



Hidráulica de Suelos

Mecánica de Suelos

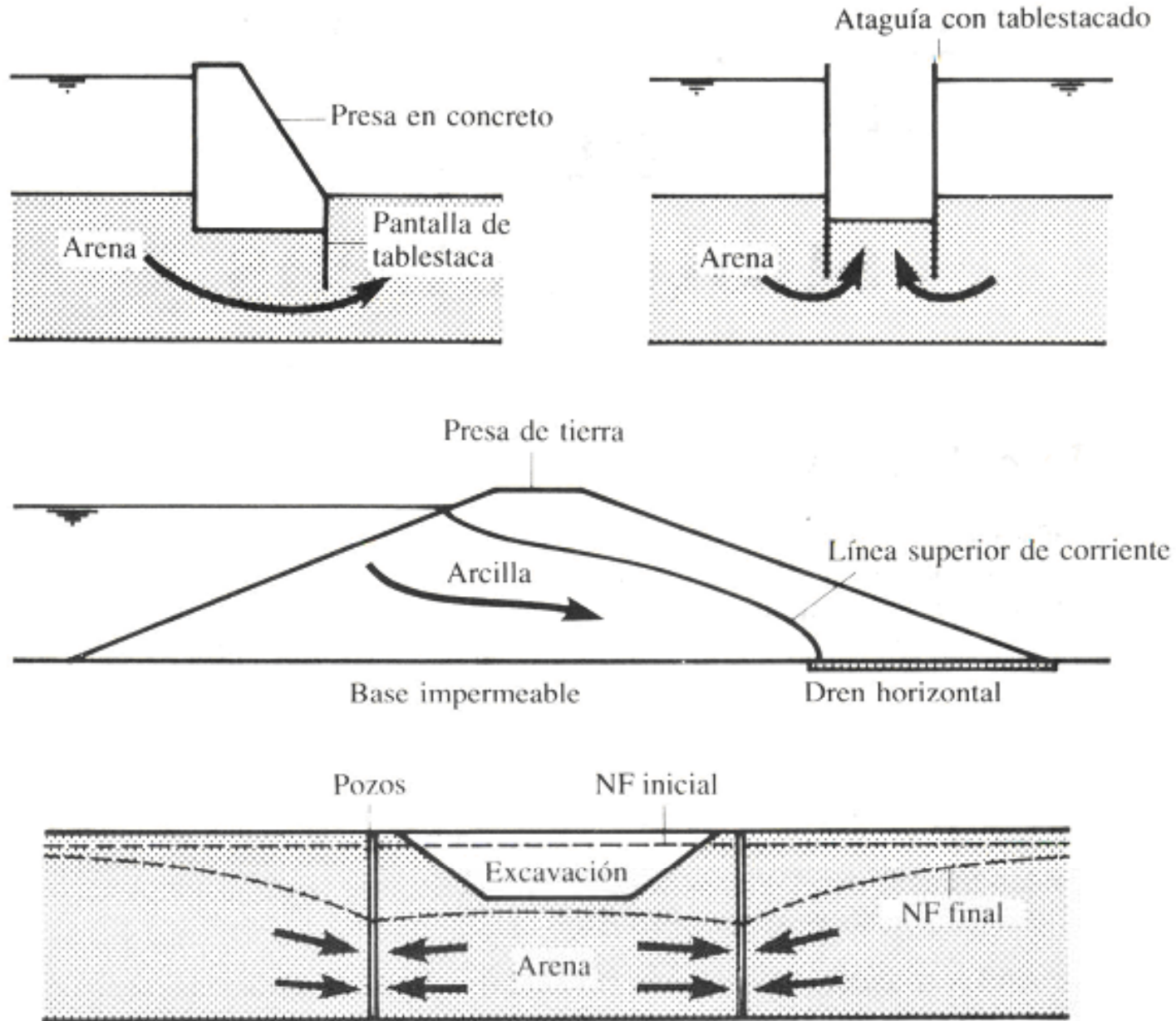
Índice



- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
- Solución gráfica
- Cálculo de caudal
- Sifonaje
- Suelos anisótropos
- Flujo no confinado



Problemas a resolver



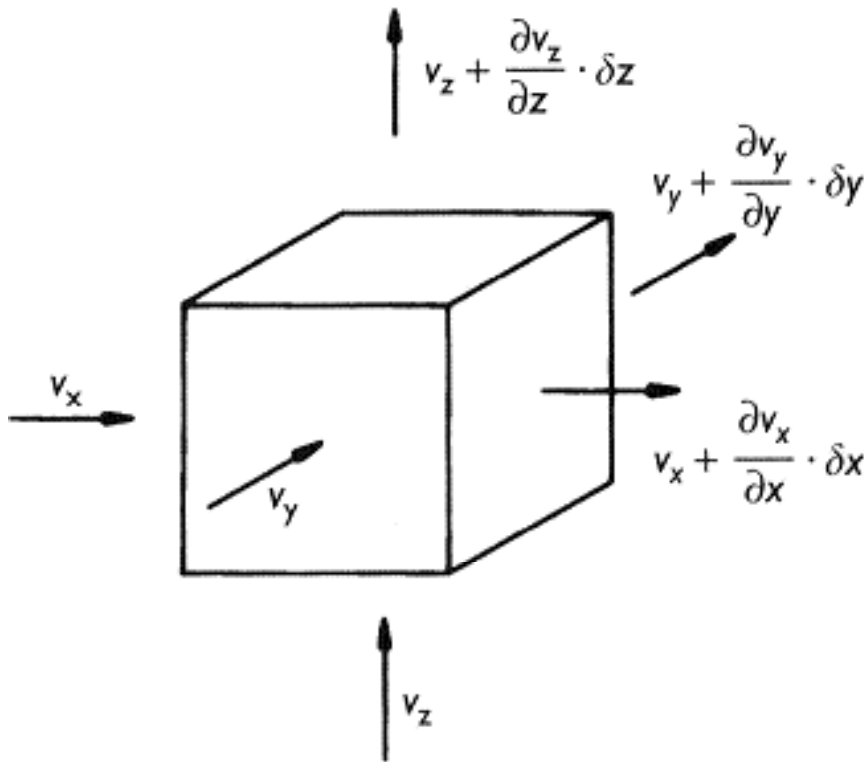
Índice



- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
- Solución gráfica
- Cálculo de caudal
- Sifonaje
- Suelos anisótropos
- Flujo no confinado



Ecuación de continuidad



$$\sum q = 0 \rightarrow \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$$

$$v_n = k_n \frac{\partial h}{\partial n}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = 0$$

Si las permeabilidades son constantes

$$k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$$

Si el medio es isótropo, $k_x = k_y = k_z$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \nabla^2 h = 0$$



Resolución de la ecuación de Laplace

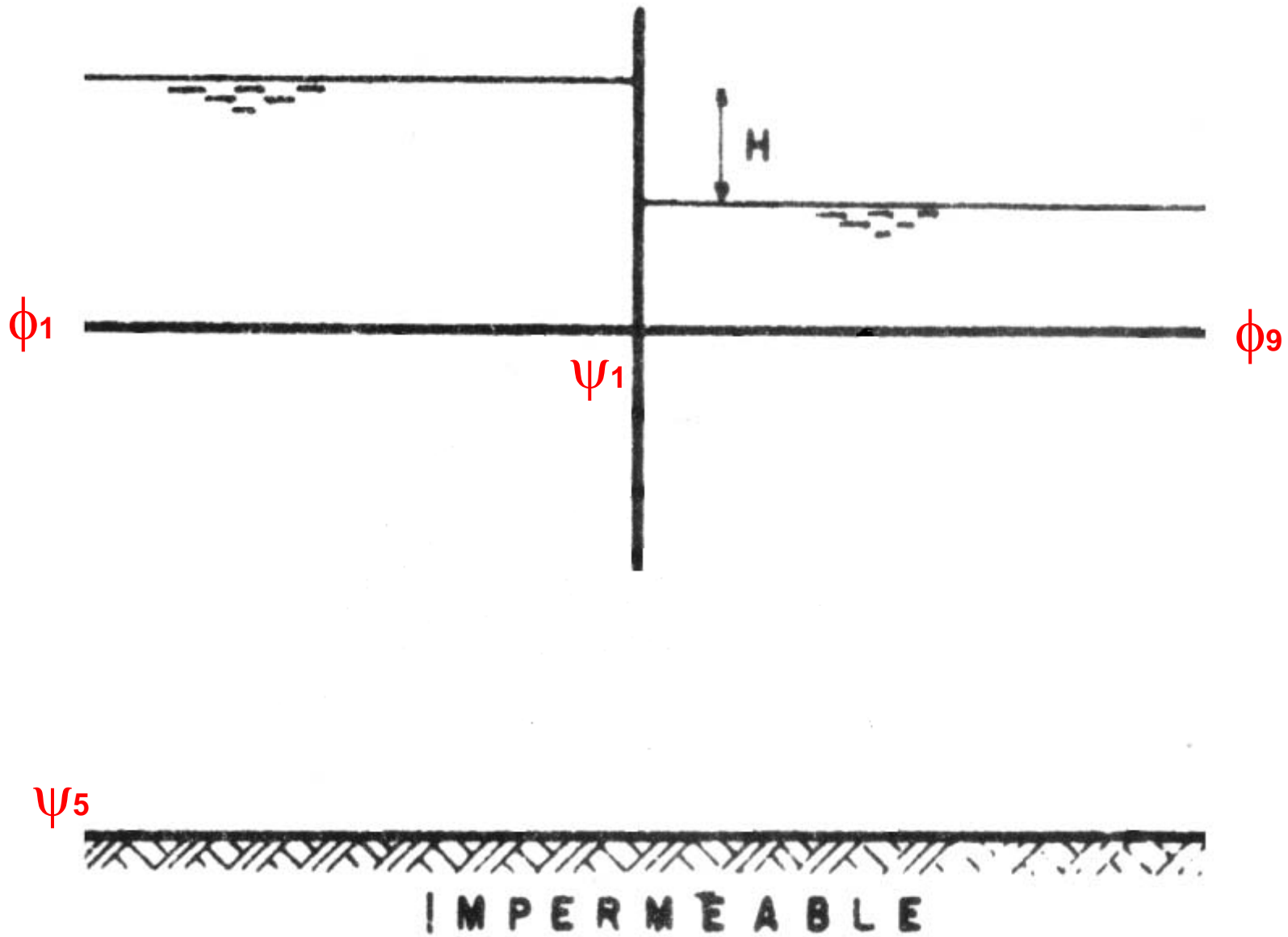
- Analítica
- Numérica
- Analogías físicas
- Método gráfico
 - Curvas equipotenciales
 - Líneas de flujo
 - Condiciones de borde
 - Relación de lados

Índice

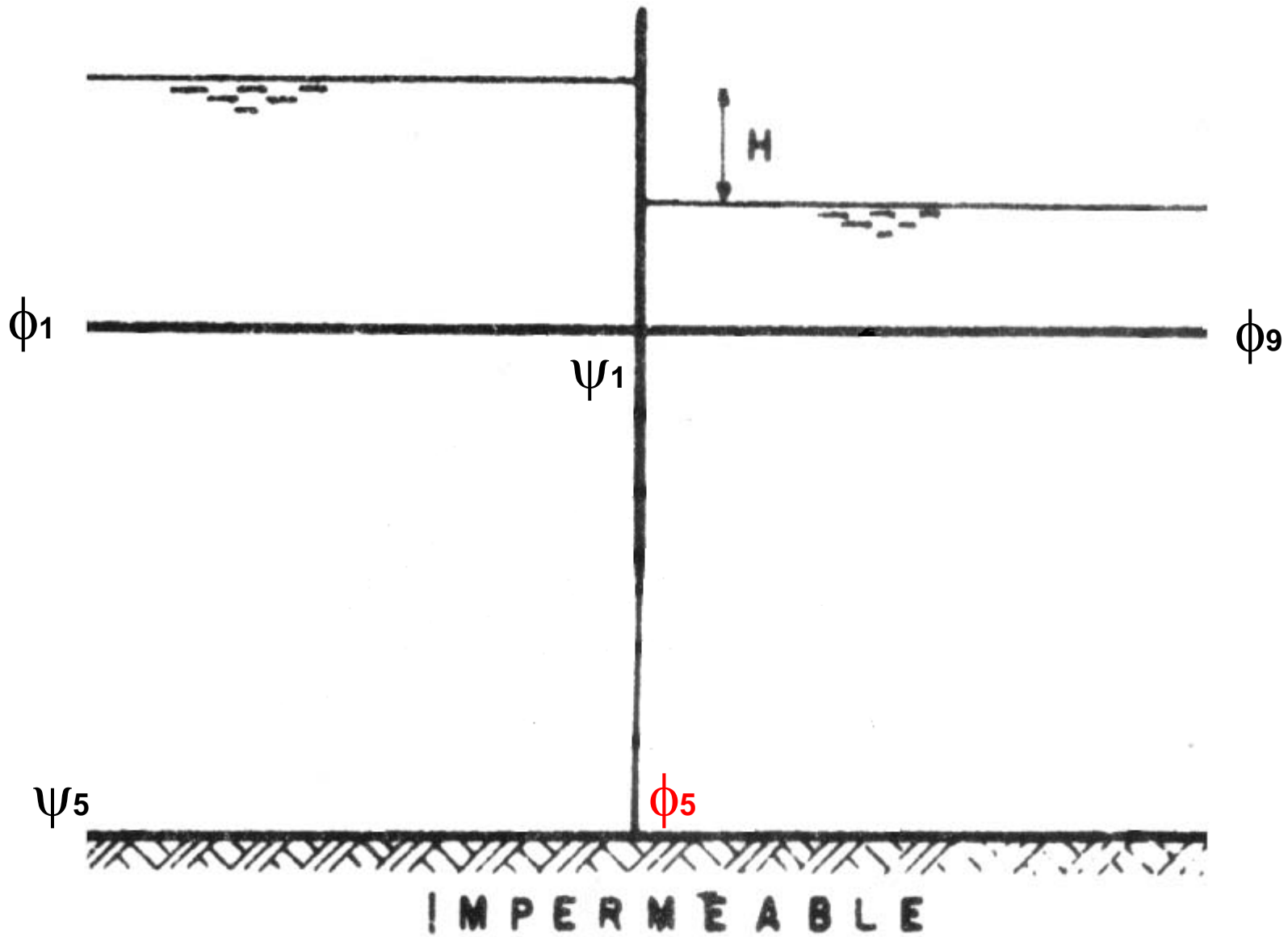


- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
 - Planteo
 - Técnicas de resolución
- **Solución gráfica**
- Cálculo de caudal
- Sifonaje
- Suelos anisótropos
- Flujo no confinado

Método gráfico

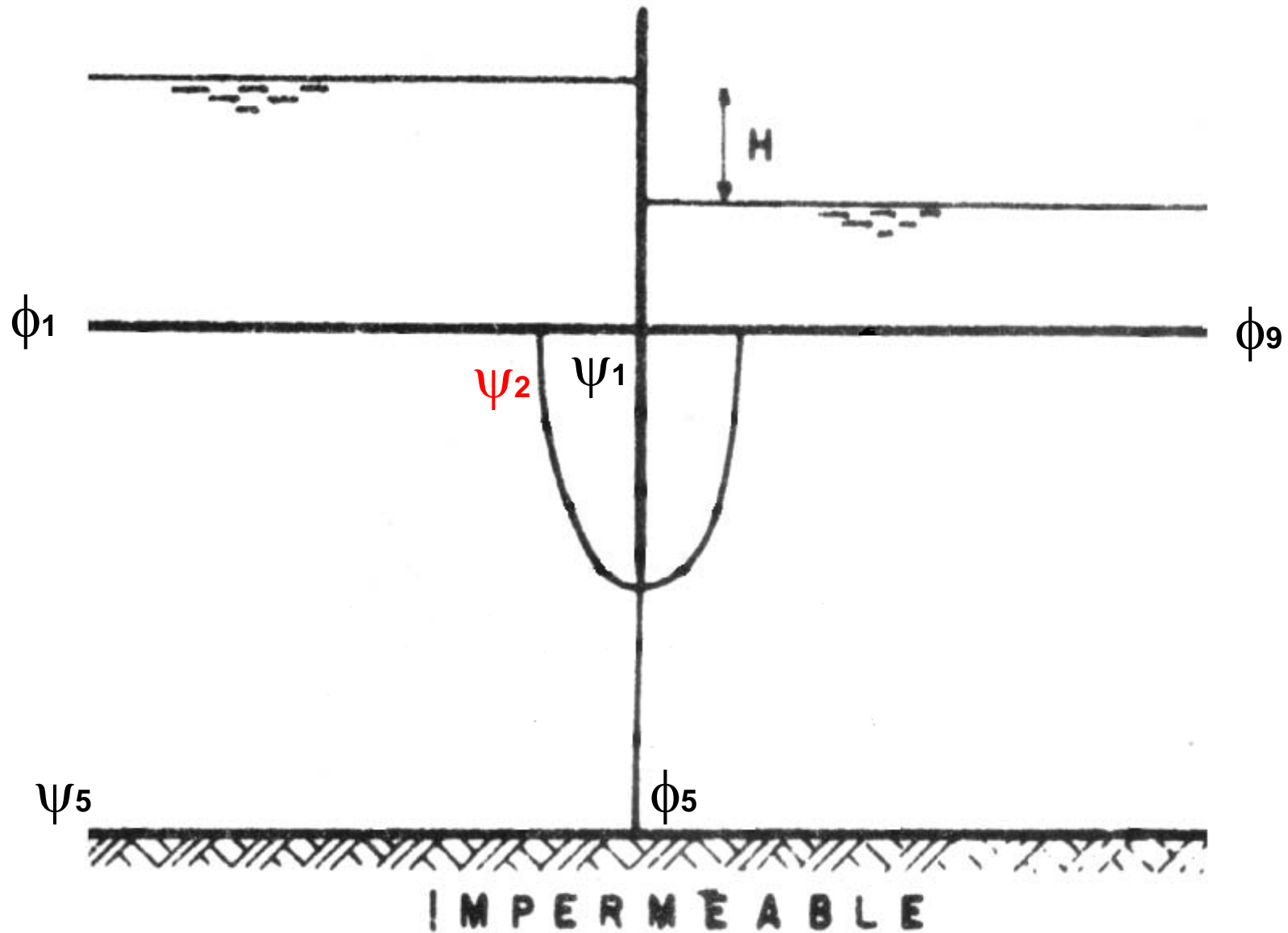


Método gráfico

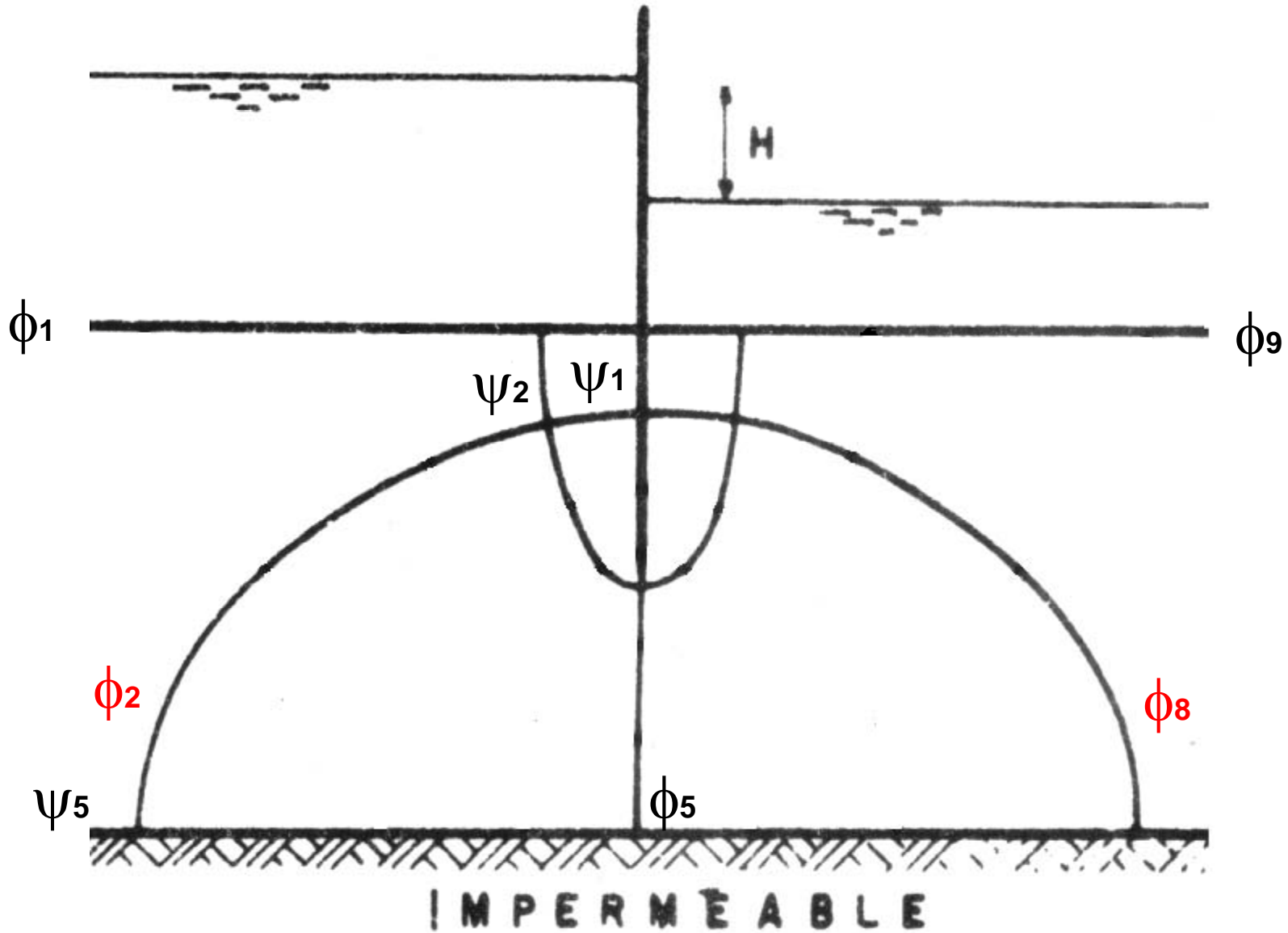




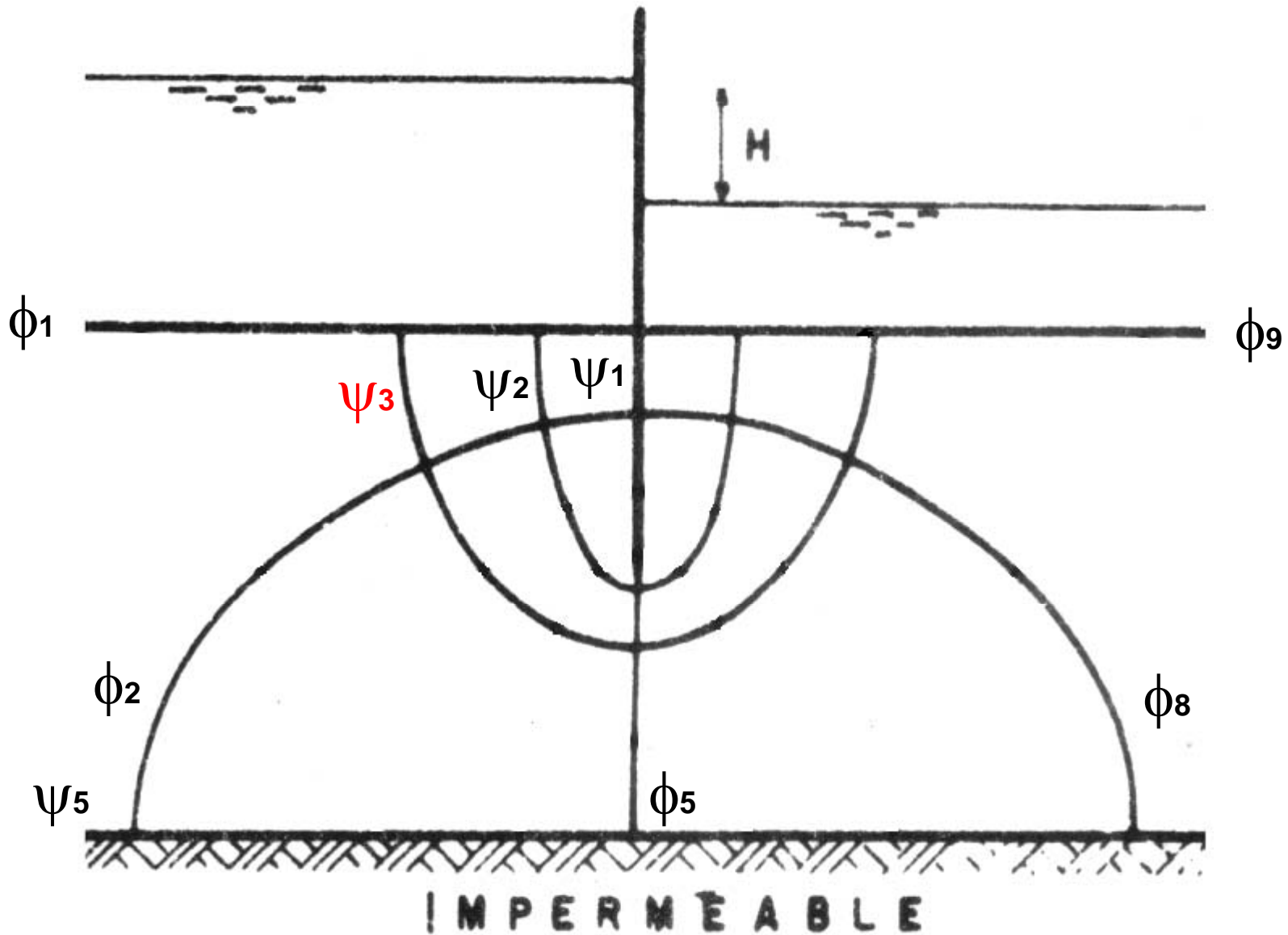
Método gráfico



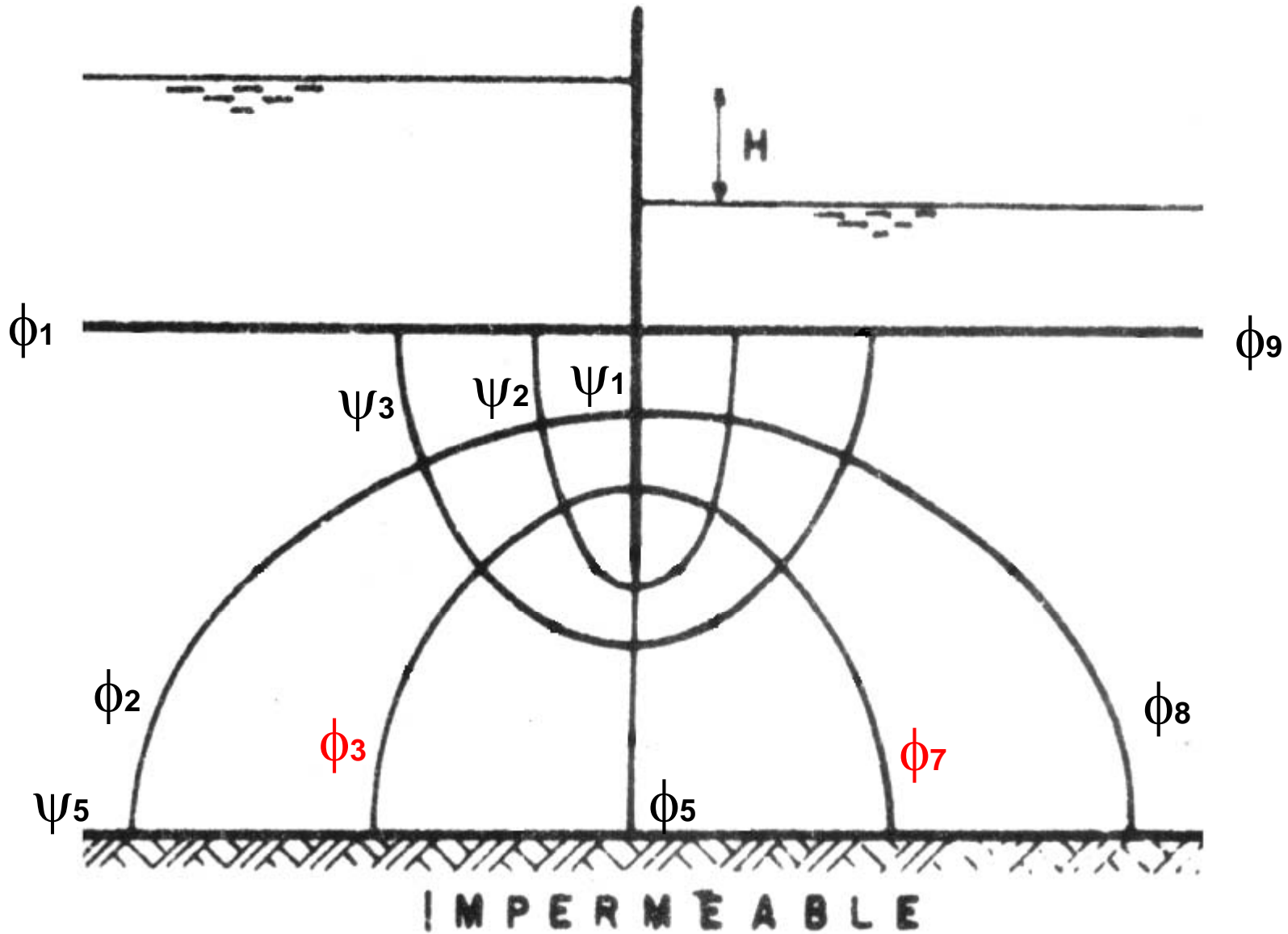
Método gráfico



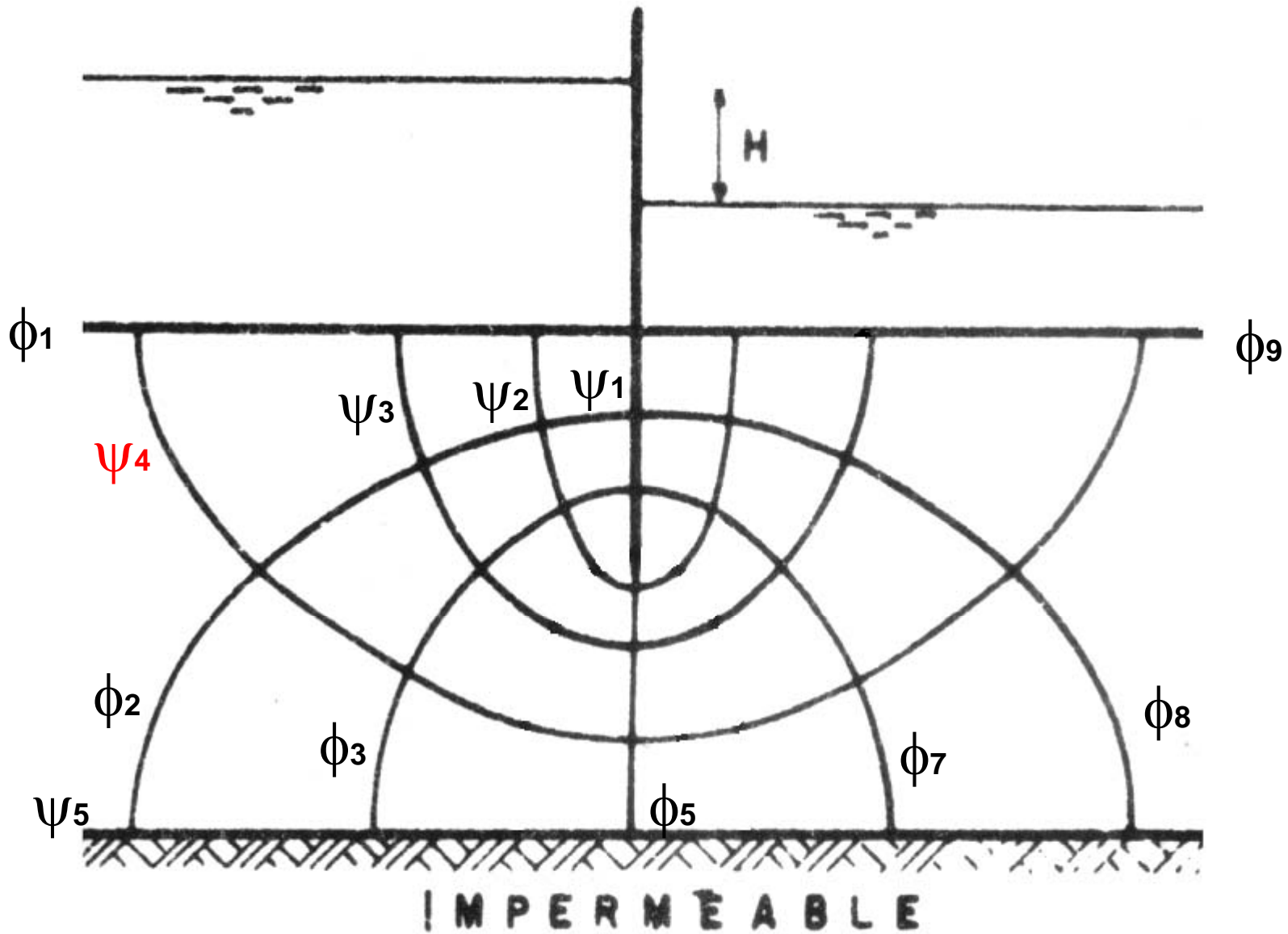
Método gráfico



Método gráfico

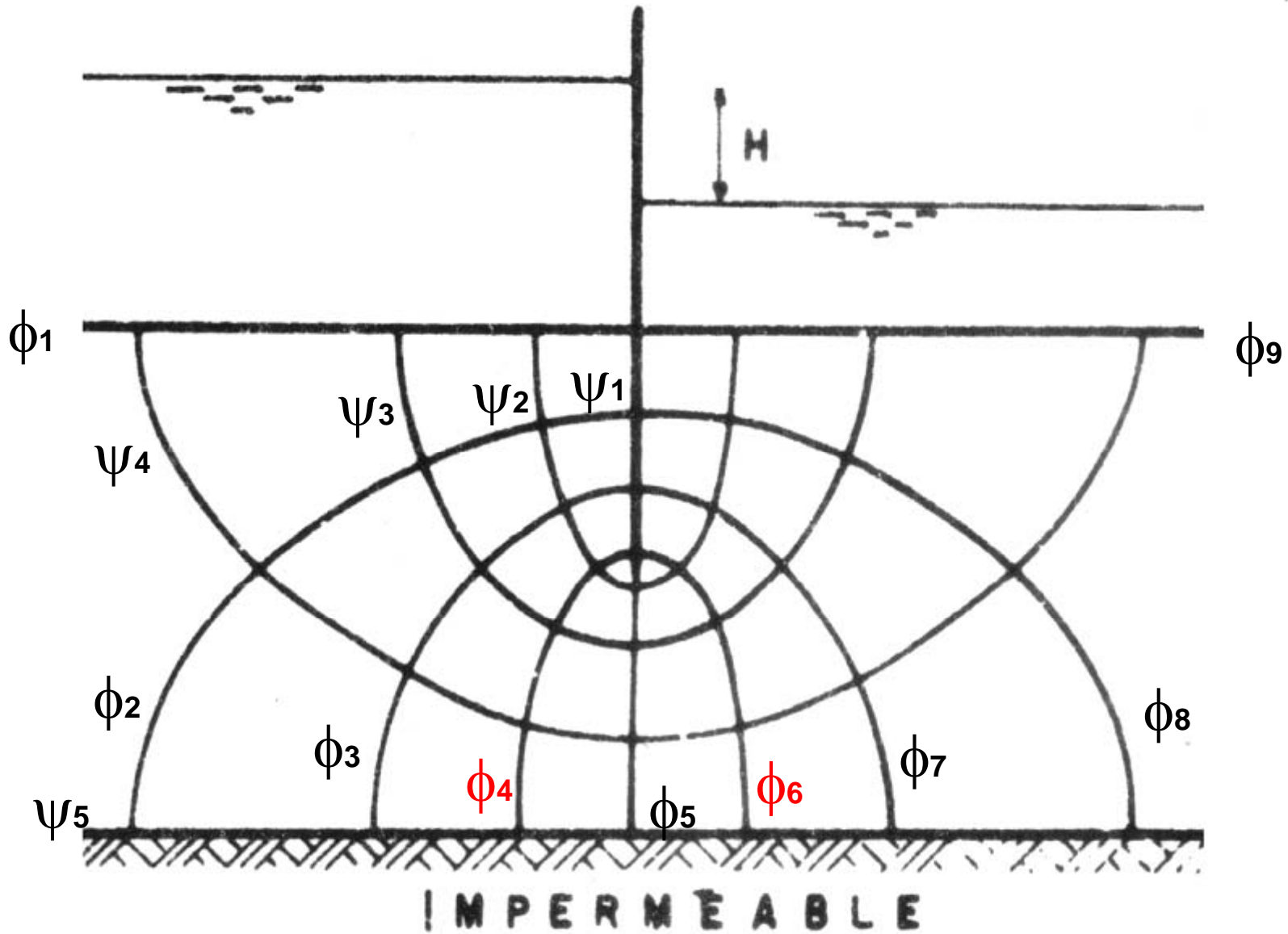


Método gráfico





Método gráfico

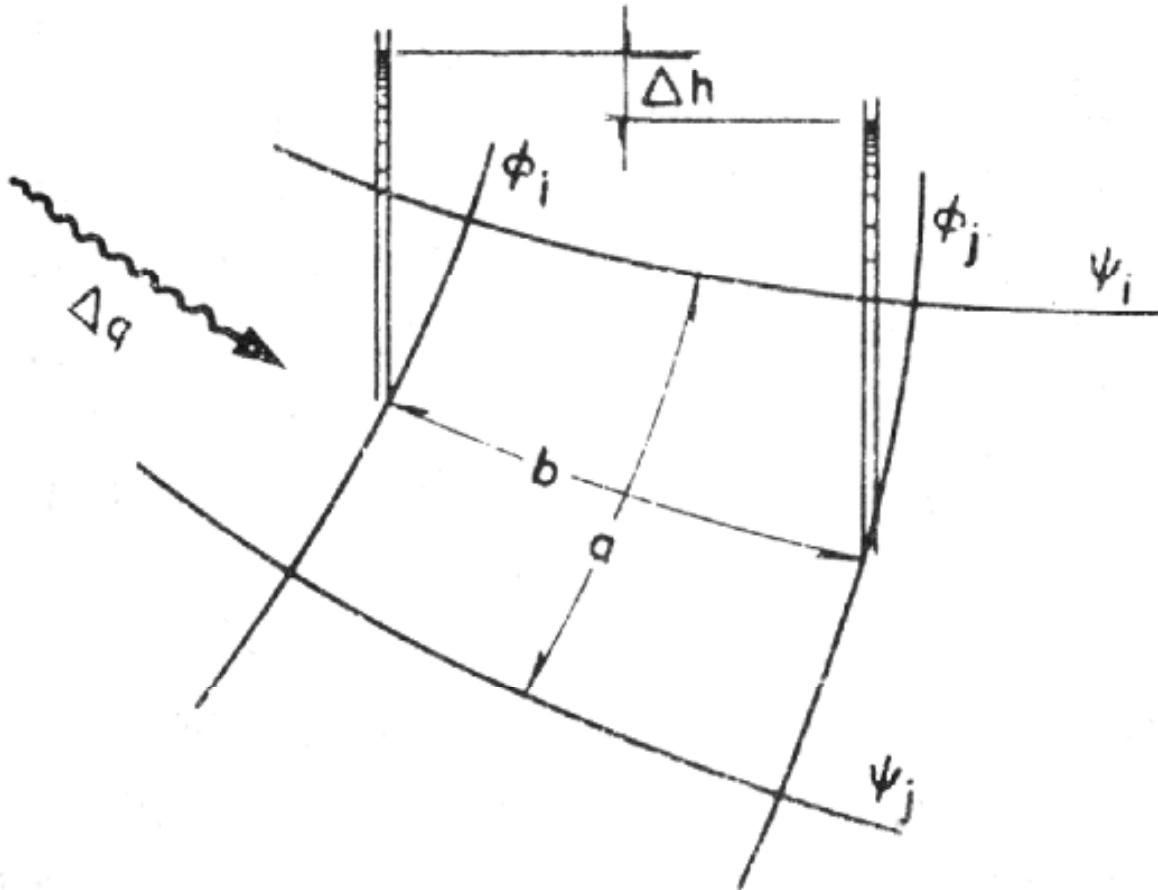


Índice



- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
- Solución gráfica
- **Cálculo de caudal**
- Sifonaje
- Suelos anisótropos
- Flujo no confinado

Cálculo de caudal



$$\Delta q = k \cdot a \frac{\Delta h}{b}$$

$$Q = \Delta q \cdot N_{tubos}$$

$$\Delta h = \frac{H}{N_{caidas}}$$

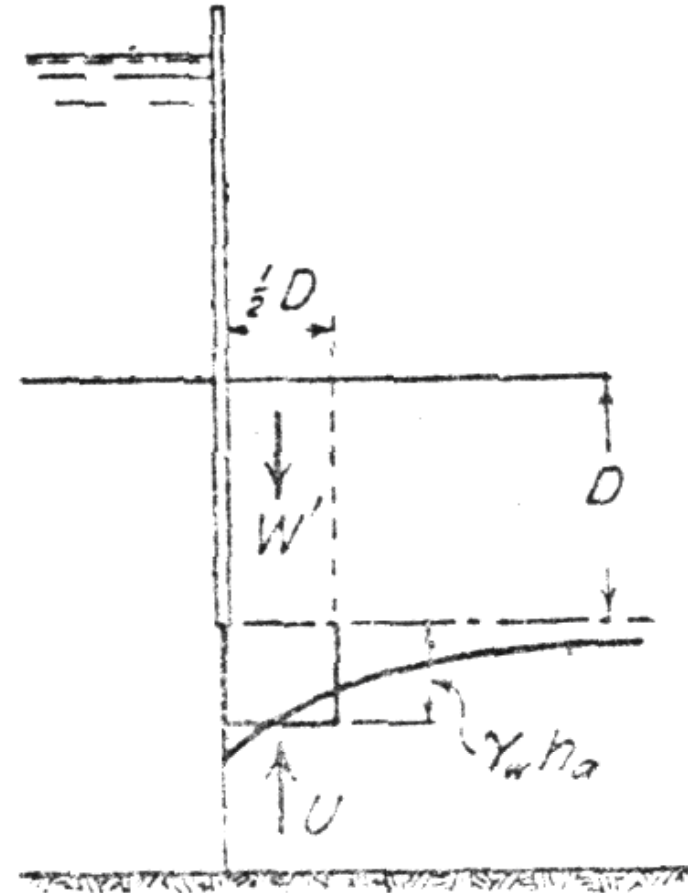
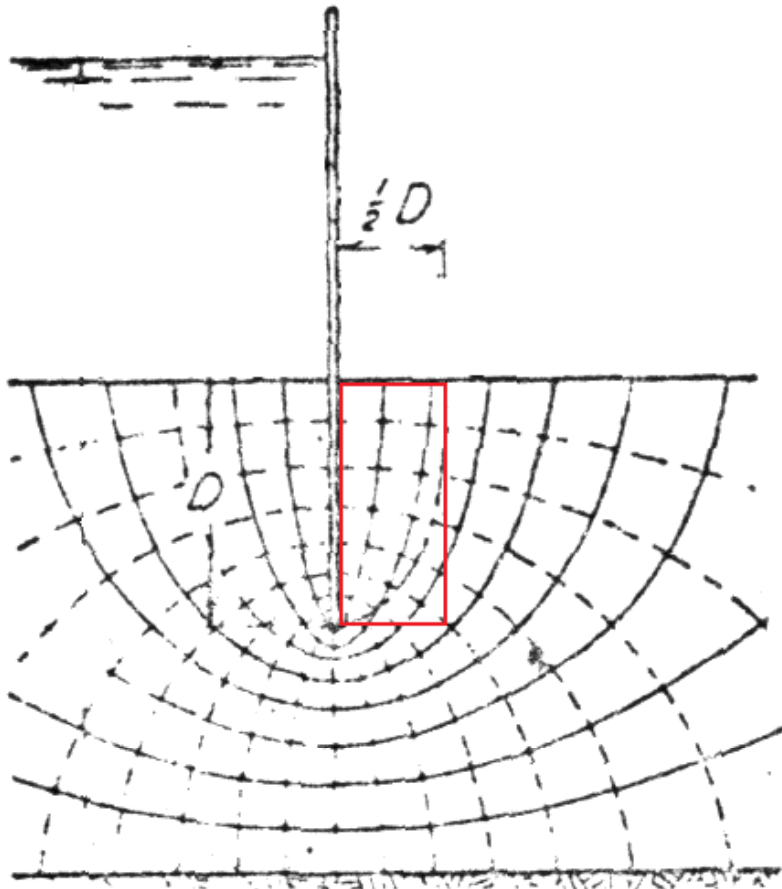
$$Q = k \frac{a}{b} \frac{N_{tubos}}{N_{caidas}} H$$

Índice



- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
- Solución gráfica
- Cálculo de caudal
- Sifonaje
- Suelos anisótropos
- Flujo no confinado

Sifonaje



$$F = \frac{W}{U} = \frac{\gamma' D}{h_a \gamma_w}$$

Índice



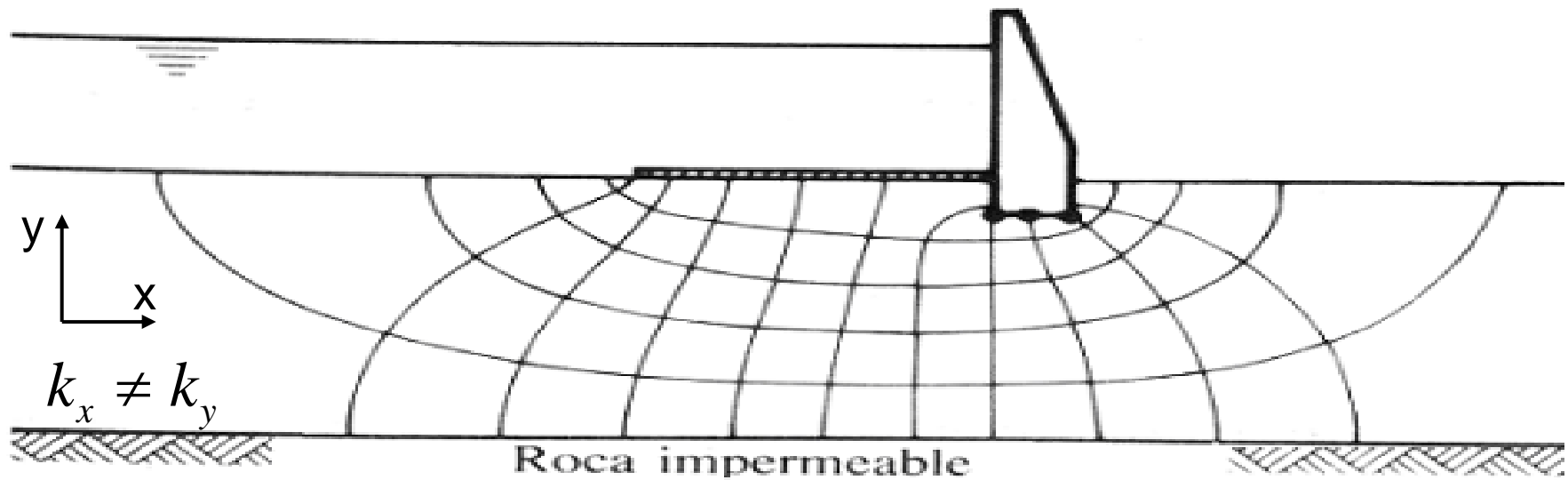
- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
- Solución gráfica
- Cálculo de caudal
- Sifonaje
- **Suelos anisótropos**
- Flujo no confinado



Suelos anisótropos

$$\bar{x} = x \sqrt{\frac{k_y}{k_x}} \quad k_{eq} = \sqrt{k_x \cdot k_y}$$

$$Q = k_{eq} \frac{N_{tubos}}{N_{caidas}} H$$



Índice



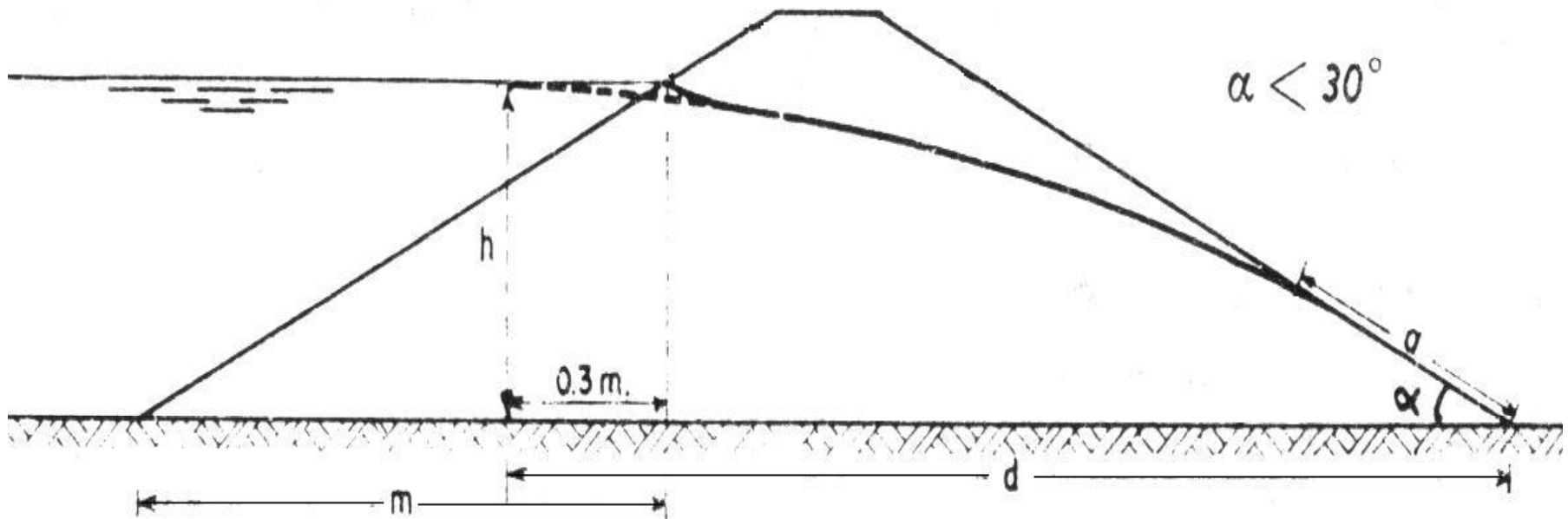
- Problemas a resolver
- Ecuación de continuidad
- Solución gráfica
- Cálculo de caudal
- Sifonaje
- Suelos anisótropos
- **Flujo no confinado**



Flujo no confinado

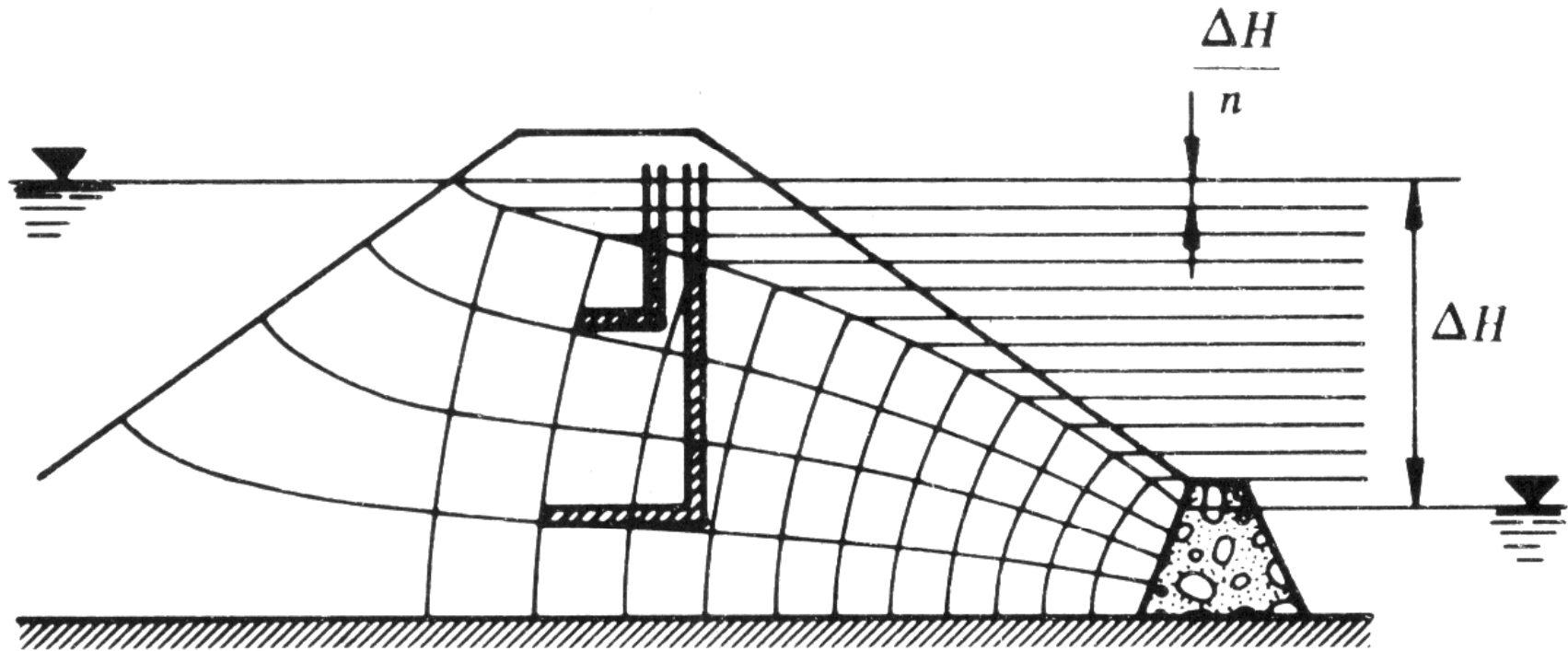
$$a = \frac{d}{\cos(\alpha)} - \sqrt{\frac{d^2}{\cos^2(\alpha)} - \frac{h^2}{\sin^2(\alpha)}}$$

$$q = k \cdot a \cdot \sin(\alpha) \tan(\alpha)$$



Schaffernak & Van Itterson 1917

Flujo no confinado



Experiencia



- Modelo físico de red de escurrimiento
- Mostración de gradiente hidráulico crítico

Bibliografía



- **Básica**
 - Juárez Badillo y otros. Mecánica de Suelos III. Ed. Limusa
- **Complementaria**
 - Fredlund y otros. Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley