Ingeniería Civil – Plan 2021 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **13/02/2023**

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 barra vertical (empotrado-libre) de hormigón armado de luz de cálculo $\boldsymbol{L = 6\ \mathrm{m}}$, que soporta una bandera sometida a viento. La barra tiene una sección rectangular de $\mathbf{25 \times 25\ cm^2}$**,** recubrimiento mecánico $\mathbf{3\ cm}$, $\boldsymbol{f_{ck} = 30\ \mathrm{MPa}}$ y $\boldsymbol{f_{yk} = 500\ \mathrm{MPa}}$, sometido a una carga de viento, que se modela como una fuerza puntual de diseño de valor $\boldsymbol{F_d = 10\ \mathrm{kN}}$, con dirección horizontal, que puede actuar cualquier sentido, aplicada en el extremo superior de la barra. 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" (despreciar peso propio).

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

Ingeniería Civil – Plan 2021 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **13/02/2023**

Nombre: ______ ______________ ____________________

PREGUNTA 1 – CORTANTE

a) Represente y explique las posibles formas de rotura en cortante.
b) Determine la expresión del cortante resistido por las armaduras verticales.

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

Ingeniería Civil – Plan 2021 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **13/02/2023**

Nombre: ______ _____________ ___________________

PREGUNTA 2 – FLEXIÓN COMPUESTA

a) Enuncie el teorema de Ehlers y plantee las ecuaciones de equilibrio para un caso de flexión compuesta.
b) ¿Qué condiciones se deben dar para que el teorema de Ehlers sea válido?
c) En forma práctica: ¿Cuándo se cumplen estas condiciones?

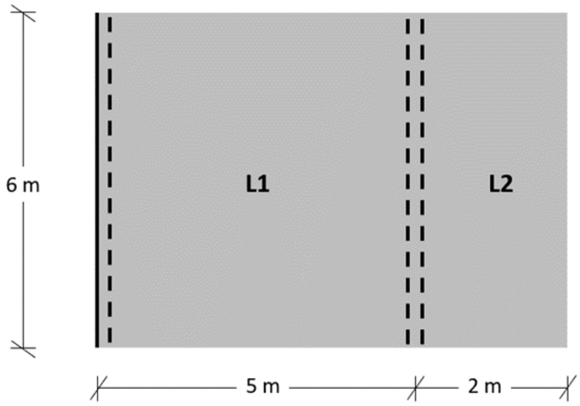
(Responder la pregunta en esta hoja. Puede usar el reverso)

Ingeniería Civil - Plan 1997 | **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) | **13/02/2023**

EJERCICIO 1 (30 puntos)

El esquema de la Figura muestra una losa apoyada simplemente en dos líneas, cuyo voladizo se identifica como "losa L2" y la zona entre apoyos como "losa L1". Ambas son de hormigón armado de 13 cm de espesor. Las losas están sometidas a las siguientes acciones:

1) Peso propio de la estructura
2) Peso de las terminaciones
   a) Contrapiso de hormigón pobre de 5 cm de espesor de peso específico 22,00 $\mathrm{kN/m^3}$.
   b) Piso cerámico + cielorraso de 0,77 $\mathrm{kN/m^2}$
3) Sobrecarga de uso de 1,50 $\mathrm{kN/m^2}$
4) Sobrecarga especial 2 $\mathrm{kN/m^2}$



Las acciones 1 y 2 son acciones permanentes y las acciones 3 y 4 son variables. La acción 3 es una sobrecarga de uso que puede actuar sobre L1 y L2 simultáneamente, o puede no actuar en ninguna de las dos losas. La acción 4 puede actuar (o no) solamente en la losa L2. Las acciones 3 y 4 pueden actuar simultáneamente.

Se pide:

a) Explicar y justificar si L1 y L2 son losas en una o en dos direcciones.
b) Establecer la hipótesis de carga (combinación más desfavorable) que se debe considerar para diseñar el área de acero de las armaduras positivas.
c) Para dicha combinación, sin hacer cuentas, hacer un esquema de armado de ambas losas (incluir todas las armaduras que deben existir en ambas losas).
d) Para la combinación indicada en (b), calcular las armaduras positivas e indicarlas en el esquema en (c).
e) Establecer la hipótesis de carga (combinación) que se debe considerar para diseñar el área de acero de las armaduras negativas.
f) Para la combinación indicada en (e), calcular las armaduras negativas e indicarlas en el esquema en (c).

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

Ingeniería Civil - Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **13/02/2023**

EJERCICIO 2 (30 puntos)

Un pilar de sección cuadrada de sección 40×40 cm^2 debe ser fundando en una zapata rígida de base cuadrada de dimensiones $A \times A$. El pilar le transmite a la zapata una directa característica $N_k = 1750$ kN, la cual puede tener una excentricidad e_x variable.

Parte 1: Para diseñar la geometría de la zapata se desea que, cuando no se tiene en cuenta el peso propio de la zapata, ningún punto de suelo supere $1{,}00 \times \sigma_{adm,terr}$, y al mismo tiempo la zapata no se despegue del terreno (es decir, que el diagrama de tensiones normales en el terreno sea triangular con un cero exactamente en un borde de la zapata).

a) Determinar el valor de A (con precisión de 1 cm).
b) Determinar la excentricidad e_x (con precisión de 1 cm).
c) Determinar la altura h para que sea rígida (múltiplo de 10 cm).

Parte 2: Considerando el peso propio de la zapata

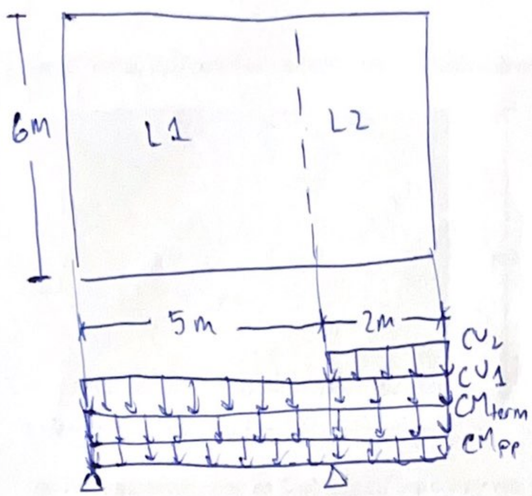
d) Realizar el cálculo geotécnico para mostrar que el terreno de soporte verifica.

Parte 3: Diseño estructural

e) Determinar el área de acero de las armaduras de la zapata en ambos sentidos.
f) Representar las armaduras halladas en un esquema de alzado.
g) Determinar la longitud de anclaje de las armaduras en el sentido paralelo a la excentricidad e_x y representarla en el esquema de la parte (f).

Datos: $f_{ck} = 35$ MPa, $f_{yk} = 500$ MPa, $rec.mec. =$ 5 cm, $\sigma_{adm,terr} = 0{,}30$ MPa.

Ejercicio 1



1 : peso propio : $CM_{pp} = 3{,}25 \frac{kN}{m^2}$

2 : carga terminaciones $CM_{term} =$

$= 22\,kN \cdot 0{,}05\,m + 0{,}77 \frac{kN}{m^2} = 1{,}87 \frac{kN}{m^2}$

3 : $CV_1 = 1{,}50\ kN/m^2$

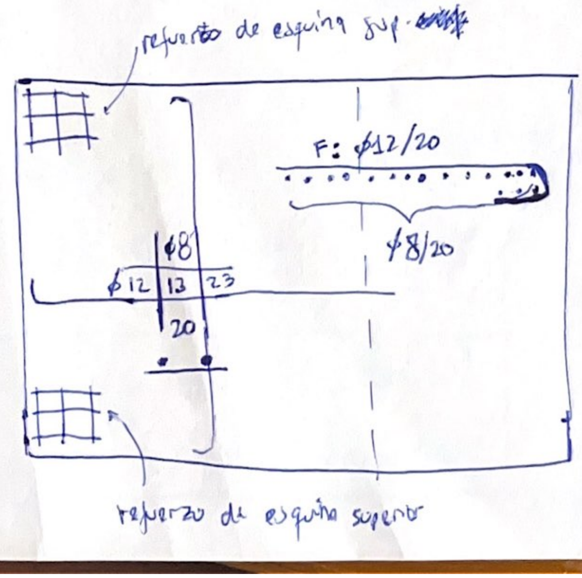
4 : $CV_2 = 2\ kN/m^2$

a) Ambas losas son en una dirección. Puedo realizar los cálculos considerando una viga simplemente apoyada con voladizo. Esto es porque las losas cuentan con dos bordes opuestos libres

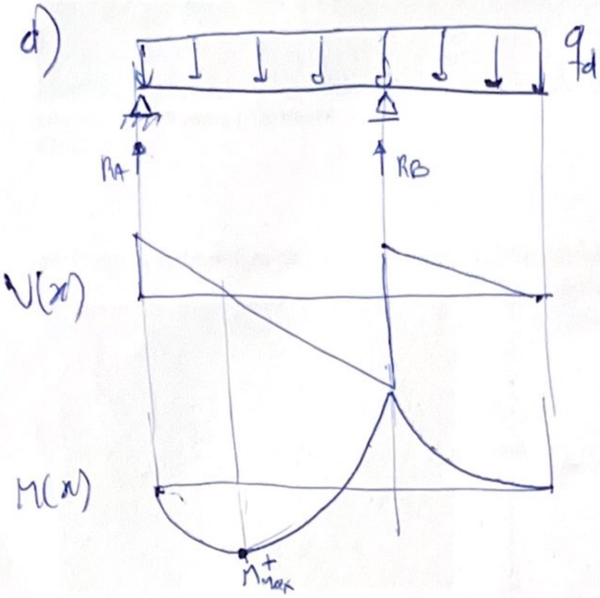
b) Debo considerar la combinación que maximiza el momento flector positivo, que se da en L1, ⇒ CV_2 no debe actuar ⇒

comb: $1{,}35\,(CM_{pp} + CM_{Term}) + 1{,}5\,CV_1$

c)



d)



trabajo por unidad de metro:

$q_d = 1{,}35\, CM + 1{,}5\, CV \Rightarrow$

$q_d = 9{,}162\ kN/m$

$R_A\, 5m - q_d \dfrac{5m \cdot 5m}{2} + q_d \dfrac{2m\, 2m}{2} = 0$

$R_A = \dfrac{q_d}{5m}\left(\dfrac{25m^2}{2} - \dfrac{4m^2}{2}\right) \Rightarrow$

$R_A = 19{,}24\ kN$

$V(x) = 19{,}24\ kN - q_d\, x = 0 \Rightarrow x = 2{,}10\ m$

$M(x) = R_A\, x - q_d \dfrac{x^2}{2} \Rightarrow M^+_{max} = M(x = 2{,}10m) = 20{,}20\ kNm$

$\mu = \dfrac{M_d}{b d^2 f_{cd}} = \dfrac{20{,}20\ kNm}{1m\,(0{,}10m)^2\, 20MPa} = 0{,}101 \Rightarrow \omega = 0{,}107 > 0{,}045$

$= (1 - \sqrt{1 - 2\mu})$

$\Rightarrow A_s = 4{,}91\ cm^2$ (por metro) $\Rightarrow$ $\boxed{\text{coloco } \phi 12/23\ (4{,}92\ cm^2/m) \text{ armadura positiva principal}}$

Verifico armadura mínima geométrica:

$A_{min\,geo} = \dfrac{1{,}8}{1000}\, b \cdot h = 2{,}34\ cm^2/m$

b: 100 cm, h: 13 cm

Momento secundario: $M^+_{sec} = 0{,}25\, M^+_{max} = 5{,}05\ kNm \Rightarrow$

$\Rightarrow \mu = 0{,}025 \Rightarrow \omega = 0{,}0256 \Rightarrow A_s = 1{,}18\ cm^2 < A_{s\,min\,geo} \Rightarrow$

$\boxed{\text{coloco } \phi 8/20\ (2{,}51\ cm^2/m) \text{ armadura positiva secundaria}}$

e) Debo considerar todas las acciones que actúan sobre el voladizo.

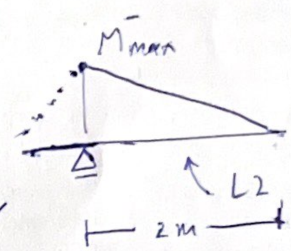
Tomo CV_2 como acción variable determinante (ya que $CV_2 > CV_1$)

y CV_1 como acción variable de acompañamiento ⇒

comb: $1{,}35\,(CM_{pp} + CM_{Term}) + 1{,}5\,CV_2 + \underbrace{0{,}7}_{\psi_0} \cdot 1{,}5 \cdot CV_1$

f) $q_{fd} = 1{,}35\left(3{,}25\,\frac{kN}{m} + 1{,}87\,\frac{kN}{m}\right) + 1{,}5 \cdot 2\,\frac{kN}{m} + 0{,}7 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}5\,\frac{kN}{m} \Rightarrow$

$q_{fd} = 11{,}49\ kN/m \Rightarrow$



$M^-_{max} = q_{fd}\ 2m \cdot \frac{2m}{2} = 22{,}98\ kNm$

$\Rightarrow \mu = 0{,}115 \Rightarrow \omega = 0{,}1224 > 0{,}045$ ✓

$A_s = 5{,}63\ \frac{cm^2}{m} \Rightarrow \boxed{\phi 12/20\ \left(5{,}65\ \frac{cm^2}{m}\right)\ \text{hierros F}} > A_{s,min,geo}$ ✓

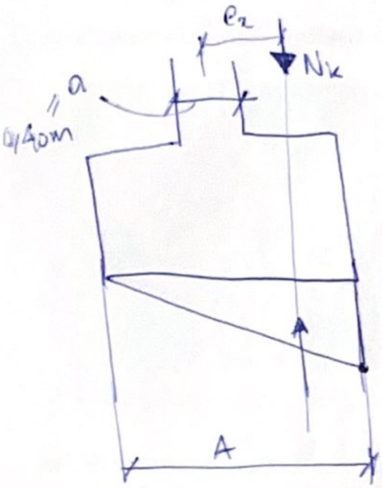
$M^-_{sec} = 0{,}25 \cdot M^-_{max} = 5{,}75\ kNm \Rightarrow \mu = 0{,}029 \Rightarrow$

$\omega = 0{,}0292 \Rightarrow A_s = 1{,}34\ \frac{cm^2}{m} \Rightarrow < A_{s,min,geo} \Rightarrow$

$A_s = 2{,}34\ \frac{cm^2}{m} \Rightarrow \boxed{\phi 8/20\ (2{,}51\ cm^2/m)\ \text{negativos secundarios}}$

Ejercicio 2

Parte 1:



a) $N_k = \dfrac{\sigma_{adm} A^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{\dfrac{2N_k}{\sigma_{adm}}} = 3{,}42\,m$

b) $e_x = \dfrac{2A}{3} - \dfrac{A}{2} = \dfrac{A}{6} = 0{,}57\,m$

c) $\dfrac{A}{2} - \dfrac{a}{2} \leq 2h \Rightarrow h \geq \dfrac{A-a}{4} = 0{,}755\,m \Rightarrow$

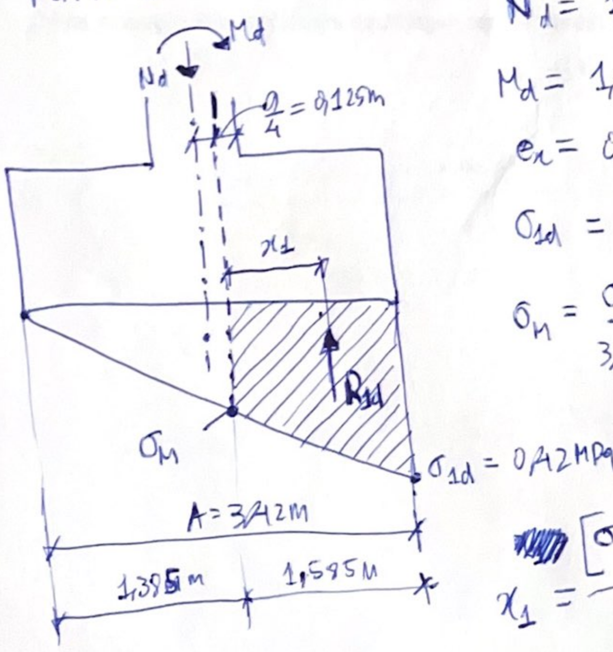
coloco $h = 0{,}80\,m$

Parte 2:

d) $\sigma_t = \sigma_{adm} + \dfrac{A^2 h \overset{25\,kN/m^3}{\gamma}}{A^2} \leq 1{,}25\,\sigma_{adm} \Rightarrow$

$0{,}30\,MPa + 0{,}02\,MPa = 0{,}302\,MPa \leq 0{,}375\,MPa$ ✓

Parte 3:



e) Sentido x:

$N_d = 1{,}4\,N_k = 2450\,kN$

$M_d = 1{,}4\,N_k \cdot e_x = 1396{,}5\,kNm$

$e_x = 0{,}57\,m$

$\sigma_{1d} = 1{,}4 \cdot 0{,}3\,MPa = 0{,}42\,MPa$

$\sigma_M = \dfrac{\sigma_{1d}}{3{,}42} \cdot 1{,}385 = 0{,}2254\,MPa \Rightarrow$

$R_{1d} = \dfrac{(\sigma_{1d} + \sigma_M)}{2} 1{,}585\,m \cdot A = 1749{,}3\,kN$

$$x_1 = \frac{\left[\sigma_M \cdot \frac{1{,}585}{2} + \frac{2}{3} \cdot 1{,}585 \left(\sigma_{1d} - \sigma_M\right)\frac{1}{2}\right]}{\sigma_M + \frac{\sigma_{1d} - \sigma_M}{2}}$$

$\Rightarrow x_1 = 0{,}872\,m$

$$T_d = \frac{R_{1d}\, x_1}{0{,}85\, d} = 2392{,}5\ kN$$

$$A_s = \frac{T_d}{f_{yd} \ngtr 400\,MPa} = 59{,}8\ cm^2 \Rightarrow$$ coloco $13\phi 25 / 28cm$ ($63{,}7 cm^2$)

separación máxima 30 cm ✓

$A_{s,min,geo} = 0{,}9‰ \cdot A \cdot h = 24\ cm^2$ ✓

<u>Sentido y</u> (carga centrada)

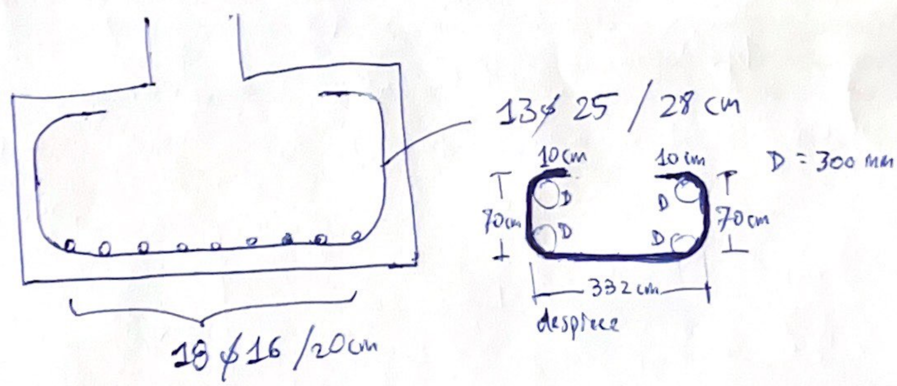
$$T_d = \frac{N_d\,(A-a)}{6{,}8\,d} = \frac{2450\,kN\,(3{,}42m - 0{,}40m)}{6{,}8 \cdot 0{,}75m} = 1450{,}8\ kN$$

$$A_s = \frac{T_d}{f_{yd} \ngtr 400\,MPa} = 36\ cm^2 \Rightarrow$$ coloco $18\phi 16 / 20cm$ ($36\ cm^2$)

$A_{,min\,geo} = 24\ cm^2$ ✓

sep max = 30 cm ✓

f)



g) $l_b = l_{bI} = m\phi^2 = 1{,}2\,(25\,mm)^2 = 750\,mm \nless \frac{f_{yk}}{20}\phi = 625\,mm$