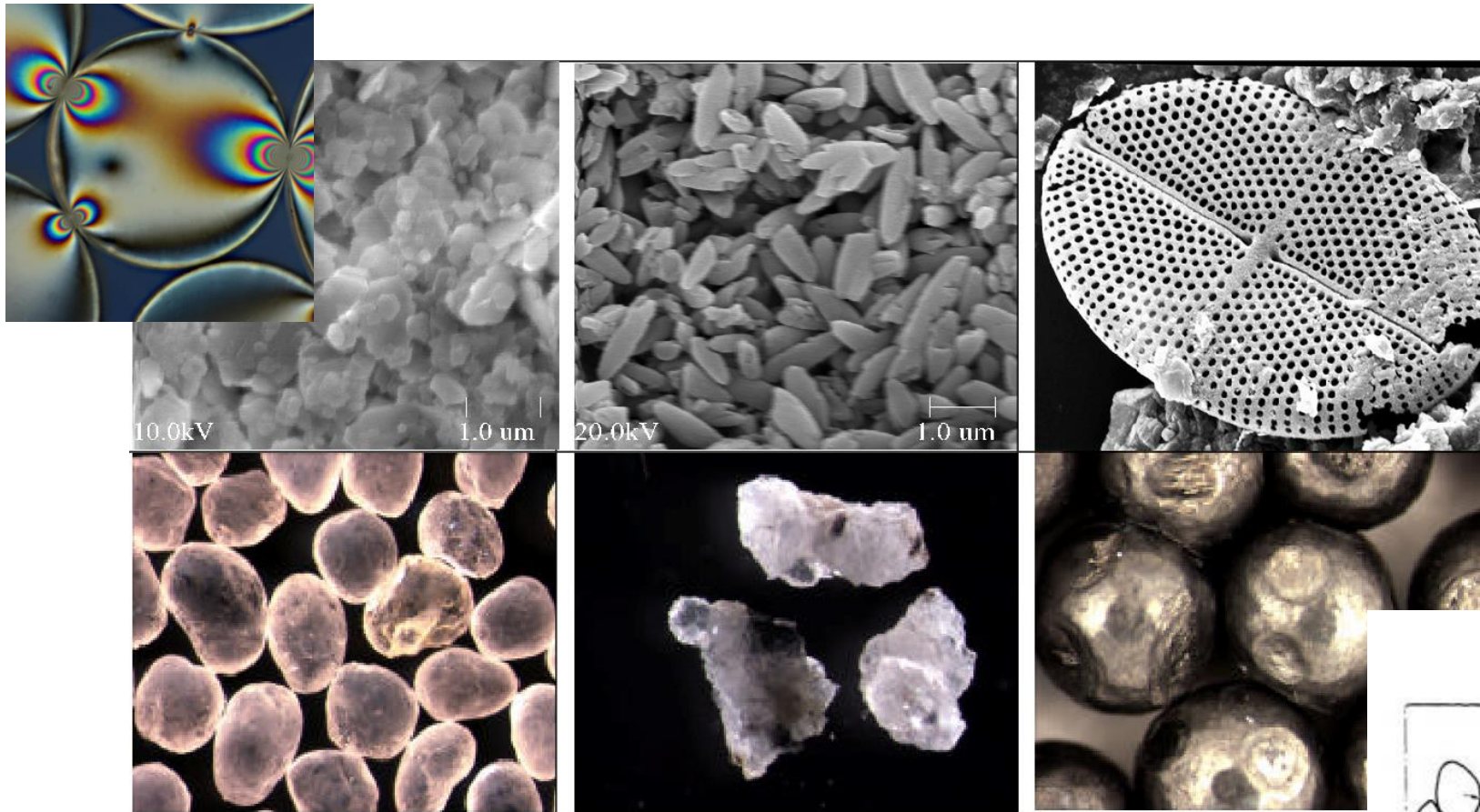


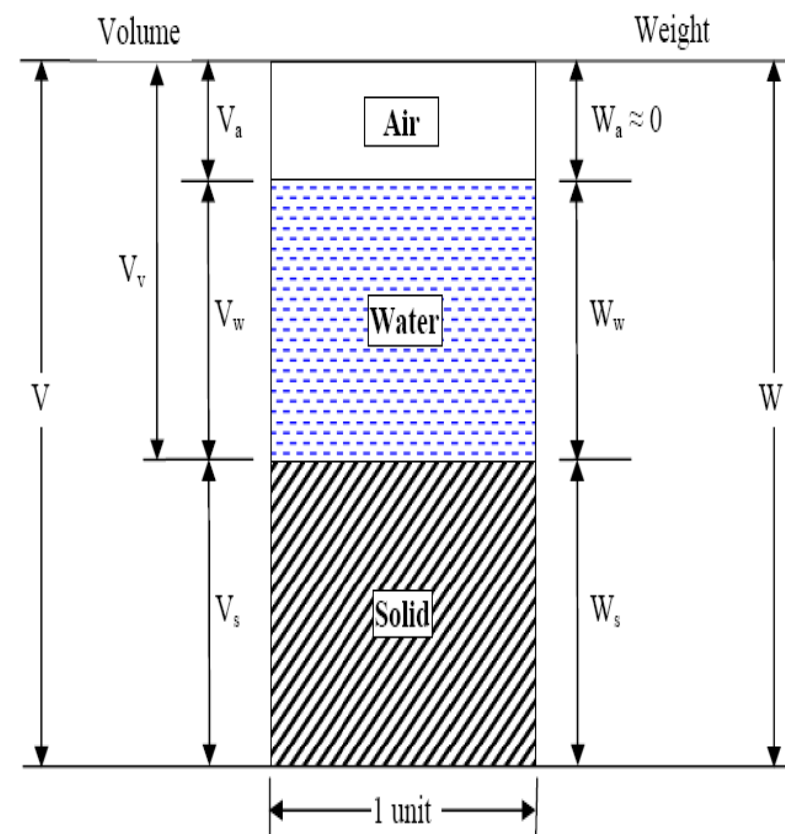
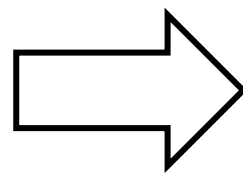
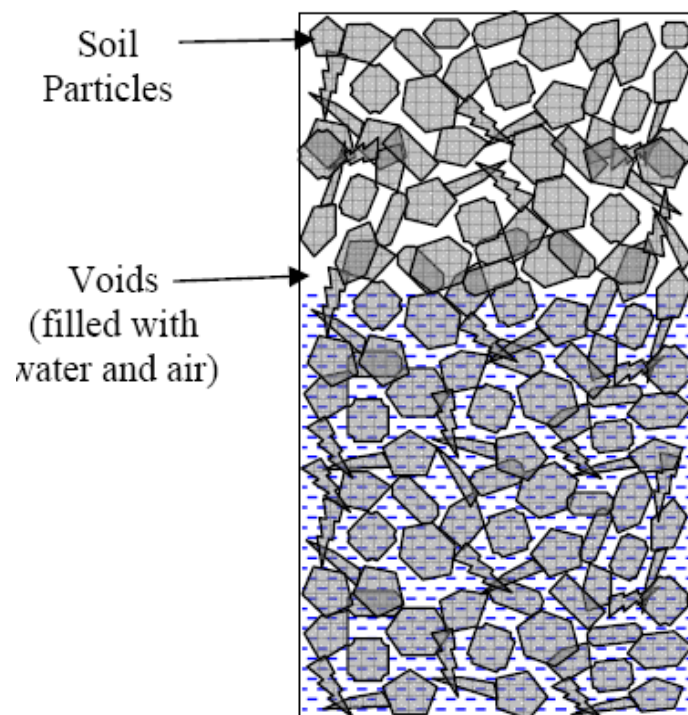
(Repaso de) Tensiones efectivas



Geotecnia aplicada 2022
Universidad de Buenos Aires

Propiedades índice

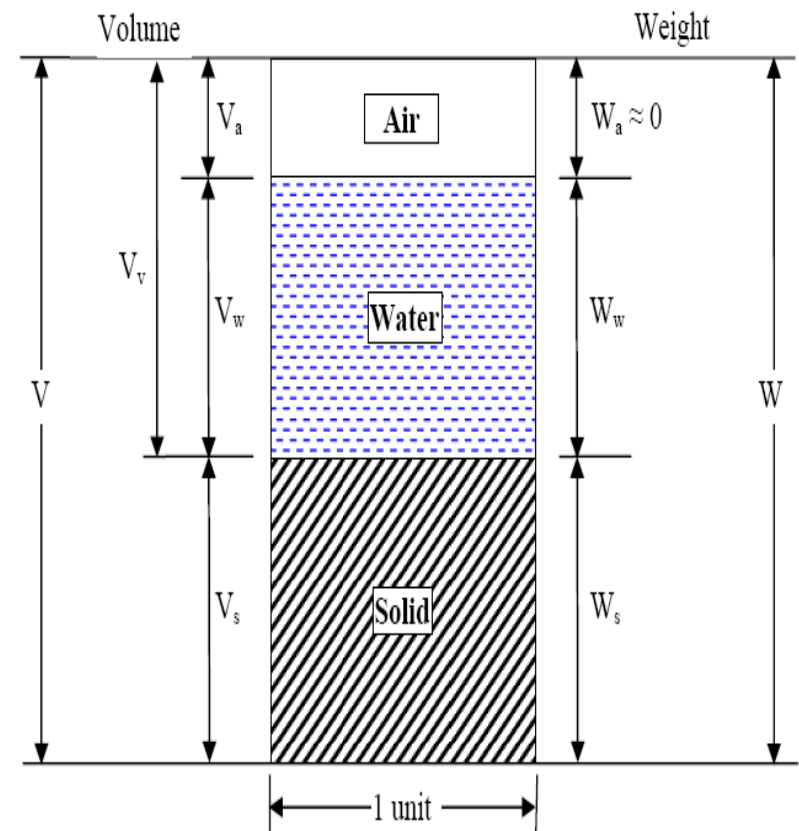
Las propiedades índice caracterizan el estado de un suelo
(definen cómo el suelo “está”)



Propiedades índice

Las propiedades índice caracterizan el estado de un suelo (definen cómo el suelo “está”)

- Humedad: $\omega = W_W / W_S$
- Humedad vol: $\theta = V_W / V$
- Peso unitario: $\gamma = W / V$
- Peso unitario seco: $\gamma_d = W_S / V$
- Relación de vacíos: $e = V_V / V_S$
- Porosidad: $n = V_V / V$
- Grado de saturación: $S_r = V_W / V_V$

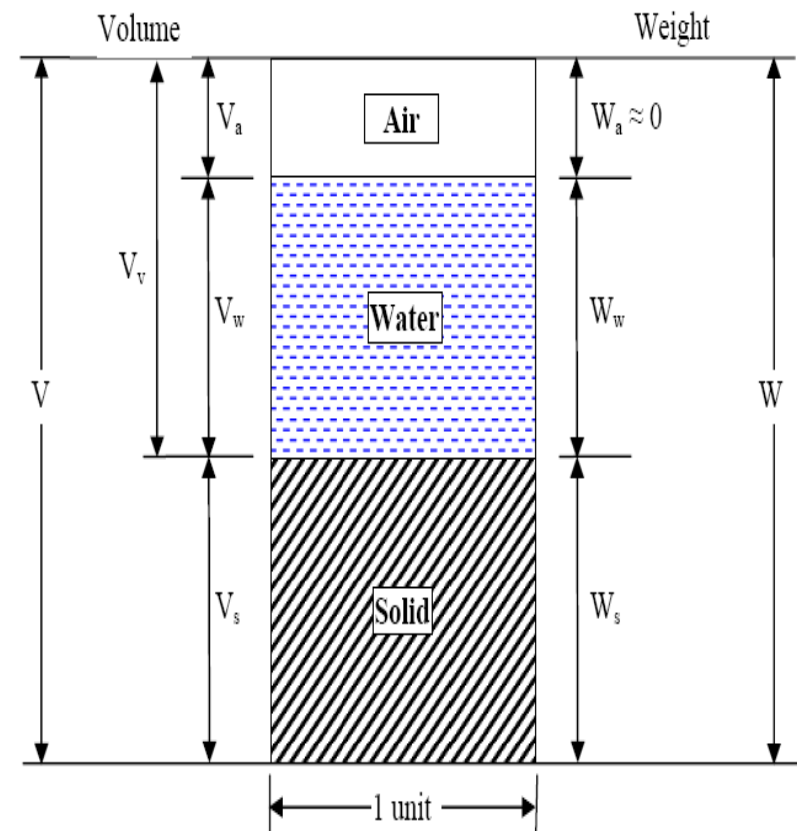


Algunas relaciones útiles entre propiedades índice

- $\gamma_d = \gamma / (1 + \omega) = \gamma_s (1 - n) = \gamma_s / (1 + e)$
- $n = e / (1 + e) = 1 - \gamma_d / \gamma_s$
- $e = n / (1 - n) = \gamma_s / \gamma_d - 1$
- $\omega = e S_r \gamma_w / \gamma_s$
- $\omega_{sat} = e \gamma_w / \gamma_s$
- $S_r = \omega \gamma_s / (e \gamma_w)$
- $\theta = S_r n$

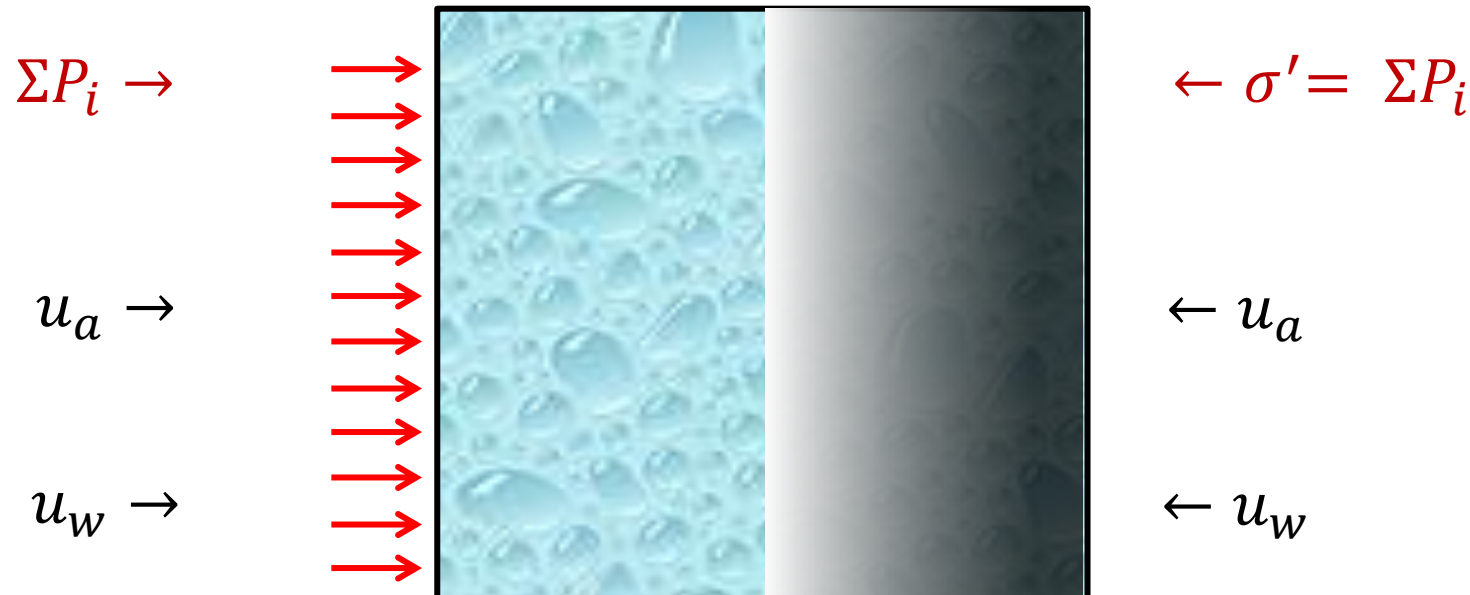
Suelos gruesos: $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$

Suelos finos: $C_r = \frac{LL - \omega}{LL - LP}$, $I_l = \frac{\omega - LP}{LL - LP}$



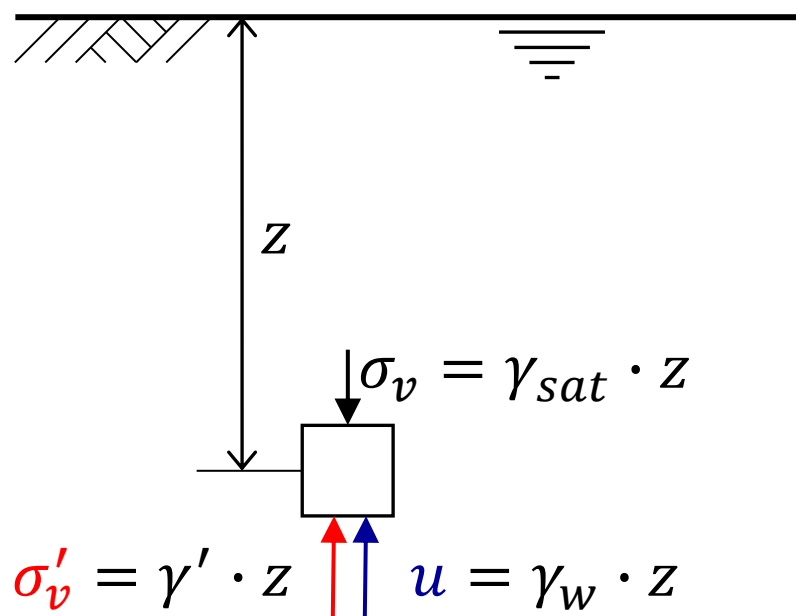
La definición de tensión efectiva en un medio poroso

Las **fuerzas concentradas** que se transmiten de grano a grano (a través de sus contactos) se “**convierten**” en una “**tensión integranular**” que actúa en toda la superficie

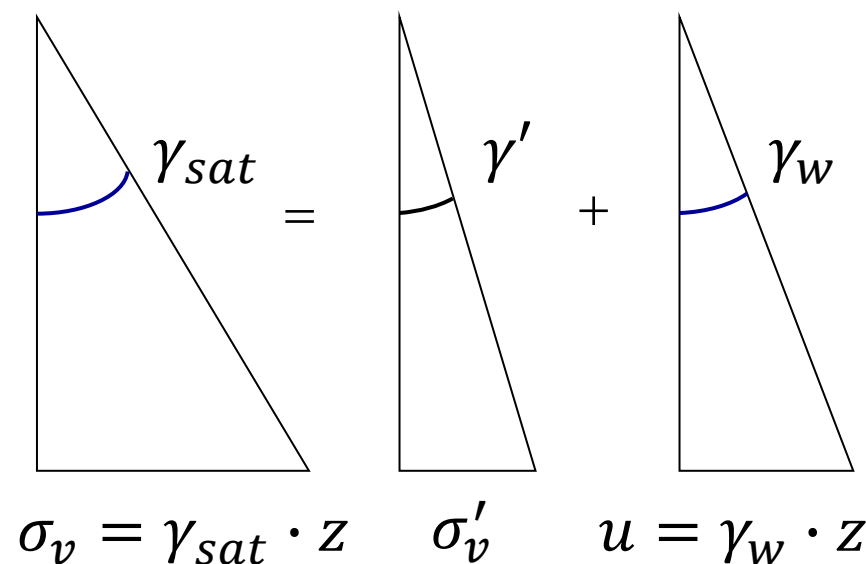


Presión efectiva en terreno horizontal: suelo sumergido

La **presión intergranular (efectiva)** es igual a la presión total menos la **presión del fluido de poros (agua)**

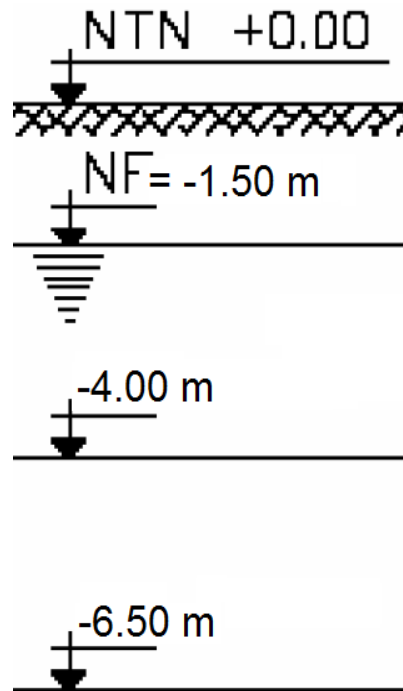


$$\sigma'_v + u = \sigma_v$$



$$\gamma' + \gamma_w = \gamma_{sat}$$

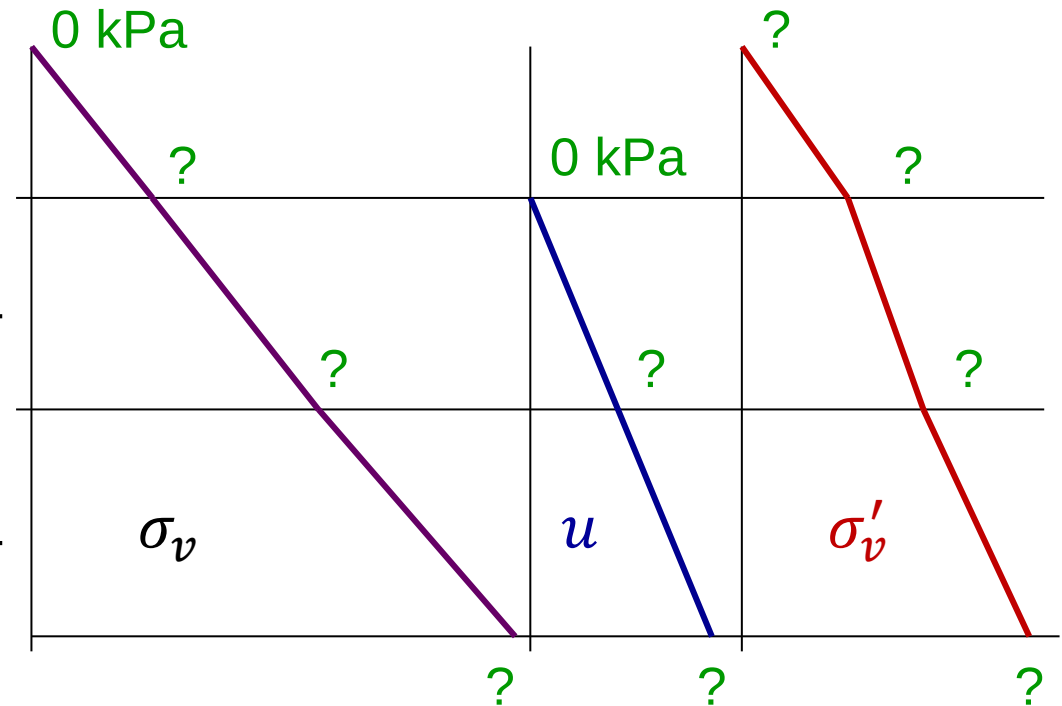
Ejercicio: presiones efectivas verticales



$$\gamma_h = \frac{18 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{20 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$

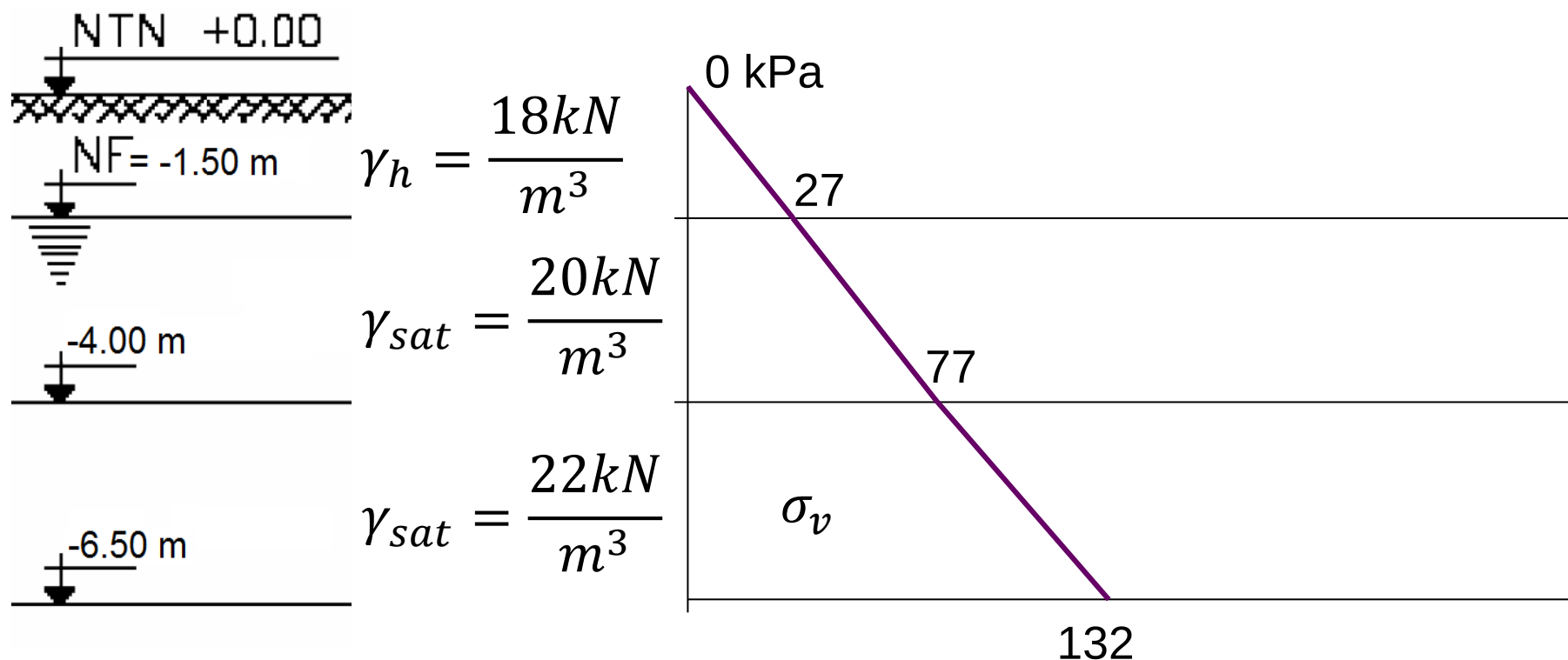
$$\gamma_{sat} = \frac{22 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$



Nota importante: Se asume que la presión de poros es nula por encima del nivel freático

$$\sigma'_v + u = \sigma_v$$

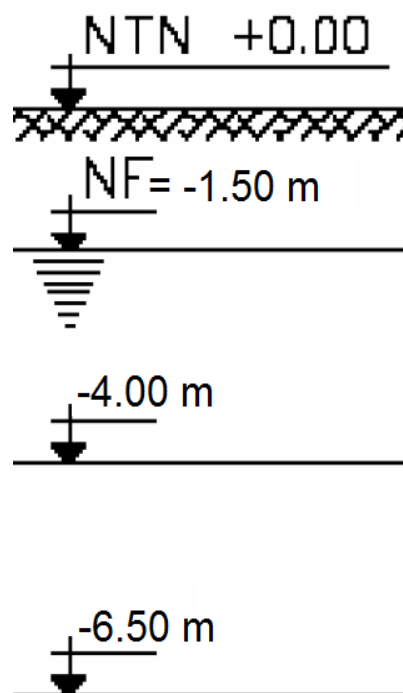
Ejercicio - Solución



Nota importante: Se asume que la presión de poros es nula por encima del nivel freático

$$\sigma'_v + u = \sigma_v$$

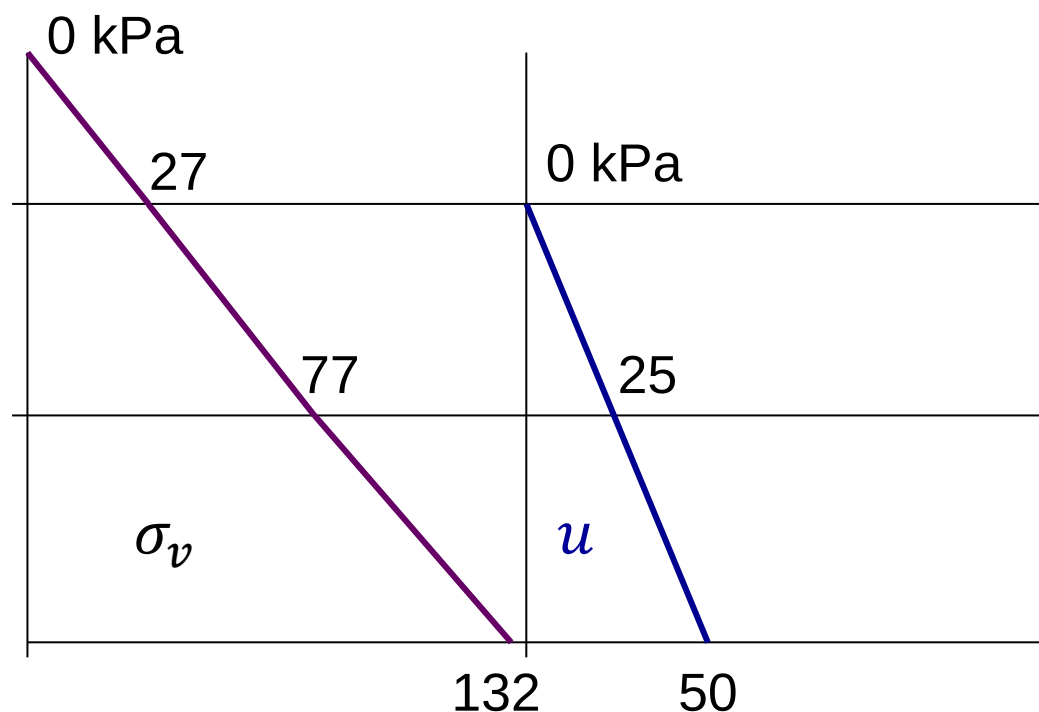
Ejercicio - Solución



$$\gamma_h = \frac{18 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{20 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$

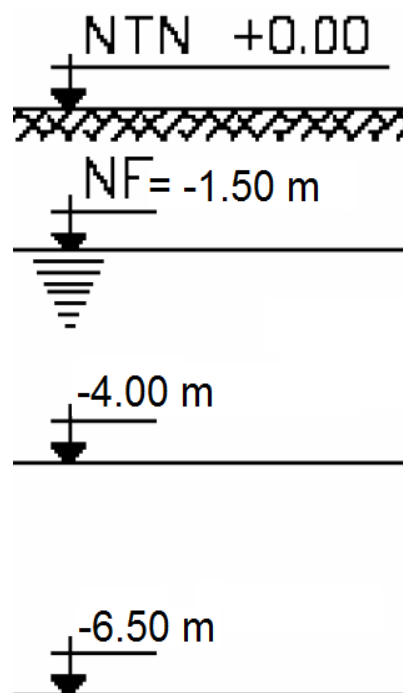
$$\gamma_{sat} = \frac{22 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$



Nota importante: Se asume que la presión de poros es nula por encima del nivel freático

$$\sigma'_v + u = \sigma_v$$

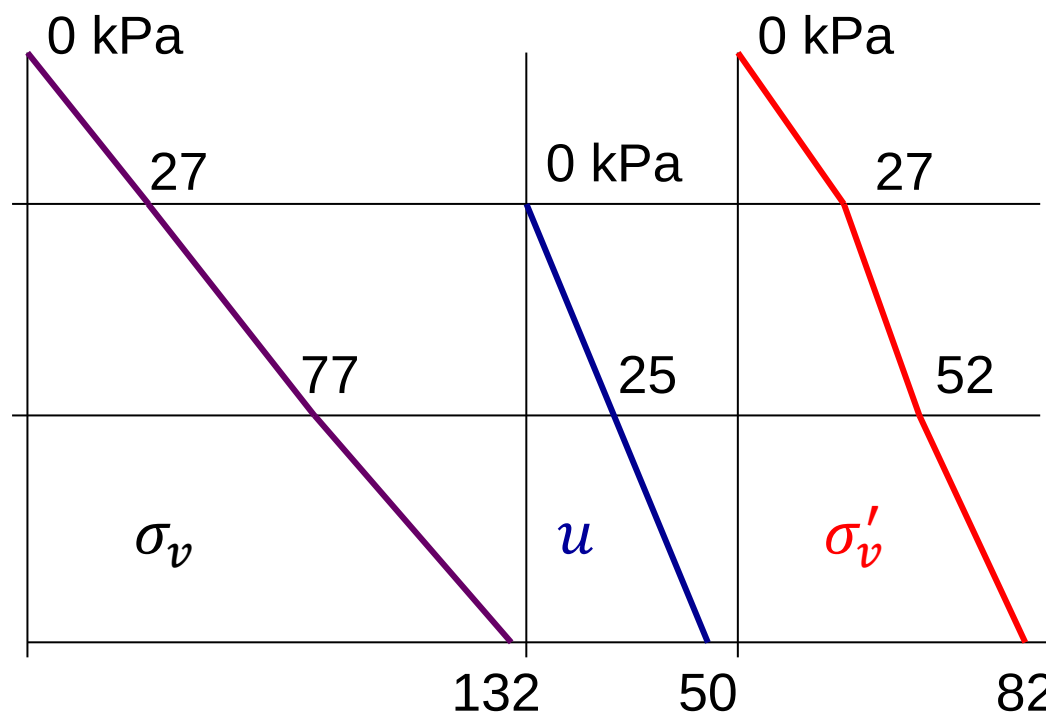
Ejercicio - Solución



$$\gamma_h = \frac{18 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{20 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{22 \text{ kN}}{\text{m}^3}$$



Nota importante: Se asume que la presión de poros es nula por encima del nivel freático

$$\sigma'_v + u = \sigma_v$$

Ley de Darcy

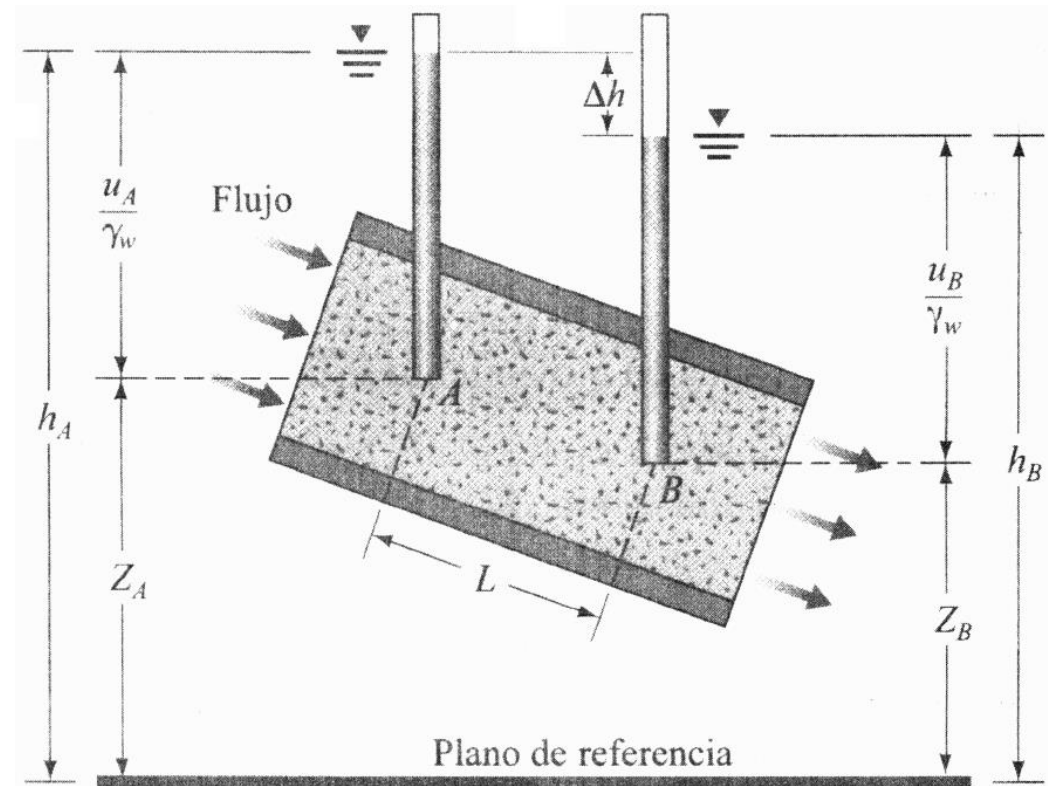
Hipótesis

- Medio poroso uniforme
- Flujo laminar

La velocidad de flujo es linealmente proporcional al gradiente hidráulico

$$v = k \frac{\partial h}{\partial x} = k \cdot i$$

k es el coeficiente de permeabilidad, que depende de la viscosidad del fluido



Permeámetro de carga constante

El permeámetro de carga constante es un cilindro lleno de suelo por el que fluye agua

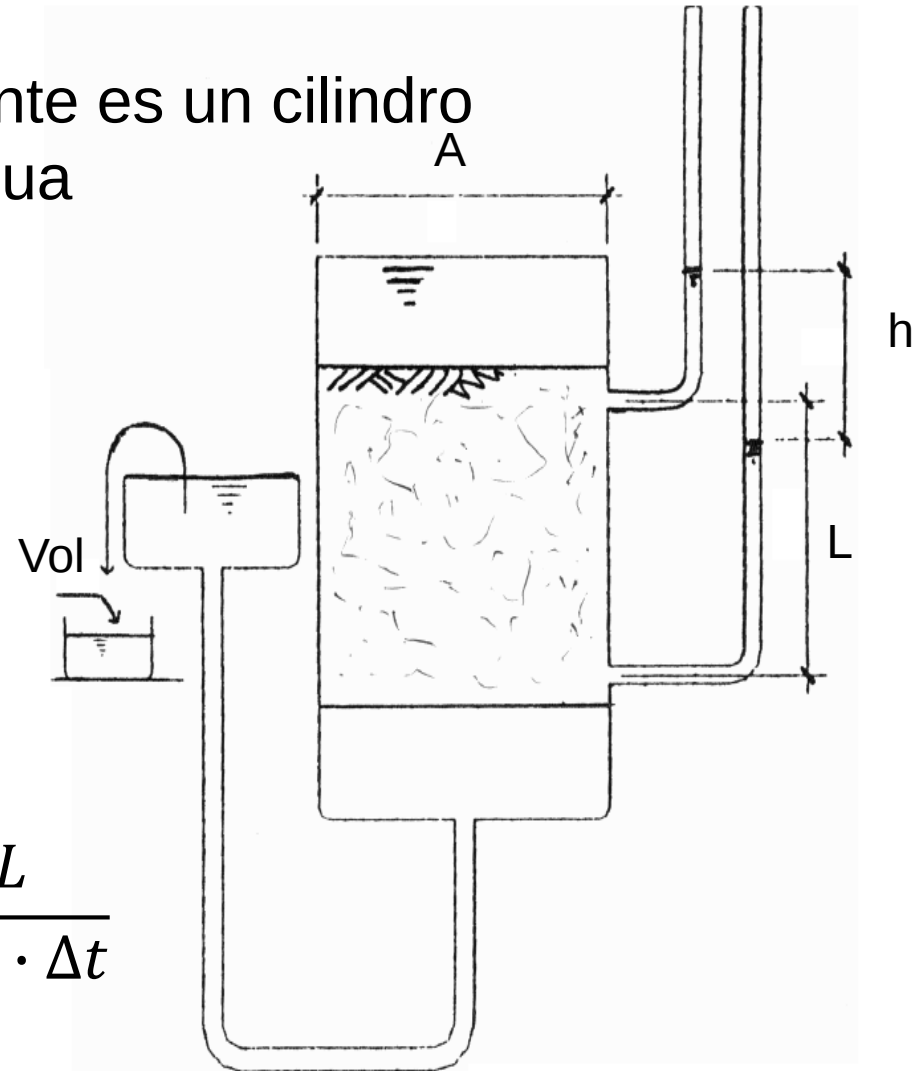
- Caudal
- Velocidad
- Darcy
- Permeabilidad

$$Q = \frac{V}{\Delta T}$$

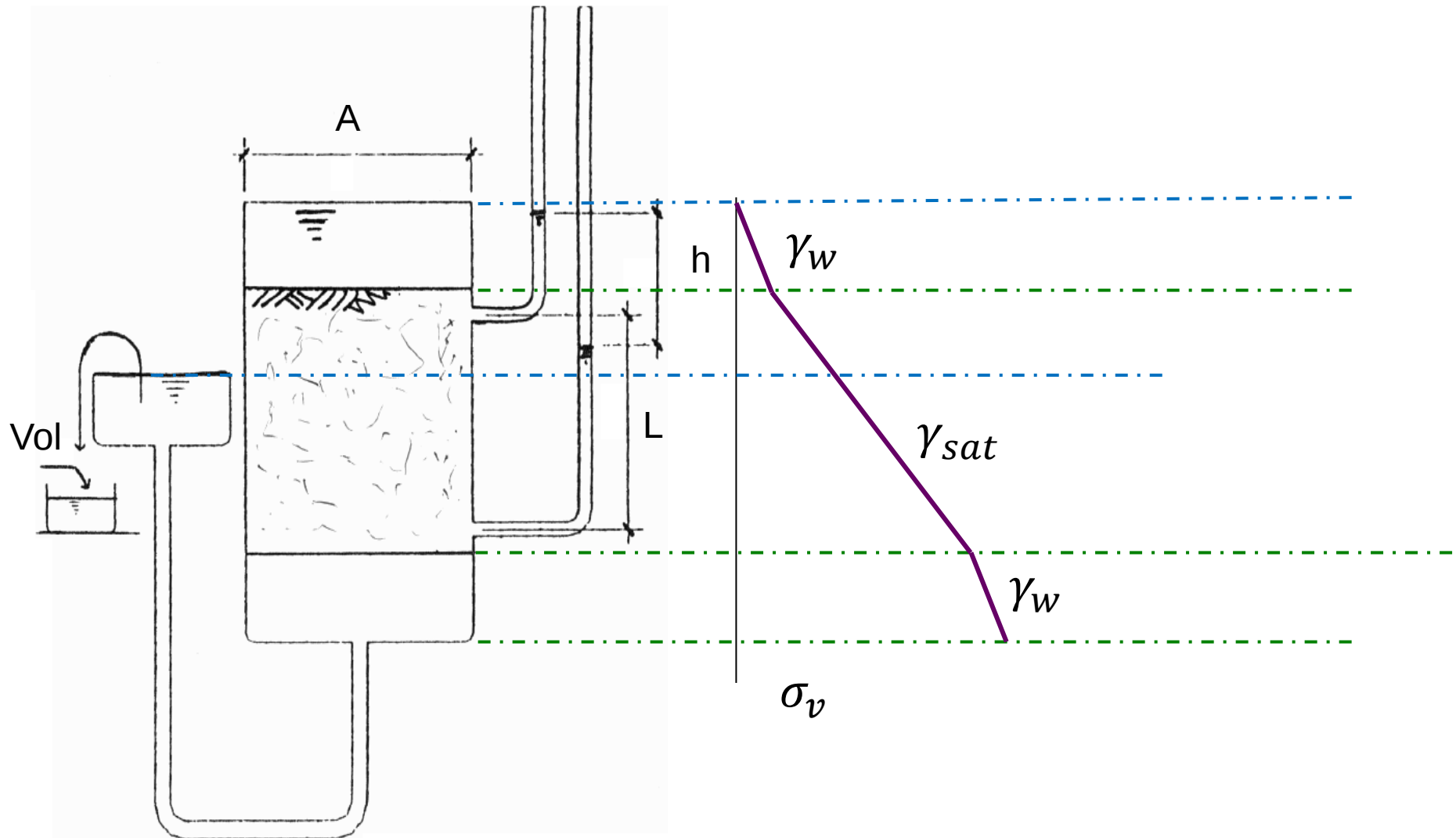
$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = k \cdot i$$

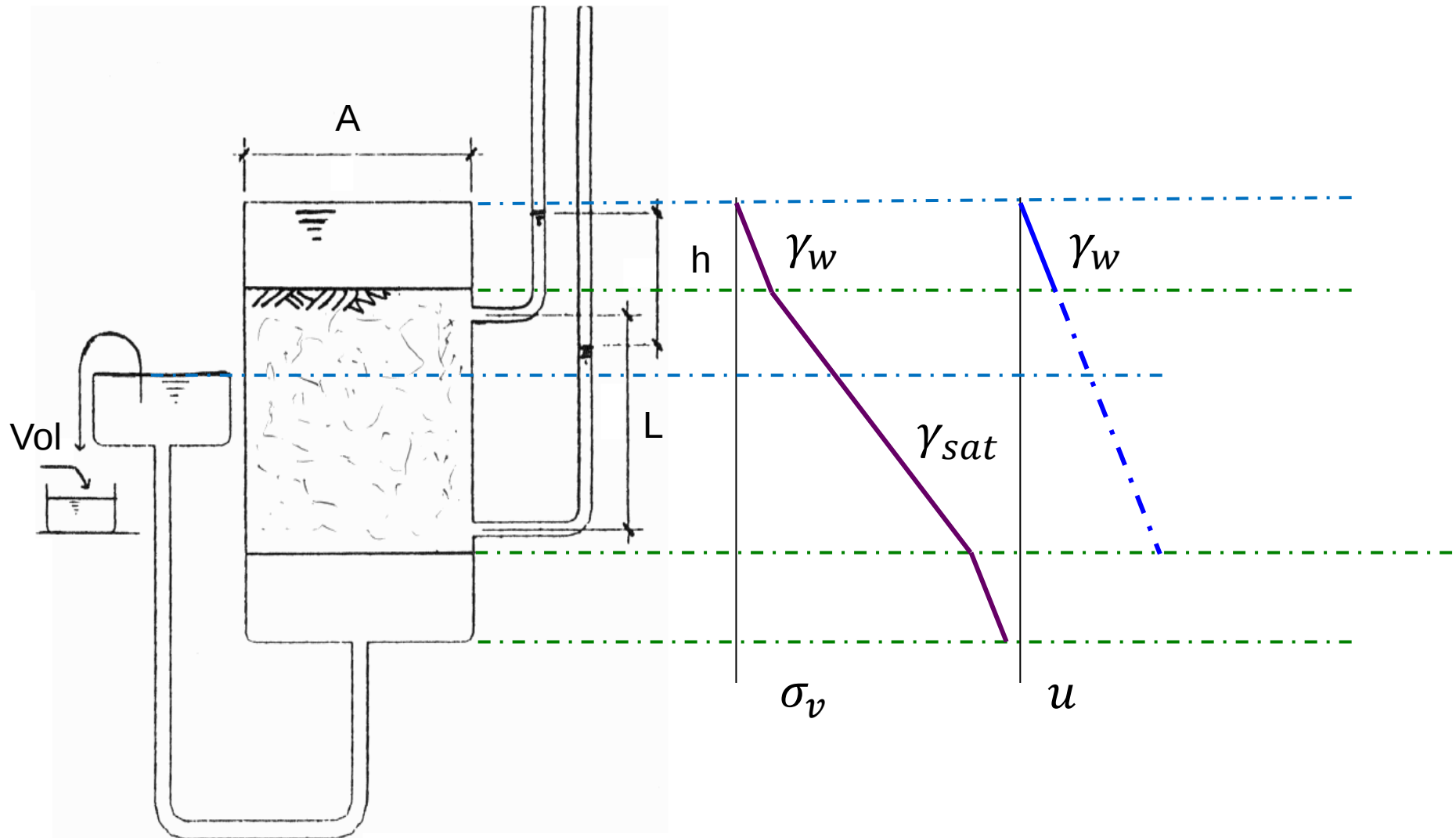
$$k = \frac{V \cdot L}{\Delta H \cdot A \cdot \Delta t}$$



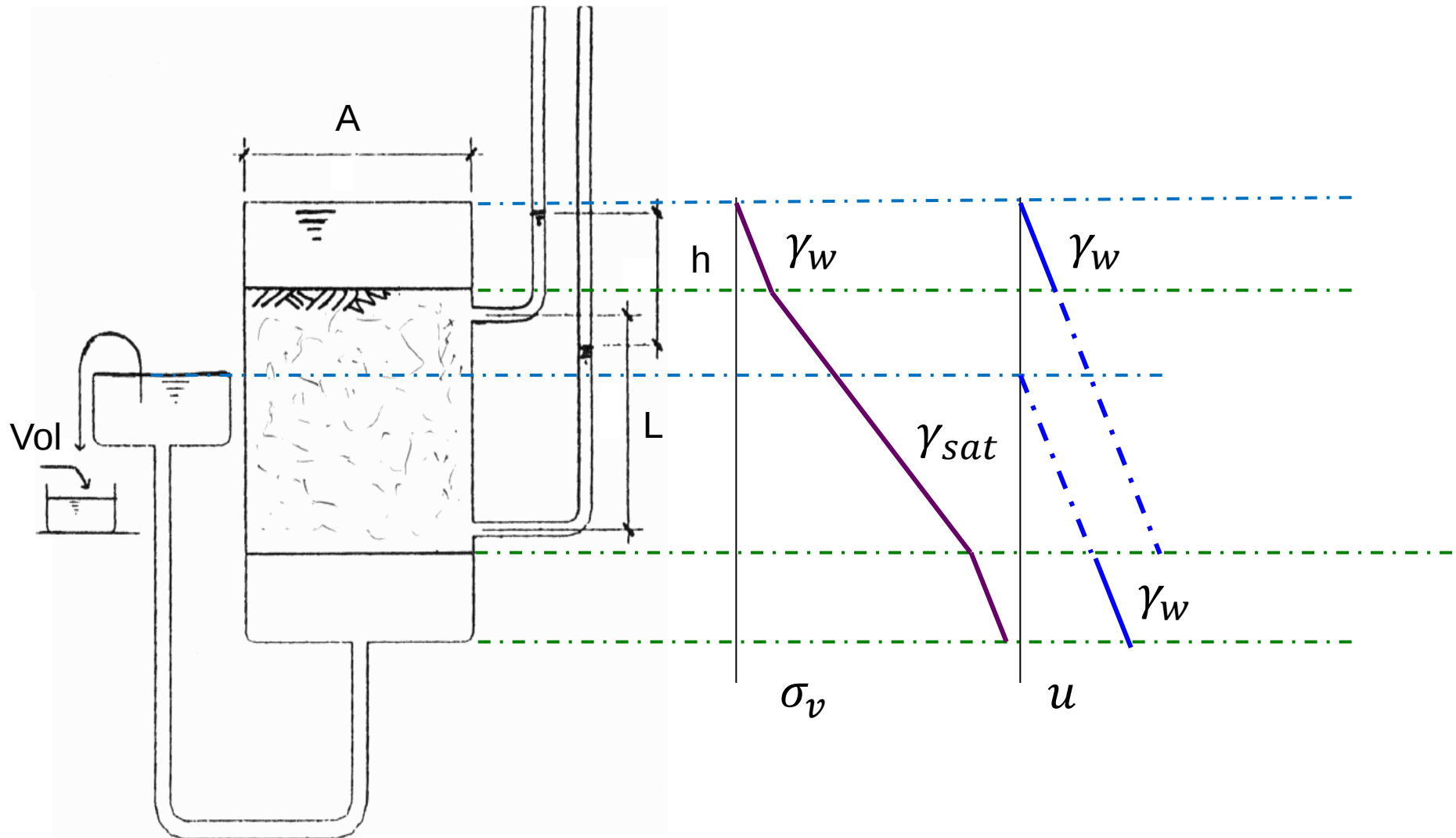
Permeámetro de carga constante



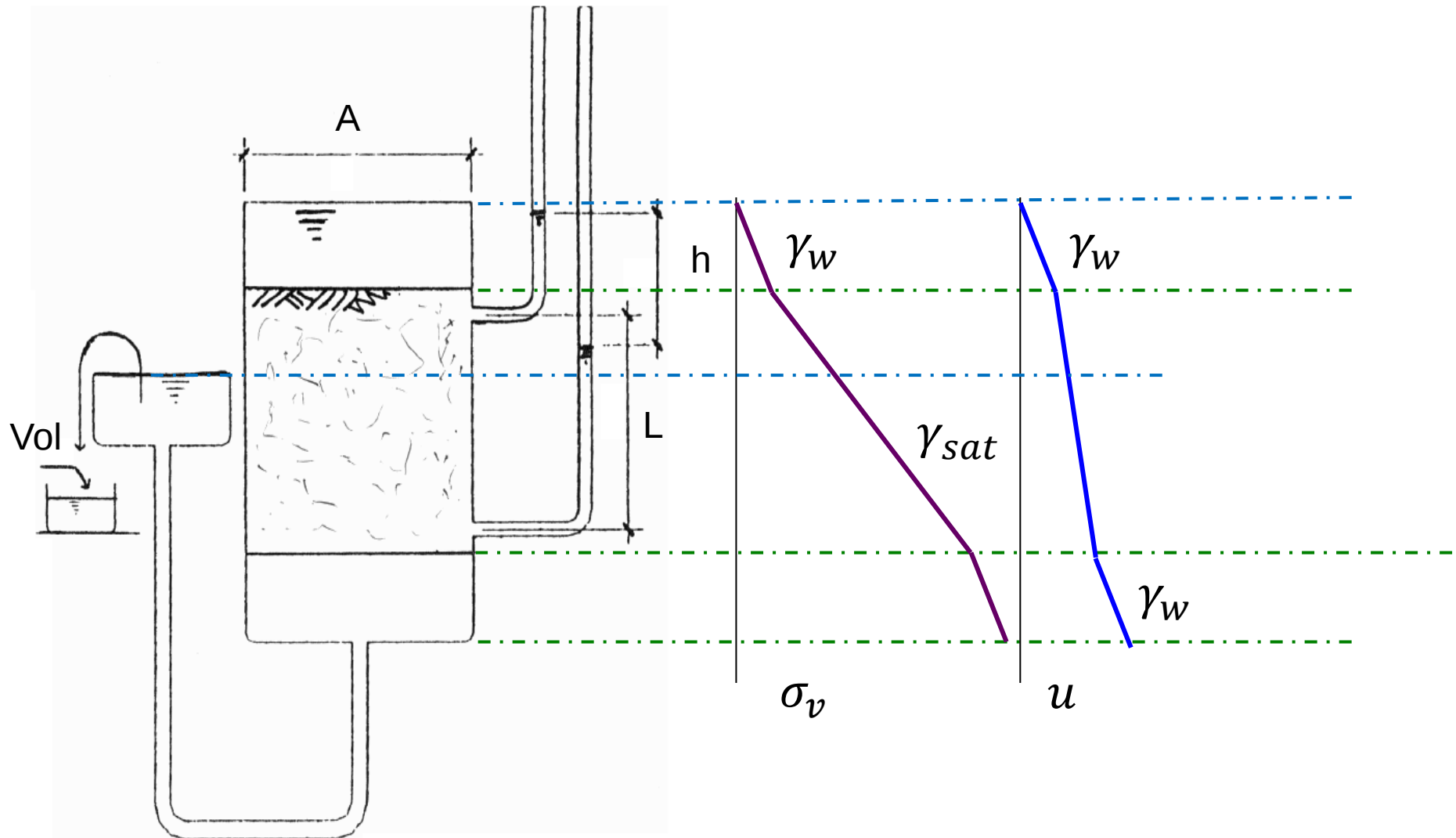
Permeámetro de carga constante



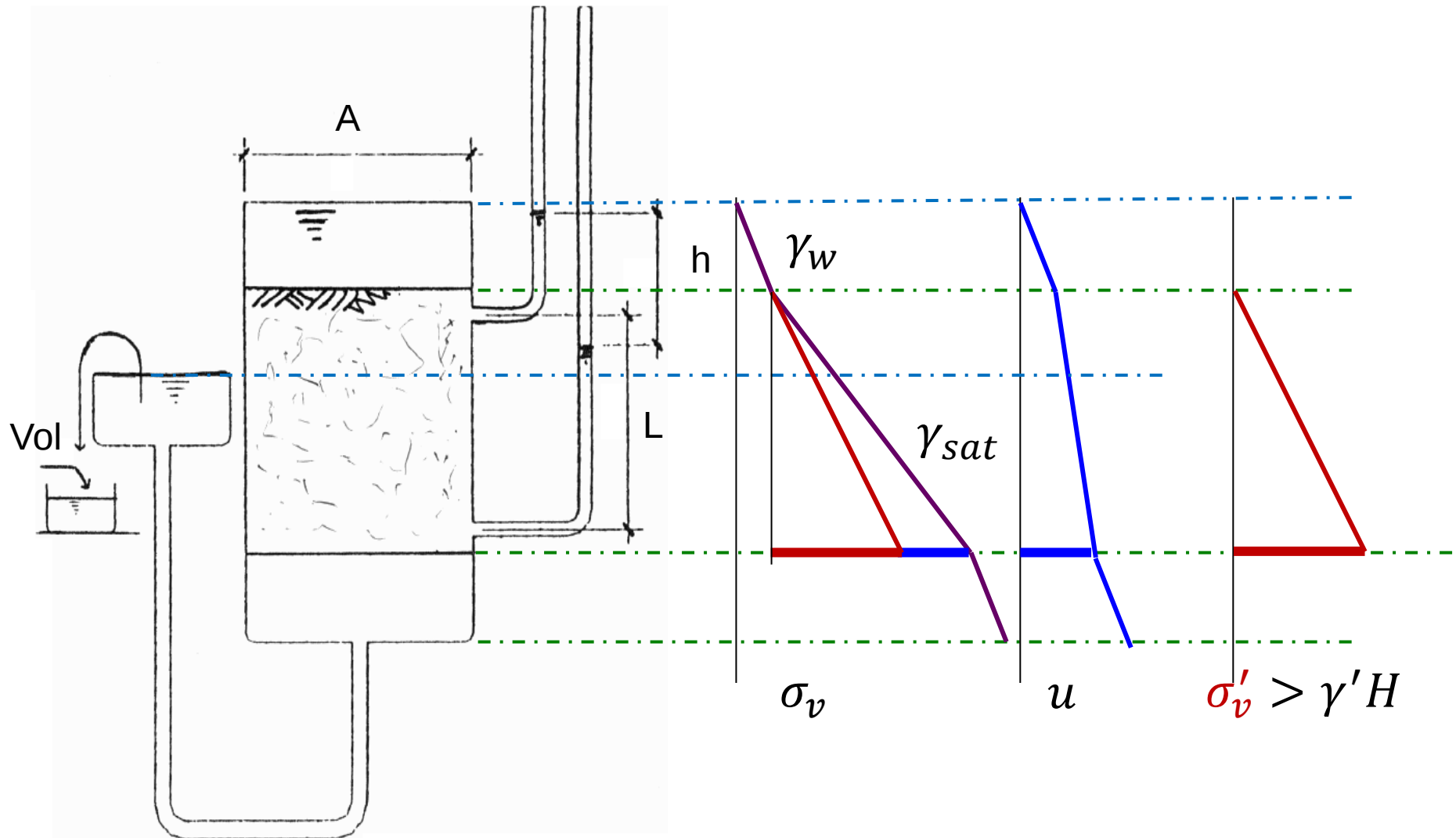
Permeámetro de carga constante



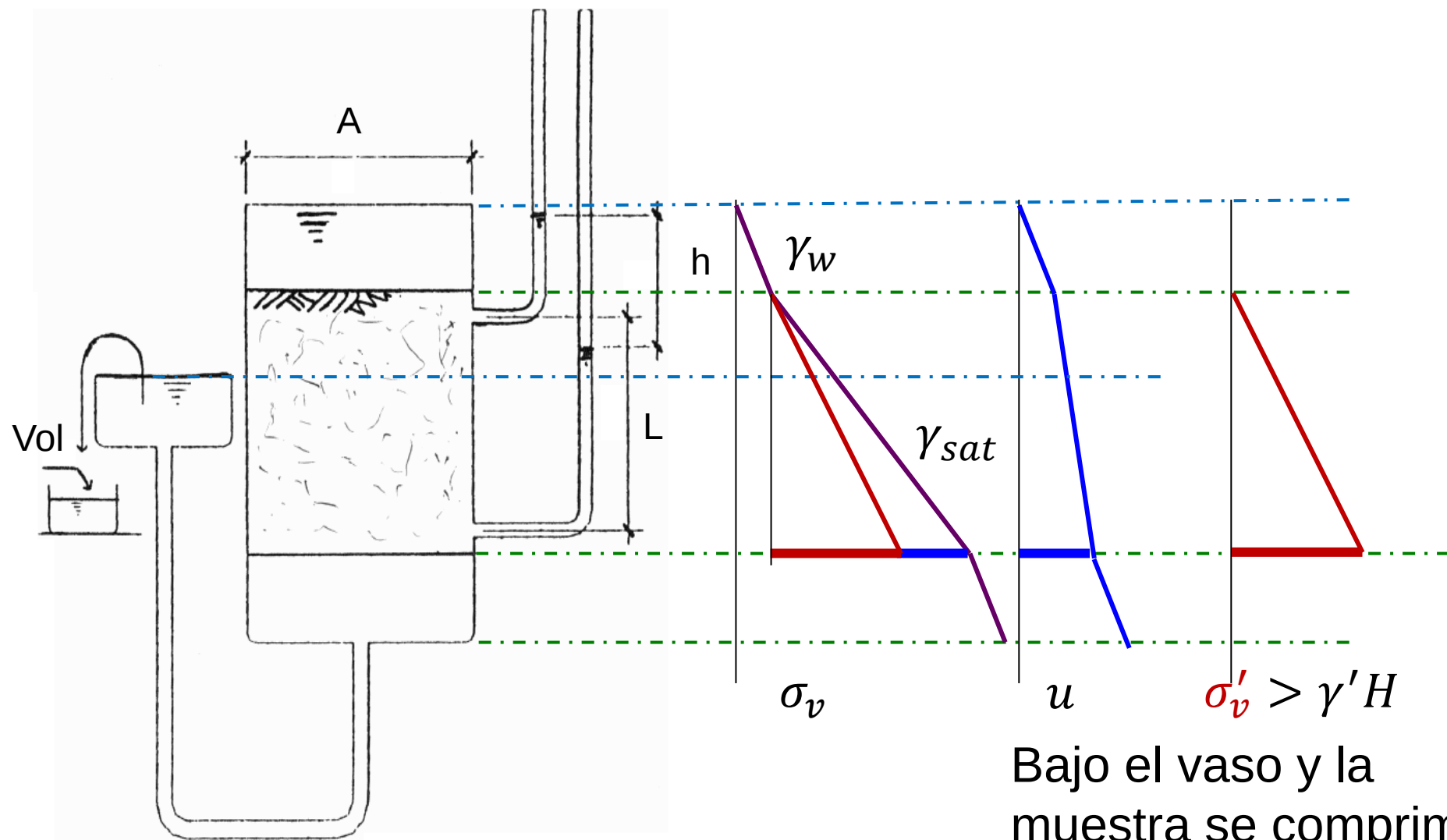
Permeámetro de carga constante



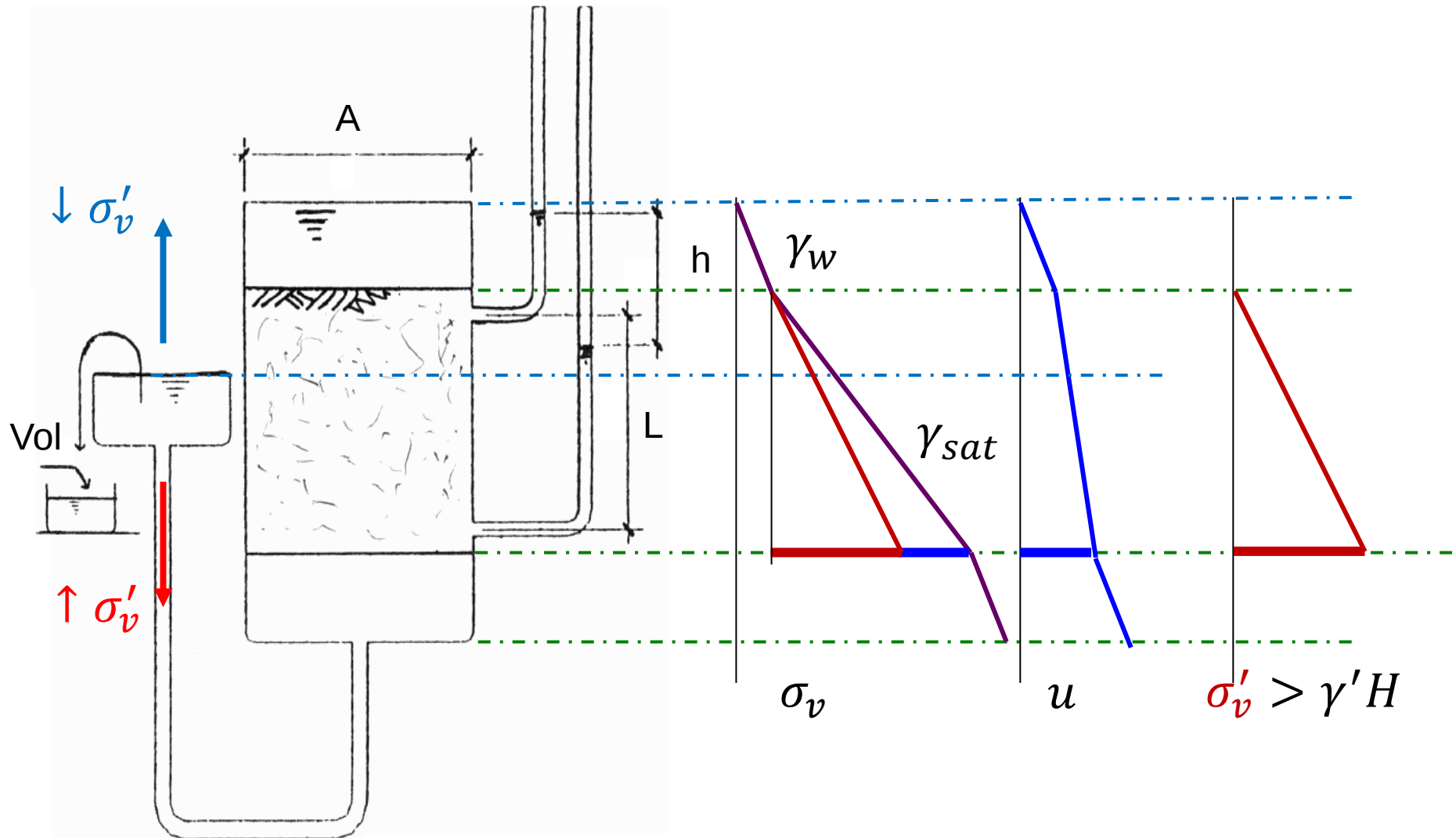
Permeámetro de carga constante



Permeámetro de carga constante

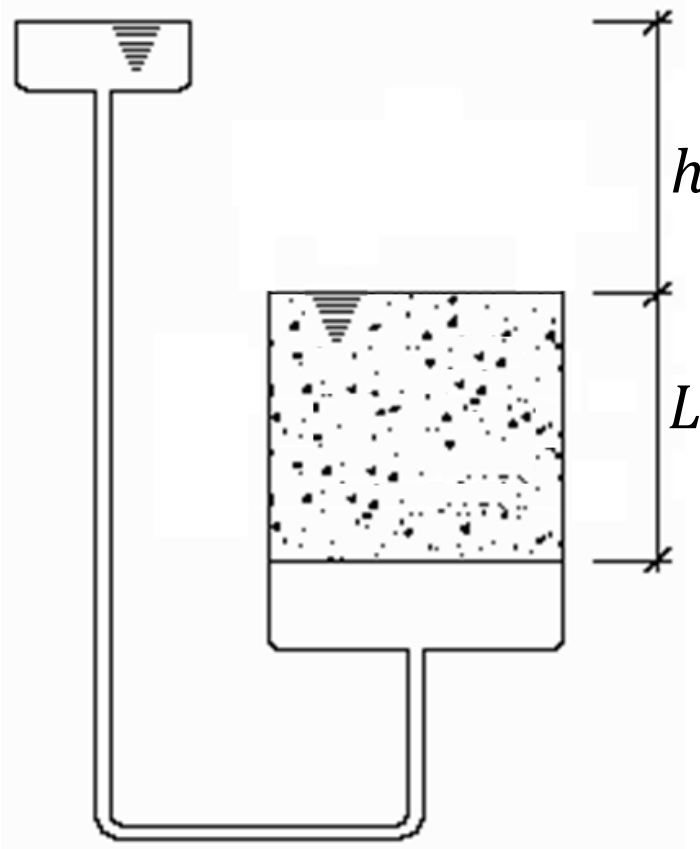


Permeámetro de carga constante



Gradiente hidráulico crítico

El gradiente hidráulico crítico es el que produce presión efectiva nula



$$\sigma'_v = \gamma_{sat} \cdot L - \gamma_w \cdot (h + L)$$

$$h = h_{crit} \rightarrow \sigma'_v = 0 \text{ kPa}$$

$$h_{crit} = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w} L \rightarrow i_{crit} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$



Ejercicio: flujo unidimensional ascendente

Calcule

- Caudal
- Gradiente hidráulico crítico
- Diagramas de presiones

$$k_1 = 10^{-4} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\gamma_{sat1} = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$k_2 = 10^{-3} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\gamma_{sat2} = 22 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

