

Curso: HORMIGÓN ESTRUCTURAL 1

Práctico 12 Cimentaciones

Santiago Laco(slaco@fing.edu.uy)

1^{er} Semestre - 2024

Universidad de la República - Uruguay

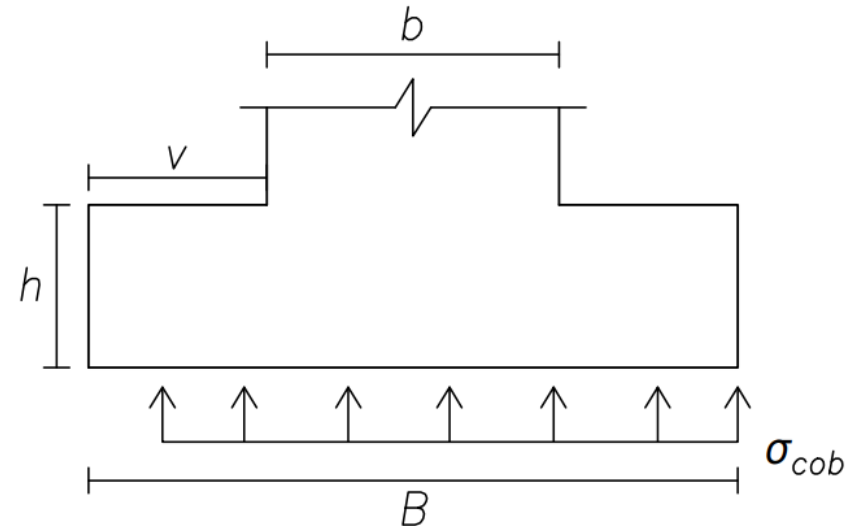
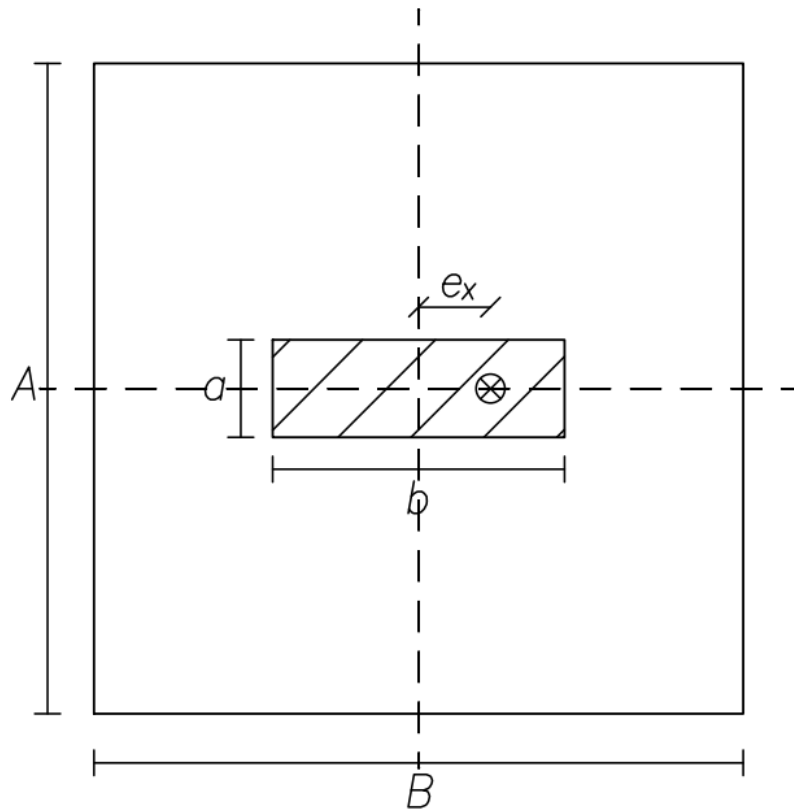


UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

Ejemplo: Zapata rígida

Diseñar una zapata cuadrada rígida para recibir la descarga de un pilar de dimensiones 0,30 m x 0,90 m (centrado).

Datos: $N_k = 1500 \text{ kN}$; $M_k = 90 \text{ kNm}$; $\sigma_{adm,terreno} = 0,40 \text{ MPa}$; $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $R.mec = 5 \text{ cm}$.



Ejemplo: Dimensionado geotécnico

$$e_x = \frac{M_{xk}}{N_k} = 0.06 \text{ m}; \quad e_y = \frac{M_{yk}}{N_k} = 0$$

Se busca el área equivalente o cobaricéntrica.

$$\sigma_{cob} = \frac{N_k}{\hat{A}_{cob}} \leq \sigma_{adm} \rightarrow \frac{1500 \text{ kN}}{0.4 \text{ MPa}} \leq \hat{A}_{cob} = A' \times B'$$

$$A' = A - 2e_y = A$$

$$B' = B - 2e_x = B - 2 \times 6 \text{ cm}$$

$$A = B \quad (\text{cuadrada})$$

$$\frac{1500 \text{ kN}}{0.4 \text{ MPa}} \leq A \times (A - 12 \text{ cm})$$

$$A \geq 199.7 \text{ cm}$$

¿Qué valor de A seleccionamos? Debemos tener en cuenta que estas ecuaciones no contemplan el peso de la zapata, por lo que probablemente $A = 200 \text{ cm}$ no sea suficiente.

Ejemplo: Dimensionado geotécnico

Regla general; elegir un número múltiplo de 5 cm o 10 cm, un poco mayor al hallado y verificar con el peso propio.

$$A = B = 210 \text{ cm}$$

Para realizar una zapata rígida:

$$v_{max} \leq 2h$$

Vuelo máximo se da en la dirección A:

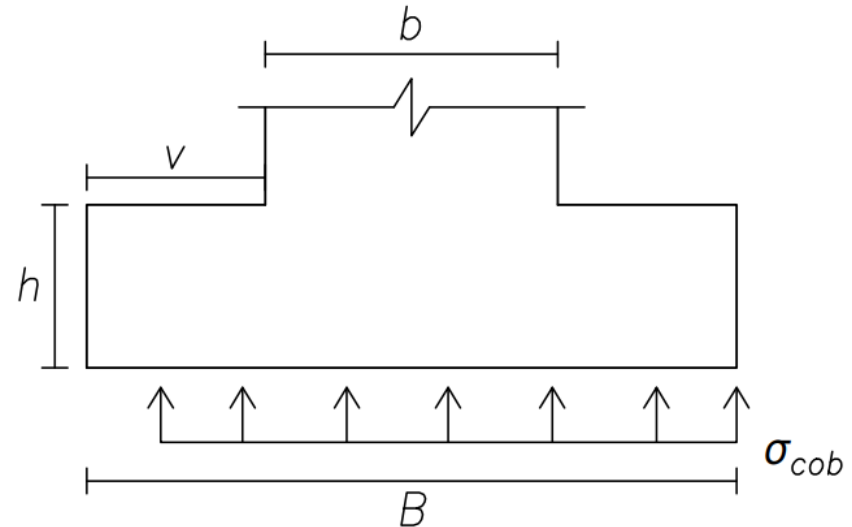
$$\frac{A - a}{2} = \frac{210 \text{ cm} - 30 \text{ cm}}{2} = 90 \text{ cm} \leq 2h$$

Para realizar una zapata rígida:

$$v_{max} \leq 2h$$

Vuelo máximo se da en la dirección A:

$$\frac{A - a}{2} = \frac{210 \text{ cm} - 30 \text{ cm}}{2} = 90 \text{ cm} \leq 2h \rightarrow h \geq 45 \text{ cm}$$



Ejemplo: Dimensionado geotécnico

Tomo $h = 50 \text{ cm}$ (elección del proyectista)

Se calcula el peso propio de la Zapata:

$$25 \frac{kN}{m^3} \times (2.10 \text{ m})^2 \times 0.50 \text{ m} = 55.13 \text{ kN}$$

Corregimos la tensión cobaricéntrica:

$$\sigma_{cob,corregida} = \frac{1500 \text{ kN} + 55.13 \text{ kN}}{210 \text{ cm} \times (210 \text{ cm} - 2 \cdot 6 \text{ cm})} = 0.37 \text{ MPa} < \sigma_{adm}$$

Ejemplo: Dimensionado estructural

Sin saber el origen de las cargas, de manera simplificada tomaremos:

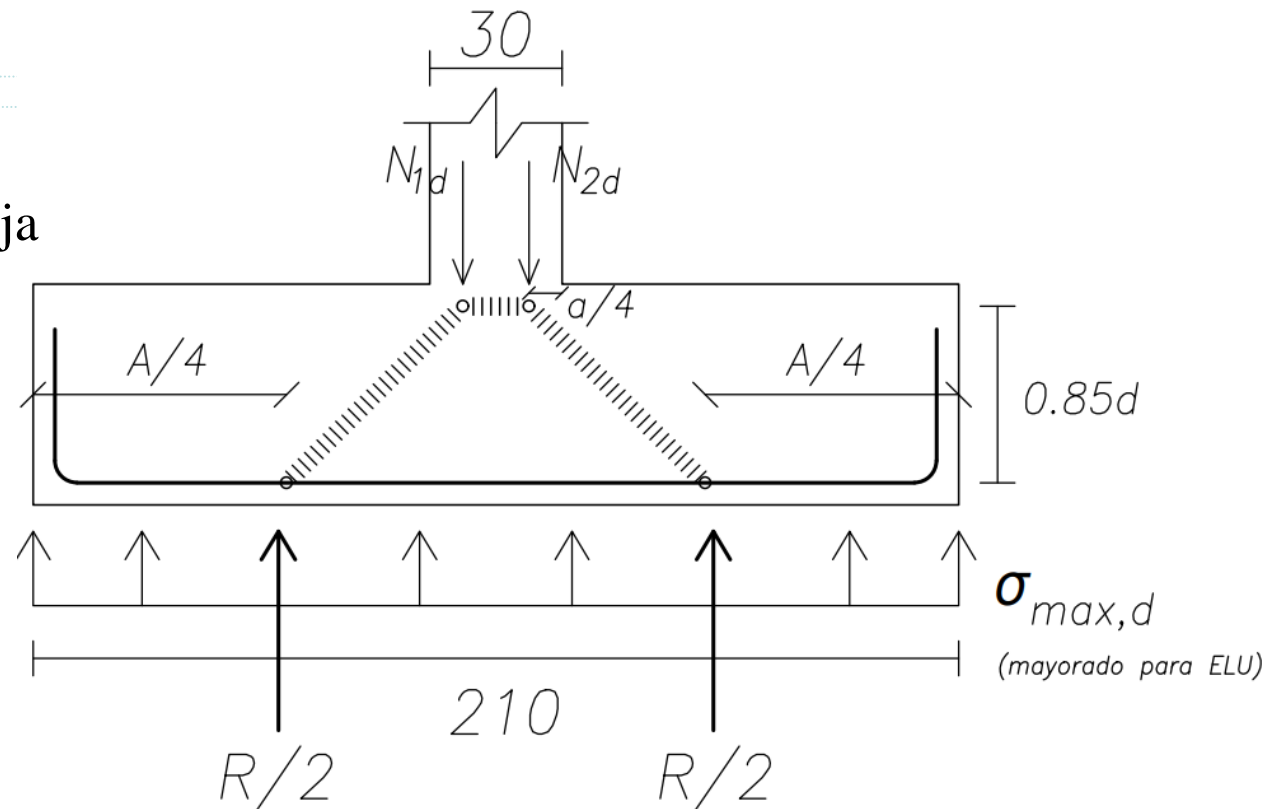
$$N_d = 1.5N_k = 2250 \text{ kN}$$
$$M_d = 1.5M_k = 135 \text{ kNm}$$

Porqué no incluimos el PP en N_d ?

Comenzando en el sentido de mayor volado (v_{max})

En este sentido de la carga baja centrada:

$$N_{1d} = N_{2d} = \frac{N_d}{2}$$
$$R = N_d$$



Ejemplo: Dimensionado estructural

$$\frac{T_d}{N_d/2} = \frac{\frac{A}{4} - \frac{a}{4}}{0.85d_1} \rightarrow T_d = \frac{2250 \text{ kN}}{2 \times 0.85 \times 45 \text{ cm}} \times \frac{210 \text{ cm} - 30 \text{ cm}}{4} = 1324 \text{ kN}$$

$$A_{s,nec} = \frac{T_d}{f_{yd}} = 33.1 \text{ cm}^2 \rightarrow 17\emptyset 16 \quad (34,19 \text{ cm}^2)$$

¿Entran en el ancho? Ancho útil es aproximadamente $210 \text{ cm} - 2 \times 5 \text{ cm} = 200 \text{ cm}$.

$sep \approx \frac{200 \text{ cm}}{16} = 12.5 \text{ cm}$, una separación razonable.

Ejemplo: Dimensionado estructural

En el sentido del volado pequeño
(v_{min})

En este sentido de la carga baja con
una excentricidad de $e = 6 \text{ cm} < \frac{B}{6}$,
ergo, cae dentro del núcleo central.

Se tendrá una distribución trapezoidal
de tensiones.

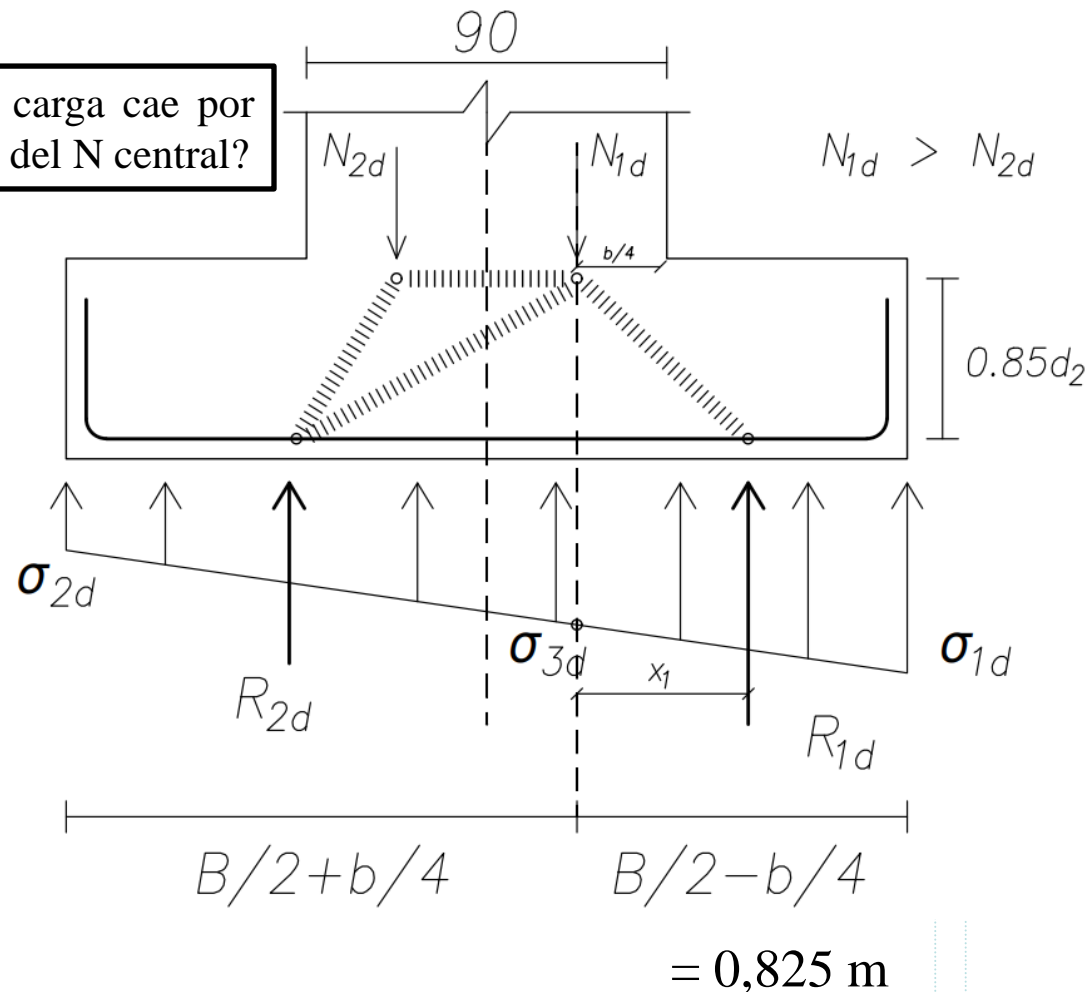
$$\text{Área} = (2,10 \text{ m})^2 = 4.41 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{(2,10 \text{ m})^3}{6} = 1.544 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{1d} = \frac{N_d}{A} + \frac{M_d}{W} = 0.60 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{2d} = \frac{N_d}{A} - \frac{M_d}{W} = 0.42 \text{ MPa}$$

Si la carga cae por
fuera del N central?



Ejemplo: Dimensionado estructural

Haciendo equilibrio:

$$\frac{T_d}{R_{1d}} = \frac{x_1}{0,85d_2}$$

$$y_{G,Trapezio} = \left(\frac{h}{3}\right) \times \frac{B + 2b}{B + b}$$

Medido desde la base mayor

Interpolando:

$$\sigma_{3d} = 0.53 \text{ MPa}$$

Luego:

$$R_{1d} = \frac{(\sigma_{3d} + \sigma_{1d}) \times 0,825 \text{ cm} \times 2,10 \text{ cm}}{2} = 979 \text{ kN}$$

$$x_1 = 82,5 \text{ cm} - \left(\frac{82,5}{3} \times \frac{\sigma_{1d} + 2\sigma_{3d}}{\sigma_{1d} + \sigma_{3d}}\right) = 42,1 \text{ cm}$$

$$d_2 = 50 \text{ cm} - 5 \text{ cm} - 1,6 \text{ cm} = 43.4 \text{ cm}$$

$$T_d = \frac{R_{1d} \cdot x_1}{0.85 \cdot d_2} = 1117 \text{ kN} \rightarrow A_{s,nec} = 27,93 \text{ cm}^2 \rightarrow 14\emptyset 16 \text{ (} 28.15 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Ejemplo: Dimensionado estructural

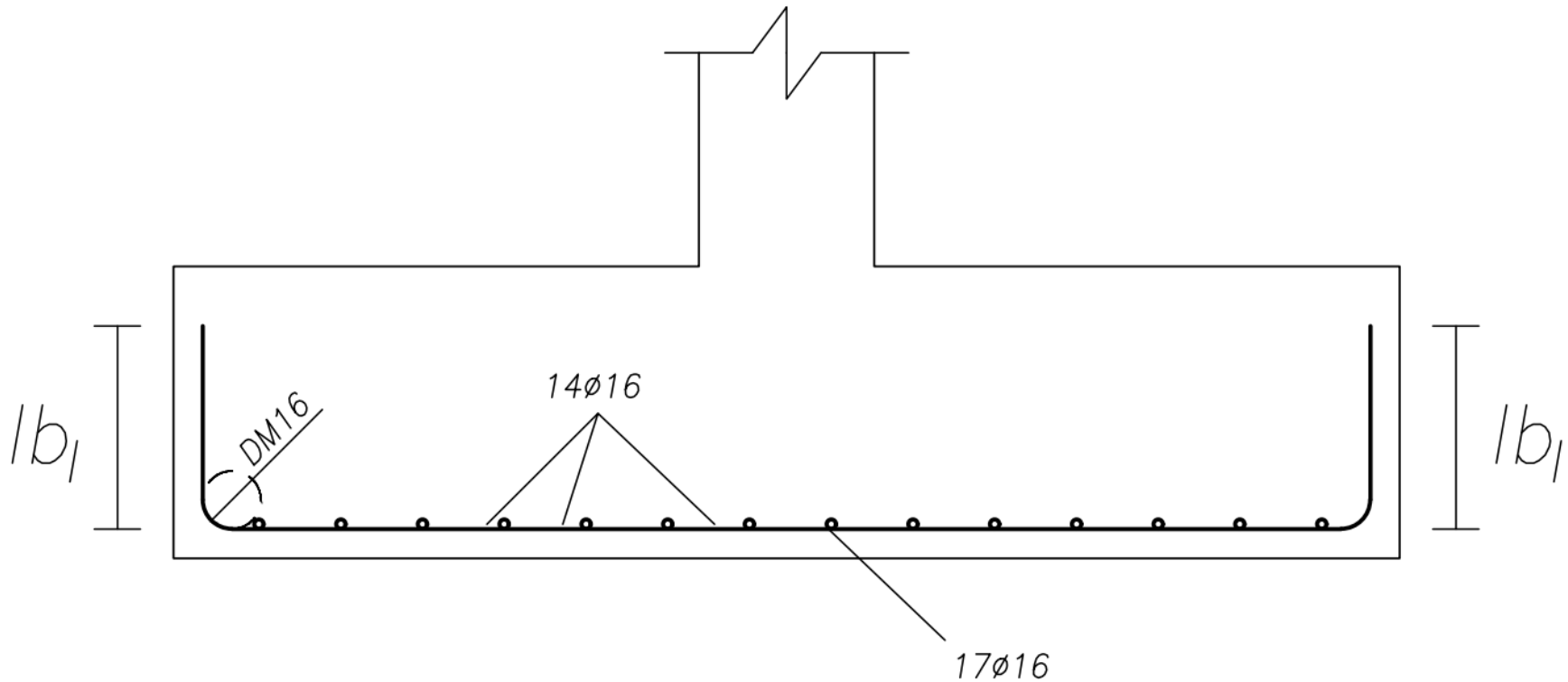
Cuantía geométrica mínima:

- $\rho \geq 1\text{‰}$ ($f_{yk} = 400 \text{ MPa}$)
- $\rho \geq 0,9\text{‰}$ ($f_{yk} = 500 \text{ MPa}$)

Para nuestro caso:

$$A_{s,geom} = \frac{0,9}{1000} \times 210 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 9,45 \text{ cm}^2 \leq 28,15 \text{ cm}^2 \leq 34,19 \text{ cm}^2$$

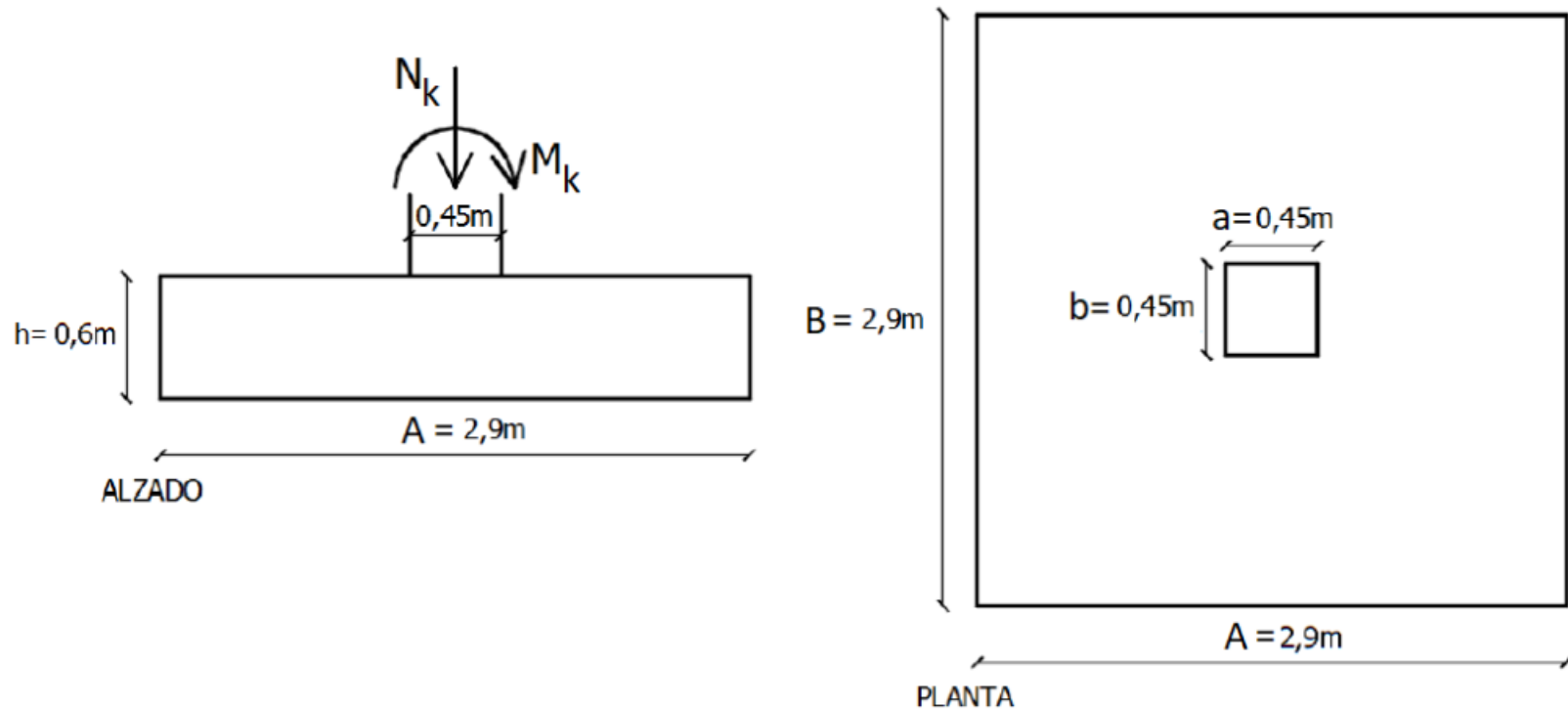
Ejemplo: Alzado



$$DM\emptyset 16 = 12 \times 16 \text{ mm} = 192 \text{ mm}$$

$$l_{b_I}(\emptyset 16) = 400 \text{ mm (entra en la altura)}$$

Resumen: Zapata flexible



$$v_{max} > 2h \rightarrow \text{ZAPATA FLEXIBLE}$$

Resumen: Zapata flexible

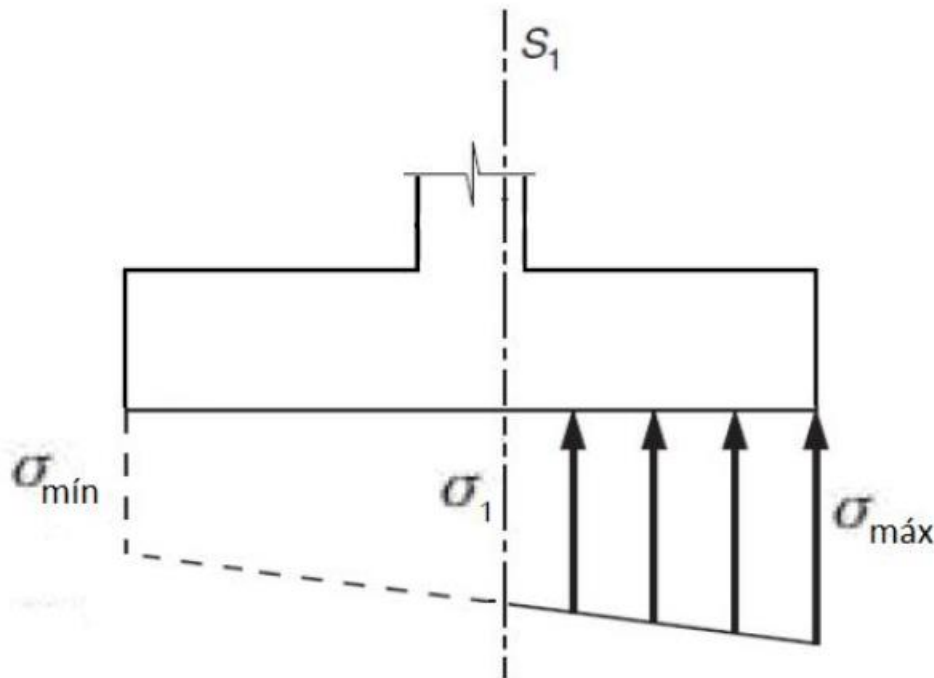


Figura 2: Alzado de zapata indicando sección S_1 ubicada $0,15a$ desde el borde del pilar.

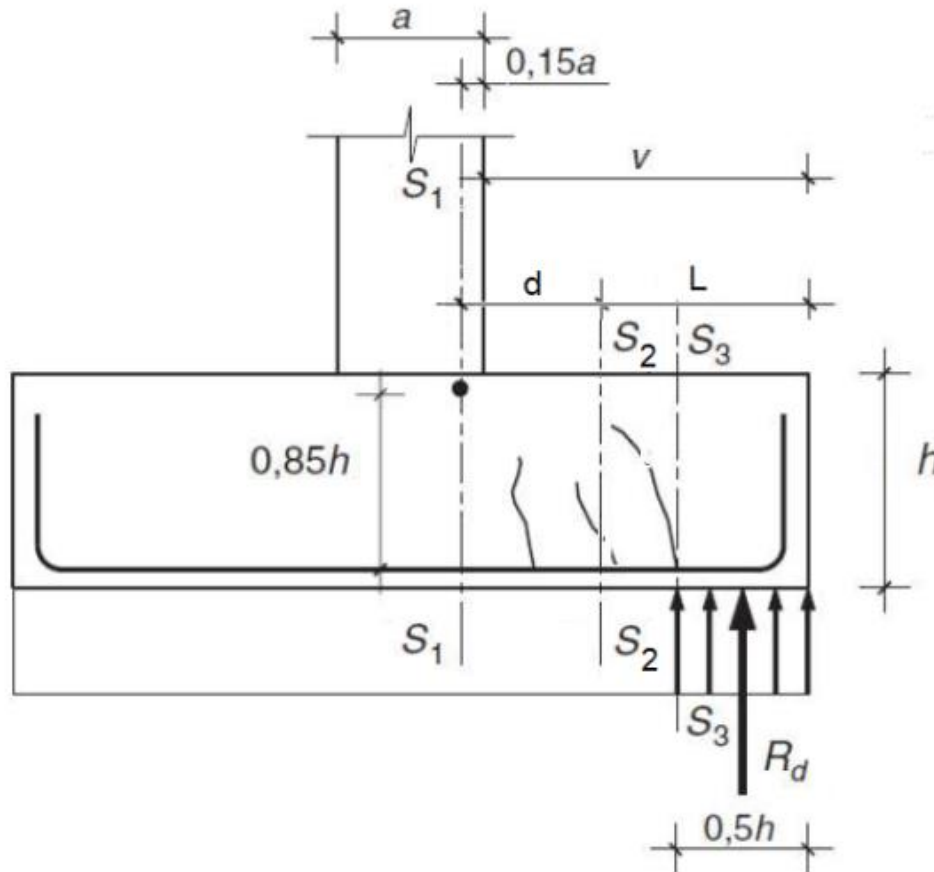
Todas las tensiones se hallan de manera equivalente a la vista en el ejemplo anterior. Notar que S_1 no es igual a su equivalente en zapatas rígidas.

M_{d1} se halla realizando equilibrio hacia la derecha de S_1 . (luego, ecs. Adim.)

Cuantías geométricas

M_{d2} será el momento a cubrir en la dirección opuesta y se halla de la misma manera pero teniendo en cuenta que la distribución de tensiones es constante y tiene forma de trapecio.

Resumen: Zapata flexible



El anclaje se debe verificar desde las secciones S_2 y S_3 .

Qué pasa si S_2 no verifica?

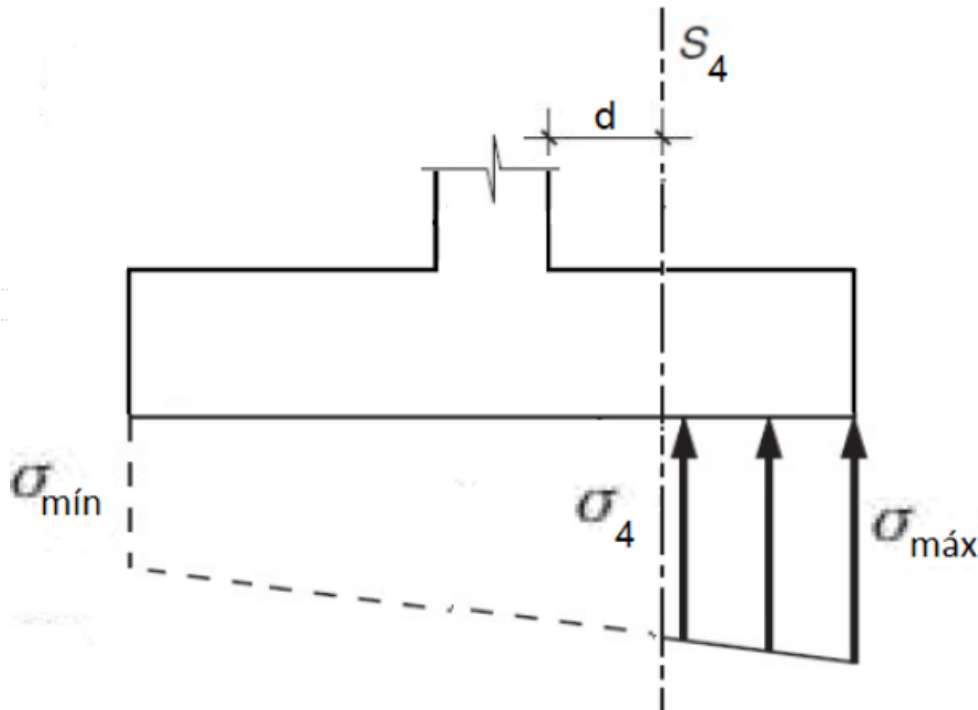
En la sección S_2 se debe verificar si entra el anclaje en L (lb al menos).

En la sección S_3 se ancla la armadura con una longitud neta, considerando $A_{snec} = T_d/f_{yd}$.

$$T_d = R_d \frac{v_A + 0,15 \times a - 0,25 \times h}{0,85 \times h}$$

R_d se halla considerando la tensión admisible del terreno mayorada (1,45) Y una distribución constante.

Resumen: Zapata flexible

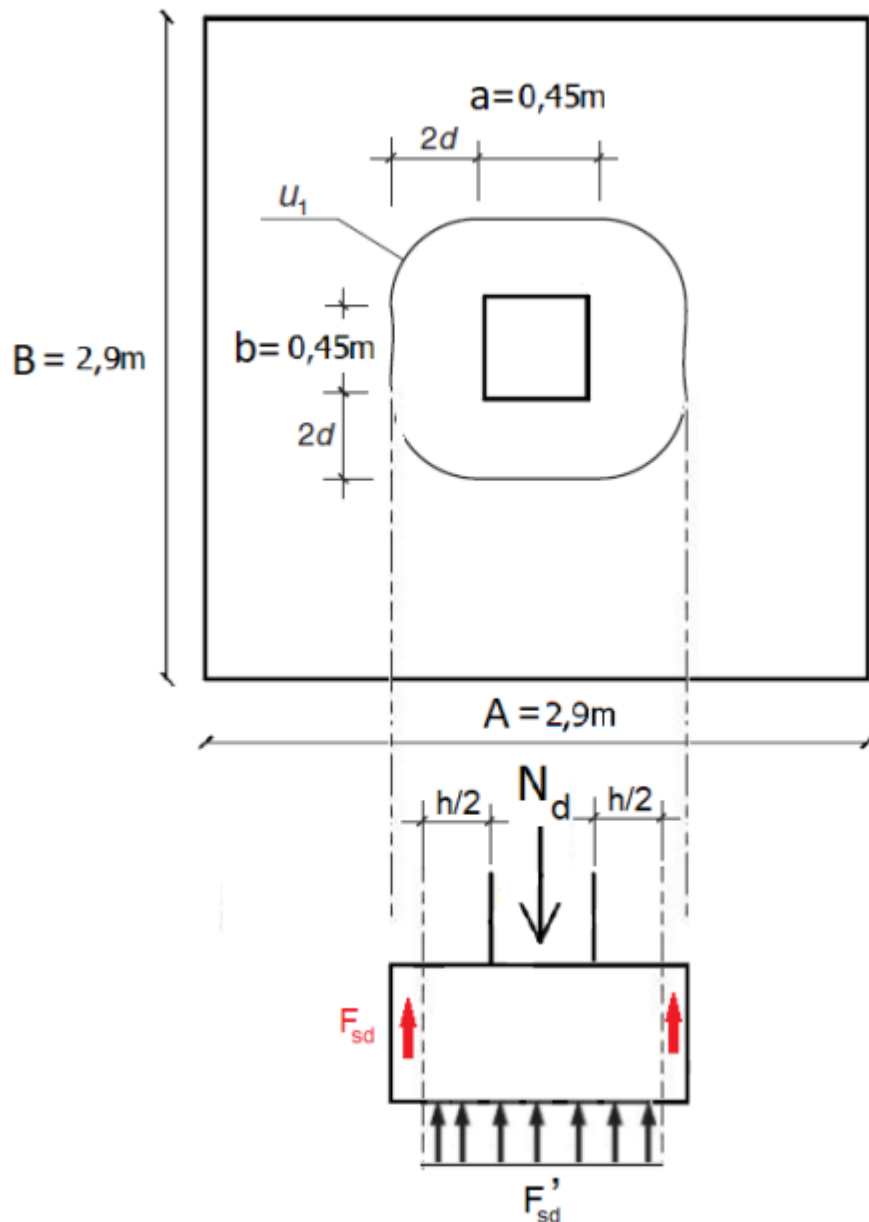


Para el cortante, se debe realizar la verificación desde la sección S_4 .

El cortante en esta sección será la resultante vertical de las tensiones.

Queremos que sea capaz de llevarlo solamente el hormigón.

Resumen: Zapata flexible



Para el punzonado, se debe verificar la sección crítica a una distancia $2d$ del perímetro del soporte.

La verificación a realizar es la siguiente:

$$\frac{F_{sd} \times \beta}{u_1 \times d} \leq \tau_{rd}$$

β factor que considera la excentricidad.

F_{sd} es la descarga del soporte (N_d) menos la resultante del suelo dentro de un perímetro concéntrico al anterior, pero de radio $h/2$.

u_1 es el perímetro a $2d$ de distancia, ilustrado en la figura.

Simplificación: $F_s = N_d$ (no real pero seguro)

This is the end

