



# **INTERACCION SUELO AGUA**

## **PARTE 3. PRESIONES HIDRODINAMICAS**

**Area de Geotecnia.**

**Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA**



## 3. PRESIONES DEL FLUIDO

### OBJETIVO:

- Establecer los conceptos de presiones hidrodinámicas e hidrostáticas.
- Concepto de sifonamiento y presiones hidrodinámicas de erosión de suelos.

### REFERENCIAS

- Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cuarta edición. BRAJA M. DAS. Capítulo 8. Esfuerzo en la masa de suelos. 8.1 a 8.5.
- Soil Mechanics in Engineering Practice. 3° Edición. Terzaghi, K.; Peck, R. y Mesri, G. Chapter 3. Hydraulic and Mechanical Properties of Soils. Artículo 15.

**Area de Geotecnia.**

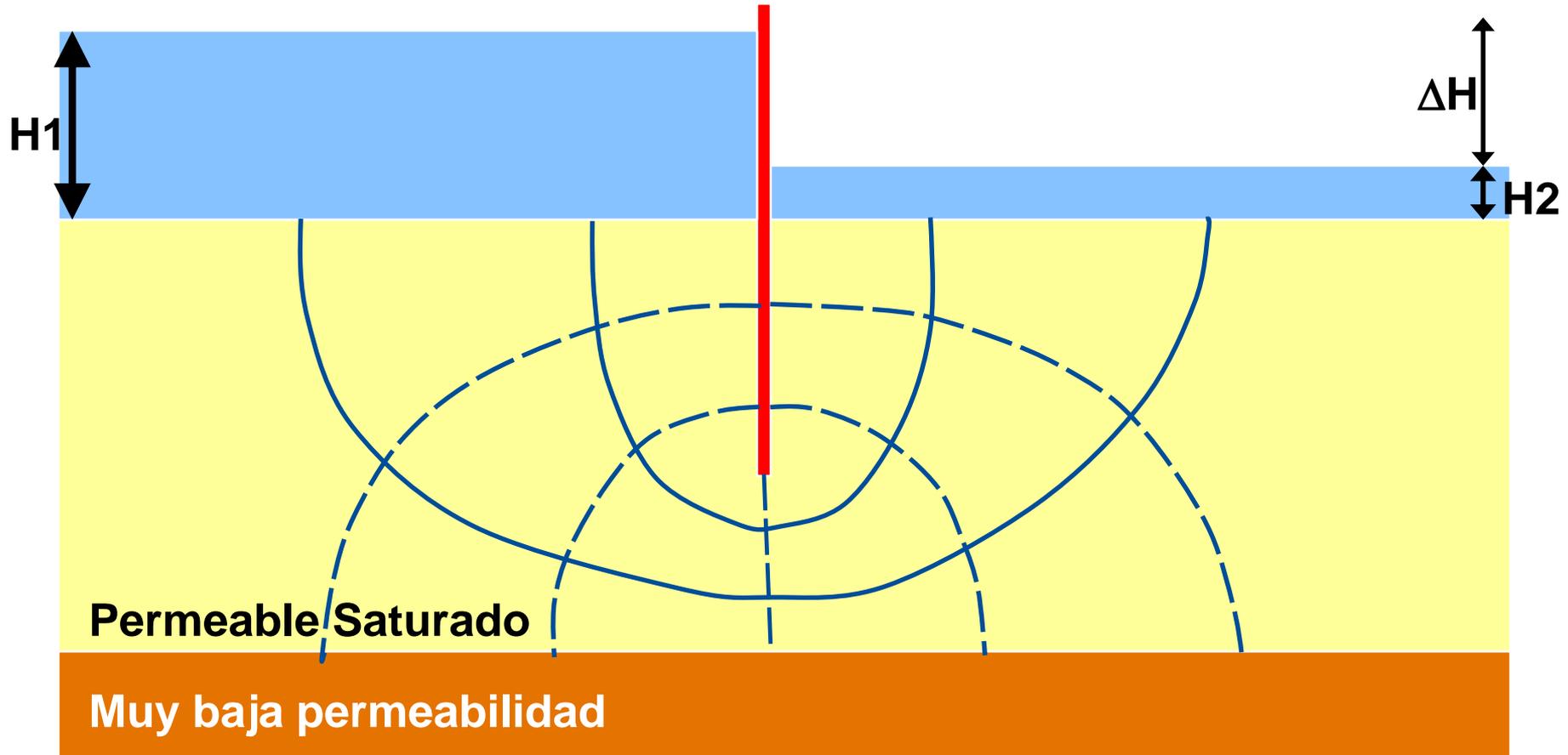
**Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA**



# 3. PRESIONES DEL FLUIDO

## PRESIONES HIDRODINAMICAS



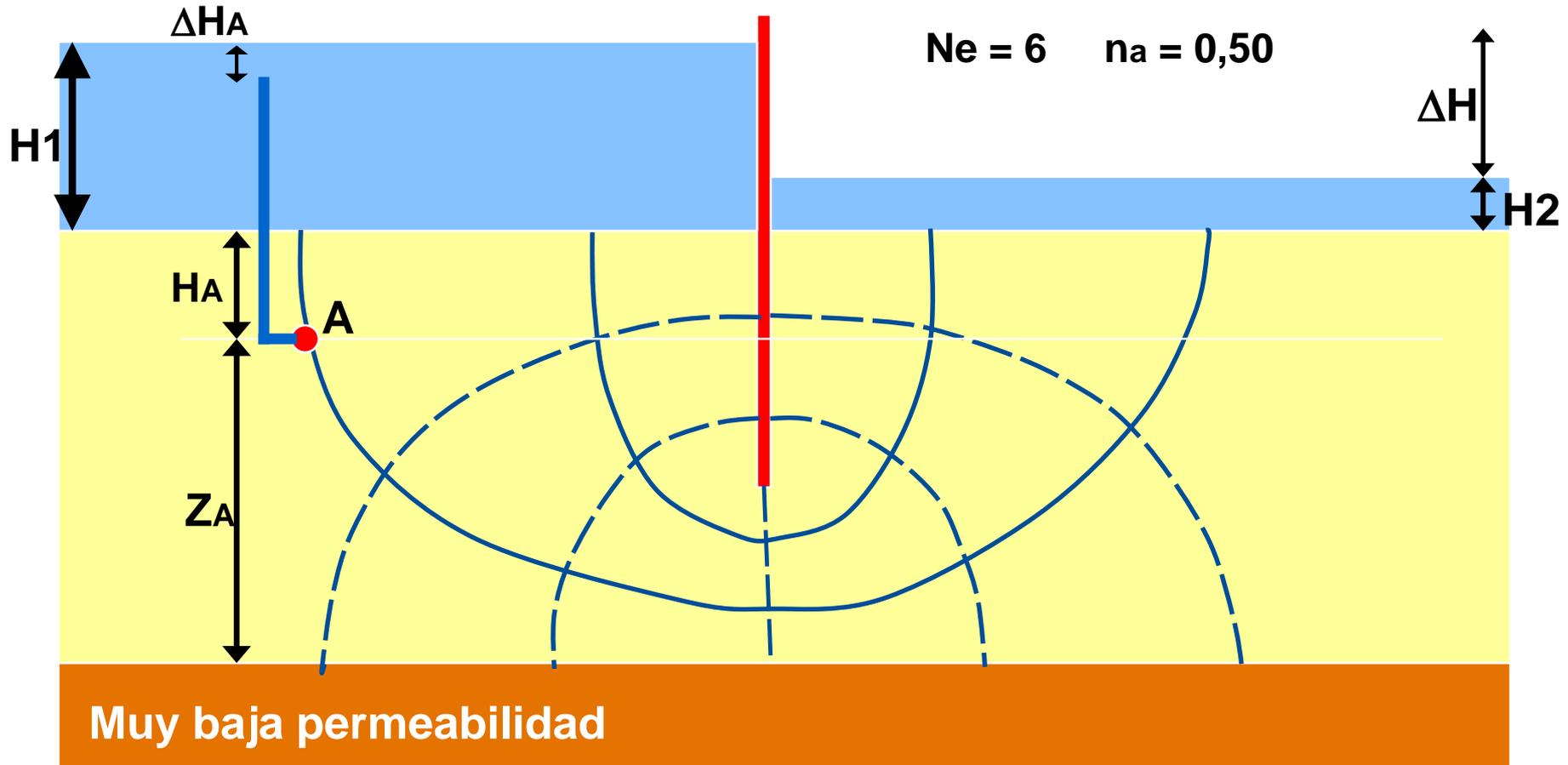


# PRESIONES HIDRODINAMICAS

$$u_A = \gamma_w (H_1 + H_A - n_a/N_e \Delta H)$$

$$\Delta H_A = \Delta H \times (n_a / N_e)$$

$$N_e = 6 \quad n_a = 0,50$$





# PRESIONES HIDRODINAMICAS

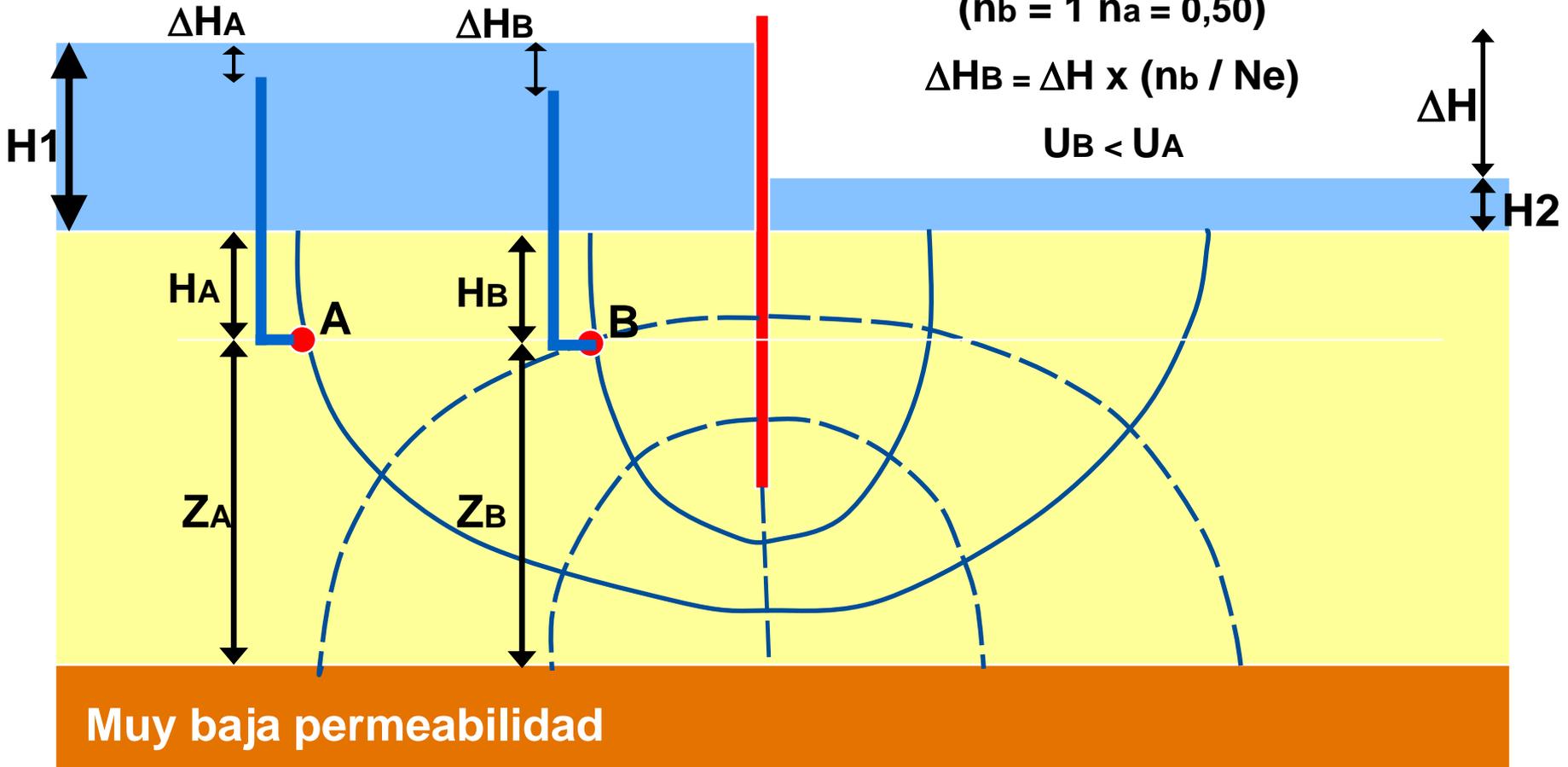
$$u_B = \gamma_w (H_1 + H_B - n_b/N_e \Delta H)$$

$$\Delta H_B > \Delta H_A \rightarrow (n_b > n_a)$$

$$(n_b = 1 \quad n_a = 0,50)$$

$$\Delta H_B = \Delta H \times (n_b / N_e)$$

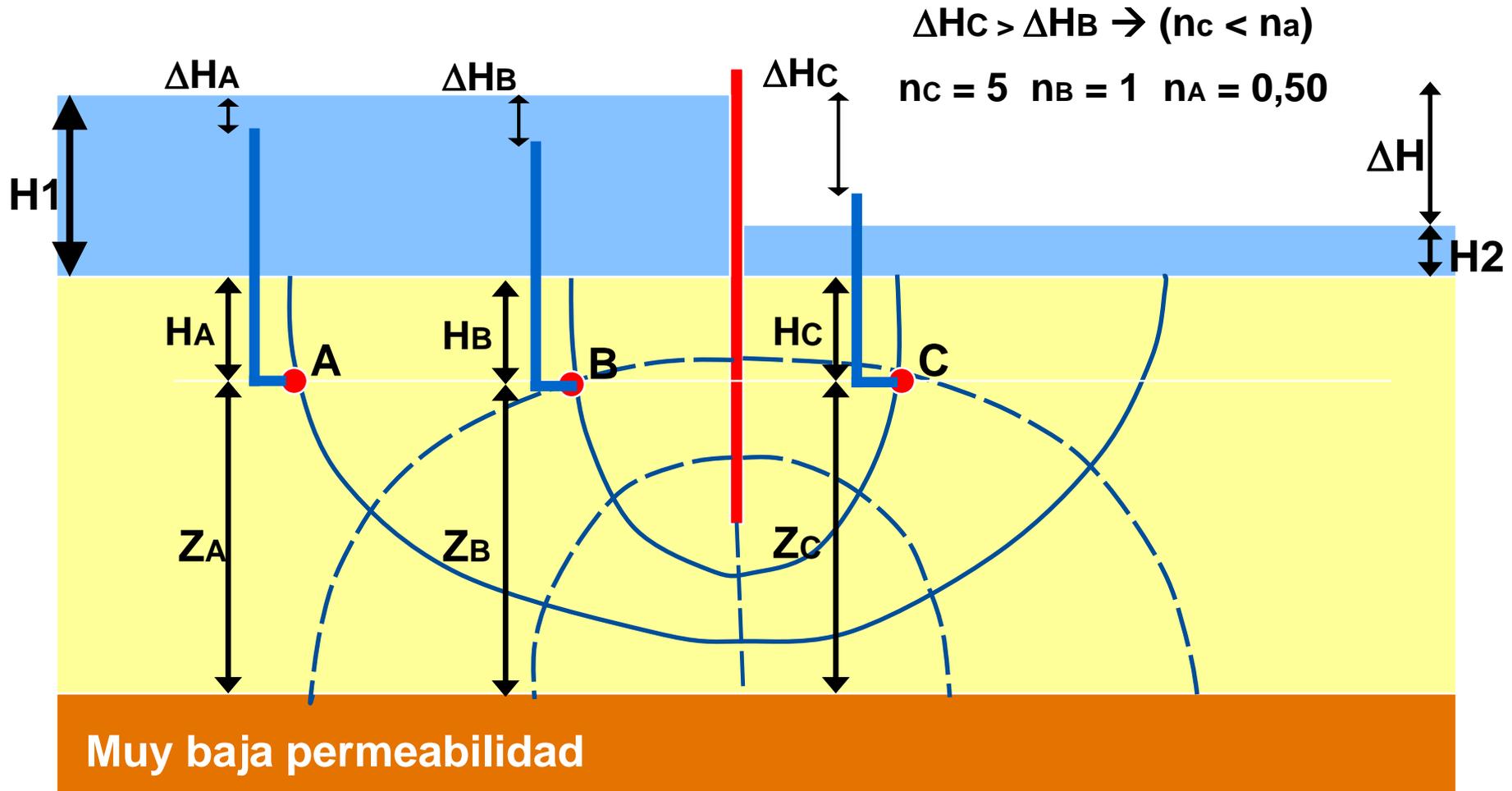
$$u_B < u_A$$





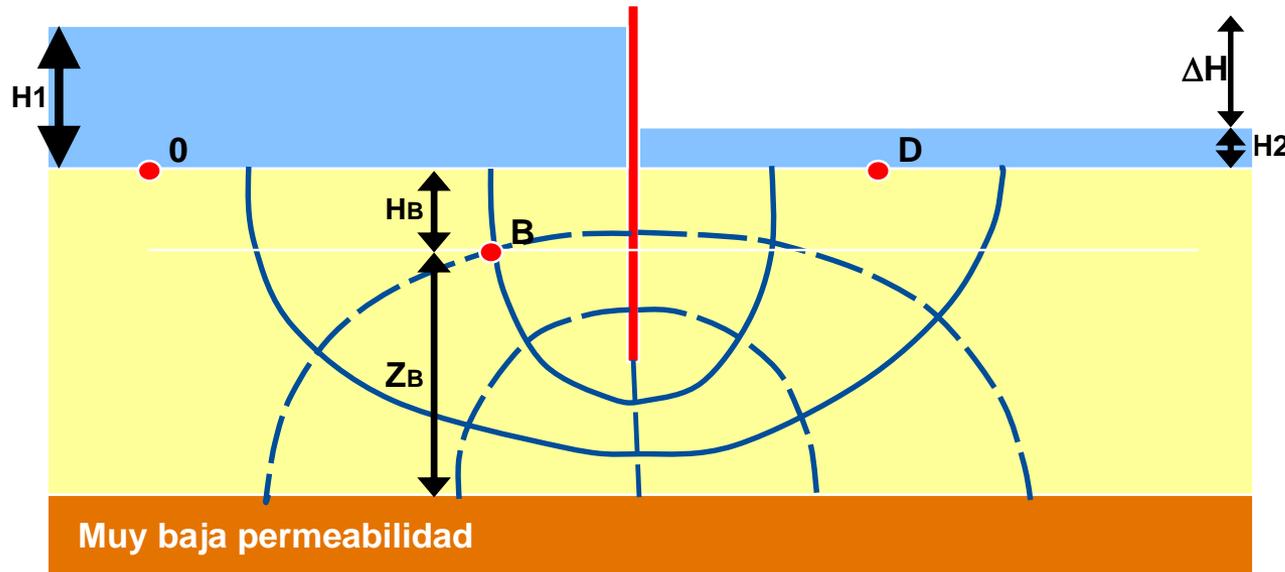
# PRESIONES HIDRODINAMICAS

$$u_c = \gamma_w (H_1 + H_c - n_c/N_e \Delta H)$$





# PRESIONES HIDRODINAMICAS



## P. HIDRODINAMICA (Total)

$$u_o = \gamma_w (H_1 + 0 - 0/N_e \Delta H) = \gamma_w H_1$$

$$u_B = \gamma_w (H_1 + H_B - 1/N_e \Delta H)$$

$$u_D = \gamma_w (H_1 + 0 - 6/N_e \Delta H) = \gamma_w H_2$$

## P. FILTRACION (Efectiva)

$$u_o = \gamma_w (\Delta H - 0/N_e \Delta H) = \gamma_w \Delta H$$

$$u_B = \gamma_w (\Delta H - 1/N_e \Delta H) = 5/6 \gamma_w \Delta H$$

$$u_c = \gamma_w (\Delta H - 6/N_e \Delta H) = 0$$



## 3. PRESIONES DEL FLUIDO

### Ejercicio: Presiones Hidrodinámicas

Datos:

$$\gamma_{SAT} = 1,80 \text{ t/m}^3; h_C = 4,00 \text{ m}; \Delta H = 6,00 \text{ m}; H_2 = 3,5 \text{ m}$$

Presiones totales en C

$$\sigma_C = (1,0 \text{ t/m}^3 \cdot 3,50 \text{ m}) + (1,80 \text{ t/m}^3 \cdot 4,00 \text{ m}) = 10,7 \text{ t/m}^2$$

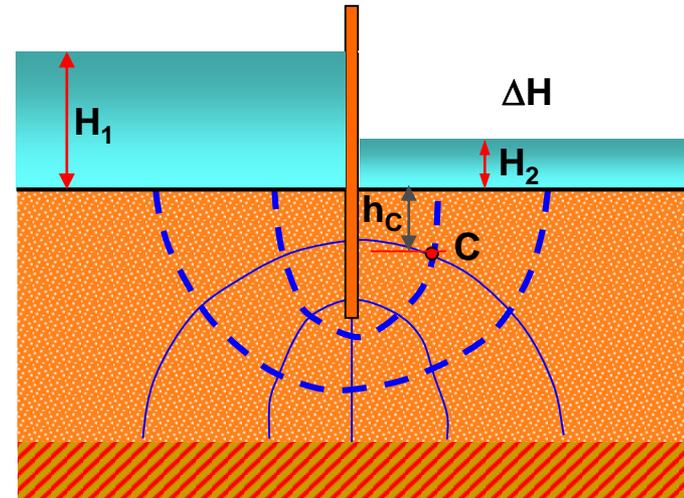
Presión del agua (hidrodinámica) en C

$$u_C = \gamma_w [H_1 + h_C - n_C \cdot (\Delta H / N_e)]$$

$$u_C = 1,00 \text{ t/m}^3 [9,50 \text{ m} + 4,00 \text{ m} - 5 \cdot (6,0\text{m} / 6)] = 8,50 \text{ t/m}^2$$

Presión efectiva en C

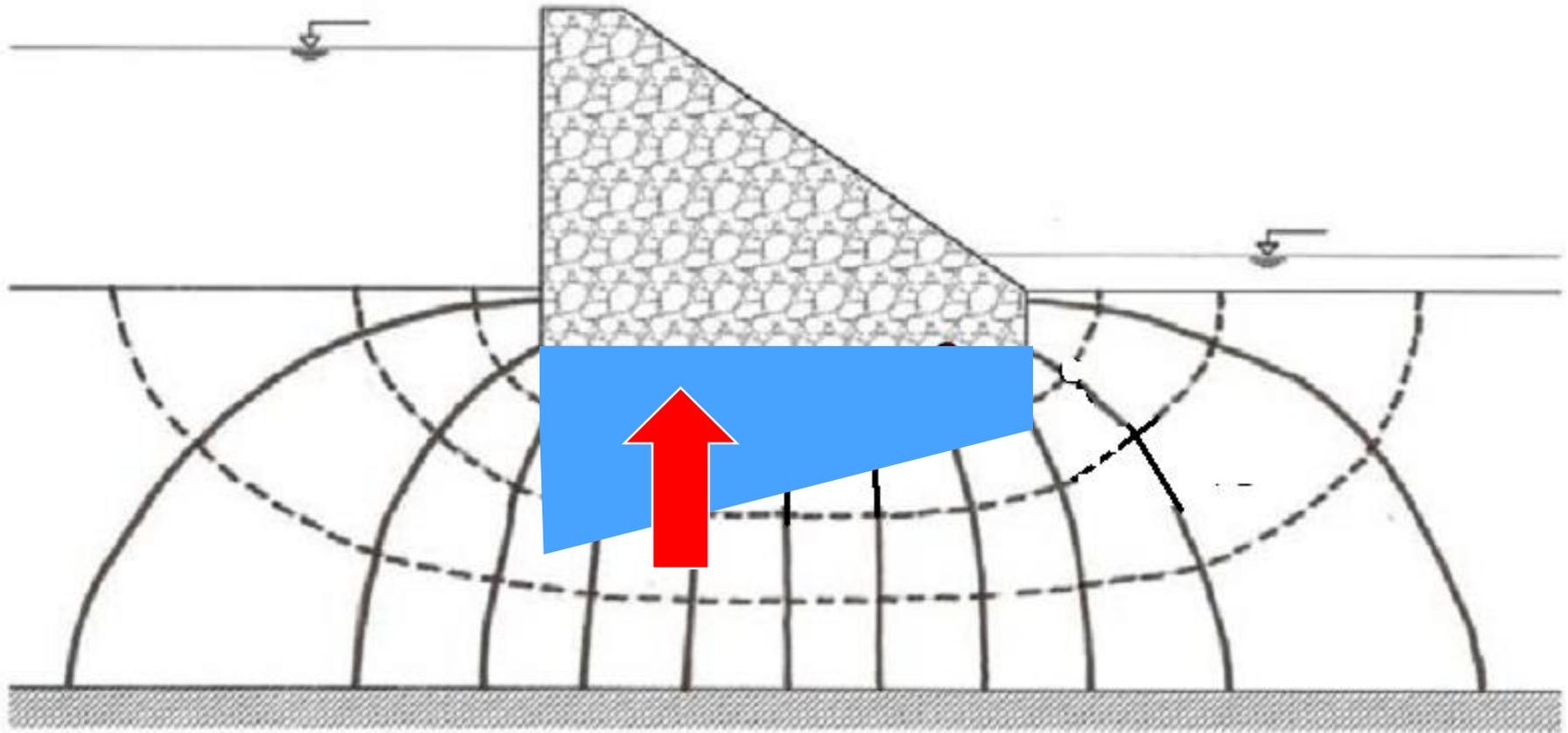
$$\sigma'_C = 10,7 \text{ t/m}^2 - 8,5 \text{ t/m}^2 = 2,2 \text{ t/m}^2$$



No hay sifonaje en el C, porque las presiones efectivas son mayores a “0” ( $\sigma'_C > 0$ )



### 3. PRESIONES DEL FLUIDO



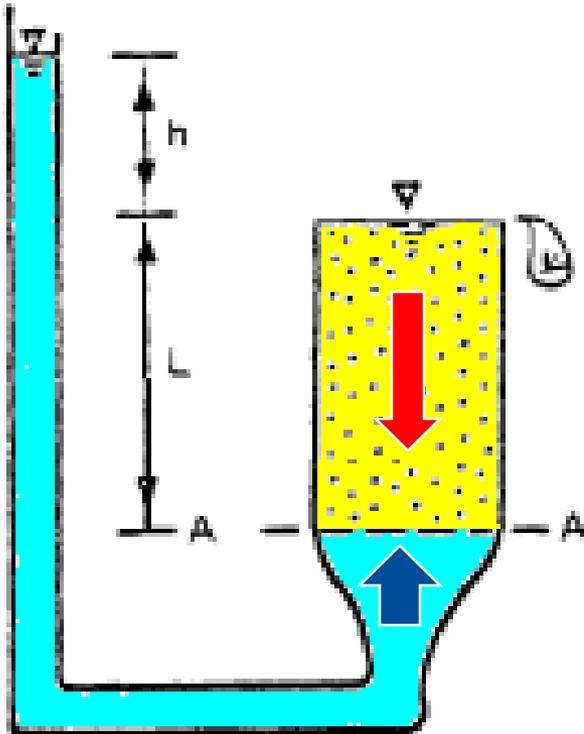
- El diagrama de presiones hidrodinámicas, integrado, genera una fuerza perpendicular a la losa de fondo del azud.
- Tiende a levantarlo



# 3. PRESIONES DEL FLUIDO

## EROSION POR SIFONAMIENTO

### Fuerzas del Sistema



P Total Suelo

$$F_d = \gamma_{\text{sat}} \cdot L \cdot A$$

P Hidrodinámica

$$F_a = (h + L) \cdot \gamma_w \cdot A$$

Equilibrio

$$\gamma_{\text{sat}} \cdot L \cdot A = (h + L) \cdot \gamma_w \cdot A$$

$$\frac{h}{L} = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_w} - 1 = \frac{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

$$\frac{h}{L} = i_{\text{crit}} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

**Gradiente Crítico  
(Hazar, 1935)**

$$F_s = \frac{i_{\text{cr}}}{i_{\text{exit}}}$$



# 3. PRESIONES DEL FLUIDO

## EROSION POR SIFONAMIENTO

### Relación de Tensiones (Terzaghi, 1922)

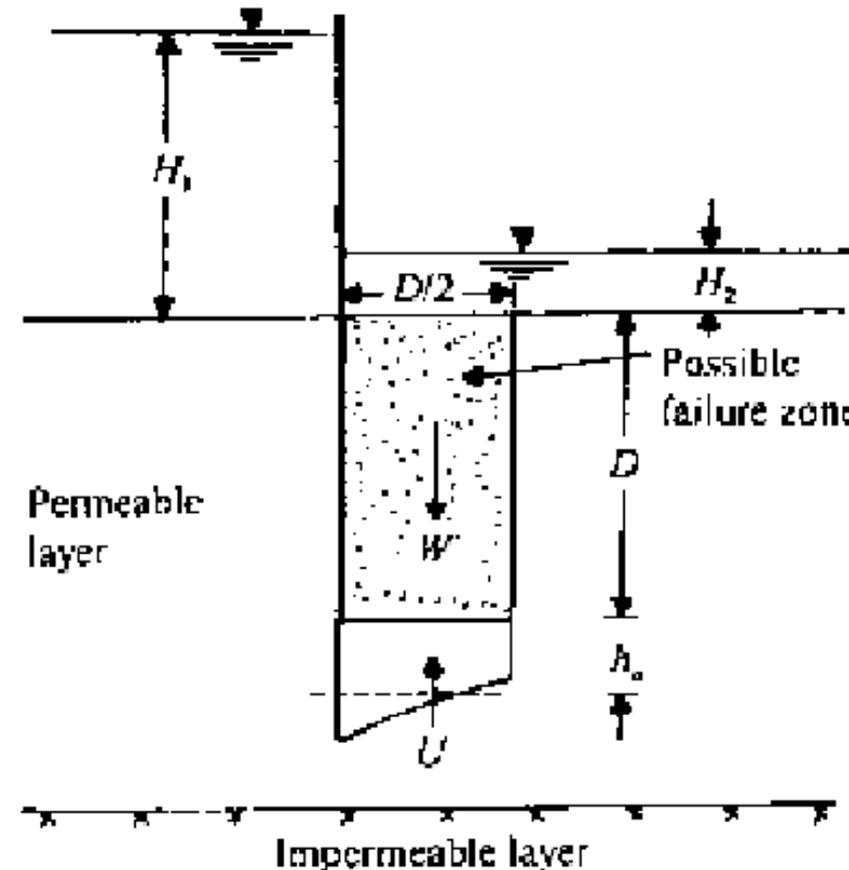
#### Equilibrio de Esfuerzos

Fuerza Ascendente  $\rightarrow U = \frac{1}{2} \gamma_w D h_a$

ha Presión de filtración

Fuerza Descendente  $\rightarrow W' = \frac{1}{2} \gamma' D^2$

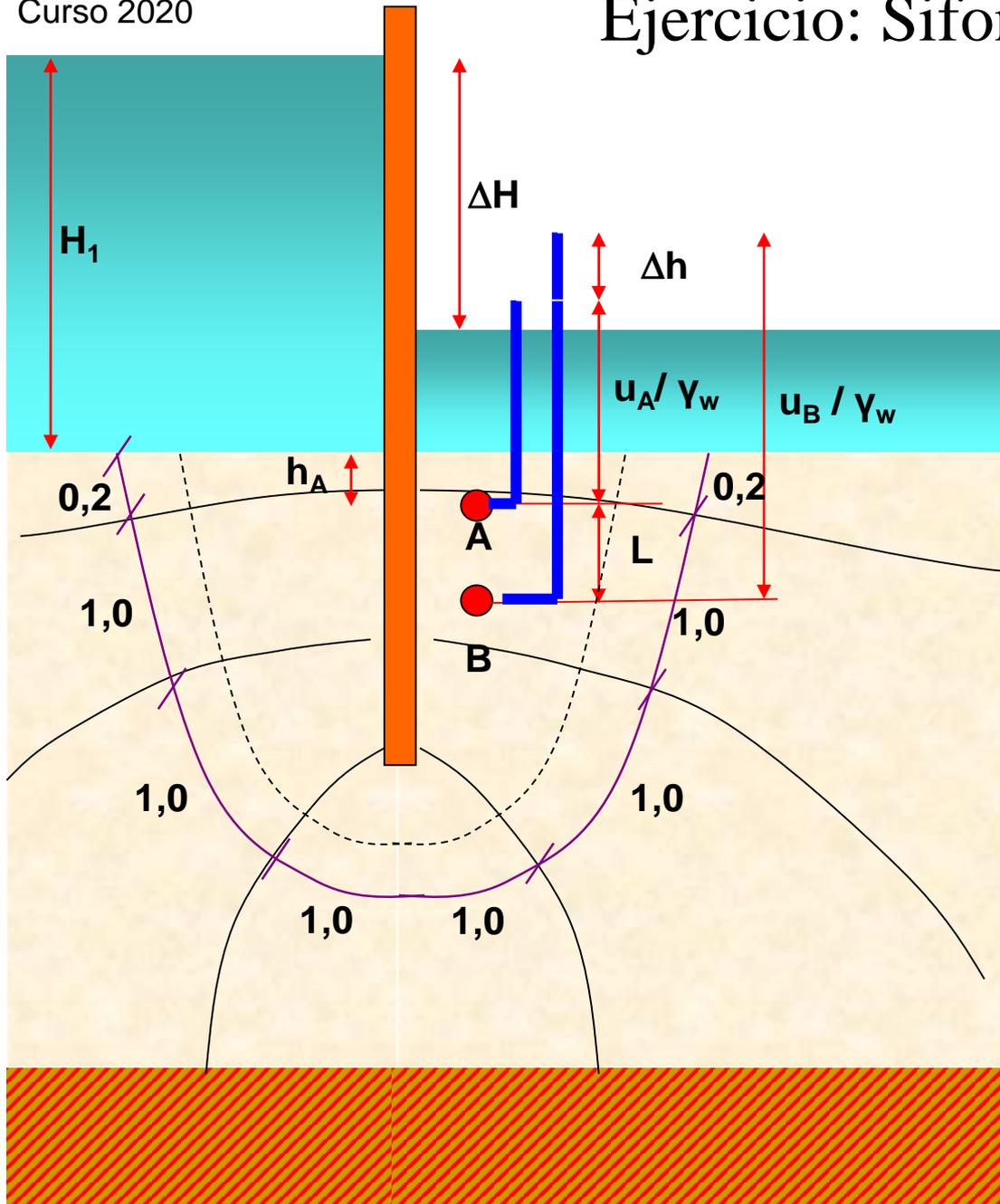
$$F_s = \frac{W'}{U} = \frac{\frac{1}{2} \gamma' D^2}{\frac{1}{2} \gamma_w D h_a} = \frac{D \gamma'}{h_a \gamma_w}$$







# Ejercicio: Sifonaje



## Pérdida de Carga

$$\Delta h = u_B / \gamma_w - u_A / \gamma_w$$

Gradiente hidráulico en AB

$$i = \Delta h / L$$

Gradiente crítico

$$i_c = \gamma' / \gamma_w$$

Coeficiente de seguridad  
al sifonaje

$$F.S._{sifonaje} = \frac{\gamma'}{\frac{\gamma_w}{\frac{\Delta h}{L}}}$$



# 3. PRESIONES DEL FLUIDO

## EROSION POR SIFONAMIENTO

### Distancia de Filtración (Lane, 1935)

Longitud de recorrido ponderada

$$\text{Creep ponderado} = \frac{L_w}{H_1 - H_2}$$

Table 5.4 Safe values for the weighted creep ratio

| Material               | Safe weighted creep ratio |
|------------------------|---------------------------|
| Very fine sand or silt | 8.5                       |
| Fine sand              | 7.0                       |
| Medium sand            | 6.0                       |
| Coarse sand            | 5.0                       |
| Fine gravel            | 4.0                       |
| Coarse gravel          | 3.0                       |
| Soft to medium clay    | 2.0–3.0                   |
| Hard clay              | 1.8                       |
| Hard pan               | 1.6                       |

$$L_w = \frac{\sum L_h}{3} + \sum L_v$$

