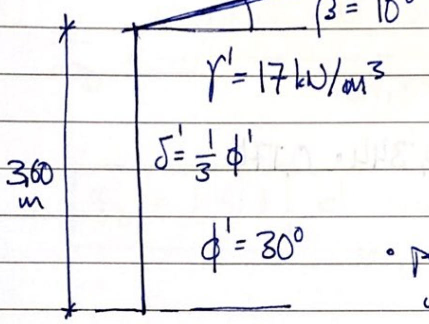


1) calculo del empuje

$\sigma'_v = \sigma_v = 17\ kN/m^3 \cdot 3{,}60 m = 61{,}20\ kN/m^2$

• para el cálculo de K_{ah} no podemos usar la teoría de Rankine ya que el terreno no es horizontal y además debe considerarse el rozamiento muro-terreno; tenemos que emplear, en su lugar, la teoría de Coulomb.

• empleando la tabla facilitada:

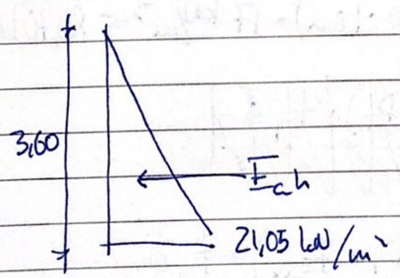
$\phi' = 30°$; $\delta' = +10°$; $\alpha = 0°$; $\beta = 10°$

$K_{ah} = 0{,}344$

• el empuje ~~activo~~ unitario

$e_{ah} = K_{ah} \cdot \sigma'_v = 0{,}344 \cdot 61{,}20\ kN/m^2 = 21{,}05\ kN/m^2$

y el empuje ~~unitario~~ total



$E_{ah} = e_{ah} \cdot \frac{h}{2} =$

$= 21{,}05\ kN/m^2 \cdot \frac{3{,}60 m}{2} \cdot 1m$

ancho de tramo de muro

$\boxed{E_{ah} = 37{,}89\ kN}$

2) cálculo de la componente vertical del empuje:

$$K_{av} = K_{ah} \cdot \text{sen}\,(\alpha + \delta)$$

$$K_{av} = 0{,}344 \cdot \text{sen}\,(0 + 10^\circ) = 0{,}344 \cdot 0{,}174$$

$$\rightarrow K_{av} = 0{,}06$$

$$e_{av} = \sigma'_v \cdot K_{av} = 61{,}20\ kN/m^2 \times 0{,}06 = 3{,}67\ kN/m^2$$

$$E_{av} = e_{av} \cdot h/2 = 3{,}67\ kN/m^2 \cdot \frac{3{,}60}{2} m \cdot (1m) = 6{,}61\ kN$$

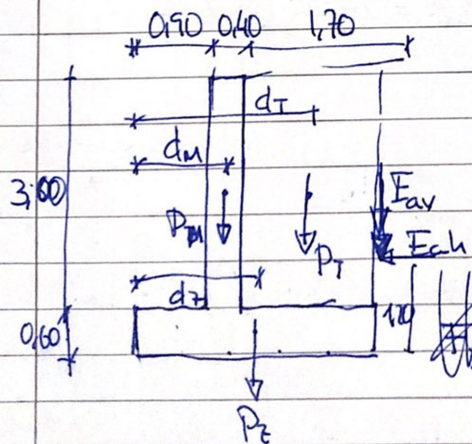
$E_{av} = 6{,}61$ kN el empuje vertical tiene una magnitud pequeña, pero puede no ser despreciable en el cálculo de la estabilidad.

3) cálculo de estabilidad del muro: deslizamiento

$$\delta_{zap.} = 20^\circ \left(\tfrac{2}{3}\phi'\right)$$

$$tg\,\delta = 0{,}364$$

$$P_m = (0{,}40\,m \cdot 3{,}00\,m \cdot 1m) \cdot 25\ kN/m^3 = 30\ kN$$



$$P_Z = (0{,}60 \cdot 3{,}00 \cdot 1m) \cdot 25\ kN/m^3 = 45\ kN$$

$$P_T = (1{,}70 \cdot 3{,}00 \cdot 1{,}0m) \cdot 17\ kN/m^3 = 86{,}70\ kN$$

$$F_D = \frac{(P_m + P_Z + P_T + E_{av}) \cdot tg\,\delta}{E_{ah}}$$

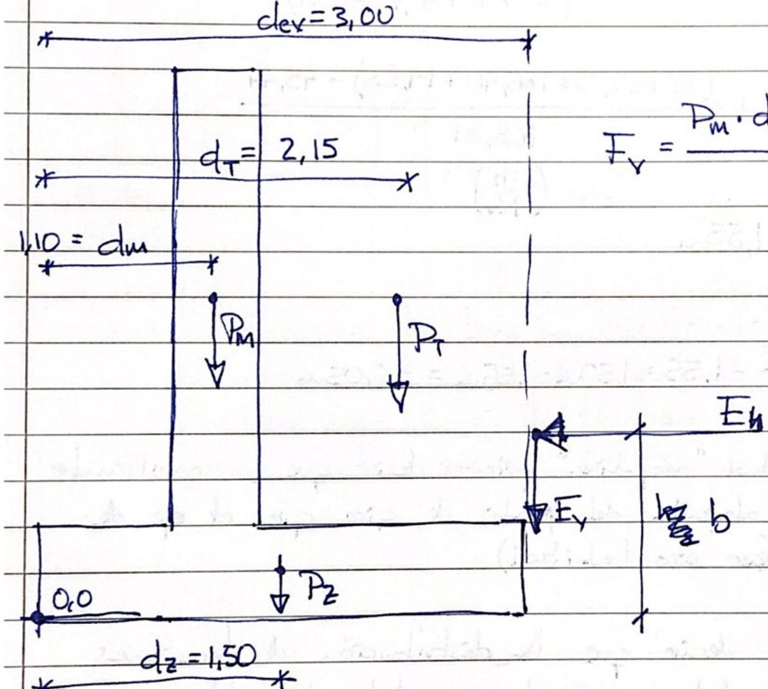
* en esta ocasión incluimos la comp. vertical del empuje en el cálculo

$$F_D = \frac{(30 + 45 + 86,70 + 6,61) \cdot 0,364}{37,89} = \frac{61,26}{37,89} = 1,617$$

$\boxed{F_D = 1,617}$ el muro tiene un coeficiente de seg. frente a deslizamiento suficiente

4) cálculo frente vuelco

$$F_V = \frac{P_M \cdot d_m + P_Z \cdot d_Z + P_T \cdot d_T + E_{av} \cdot d_v}{E_H \cdot b}$$



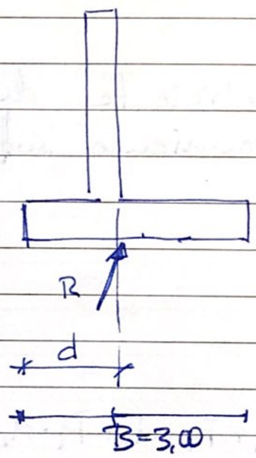
$$F_v = \frac{30\,kN \cdot 1,10m + 45\,kN \cdot 1,50m + 86,70\,kN \cdot 2,15m + 6,61\,kN \cdot 3m}{37,89\,kN \cdot 1,20m} =$$

$$= \frac{33 + 67,50 + 186,40 + 19,83}{45,47} = \frac{306,73}{45,47} = 6,75$$

$\boxed{F_v = 6,75}$ no presenta ningún riesgo frente a vuelco, el margen de seguridad es ampliamente mayor que frente a deslizamiento.

5) Tensiones

Resultante



$$d = \frac{P_M \cdot d_M + P_Z \cdot d_Z + P_T \cdot d_T + E_{av} \cdot d_v - E_{ah} \cdot b}{(P_M + P_Z + P_T + E_{av})}$$

$$d = \frac{30 \cdot 1,10 + 45 \cdot 1,50 + 86,70 \cdot 2,15 + 6,61 \cdot 3 - 37,89 \cdot 1,20}{(30 + 45 + 86,70 + 6,61)}$$

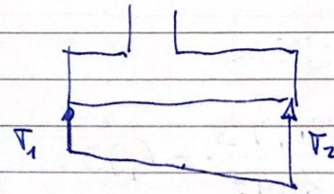
$$d = \frac{(33 + 67,50 + 186,40 + 19,83) - 45,47}{\underset{\left(\underset{R_v}{\shortparallel}\right)}{168,31}}$$

$$d = \frac{261,26}{168,31} = 1,55m$$

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3,00}{2} - 1,55 = 1,50m - 1,55m = -0,05m$$

→ la excentricidad "negativa" quiere decir que la resultante está más alejada del punto de giro que el eje de la zapata (caso poco habitual)

~~Es~~ esto quiere decir que la distribución de tensiones será trapezoidal, mayor hacia el trasdós del muro



$\sigma_2 > \sigma_1$

$$\sigma_1 = \frac{R_v}{B}\left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

$$\sigma_2 = \frac{R_v}{B}\left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

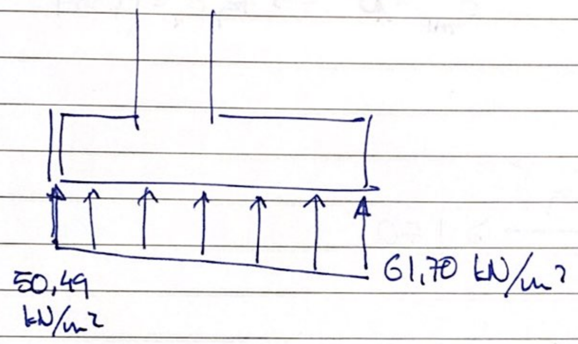
$$R_v = P_M + P_Z + P_T + E_{av} = 168,31 kN$$

$$\frac{R_v}{B} = \frac{168,31 \text{ kN}}{3m \cdot (1m)} = 56,10 \text{ kN}$$

$$\frac{e}{B} = \frac{6 \times 0{,}05}{3{,}00} = \frac{0{,}30}{3{,}00} = 0{,}10$$

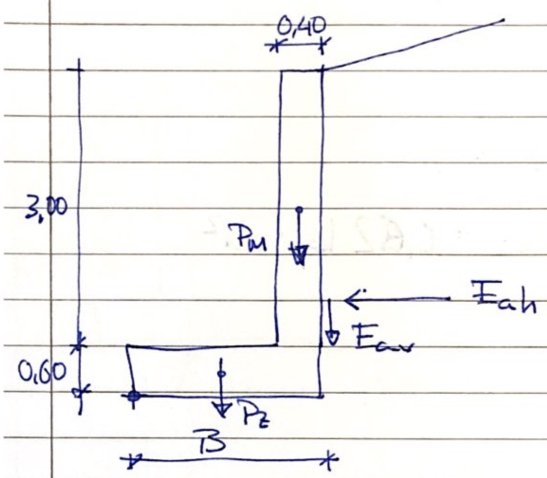
$$\sigma_1 = 56{,}10\,(1 - 0{,}10) = 50{,}49 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 56{,}10\,(1 + 0{,}10) = 61{,}70 \text{ kN/m}^2 = 0{,}62 \text{ kg/cm}^2$$



* si comparamos la tensión resultante en la base del muro con la tensión vertical (61,20 kN/m², ver ap.1) podemos ver cómo la tensión sobre el terreno apenas varía, siendo incluso menor en el intradós

6) zapata con puntera (sin talón)



igual que en anterior:

$P_M = 30$ kN

$E_{av} = 6{,}61$ kN

$E_{ah} = 37{,}89$ kN

$\delta'_{ZAP} = 20° \rightarrow tg\,\delta'_Z = 0{,}364$

$$F_D = \frac{(P_M + P_Z + E_{av}) \cdot tg\,\delta}{E_{ah}} \geq 1{,}50$$

la incógnita es P_Z

$$(P_M + P_Z + E_{av}) \geq \frac{1{,}50 \cdot E_{ah}}{tg\,\delta}$$

$$P_Z \geq \frac{1{,}50 \cdot E_{ah}}{tg\,\delta} - (P_M + E_{av})$$

$$P_Z \geq \frac{1{,}50 \cdot 37{,}89\,kN}{0{,}364} - (30\,kN + 6{,}61\,kN) \geq 156{,}14\,kN - 36{,}61\,kN$$

$\boxed{P_Z \geq 119{,}53\ kN}$ $\qquad P_Z = [B \cdot 0{,}60\,m \cdot (1\,m)] \cdot \gamma_{HORM}$

$$P_Z = B \cdot 0{,}60 \cdot 25 \geq 119{,}53\ kN$$

$$B \geq \frac{119{,}53\ kN}{0{,}60\,m \cdot 25\,\frac{kN}{m^3}} \geq 7{,}97\,m$$

$\boxed{B \geq 7{,}97\,m}$ el ancho de la zapata sería más del doble del propio muro, habría que pensar en otro criterio para evitar el deslizamiento