

C12 Geología y Geotecnia

1º Semestre 2020



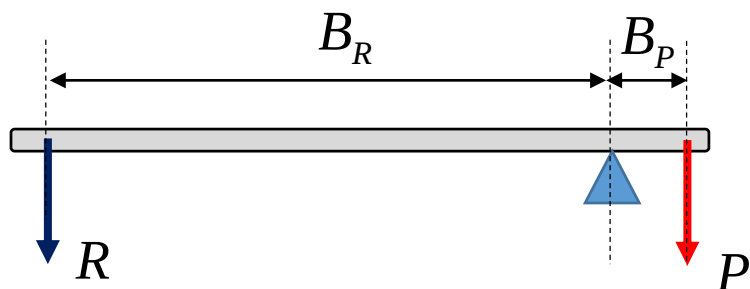
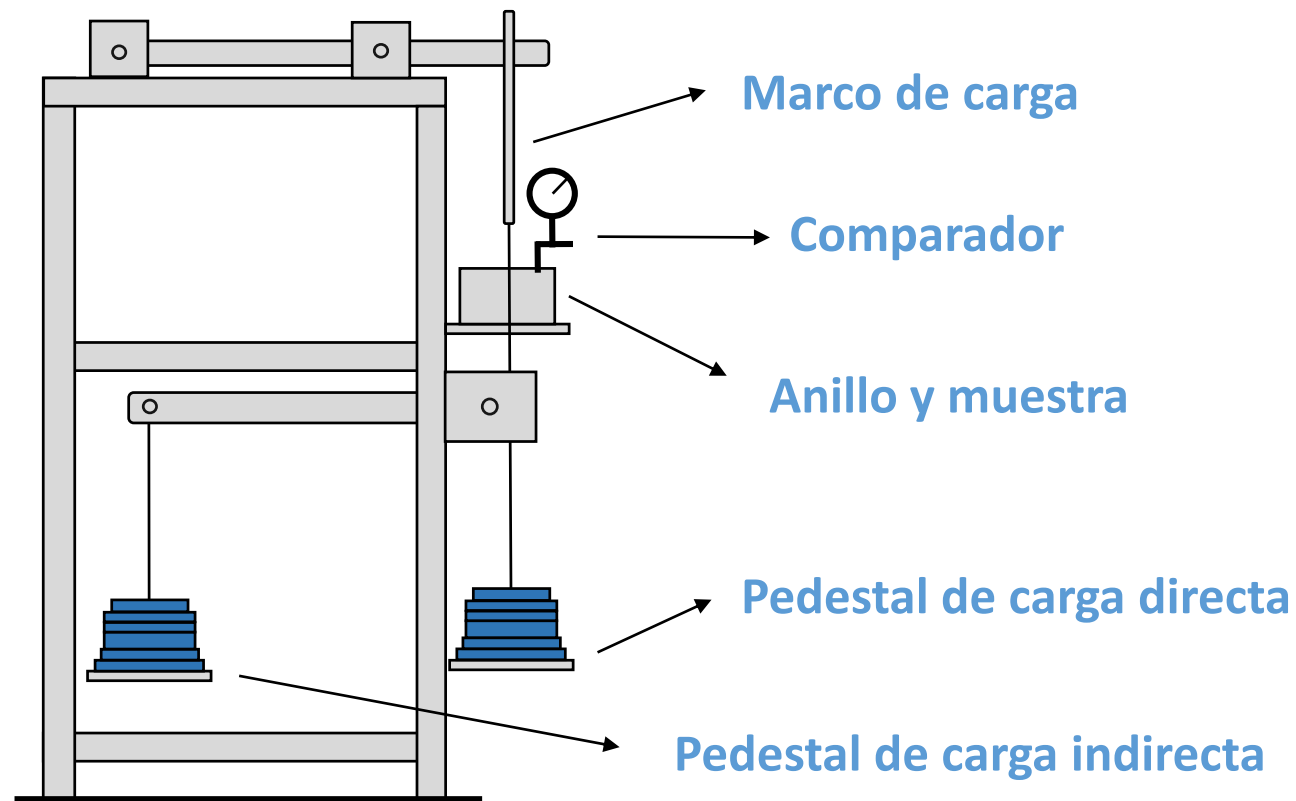
Universidad
Nacional
de Rosario

Universidad Nacional de Rosario
Escuela de Ingeniería Civil

El ensayo de consolidación

Ms. Ing. Nicolás G. Bolcatto
1º semestre 2020

Consolidómetros

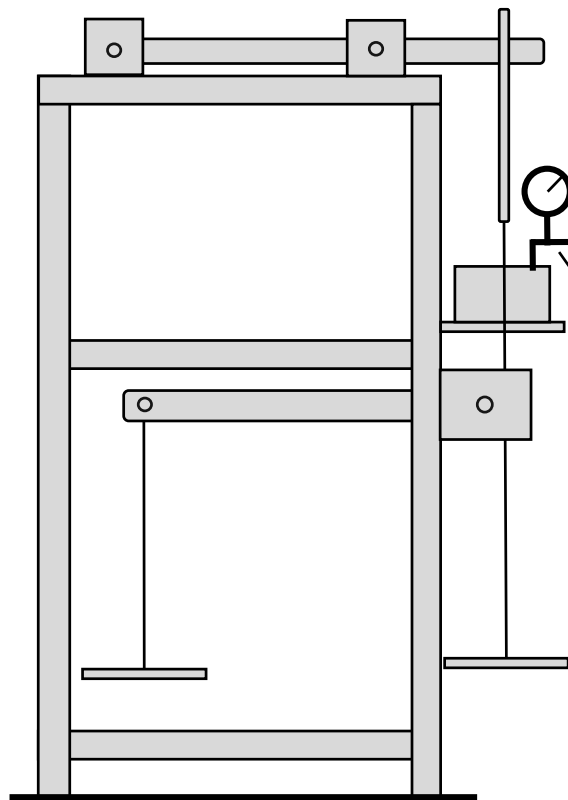


$$R \times B_R = P \times B_P$$



Sobrecargas

Deformaciones



**Comparador
analógico**

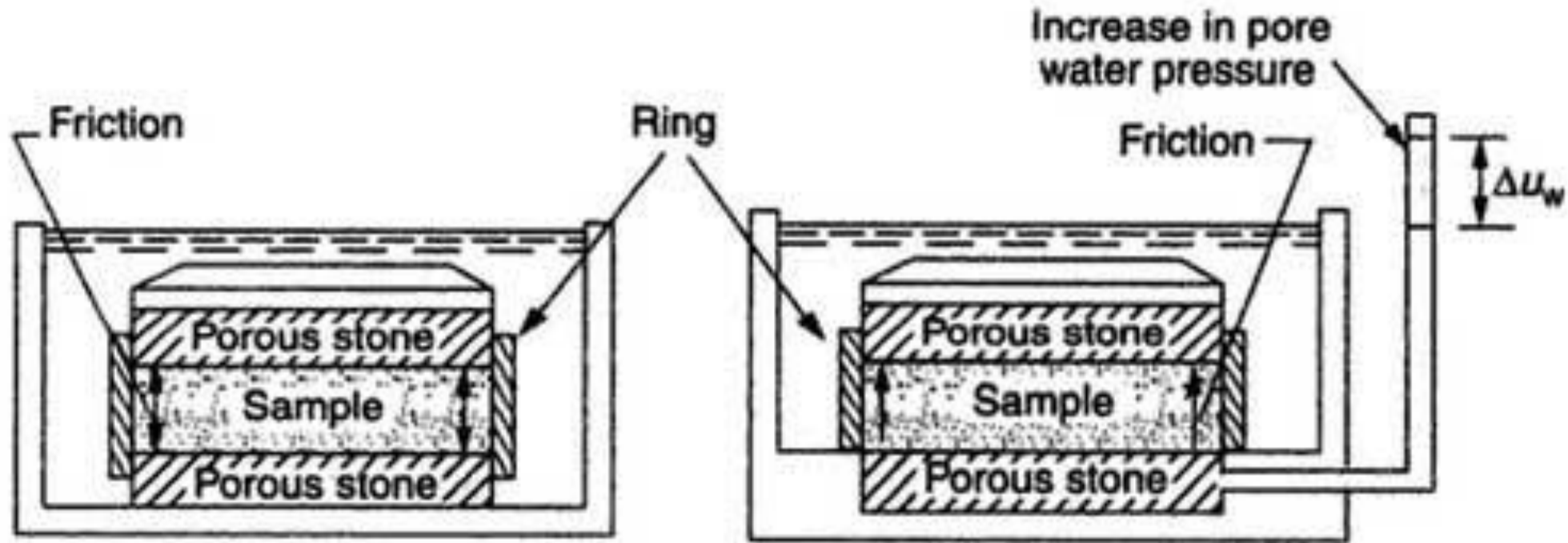


**Comparador
digital**



**Soporte y base
magnética**

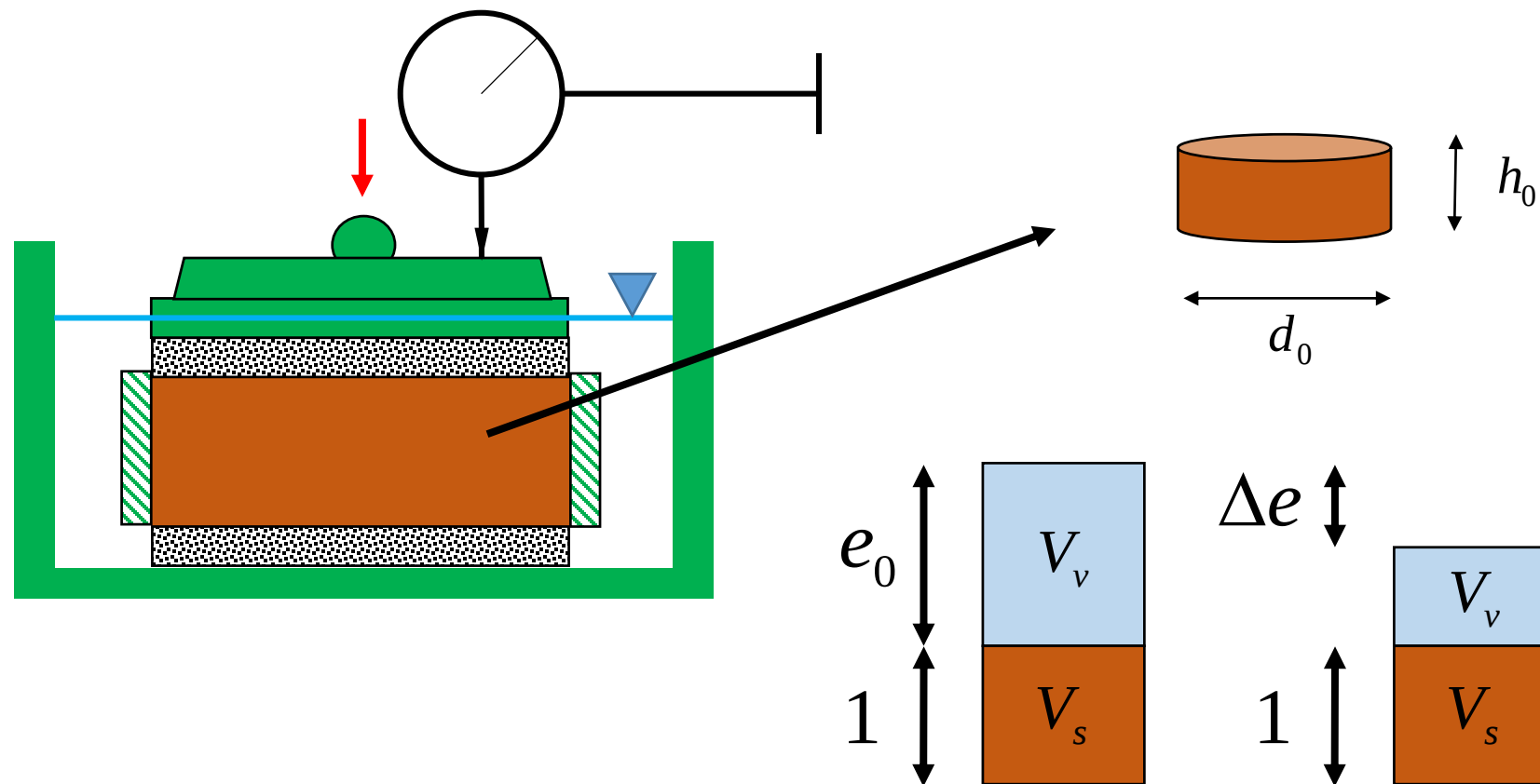
Tipos de consolidómetros



**Anillo
flotante**

**Anillo
fijo**

Deformaciones



W_0 **Peso inicial (g)**

h_0 **Altura inicial (mm)**

d_0 **Diámetro inicial (mm)**

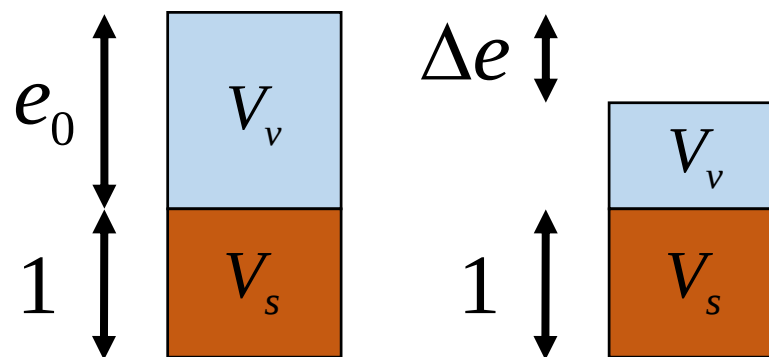
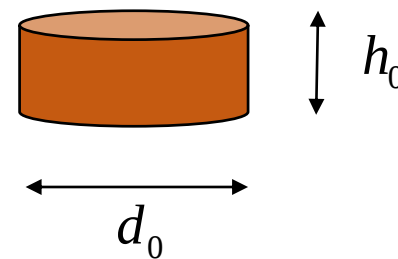
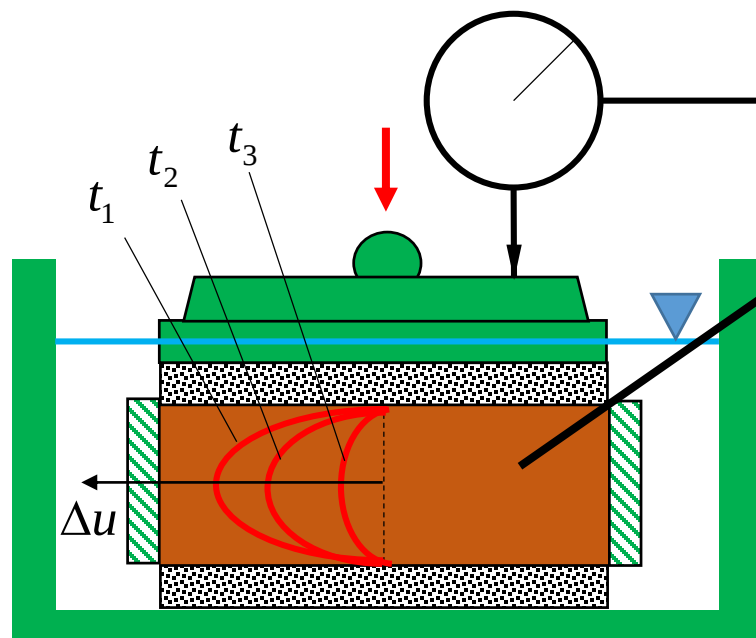
ω_0 **Humedad inicial (%)**

Volumen de sólidos = cte
Diámetro de la muestra = cte

Altura de sólidos = cte

$$h_s = \frac{V_s}{A_0}$$

Deformaciones



W_0 **Peso inicial (g)**

h_0 **Altura inicial (mm)**

d_0 **Diámetro inicial (mm)**

ω_0 **Humedad inicial (%)**

$$\gamma_h = \frac{W_0}{V_0} = \frac{W_s + W_w}{V_0}$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_0} = \frac{\gamma_h}{1 + \omega_0}$$

Volumen de sólidos = cte

Diámetro de la muestra = cte



Altura de sólidos = cte

$$h_s = \frac{V_s}{A_0} = \frac{W_s}{A_0 \gamma_s} = \frac{W_s}{A_0 G \gamma_w}$$

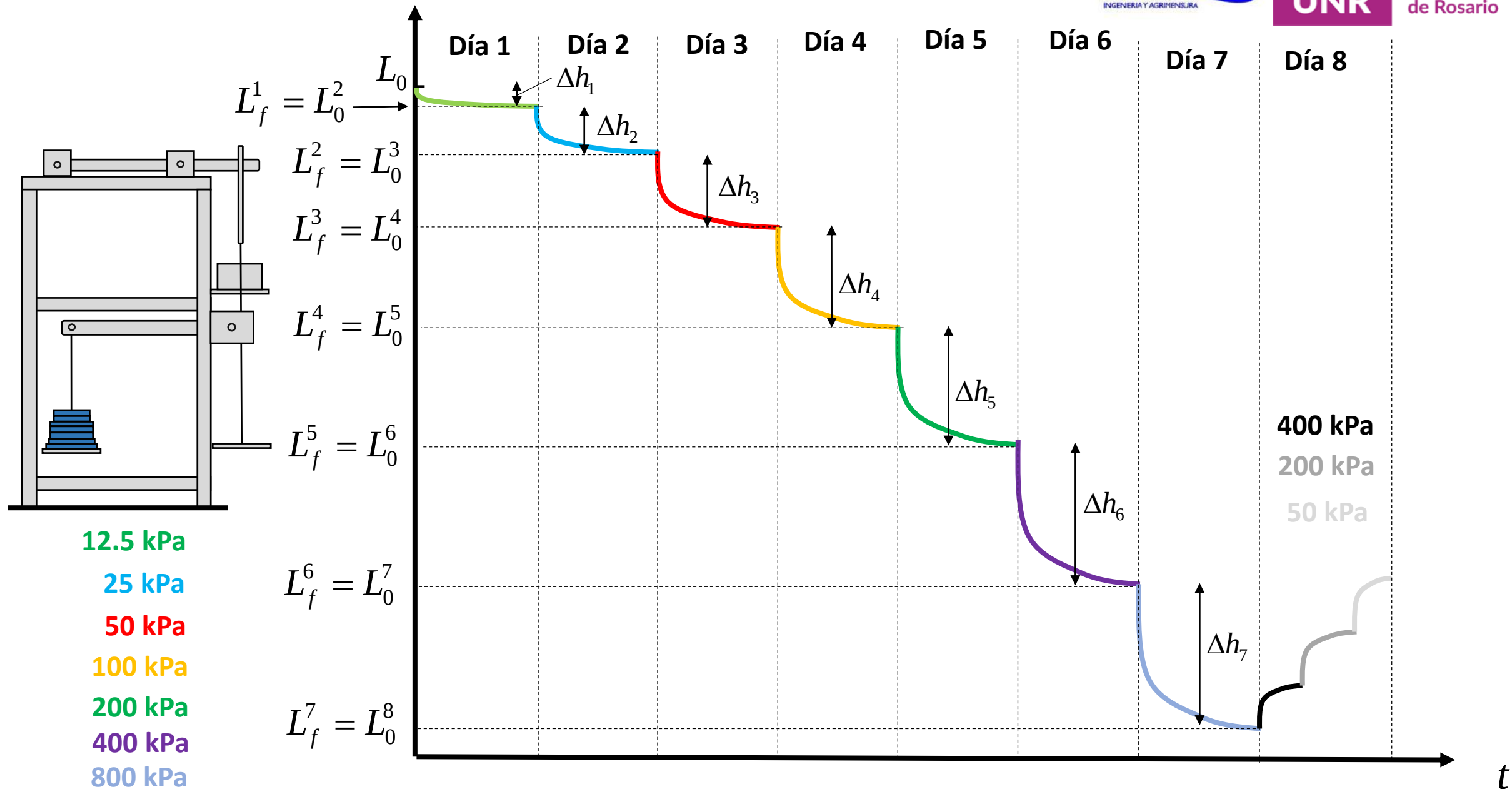
**Relación de
vacíos inicial**

$$e_0 = \frac{h_w}{h_s} = \frac{h_0 - h_s}{h_s}$$

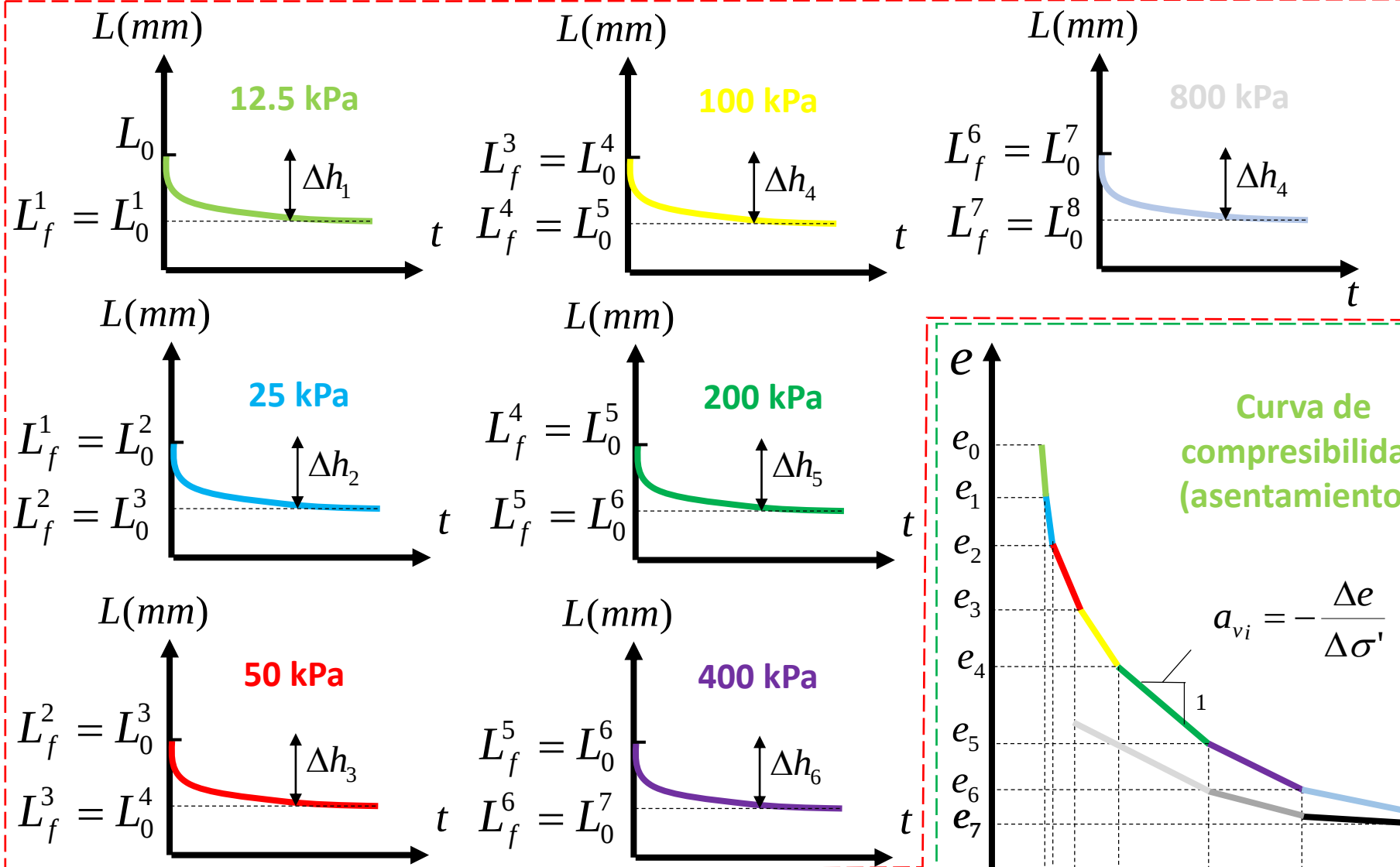
**Grado de
saturación inicial**

$$S_{r0} = \frac{\omega_0 G}{e_0}$$

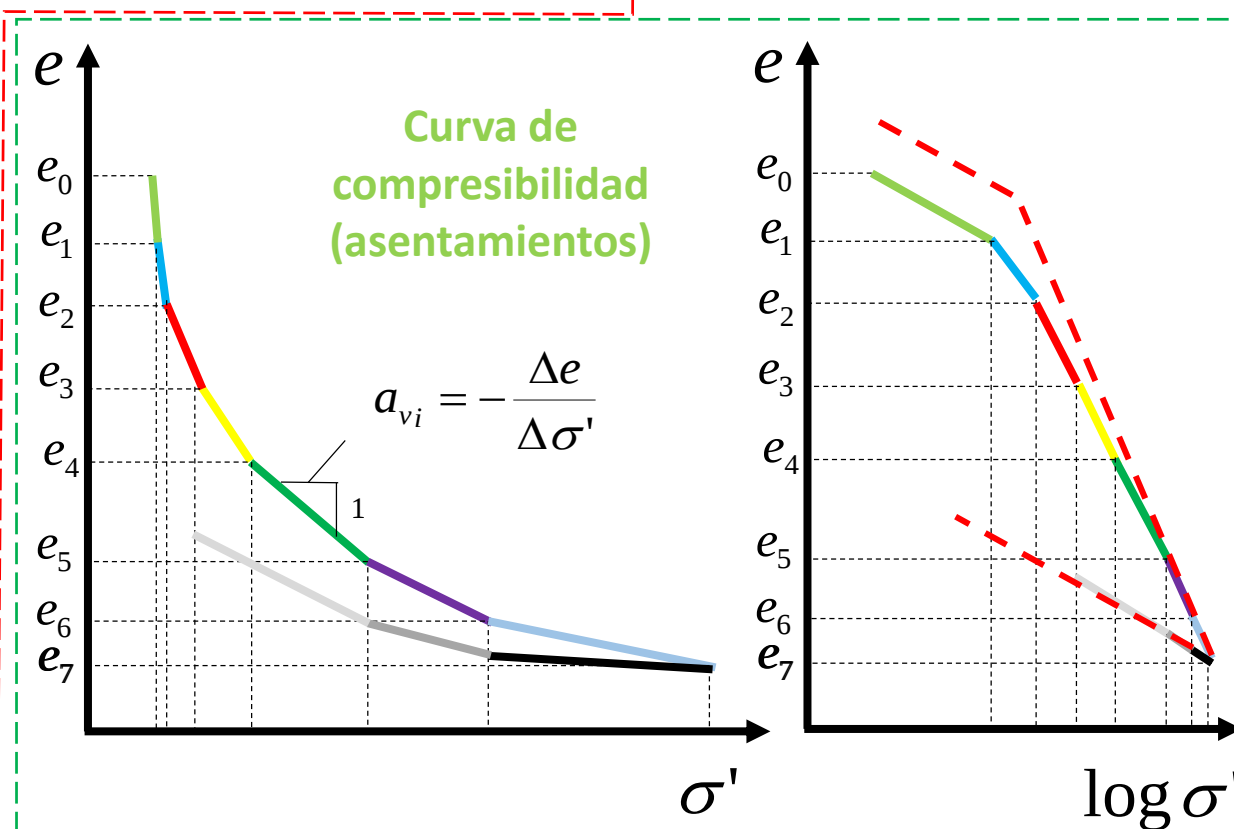
Ejemplo



Ejemplo



Curvas de
consolidación
(tiempos)



Procesamiento del ensayo

1. Cálculo de las condiciones iniciales de la muestra

d_0
 h_0
 W_h
 W_s
 $G \approx 2.65$

$$V_0 = \pi \frac{d_0^2}{4}$$

$$\omega_0 = \frac{W_h - W_w}{W_s}$$

$$\gamma_h = \frac{W_h}{V_0}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + \omega_0}$$

$$h_s = \frac{V_s}{A_0} = \frac{W_s}{A_0 \gamma_s} = \frac{W_s}{A_0 G \gamma_w}$$

$$e_0 = \frac{V_w}{V_s} = \frac{h_w A_0}{h_s A_0} = \frac{h_w}{h_s} = \frac{h_0 - h_s}{h_s}$$

$$S_{r0} = \frac{\omega_0 G}{e_0}$$

Procesamiento del ensayo

2. Cálculo de las deformaciones al final de cada escalón

Para cada escalón (12.5 kPa, 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, etc.)

L_0 Lectura inicial (mm)

L_f Lectura final (mm)

$\Delta L_i = |L_f^i - L_0^i|$ Acortamiento de la muestra en el escalón "i"

$\sum_{i=0}^n \Delta L_i$ Acortamiento acumulado de la muestra hasta el escalón "n"

$\varepsilon_n = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta L_i}{h_0}$ Deformación específica acumulada de la muestra hasta el escalón "n"

$h_i = h_{i-1} - \Delta L_i$ Altura de la muestra al final del escalón "i"

Procesamiento del ensayo

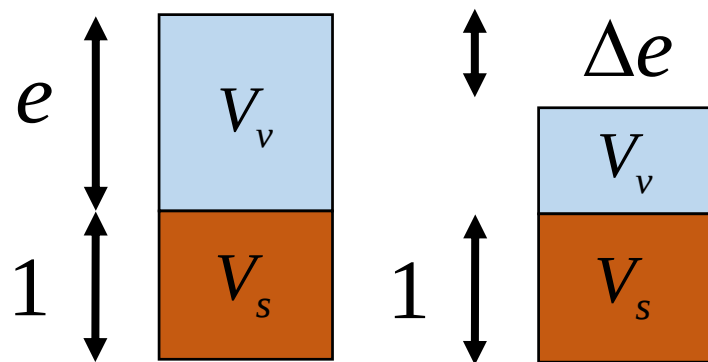
3. Cálculo de la relación de vacíos al final de cada escalón

Para cada escalón (12.5 kPa, 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, etc.)

$$e_i = \frac{h_i - h_s}{h_s} \quad \text{Relación de vacíos al final del escalón "i"}$$

4. Cálculo de la rigidez edométrica de cada escalón

Para cada escalón (12.5 kPa, 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, etc.)



$$V_t = V_s + V_v = 1 + (e \times V_s) = 1 + e$$
$$\Delta V_t = \Delta V_s + \Delta V_v = 0 + \Delta e$$

$$\varepsilon_{vol} = \frac{\Delta V_t}{V_t} = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

$$E_i^{oed} = \frac{\Delta \sigma'}{\Delta \varepsilon_{vol}} = \frac{(1 + e_{i-1}) \Delta \sigma'}{\Delta e}$$

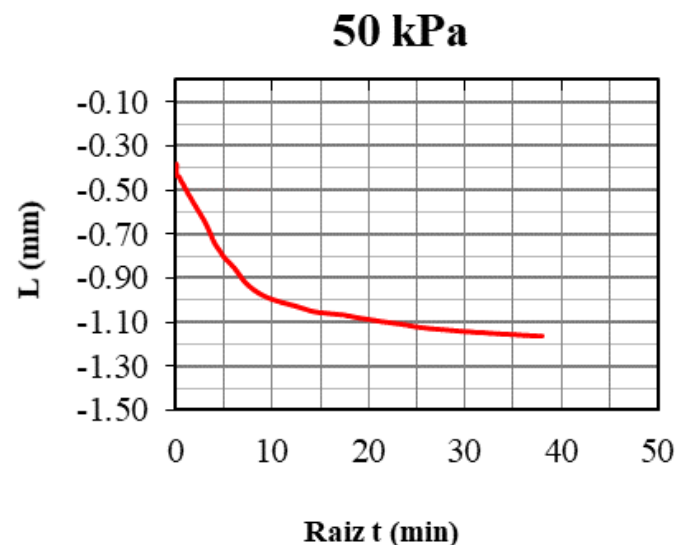
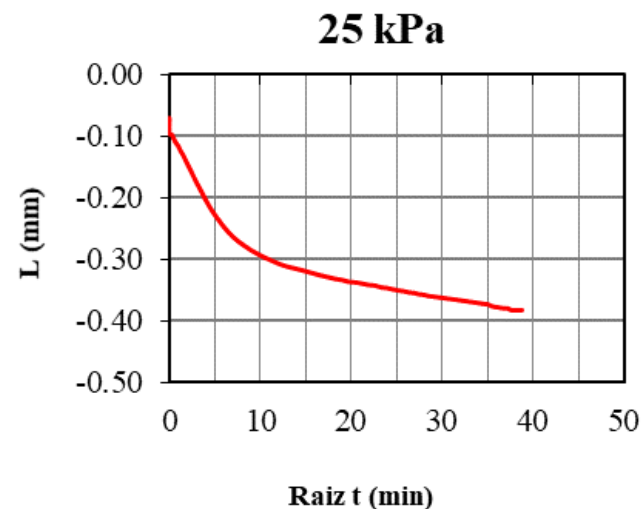
Módulo edométrico [MPa]

$$m_{vi} = \frac{1}{E_i^{oed}} = \frac{\Delta e}{(1 + e_{i-1}) \Delta \sigma'}$$

Módulo de compresibilidad [1/MPa]

Procesamiento del ensayo

4. Trazado de las curvas de consolidación y obtención de c_v y k_v para cada escalón



Taylor

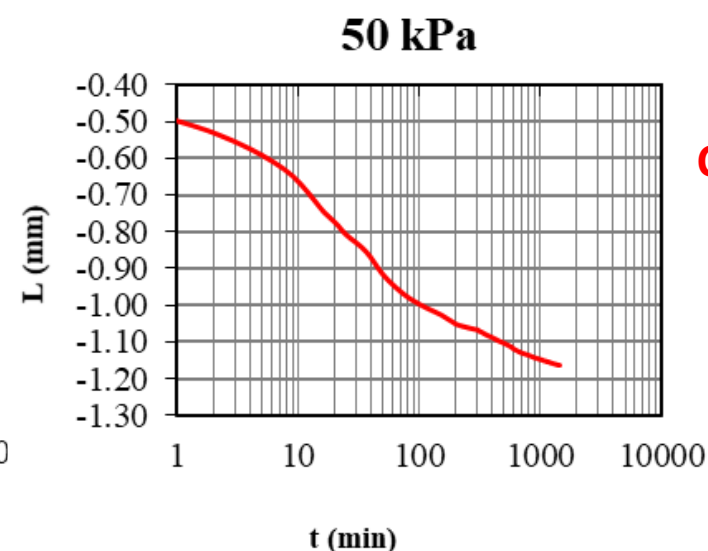
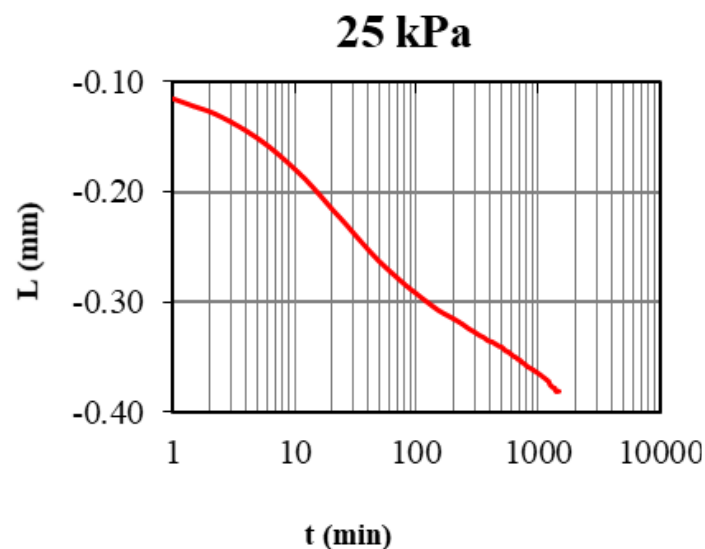
$$t_{90}^i$$

$$c_v^i = \frac{T_{90} H_i^2}{t_{90}^i}$$

$$k_v^i = \frac{c_v^i \times \gamma_w}{E_{oed}^i}$$

$$T_{90} = 0,848$$

$$H_i = h_i / 2$$



Casagrande

$$t_{50}^i$$

$$c_v^i = \frac{T_{50} H^2}{t_{50}^i}$$

$$k_v^i = \frac{c_v^i \times \gamma_w}{E_{oed}^i}$$

$$T_{50} = 0,197$$

$$H_i = h_i / 2$$