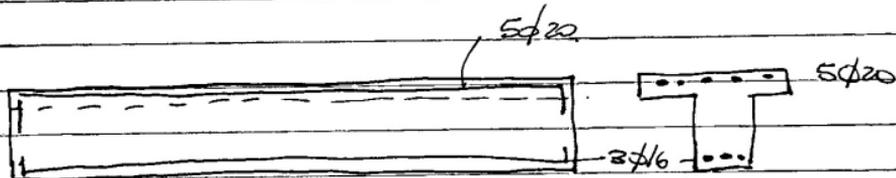
$$A_{s2} = 0,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s, geo, min} = 3,82 \text{ cm}^2$$

$$A_{s, mec, min} = 4,66 \text{ cm}^2$$

$A_{s, mec, min}$  - verificado, VDA.

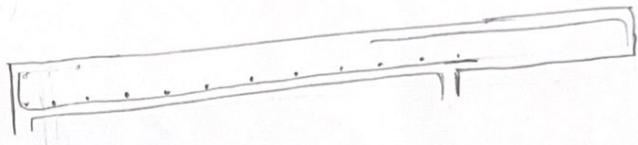
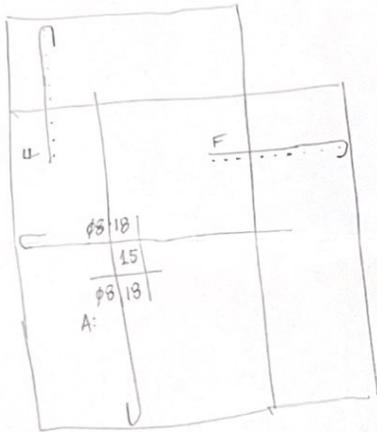
A



## Ejercicio 2 (32')

- a)
- $1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot SCU 1$
  - $1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot SCU 2$
  - $1 \cdot CM + 1,5 \cdot SCU 1$
  - $1 \cdot CM + 1,5 \cdot SCU 2$
  - $1,35 \cdot CM + 4 \cdot 1,5 \cdot SCU 1 + 1,5 \cdot SCU 2$
  - $1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot SCU 1 + 4 \cdot 1,5 \cdot SCU 2$

b)

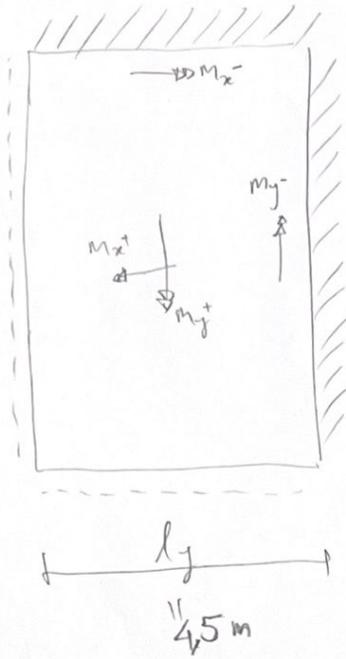


- c) considero  $1,35 CM + 1,5 SCU 1$ . considero solo la SCU 1 porque la SCU 2 reduce los momentos positivos en A.

d)



$$q_d = 1,35 q_{cm} + 1,5 q_{scu1} = 8,325 \text{ kN/m}^2$$



$$4,5/6 = 0,75$$

$$M_x^+ = 25 \cdot 0,001 \cdot q \cdot l_y^2 = 4,21 \text{ kNm/m}$$

$$M_y^+ = \frac{45+39}{2} \cdot \dots = 7,01 \text{ kNm/m}$$

$$M_x^- = 74 \cdot \dots = 12,5 \text{ kNm/m}$$

$$M_y^- = 96 \cdot \dots = 16,2 \text{ kNm/m}$$

$$M_x^+ = 4,21 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu = \frac{4,21 \text{ kNm}}{1 \text{ m} \cdot (0,12 \text{ m})^2 f_{cd}} = 0,0112 \Rightarrow$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 0,0112 < 0,045 \Rightarrow \omega = 0,045 \Rightarrow$$

$$A_s = \frac{0,045}{f_y d} b d f_{cd} = 2,5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s, \text{min, geo}} = \frac{1,8}{1000} \cdot 100 \cdot 15 = 2,7 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \boxed{A_s = 2,7 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

$$\boxed{\phi 8/18 \quad (2,8 \text{ cm}^2/\text{m})}$$

$$M_y^+ = 7,01 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu = 0,024 \Rightarrow \omega = 0,025 < 0,045 \Rightarrow$$

$$\boxed{A_s = A_{s, \text{min, geo}} = 2,7 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8/18}$$