

Auxiliar N° 6: Geotecnia - Primavera 2011

Tensiones en una masa de suelo.

Resumen

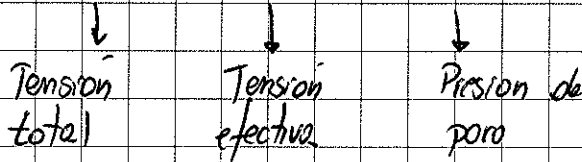
→ Tensión vertical  $\sigma_v = \gamma \cdot z$

→ Tensión horizontal  $\sigma_H = k_0 \cdot \gamma \cdot z$   $k_0 = \frac{\sigma_H}{\sigma_v}$  (T. efectivas)

→ Presión de poro  $u = \gamma_w \cdot z$

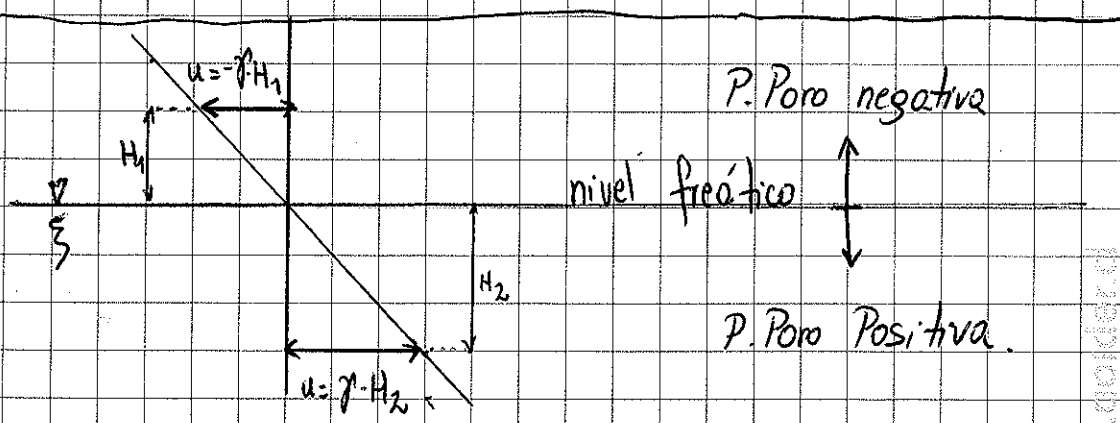
"Principio de tensiones efectivas"

$$\sigma = \sigma' + u$$



→ Capilaridad (Tensión superficial)

Ocurre en suelos sobre la napa freática, se "absorve" agua hasta cierta altura



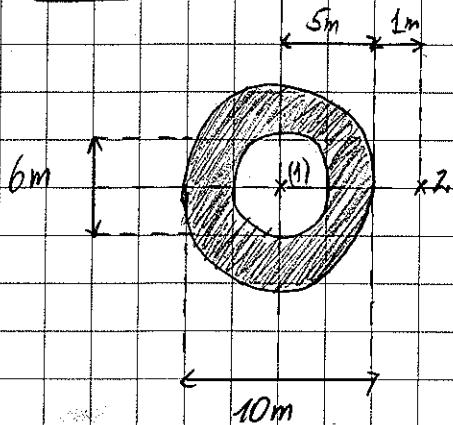
P11 Para la fundación de la figura, calcule:

a) Tensiones totales y efectivas, verticales y horizontales y presiones de poro en las ptas. A, B, C y D. para el caso geostático.

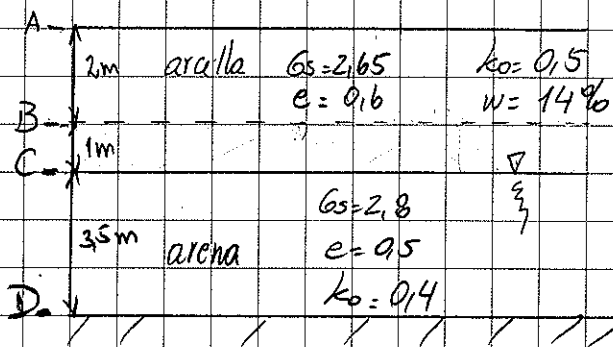
Notar que el estrato entre B y C está saturado por capilaridad.

b) Incremento de tensiones en C en los puntos 1 y 2, debido a la fundación en forma de orilla de  $q = 5 \text{ t/m}^2$  como muestra la figura.

Vista Planta.



Perfil:



Sol1

a) arcilla: Suelo húmedo:  $\gamma_t = \frac{G_s(1+w)}{1+e} \gamma_w = \frac{2.65(1+0.14)}{1+0.6} = 1.89 \text{ t/m}^3$

Suelo saturado:  $\gamma_{sat} = \frac{(G_s + e)}{1+e} \gamma_w = \frac{2.65 + 0.6}{1+0.6} = 2.03 \text{ t/m}^3$   
(capilaridad)

arena:

$$\gamma_{sat} = \frac{(G_s + e)}{1+e} \gamma_w = \frac{(2.8 + 0.5)}{1+0.5} \cdot 1 = 2.2 \text{ t/m}^3$$

Tensiones verticales:

$$A: \sigma_v(z=0) = 1,89 \cdot 0 = 0 \text{ t/m}^2$$

$$B: \sigma_v(z=2) = 0 + 2 \cdot 1,89 = 3,78 \text{ t/m}^2$$

$$C: \sigma_v(z=3) = 3,78 + 1 \cdot 2,03 = 5,81 \text{ t/m}^2$$

$$D: \sigma_v(z=6,5) = 5,81 + 3,5 \cdot 2,2 = 13,51 \text{ t/m}^2$$

Presión de poro:

$$A: u(z=0) = 0$$

$$B: u(z=2) = -1,0 \text{ t/m}^2$$

$$C: u(z=3) = 0 \text{ t/m}^2$$

$$D: u(z=6,5) = 3,5 \text{ t/m}^2$$

Tensiones verticales efectivas

$$A: \sigma_v'(z=0) = 0 - 0 = 0 \text{ t/m}^2$$

$$B: \sigma_v'(z=2) = 3,78 - (-1,0) = 4,78 \text{ t/m}^2$$

$$C: \sigma_v'(z=3) = 5,81 - 0 = 5,81 \text{ t/m}^2$$

$$D: \sigma_v'(z=6,5) = 13,51 - 3,5 = 10,01 \text{ t/m}^2$$

Tensiones horizontales efectivas

$$A: \sigma_H'(z=0) = 0 \cdot 0,5 = 0 \text{ t/m}^2$$

$$B: \sigma_H'(z=2) = 4,78 \cdot 0,5 = 2,39 \text{ t/m}^2$$

$$C (+) \sigma_H'(z=3) = 5,81 \cdot 0,5 = 2,91 \text{ t/m}^2$$

$$C (-) \sigma_H'(z=3) = 5,81 \cdot 0,4 = 2,32 \text{ t/m}^2$$

$$D: \sigma_H'(z=6,5) = 10,01 \cdot 0,4 = 4,0 \text{ t/m}^2$$

Tensiones horizontales totales

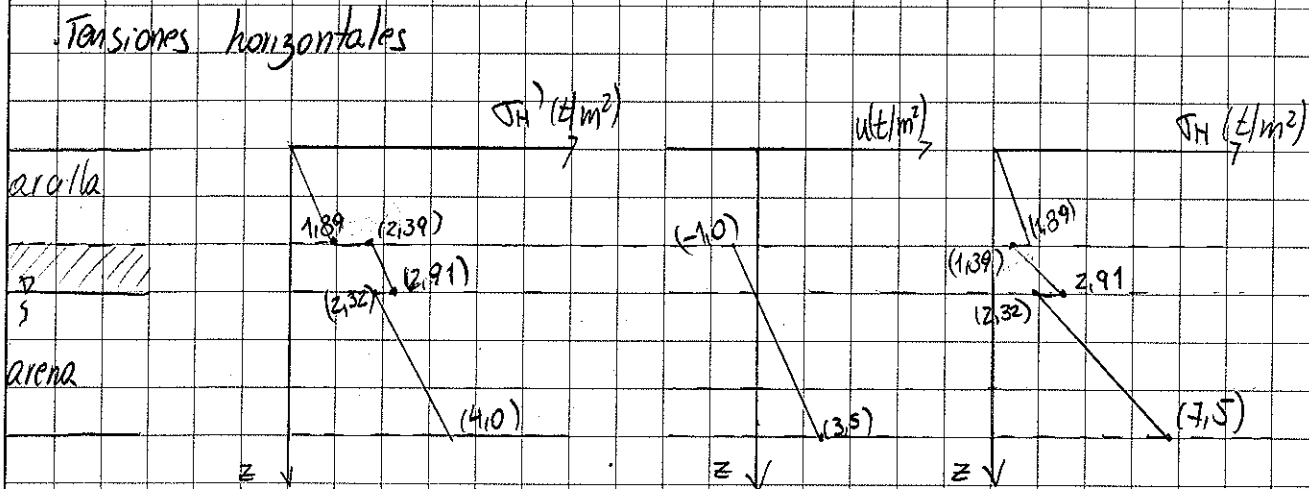
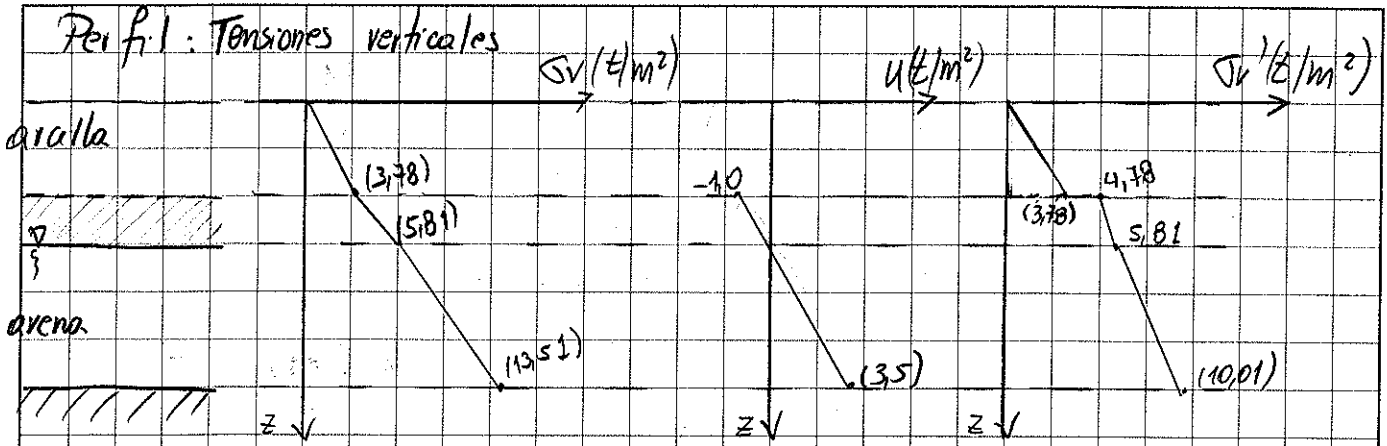
$$A: \sigma_H(z=0) = 0 + 0 = 0 \text{ t/m}^2$$

$$B: \sigma_H(z=2) = 2,39 + (-1,0) = 1,39 \text{ t/m}^2$$

$$C (+) \sigma_H(z=3) = 2,91 + 0 = 2,91 \text{ t/m}^2$$

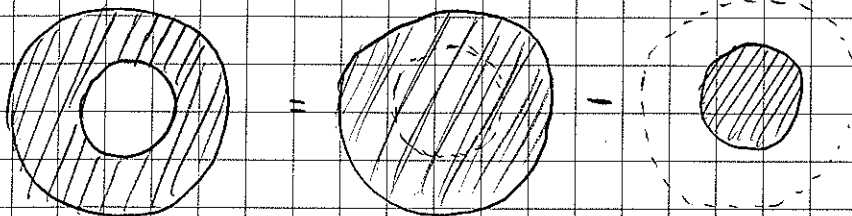
$$C (-) \sigma_H(z=3) = 2,32 + 0 = 2,32 \text{ t/m}^2$$

$$D: \sigma_H(z=6,5) = 4,0 + 3,5 = 7,5 \text{ t/m}^2$$



b) Zapote circular (anillo).

Del gráfico para zapotes circulares (fig. 8.4) se debe calcular el incremento de tensión producido de uno zapote circular de  $d = 10$  m menos uno zapote de diámetro  $d = 6$  m.



Para una prof  $z = 3\text{m}$

Pto 1 (en el centro del anillo)

→ Zapata externa

$$x=0 \quad R=5$$

$$\frac{x}{R} = 0$$

$$\frac{z}{R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\frac{\Delta\sigma_v}{\Delta\sigma_s} = 0,85 \Rightarrow \Delta\sigma_v = 0,85 \cdot 5 = 4,25 \text{ €/m}^2$$

→ Zapata interna

$$x=0 \quad R=3$$

$$\frac{x}{R} = 0$$

$$\frac{z}{R} = \frac{3}{3} = 1,0$$

$$\frac{\Delta\sigma_v}{\Delta\sigma_s} = 0,65 \Rightarrow \Delta\sigma_v = 0,65 \cdot 5 = 3,25 \text{ €/m}^2$$

$$\Rightarrow \Delta\sigma_v (z=3\text{m}) = 4,25 - 3,25 = 1,0 \text{ €/m}^2$$

Pto 2 (a un metro del borde de la zapata)

Zapata externa

$$x=6 \quad R=5$$

$$\frac{x}{R} = \frac{6}{5} = 1,2$$

$$\frac{z}{R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\frac{\Delta\sigma_v}{\Delta\sigma_s} = 0,43 \Rightarrow \Delta\sigma_v = 0,43 \cdot 5 = 2,15 \text{ €/m}^2$$

Zapata interna

$$x=6 \quad R=3$$

$$\frac{x}{R} = \frac{6}{3} = 2,0$$

$$\frac{z}{R} = \frac{3}{3} = 1,0$$

$$\frac{\Delta\sigma_v}{\Delta\sigma_s} = 0,14 \Rightarrow \Delta\sigma_v = 0,14 \cdot 5 = 0,7 \text{ €/m}^2$$

Finalmente, en el Pto Z,  $\Delta S_v = 2,15 - 0,7 = 1,45 \text{ €/m}^2$

## Flujo de Agua en suelo

Energía de un pto del fluido en movimiento se define como:

Carga Hidráulica  $H = h_e + h_p + \frac{v^2}{2g}$  (los flujos son muy lentos)

$\downarrow$  carga total       $\downarrow$  carga (altura) de elevación       $\downarrow$  carga (altura) de presión       $\rightarrow$  carga de velocidad (altura)

Fluidos reales como el agua, no son perfectos, cualquier obstáculo que se oponga al flujo entre 2 puntos genera una PERDIDA DE CARGA,  $\Delta H$ .

Permeabilidad: "Facilidad con que un fluido se mueve a través de un medio poroso."

arcillos  $\rightarrow k \sim 1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$

arenas  $\rightarrow k \sim 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s}$

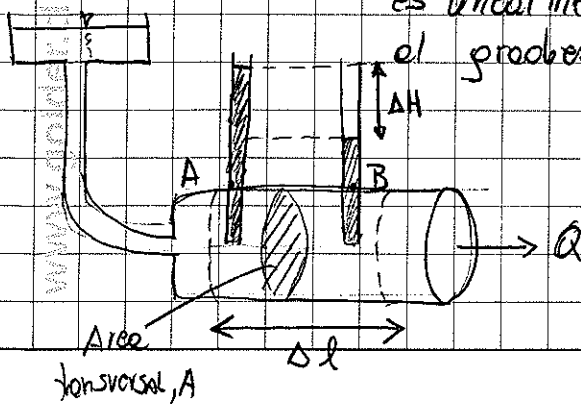
gravas  $\rightarrow k \sim 1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^0 \text{ cm/s}$

"Ley de Darcy": El caudal que atraviesa un permeámetro es linealmente proporcional a la sección y al gradiente hidráulico

$$Q = k \cdot i \cdot A$$

$$i = \frac{\Delta H}{\Delta l}$$

$\Delta H$ : Diferencia de Potencial entre A y B.



Darcy: - Asume flujo laminar (líneas de flujo no se cruzan)  
 - Asume que el agua pasa por toda la sección del área A. Sin embargo el agua solo pasa por los poros del suelo.

### Velocidad real y velocidad de Darcy

$$v_{\text{Darcy}} = V = ki$$

$$Q = v_{\text{Darcy}} \cdot A_{\text{Darcy}} = v_{\text{real}} \cdot A_{\text{real}}$$

$$A_{\text{Darcy}} = A_{\text{TOTAL}}$$

$$v_{\text{Darcy}} \cdot A_{\text{TOTAL}} = v_{\text{real}} \cdot A_{\text{poros}}$$

$$v_{\text{Darcy}} = v_{\text{real}} \cdot \frac{A_{\text{poros}}}{A_{\text{TOTAL}}} = v_{\text{real}} \cdot n$$

### Tipos de flujo:

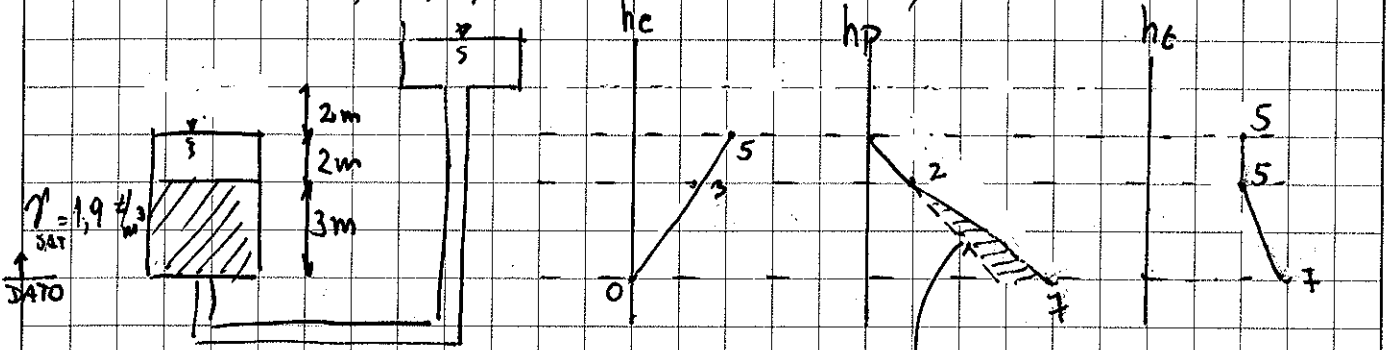
→ Flujo Descendente: Dirección del flujo <sup>es</sup> favorable a la gravedad.  
 ⇒ No hay <sup>Tensiones</sup> efectivas NULAS

→ Flujo Ascendente: Dirección del flujo es en CONTRA de la gravedad

⇒ Existe un pto crítico en <sup>en</sup> que el suelo se podrían producir tensiones efectivas NULAS.

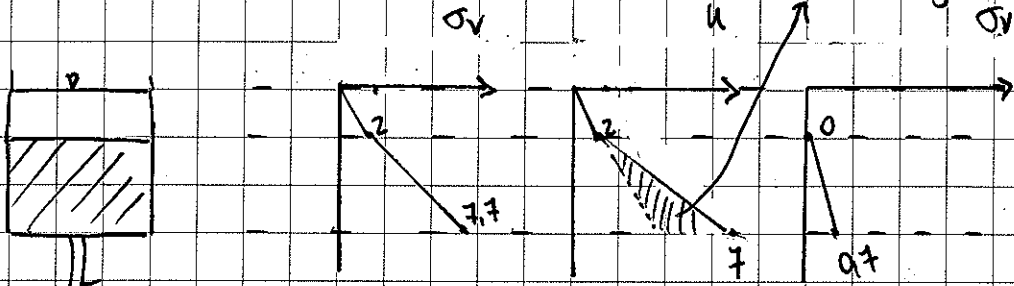
A esto se le llama ebullición.

P1) Colocle  $h_c$ ,  $h_p$ ,  $h_t$  además de  $\sigma_v$ ,  $u$ ,  $\sigma_v'$



Tensiones:

Diferencia con respecto a  
No tener flujo  $\sigma_v'$



→ (Flujo ascendente)