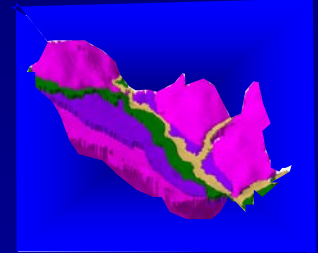




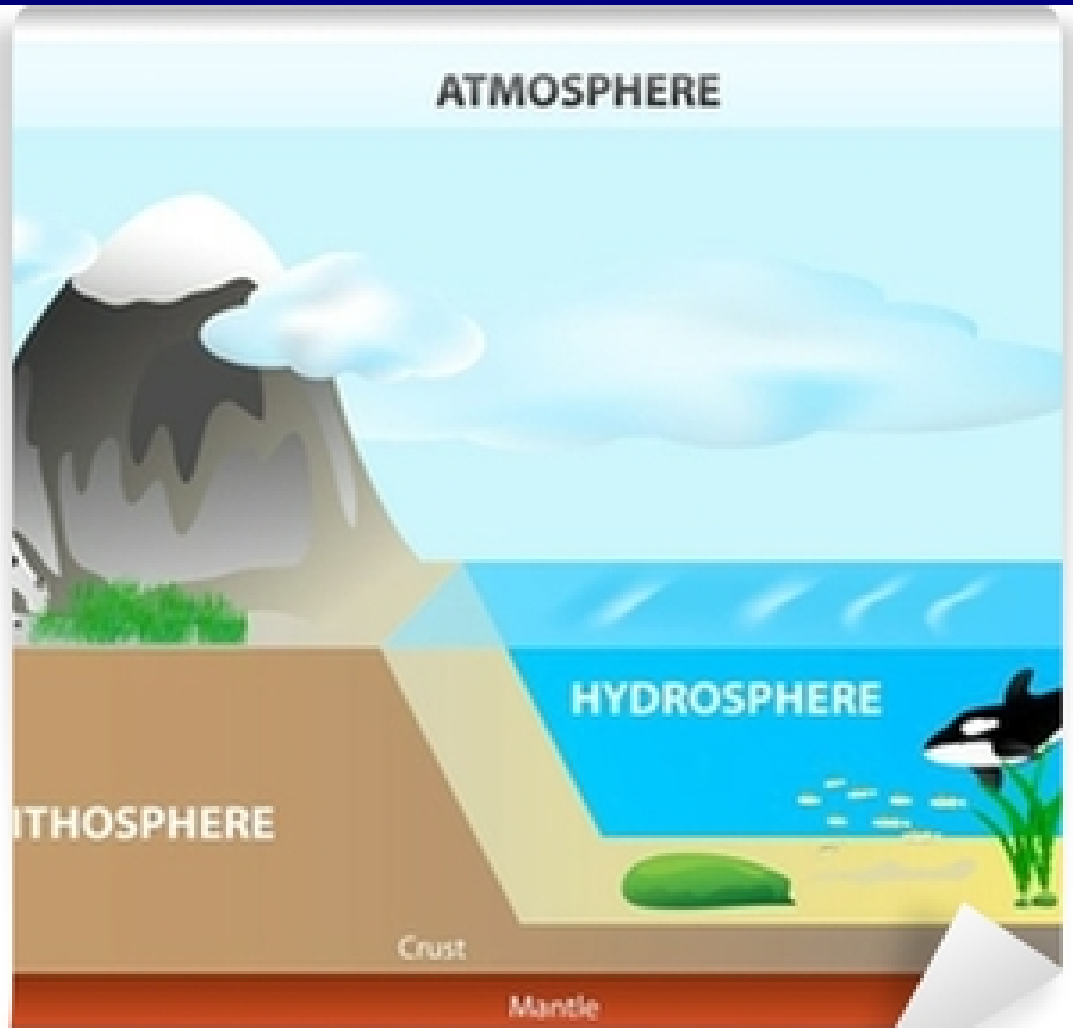
# Temas a desarrollar:



1. Ciclo del agua. **Dé dónde sale el agua que se mueve en la naturaleza.**
2. Acuíferos. Definición y tipos. **Por dónde se mueve**
3. Parámetros Hidrodinámicos. Ley de Darcy. Ecuación de movimiento agua en medio poroso. **Por qué se mueve**
4. Concepto de régimen permanente y transitorio (no permanente).
5. Ensayos de bombeo. Hidráulica de los pozos, régimen permanente y transitorio (no permanente o inestable). Ecuaciones utilizadas.
6. Interferencia de pozos. **Características de los flujos y cálculo de parámetros.**
7. Captaciones de agua subterránea cómo se captan las aguas subterráneas

# **El agua en la naturaleza**

# LA HIDRÓSFERA



Es el sistema constituido por el agua que se encuentra sobre la superficie de la tierra sólida, y también parte de la que se encuentra bajo la superficie, en la corteza terrestre



## EL CICLO DEL AGUA

El agua de la Tierra esta siempre en movimiento, en el ciclo natural del agua conocido también como el CICLO HIDROLÓGICO, que describe el movimiento continuo del agua en, sobre y debajo de la superficie terrestre, es decir por la hidrósfera.

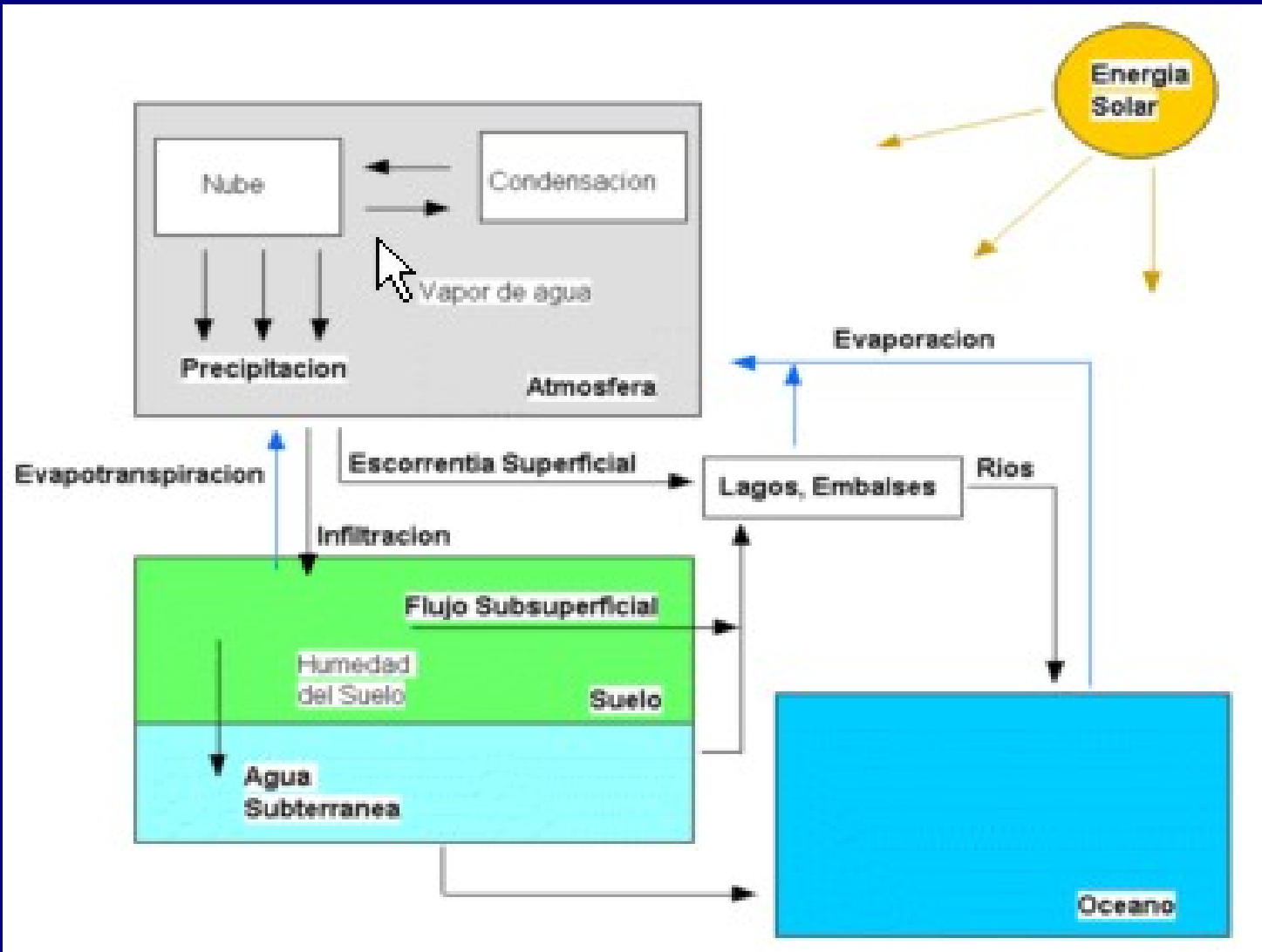
En este ciclo el agua siempre va cambiando de estado entre líquido, vapor, sólido con procesos que se producen en un abrir y cerrar de ojos y durante millones de años. Los motores que permiten ese movimiento del Agua por la Hidrósfera son el Sol, que aporta la energía y calor para que el agua se evapore y la Gravedad que permite el movimiento del agua de las montañas hacia el mar. Las etapas que contempla el ciclo hidrológico del agua son 5: Evaporación, Condensación, Precipitación, Escorrentía y Transporte.

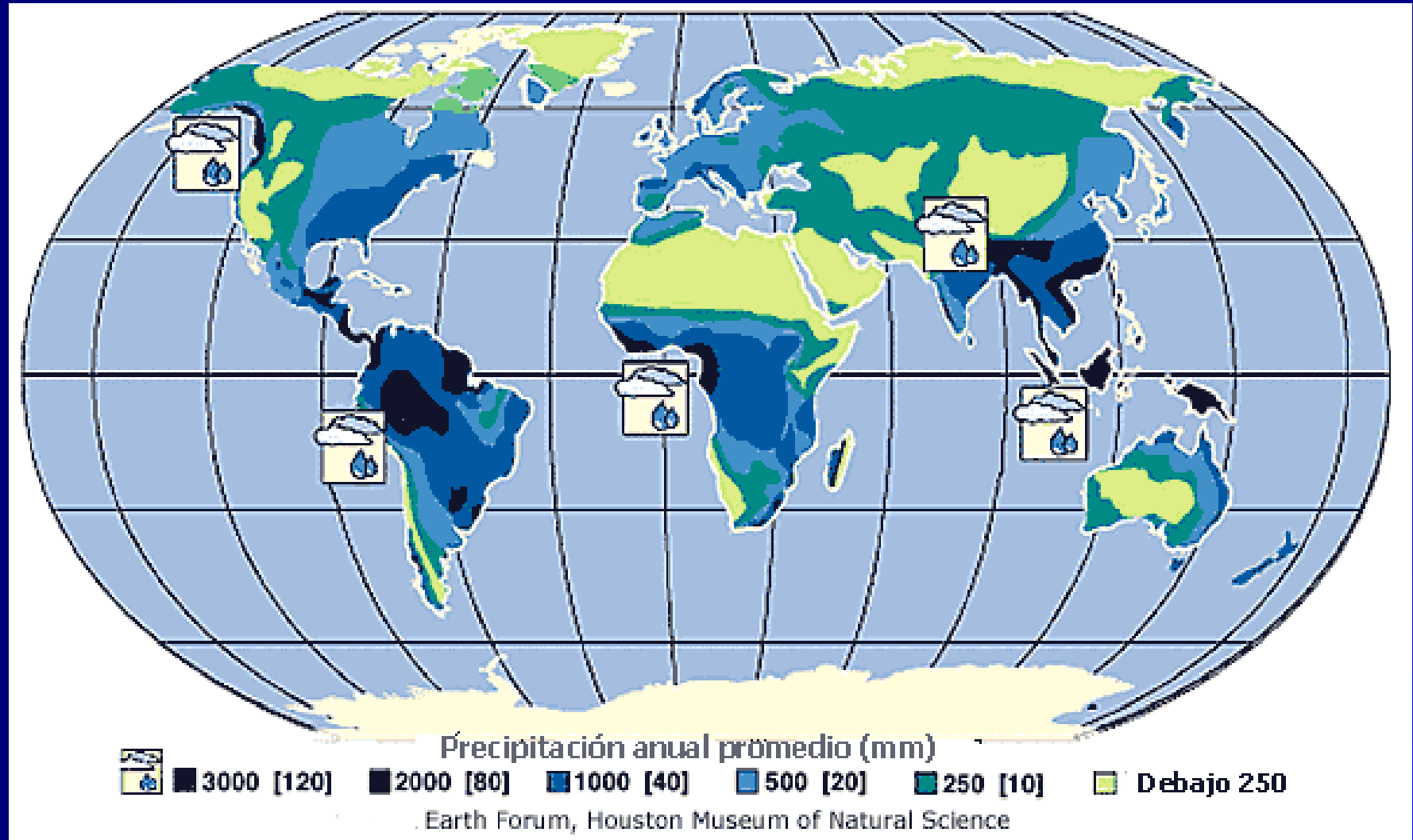
# El Ciclo del Agua

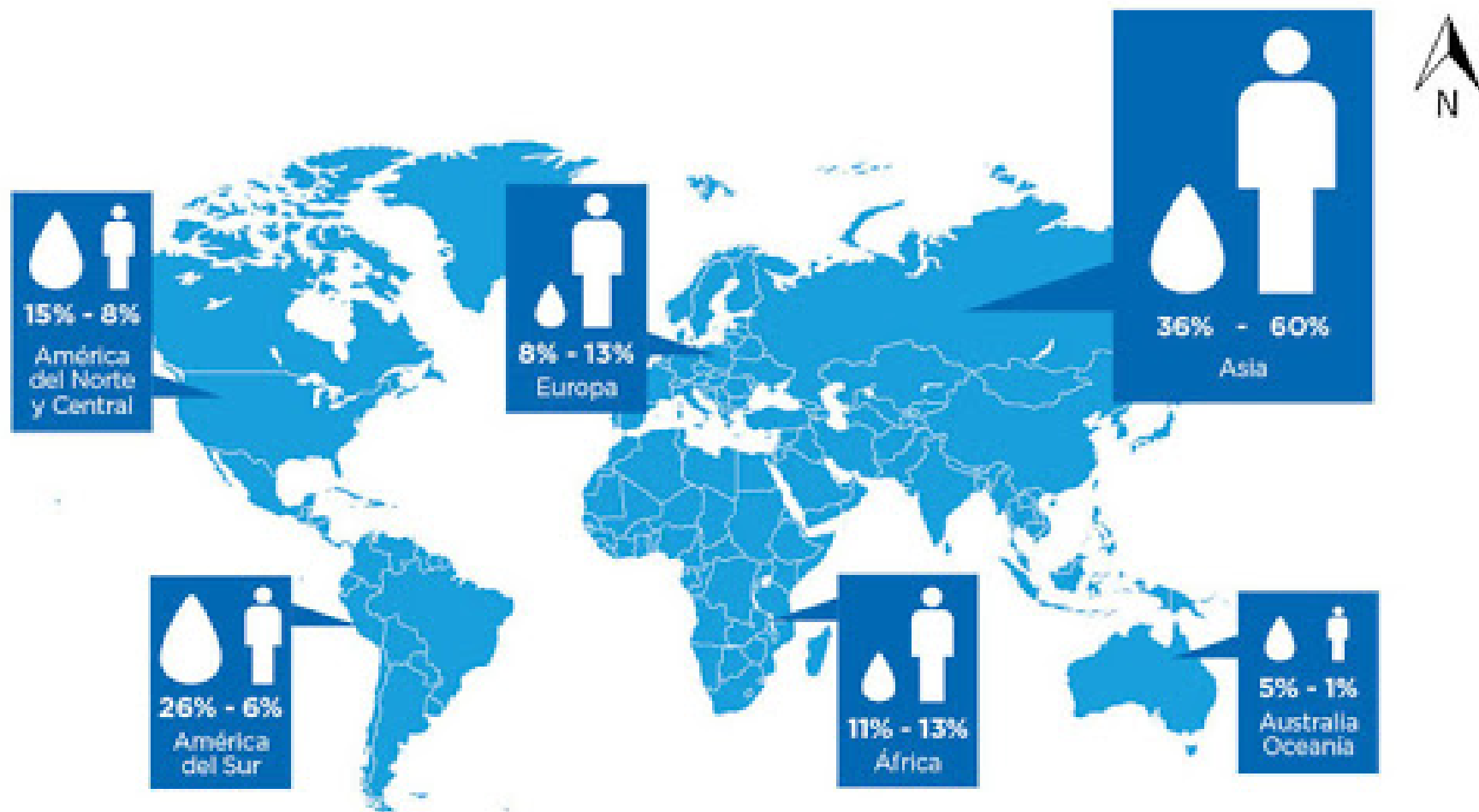




# Ciclo hidrológico



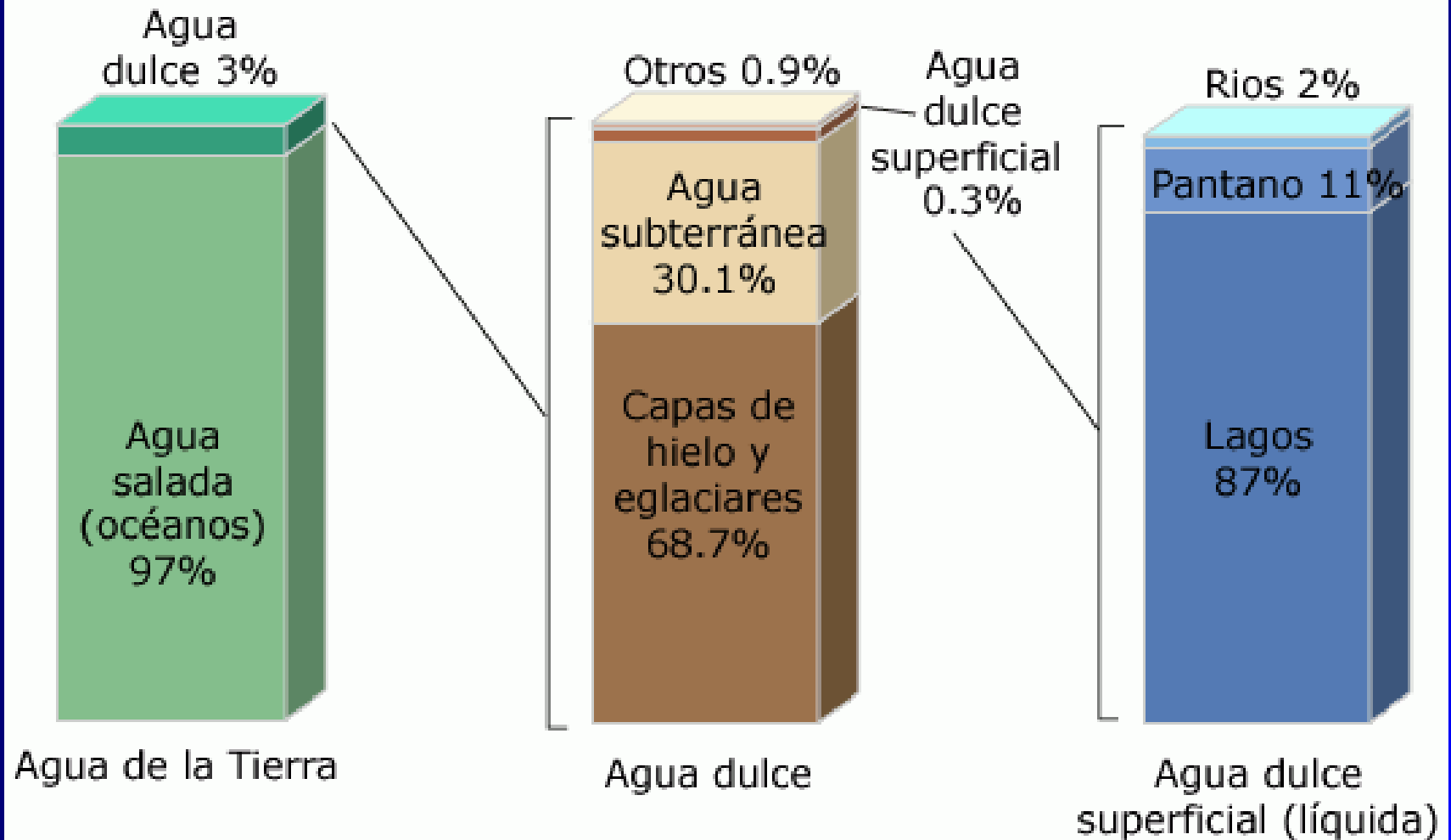








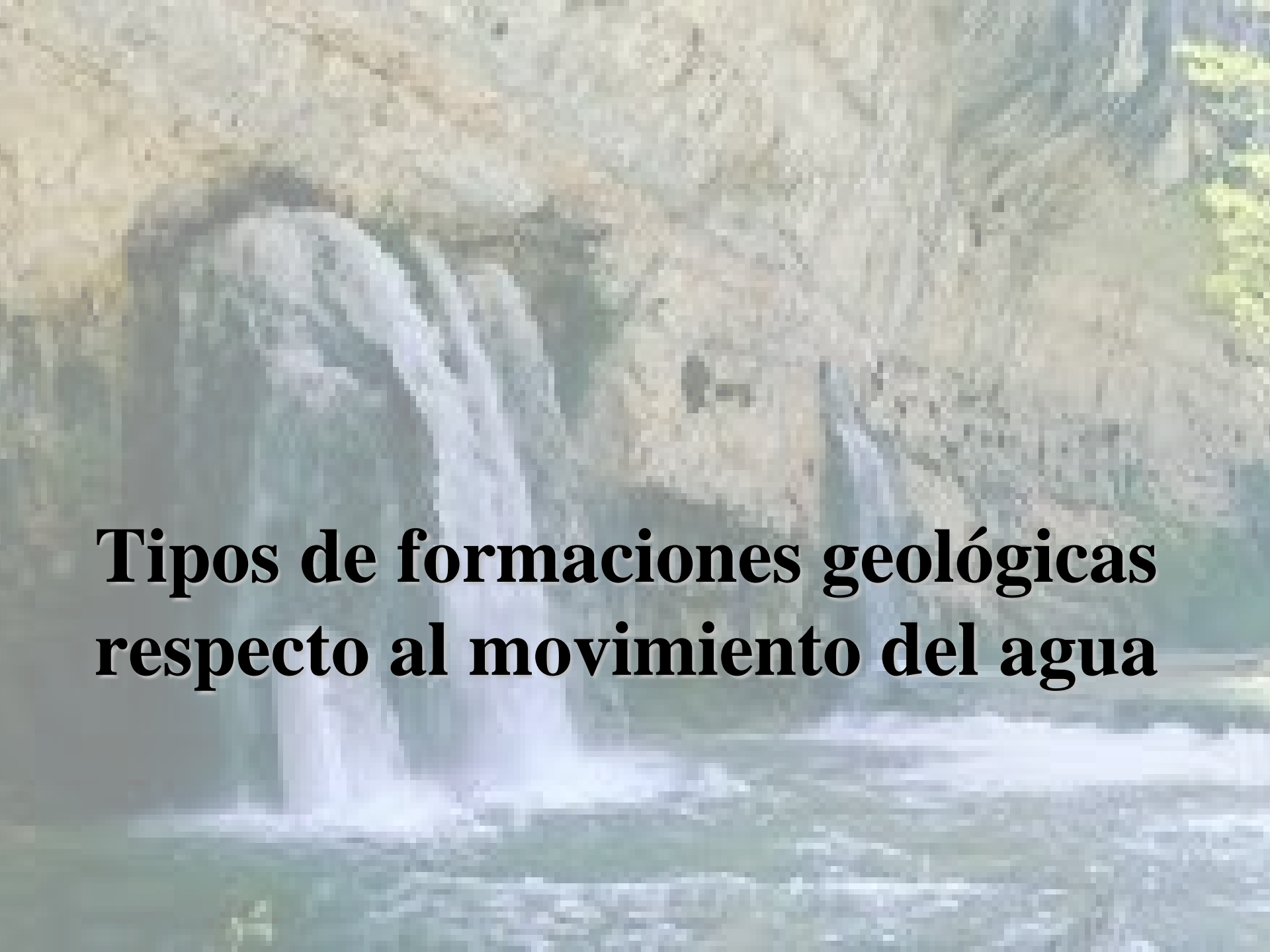
## Distribución global del agua



**Por dónde y por qué se mueve**

# CÓMO SE ENCUENTRA EL AGUA EN EL SUELO





# **Tipos de formaciones geológicas respecto al movimiento del agua**



## **TRANSMISIVIDAD**

## **ALMACENAMIENTO**

**ACUÍFUGO**

**NO**

**NO**

**ACUÍCLUDO**

**NO**

**SI**

**ACUÍTARDO**

**SI, MUY LENTAMENTE**

**SI**

**ACUÍFERO**

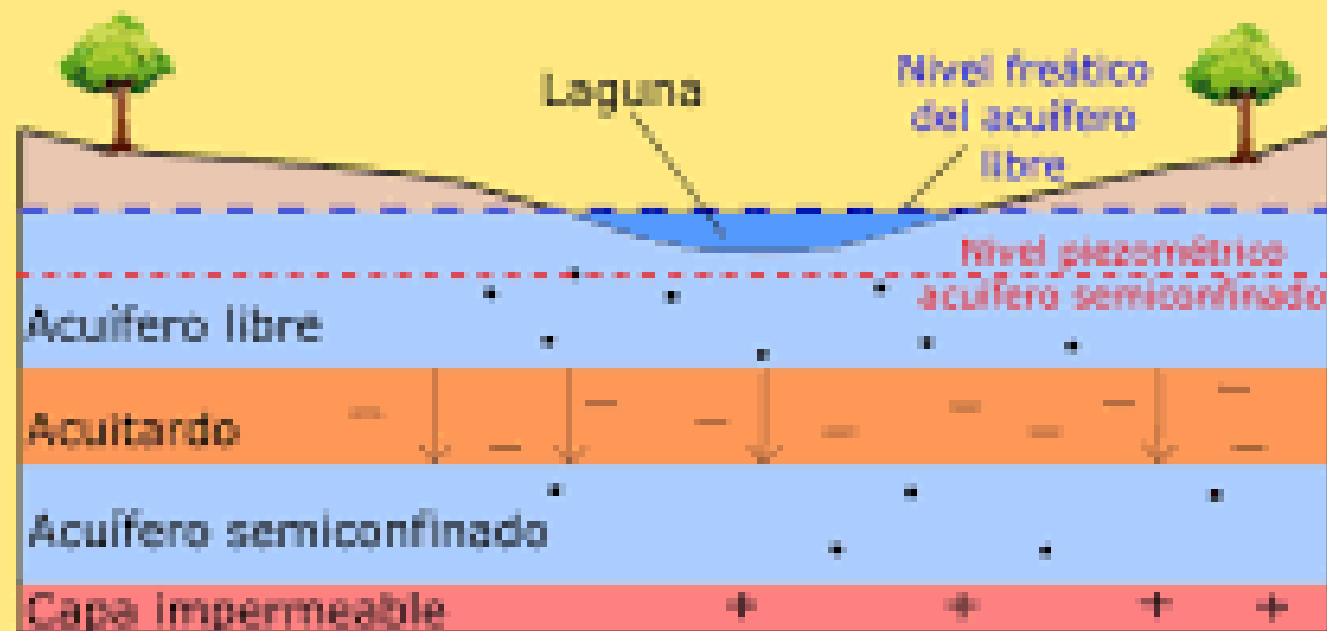
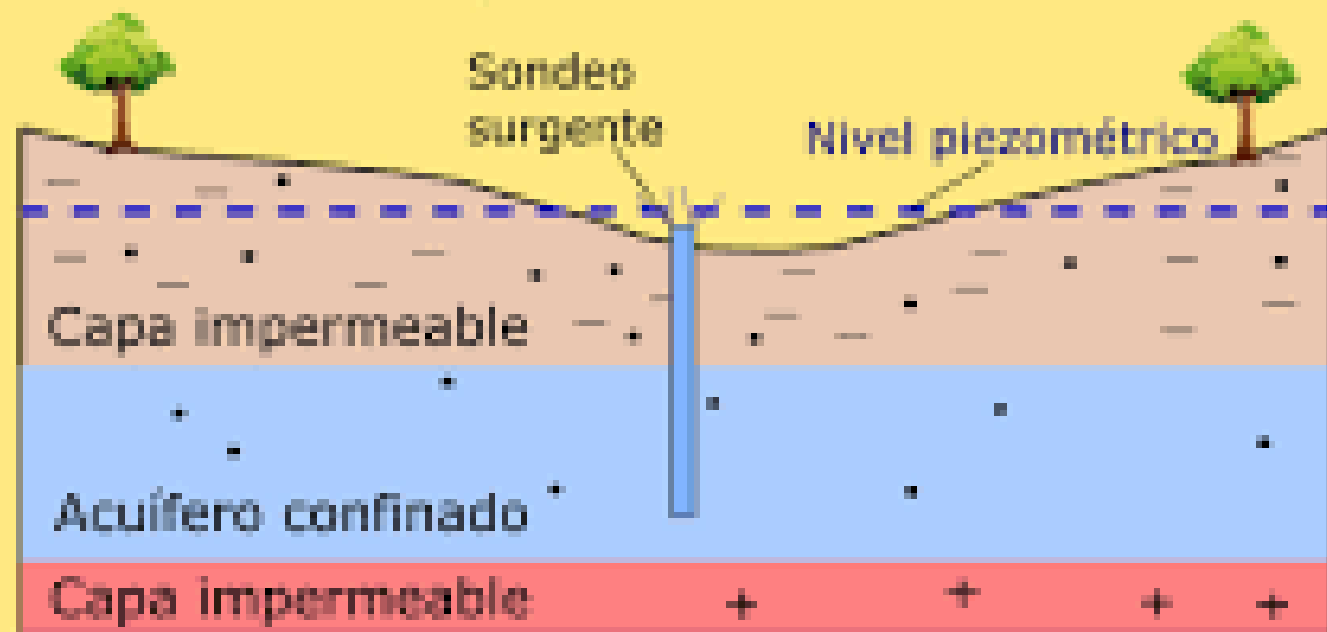
**SI**

**SI**

# Tipos de acuíferos

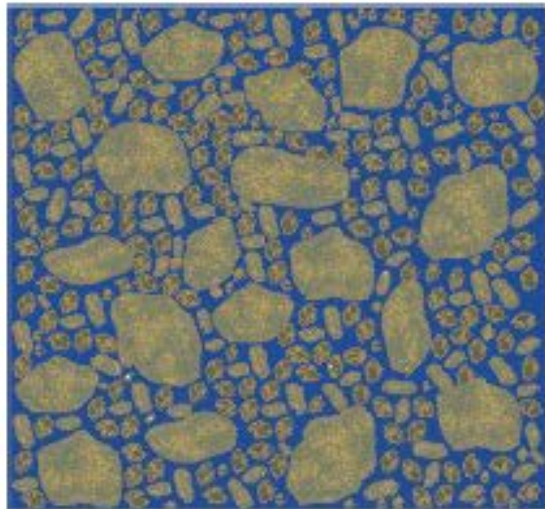


## Tipos de acuíferos

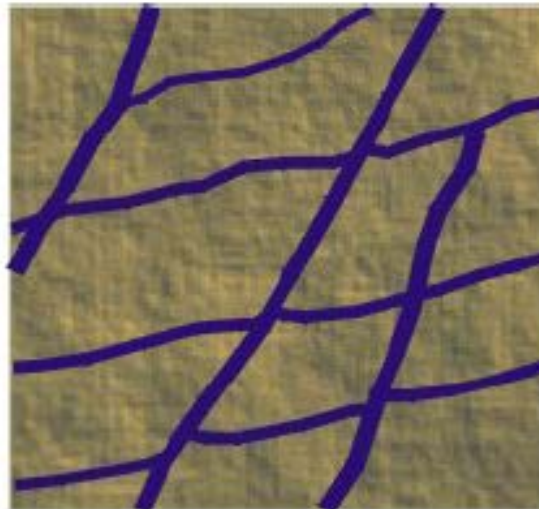




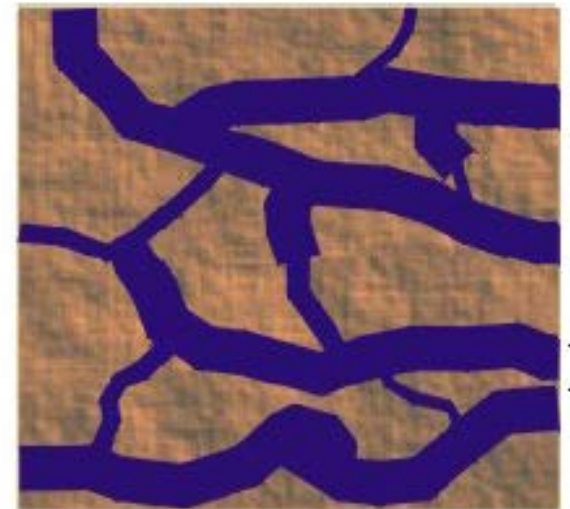
Considerando la textura, hay tres tipos principales de rocas acuíferas. El primer grupo corresponde a rocas cuya permeabilidad es debida a grietas y fisuras, originadas mecánicamente o por disolución; a este grupo pertenecen los acuíferos kársticos y fisurados (calizas, dolomías, granitos, basaltos, etc.). El segundo está formado por rocas cuya permeabilidad es debida a la porosidad intergranular; a este grupo pertenecen los acuíferos detríticos (gravas, arenas, etc.). Finalmente, se encuentran aquellas rocas con permeabilidad debida a una combinación de las dos causas anteriores (calcarenitas).



**porosidad intergranular**  
(conglomerado con arena)



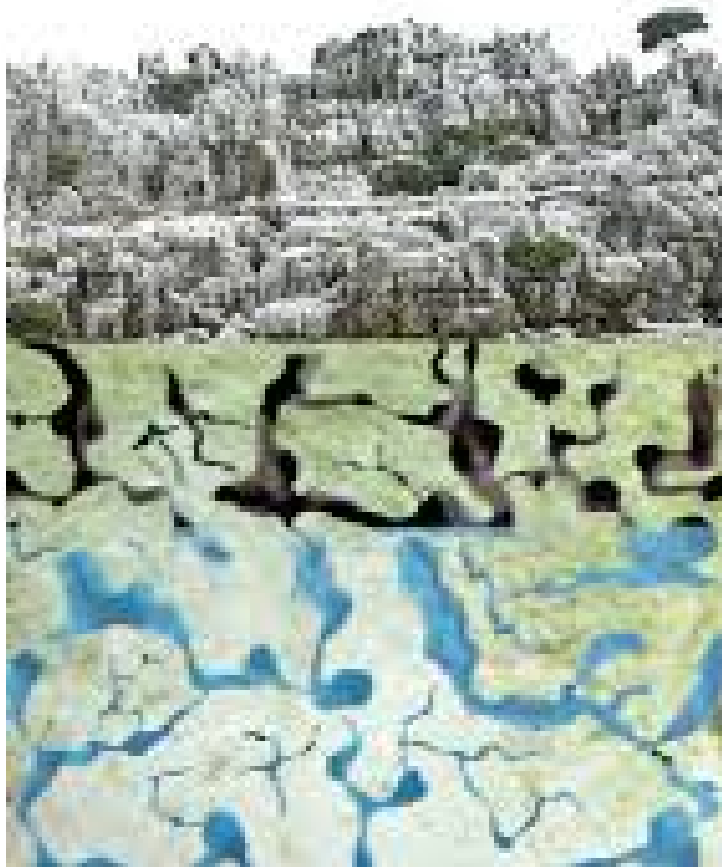
**porosidad por fracturación**  
(arenisca)



**porosidad por disolución**  
(caliza)

**Figura 1.4.** Diferentes tipos de huecos en las rocas.

## Formaciones calcáreas



IGME - Parque del Agua

# Propiedades de un acuífero para analizar el movimiento del agua:

## Porosidad ( $\eta$ )

$$\eta_{Total} = \eta_{efectiva} + C_{retención}$$

$$\frac{V_{poros}}{V_T} = \frac{V_{H_2O_{gravifica}}}{V_T} + \frac{V_{H_2O_{no_{gravifica}}}}{V_T}$$

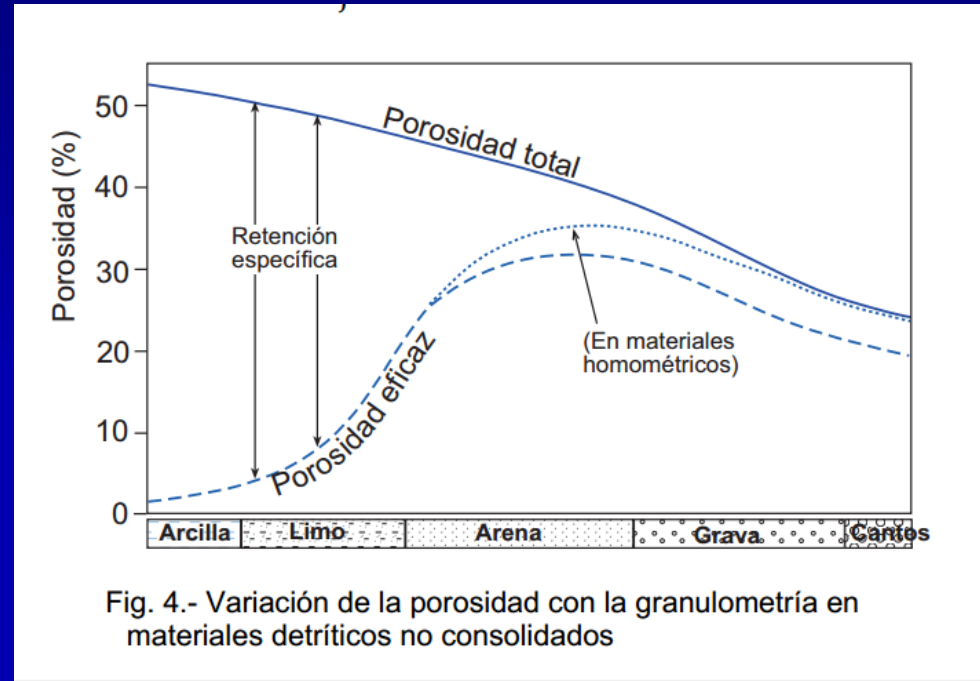
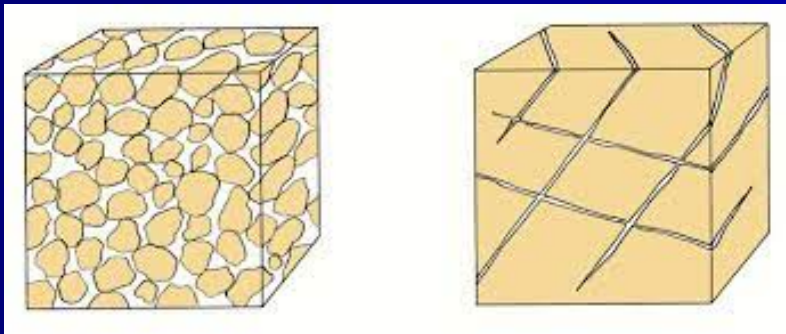


Fig. 4.- Variación de la porosidad con la granulometría en materiales detríticos no consolidados

## Coef. Almacenamiento (S)

Vol. entrega/recibe el acuífero en un prisma ( $H \times A_{unit}$ ) cuando hay una variación unitaria de nivel ( $\Delta h$ )



A- acuífero libre



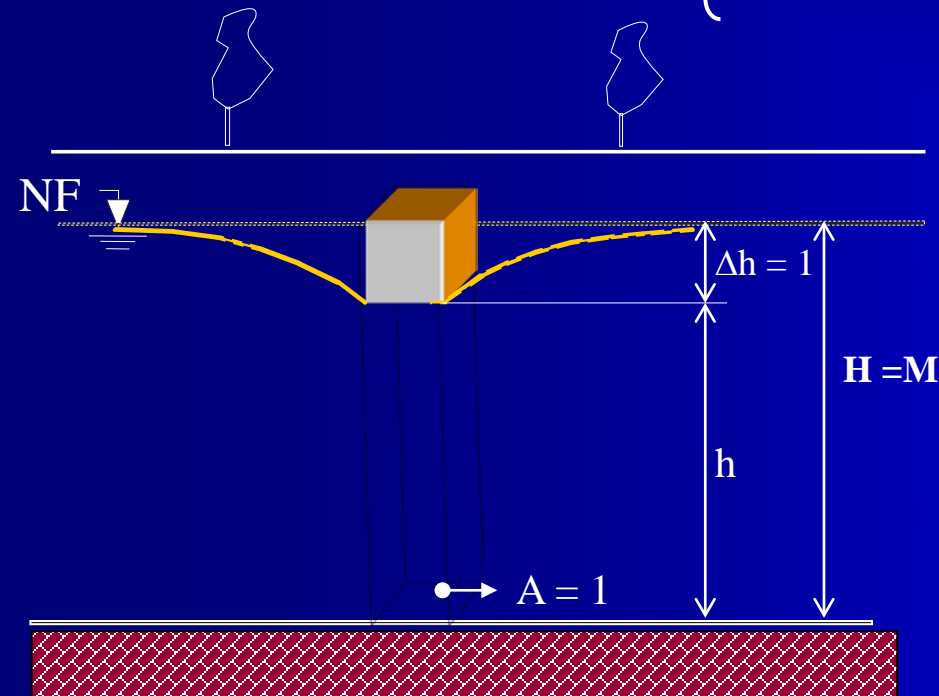
B- acuífero confinado

$$S = \frac{\text{Volumen de agua liberado}}{\text{Volumen total que ha bajado la superficie piezométrica}}$$

## A- acuífero libre

NF es un nivel real  $\rightarrow$  carga hidráulica (H)  
= espesor saturado (M)

$$S_{\text{libre}} = V_{\text{entra / sale}} \rightarrow \text{cuando} \begin{cases} A=1 \\ \Delta h = 1 \end{cases}$$

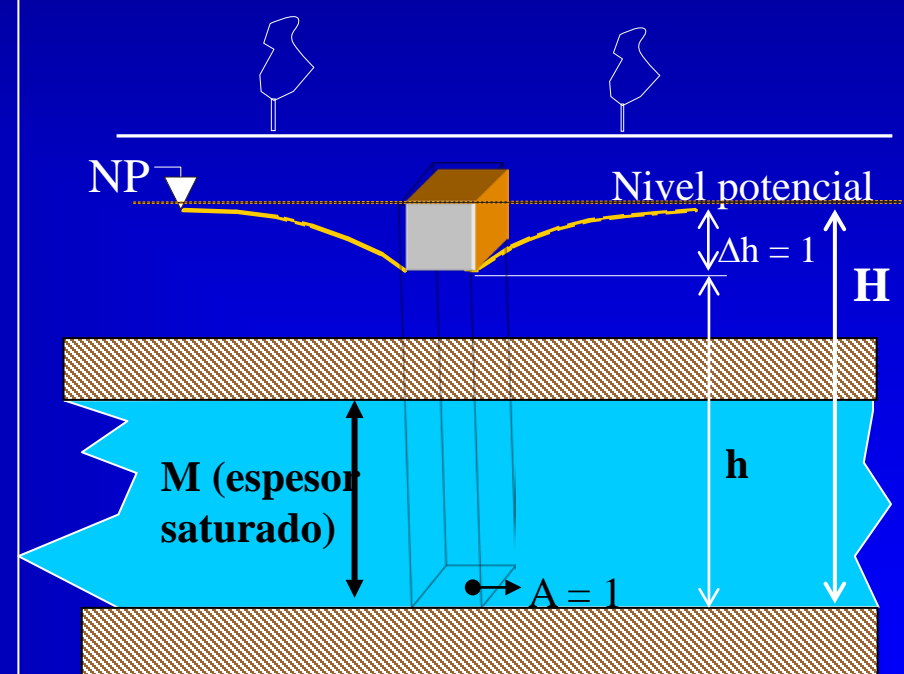


$$S_{\text{libre}} = \eta_{\text{efectiva}} \rightarrow \text{arena (0,01 a 0,30)}$$

## B- acuífero confinado

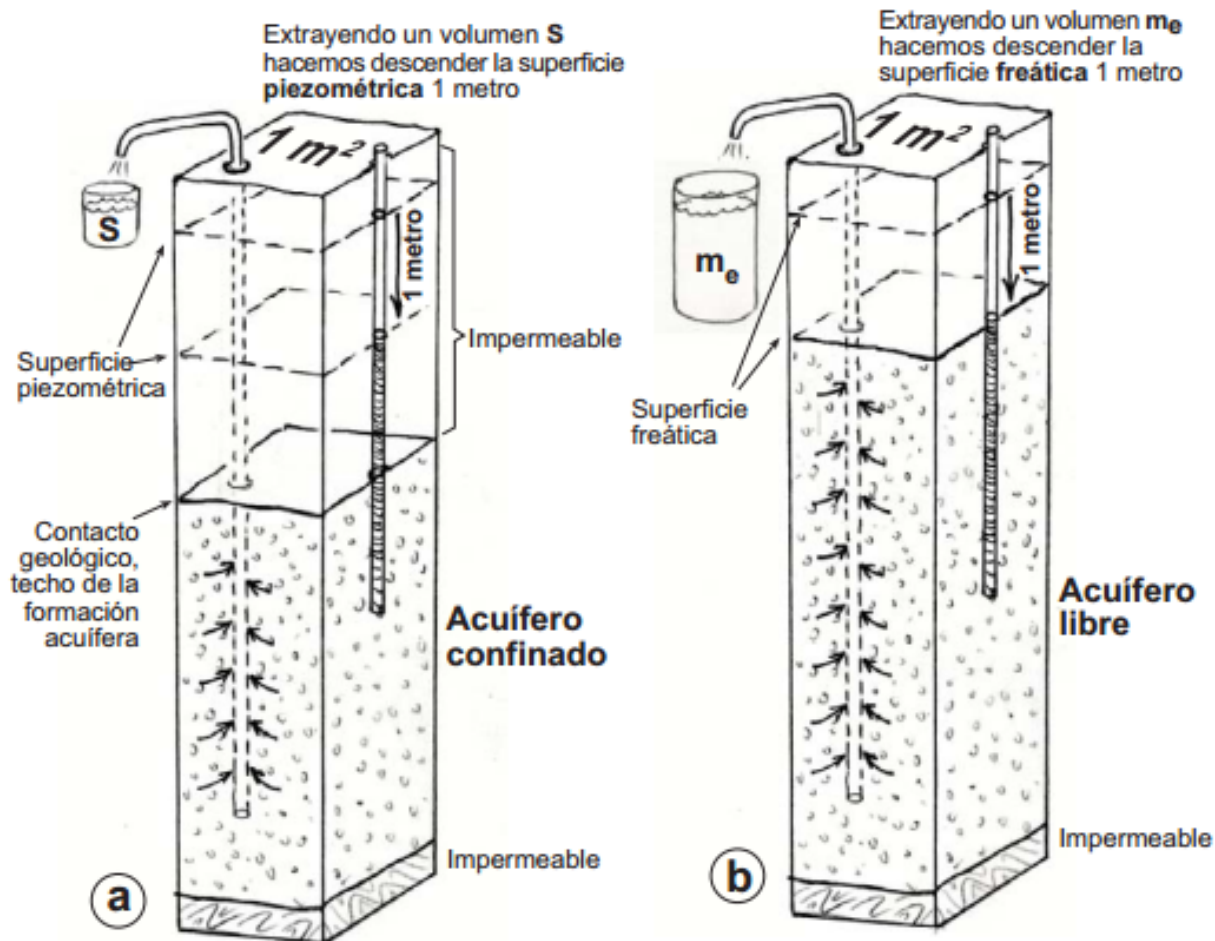
NP es un nivel potencial  $\rightarrow$  carga hidráulica (H)  $\neq$  espesor saturado (M)

$$S_{\text{conf}} = V_{\text{entra / sale}} \rightarrow \text{cuando} \begin{cases} A=1 \\ \Delta h = 1 \end{cases} \rightarrow f(\text{compr.material} + \text{comp.fluido})$$



$$S_{\text{conf.}} \text{ orden } 10^{-3} \text{ o } 10^{-6}$$

$$S = \frac{\text{Volumen de agua liberado}}{\text{Volumen total que ha bajado la superficie piezométrica}}$$





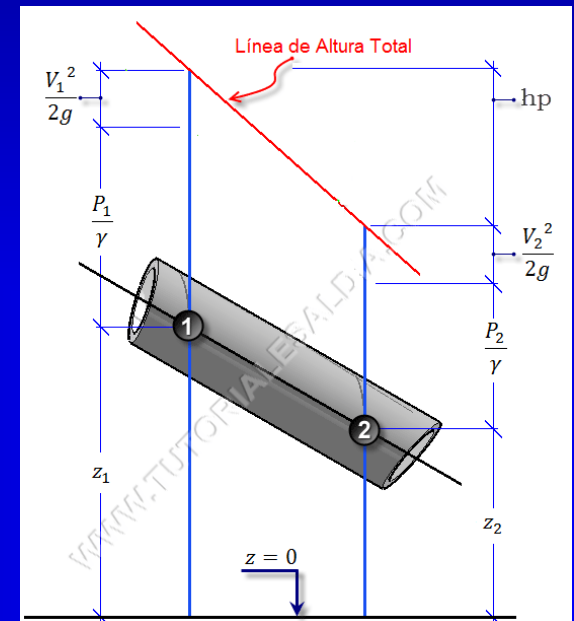


## Permeabilidad (K) o Conductividad Hidráulica:

$$Q = K \times A \times \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

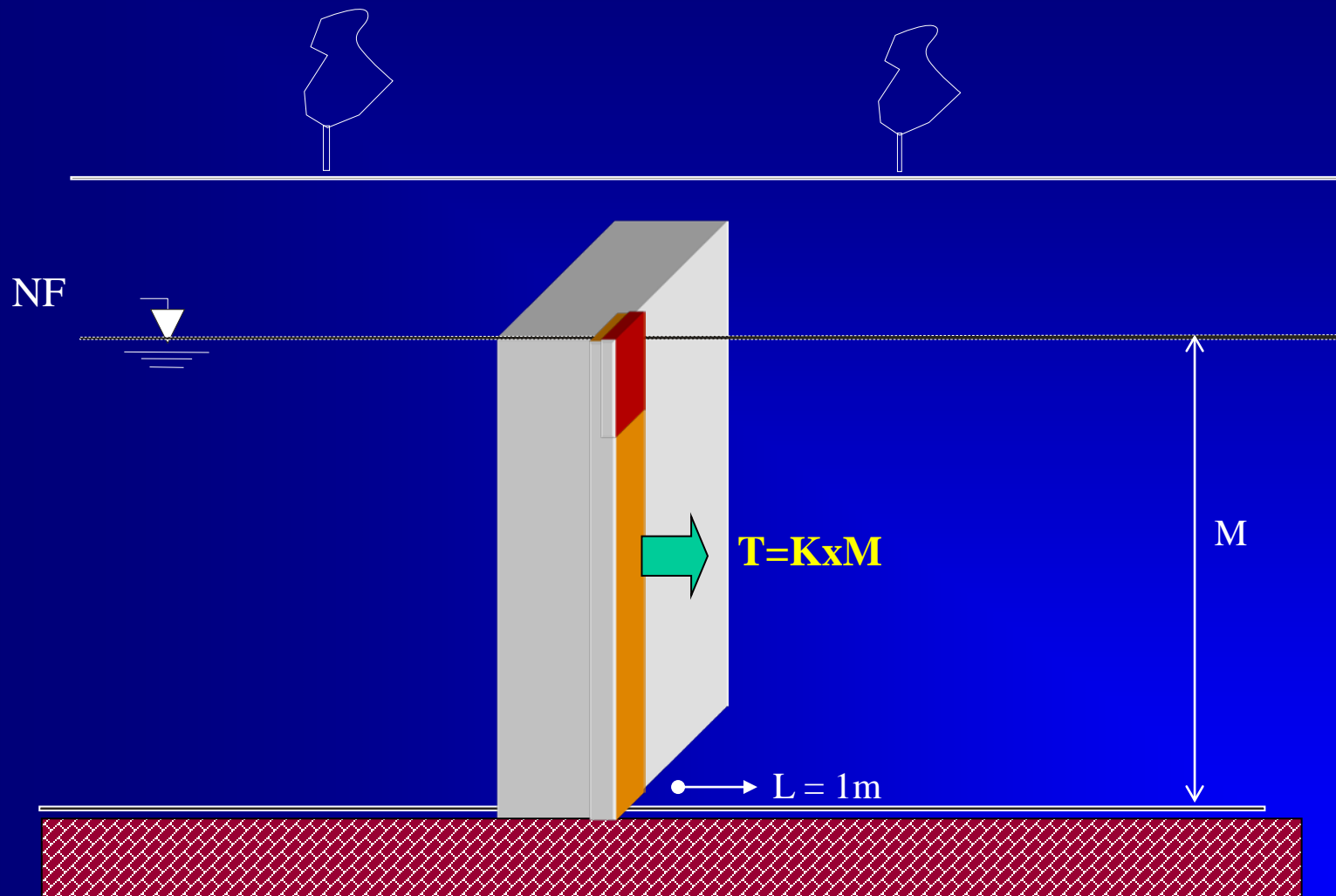
- constante de proporcionalidad en la ecuación de Darcy.
  - Representa la facilidad con que el agua puede pasar a través del seno de la formación geológica.
  - Tiene unidades de velocidad (L/T).
  - Podemos distinguir en dos tipos:
    - K o conductividad hidráulica es Función del material y del fluido
    - $k_0$  o permeabilidad intrínseca función sólo del material.
- Se relacionan ambas a través de la siguiente ecuación.

$$K = k_0 \times \frac{\gamma}{\mu} = k_0 \times \frac{\rho g}{\mu}$$



**Transmisividad (T)**  $T = K \times M$

Capacidad de un medio para transmitir agua





# Actividades A

Debes ver la clasificación según los materiales o la porosidad y debes decir qué tipo de acuífero es, sedimentario, kárstico o fracturado.

En esta oportunidad revisa mucho las características de los acuíferos según su material. Fíjate si hay fracturas (acuífero fracturado), o las fracturas se hicieron cárcavas con estalactitas y estalagmitas (acuífero kárstico o karst o calcáreo) o sólo son sedimentos como arena, grava o arcilla (acuífero sedimentario). Observa bien las figuras porque deberás distinguirlos en los videos y fotos.

1. Noticias actuales: <https://www.diariouno.com.ar/sociedad/el-historico-descubrimiento-la-montana-que-maravillo-toda-europa-n1320720>
2. Link, es mejor si lo ves con el celular y lo vas moviendo: [https://youtu.be/L\\_tqK4eqelA](https://youtu.be/L_tqK4eqelA)
3. Link: <https://www.loom.com/share/2eeab7f7626149f8ba08921a3fc8de45>
4. Link: <https://youtu.be/GjpTyAa-eMM?si=UIIdK2bw-U8LEsnvU>

# Ecuación general de escurrimiento subterráneo

Esta ecuación nos permite relacionar los parámetros hidrodinámicos estudiados

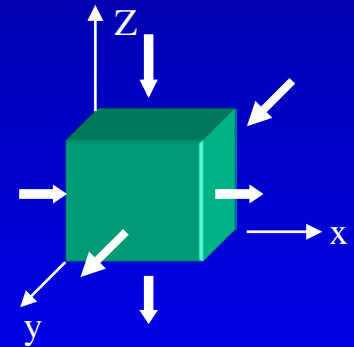
a- Ecuación de continuidad → establece el planteamiento general de la ecuación de flujo

$$\boxed{\text{Entrada} = \text{Salida} \pm \Delta \text{ Almacenamiento}} \Rightarrow q_{\text{entra1}} - q_{\text{sale2}} = \Delta V_{\Delta t} \Rightarrow \frac{dq}{dl} = \frac{dV}{dt}$$

b- Ley de Darcy → cálculo de caudales

$$q = \frac{Q}{A} = K \times i = K \times \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

$$\vec{q} = \vec{q}_x + \vec{q}_y + \vec{q}_z = \begin{cases} \vec{q}_x = \vec{K}_{xx} \times \frac{dh}{dx} \\ \vec{q}_y = \vec{K}_{yy} \times \frac{dh}{dy} \\ \vec{q}_z = \vec{K}_{zz} \times \frac{dh}{dz} \end{cases}$$

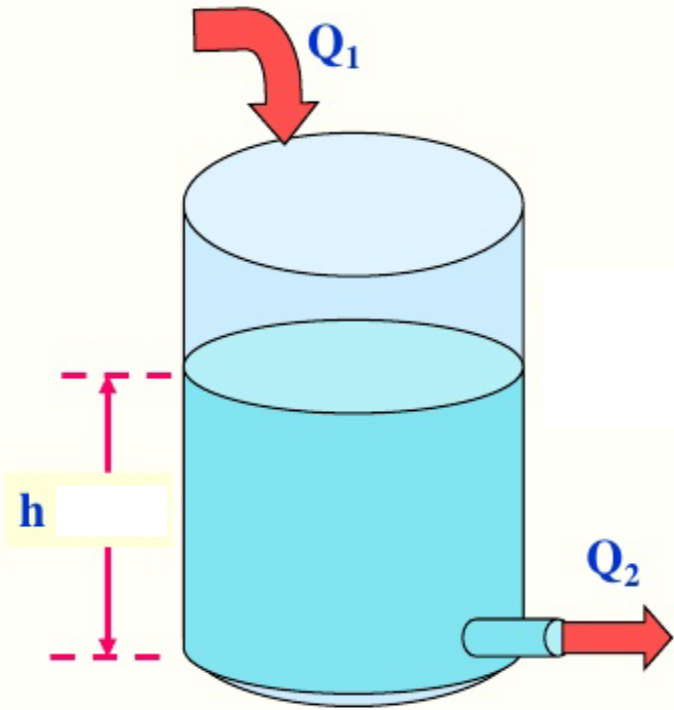


$$dV \xrightarrow{\text{verde}} S \xrightarrow{\text{verde}} S \frac{dh}{dt}$$

(para  $\Delta h = 1$ )      (para  $\Delta h \neq 1$ )

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) + q_s = S \frac{\partial h}{\partial t}$$

$= 0 \Rightarrow S=0 \Rightarrow Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}} \quad \text{R.P}$   
 $\neq 0 \Rightarrow S \neq 0 \Rightarrow Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}} \pm \Delta S \quad \text{R.T}$



$$Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}} \Rightarrow h = \text{cte} \Rightarrow \Delta S = 0$$

$$Q_{\text{entra}} > Q_{\text{sale}} \Rightarrow h \text{ crece} \Rightarrow \Delta S \uparrow$$

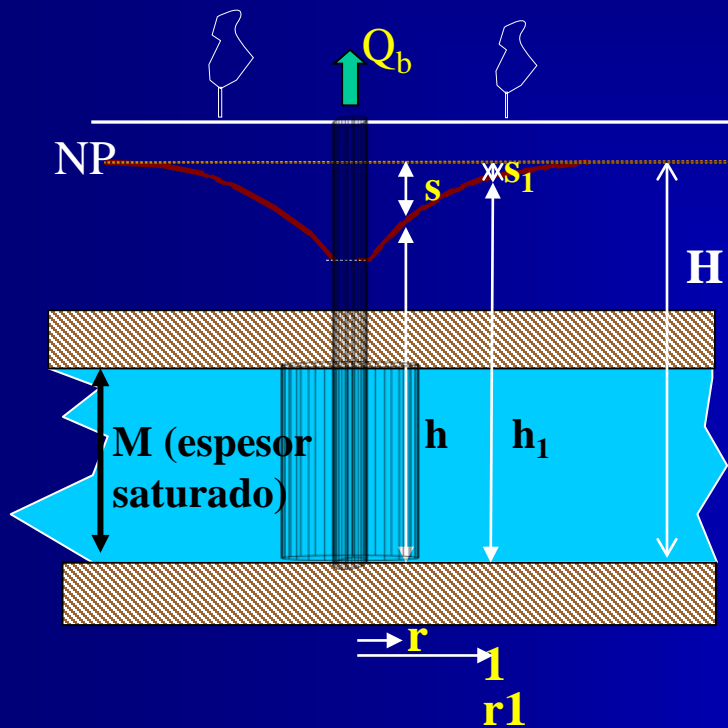
$$Q_{\text{entra}} < Q_{\text{sale}} \Rightarrow h \text{ decrece} \Rightarrow \Delta S \downarrow$$



Ens. Bombeo en Régimen permanente  $\rightarrow \Delta S = 0 \rightarrow$  Sólo sirven para calcular  $T$ , se necesitan como mínimo 2 puntos además del pozo (en el pozo no se pueden tomar los  $s$ ). Se grafican  $s$  vs.  $inv$  radio ( $r$ ) ó  $s$  vs  $t$ .

Confinado

$$Q_{entra} = Q_{sale}$$



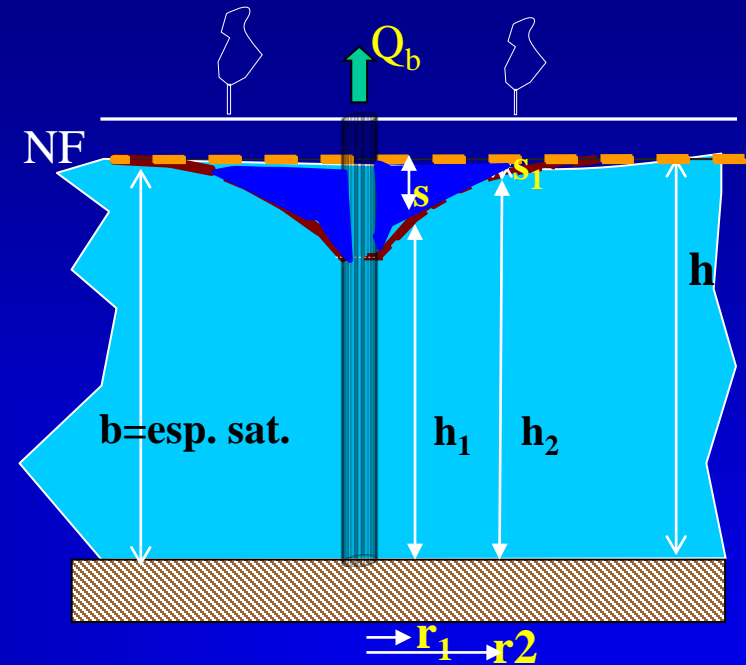
Aplicando L. Darcy para obtener el caudal, tenemos:

$$Q = K \times A \times \frac{dh}{dr}$$

Imaginando un cilindro que pasa por la sección de radio  $r$ , la superficie por donde entra agua es  $2\pi rM$

Libre

$$Q_{entra} = Q_{sale}$$



Aplicando L. Darcy a un superficie genérica  $h$ , con radio  $r$

$$Q = K \times A \times \frac{dh}{dr} = K \times 2\pi r h \times \frac{dh}{dr}$$

Despejando  $dr/r$

$$\frac{dr}{r} = \frac{K \times 2\pi}{Q} h dh$$

**Ens. Bombeo en Régimen permanente  $\rightarrow \Delta S = 0 \rightarrow$  Sólo sirven para calcular  $T$ , se necesitan como mínimo 2 puntos además del pozo (en el pozo no se pueden tomar los  $s$ ).**

Confinado

$$Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}}$$

Reemplazando el área tenemos

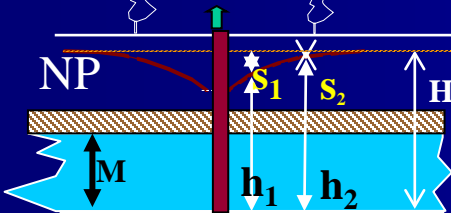
$$Q = 2\pi r M \times \underbrace{K}_{\text{T}} \times \frac{dh}{dr}$$

Despejando  $dr$ :  $\frac{dr}{r} = \frac{2\pi T}{Q} dh$

Integrando entre dos puntos:

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{2\pi T}{Q} \int_{h_1}^{h_2} dh$$

$$\ln r_2 - \ln r_1 = \frac{2\pi T}{Q} (h_2 - h_1)$$



Donde:  $\begin{cases} h_1 = H - s_1 \\ h_2 = H - s_2 \end{cases}$

$$h_2 - h_1 = H - s_2 - H + s_1 = s_1 - s_2$$

Nos queda entonces:  $\ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{2\pi T}{Q} (s_1 - s_2)$

Despejando  $(s_1 - s_2)$ , tenemos:

$$(s_1 - s_2) = \ln \frac{r_2}{r_1} \times \frac{Q}{2\pi T}$$

$$(s_1 - s_2) = 2.303 \lg \frac{r_2}{r_1} \times \frac{Q}{2\pi T} \quad \text{Fla. de Thiem (a. confin)}$$

Libre

$$Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}}$$

Integrando entre dos puntos conocidos 1 y 2

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{K \times 2\pi}{Q} \int_{h_1}^{h_2} h dh$$

$$\ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{K \times 2\pi}{Q} \frac{h^2}{2} \Big|_{h_1}^{h_2} = \frac{K \times 2\pi}{Q} \left[ \frac{h_2^2 - h_1^2}{2} \right]$$

Considerando que el cuadrado del binomio es

$$h_2^2 - h_1^2 = (h_2 + h_1) \times (h_2 - h_1)$$

$$(h_2 + h_1) \approx 2M$$

$$h_2 - h_1 = h - s_2 - h + s_1 = s_1 - s_2$$

La ecuación nos queda como

$$\ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{K 2\pi}{Q} \times \frac{2M(s_1 - s_2)}{2}$$

Despejando  $(s_1 - s_2)$

$$(s_1 - s_2) = \frac{Q}{2\pi K M} \ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad \text{Ec. Thiem}$$

$$(s_1 - s_2) = \frac{Q}{2\pi T} 2.303 \lg \frac{r_2}{r_1}$$



**Ens. Bombeo en Régimen no permanente  $\rightarrow \Delta S \neq 0 \rightarrow$  Son los que generalmente se llevan a cabo. Se puede usar un punto + el pozo. Tb. se puede usar el pozo como control (en ese caso se puede calcular sólo T). Sirven para calcular K, T y S. Se grafican  $s$  vs.  $tpo$**

Confinado

$Q_{entra} \neq Q_{sale} \rightarrow \Delta S$

La ecuación general de bombeo, se considera flujo  $q_z = 0$ , además se transforma en coordenadas polares

$$\left( \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \right) = \frac{S}{T} \times \frac{\partial h}{\partial t}$$

$$\left( \frac{\partial^2 h}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial h}{\partial r} \right) = \frac{S}{T} \times \frac{\partial h}{\partial t}$$

La resolución de la ecuación diferencial conduce a:

$$h_0 - h = s = \frac{Q}{4\pi T} \times W_{(u)} \quad \text{Llamada Fórmula de Theis, siendo}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{(u)} = \int_u^\infty \frac{e^{-x}}{x} dx \\ u = \frac{r^2 S}{4Tt} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Función de pozo (tabulada). Para} \\ \text{valores de } u < 0,03 \text{ se puede} \\ \text{aproximar con la aproximación} \\ \text{de JACOB} \end{array}$$

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

Libre

$Q_{entra} \neq Q_{sale} \rightarrow \Delta S$

En principio si los descensos no son grandes en comparación del espesor del acuífero pueden aplicarse las fórmulas de Theis y Jacob con el valor de  $T = K \times M$  siendo  $S = \eta_{ef}$ .

**¿Cómo se procede?**

- Se realiza el ensayo midiendo ( $s$  vs  $tpo$ ) o ( $s$  vs  $r$ )
- Se construyen las gráficas ( $s$  vs  $tpo$ ) o ( $s$  vs  $r$ ) en escala logarít. (curva) o escala semilogarít (recta)
- Se comparan con gráficos existentes, determinando valores de la función  $u$ , o encontrando  $t_0$  o  $r_0$ , e igualando esos valores con  $\Delta s$ . Se obtienen los valores  $T$ ,  $K$  y  $S$ .



# Modelos matemáticos (Thiem, Theis, Jacob, etc)

$$Q_{\text{entra}} - Q_{\text{sale}} = \Delta S$$

**Régimen permanente**  $\rightarrow \Delta S = 0$  (Thiem)

$$Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}}$$



$$Q_{\text{recarga}} = Q_{\text{bombeo}}$$

No se comprometen los recursos del acuífero se puede mantener en el tiempo

Acuífero confinado

$$Q = \frac{\pi \times 2K \times M(d_1 - d_2)}{2.303 \times \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

Acuífero libre

$$Q = \frac{\pi \times K \left[ (M - d_2)^2 - (M - d_1)^2 \right]}{2.303 \times \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

**Régimen no permanente**  $\rightarrow \Delta S \neq 0$  (Theis - Jacob)

$$Q_{\text{entra}} \neq Q_{\text{sale}}$$

$$Q_{\text{recarga}} \pm \Delta S = Q_{\text{bombeo}}$$

Bombeo limitado pues entra en juego las reservas del acuífero. Debe tener tiempo de descanso para permitir recuperación

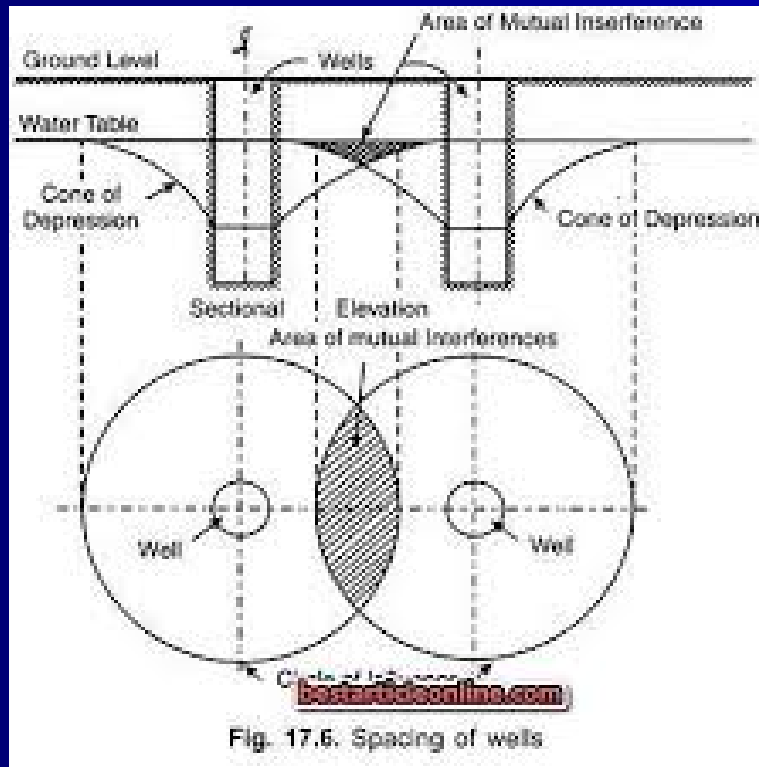
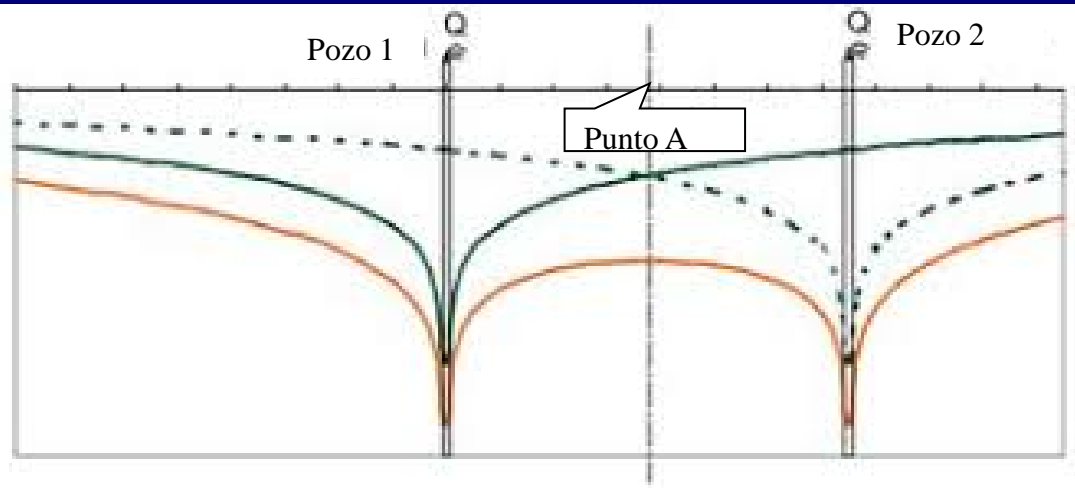
Acuífero confinado

$$u \begin{cases} \frac{S \times r^2}{4 \times T \times t} < 0.03 \\ T = K \times M \end{cases}$$

Acuífero libre

**Ec. Jacob**  $d = 0.183 \frac{Q}{T} \log \left[ \frac{2.25 \times T \times t}{r^2 \times S} \right]$

# Interferencia de Pozos



$$d_1 = 0,183 \frac{Q_1}{T} \log \left( \frac{2,25 \times T \times t}{r_1^2 \times S} \right)$$

$$d_2 = 0,183 \frac{Q_2}{T} \log \left( \frac{2,25 \times T \times t}{r_2^2 \times S} \right)$$

$$d_T = 0,183 \frac{Q_1}{T} \log \left( \frac{2,25 \times T \times t}{r_1^2 \times S} \right) + 0,183 \frac{Q_2}{T} \log \left( \frac{2,25 \times T \times t}{r_2^2 \times S} \right)$$

**¿Cómo captamos el agua del  
acuífero?**

# Captaciones de agua subterránea y su construcción



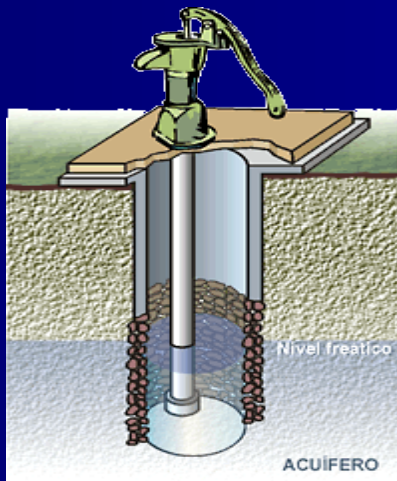
Para el aprovechamiento del agua subterránea se requieren obras de captación.

Su finalidad es obtener la mayor cantidad de agua con el mínimo gasto de energía

Al hablar de captaciones para explotación de aguas subterráneas generalmente nos referimos a pozos verticales, pero existen otros sistemas constructivos que permiten alcanzar el mismo fin.

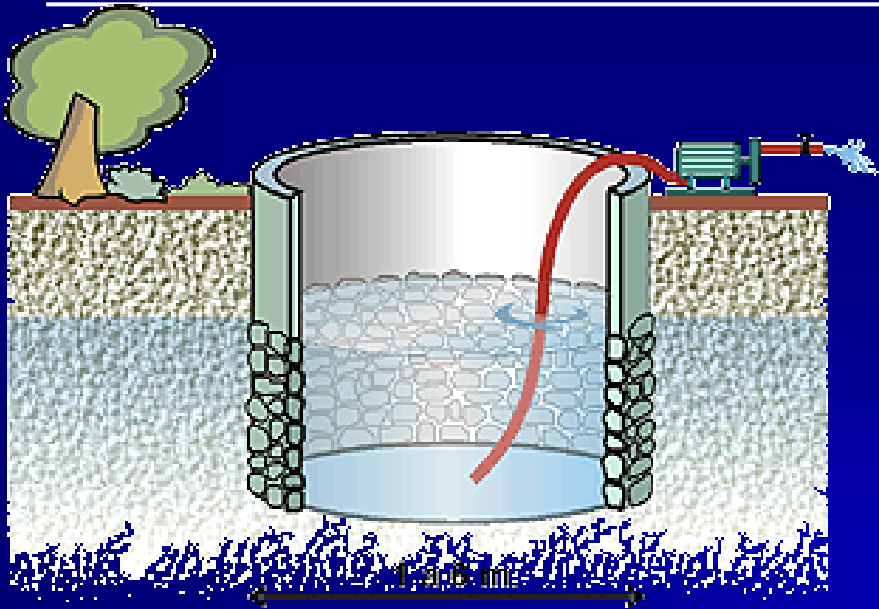
**Las obras de captación pueden clasificarse en tres tipos principales:**

- **Verticales:** pozos.
- **Horizontales:** zanjas, drenes y galerías.
- **Mixtos:** pozos con drenes radiales, galerías con pozos.



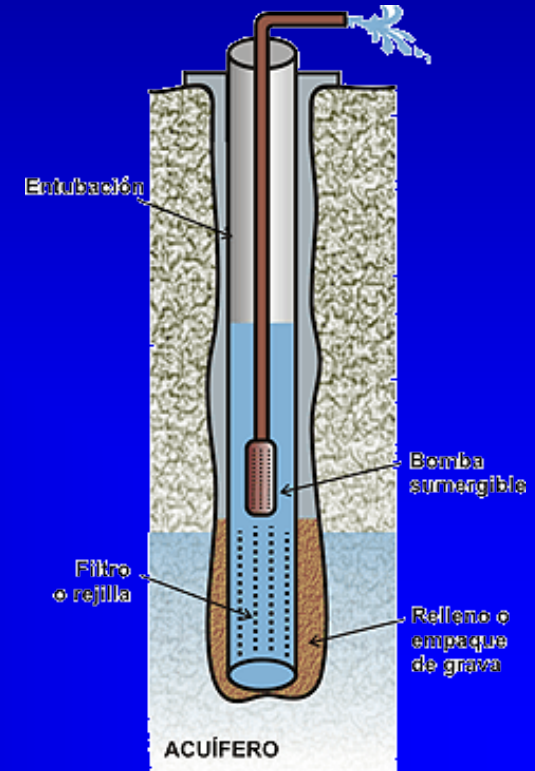
Dependiendo de la cantidad de agua que se necesite y de las características hidrogeológicas de la zona se determinará el tipo de captación conveniente.

**Se llaman pozos verticales a todos aquellos que se construyen para obtener el agua por penetración vertical del acuífero.**



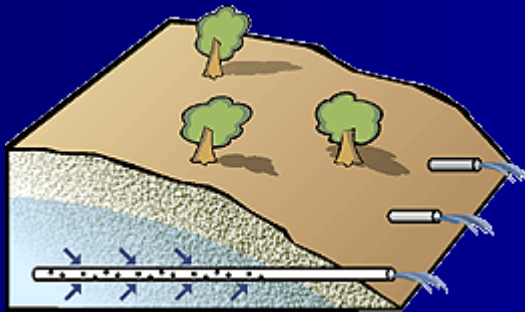
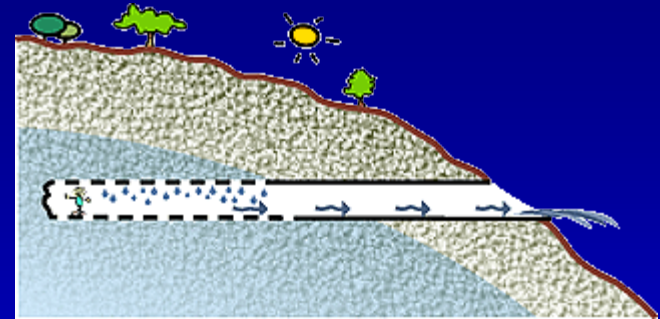
Los **pozos excavados** son probablemente el tipo de captación más antiguo. En la actualidad se excava con máquinas. Sigue siendo la elección más adecuada para explotar acuíferos superficiales.

Los **perforaciones** son las captaciones más utilizadas en la actualidad, son generalmente de menor diámetro y mayor profundidad que los pozos excavados.



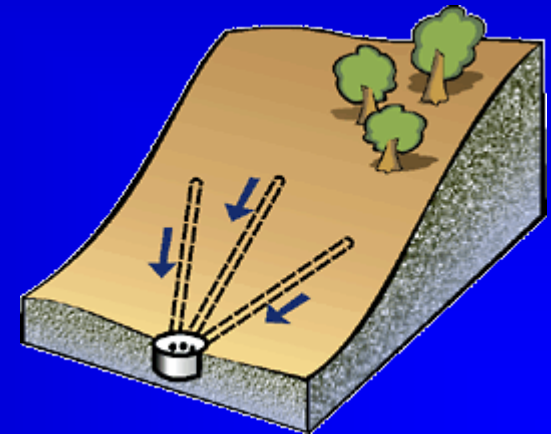
Las obras de **captación horizontales** tuvieron una mayor difusión en épocas ya pasadas, y en la actualidad solo perduran en algunos lugares.

Las **galerías** ya existían en la Mesopotamia en el siglo IV antes de Cristo. Con una topografía del terreno adecuada y una ligera pendiente de las galerías, el agua sale al exterior por gravedad, sin bombeo.



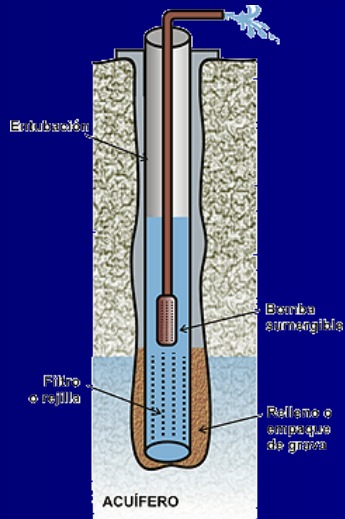
Los **drenes** son similares a las galerías, pero son tubos de pequeño diámetro, perforados con máquina, normalmente hasta unas decenas de metros.

Se excavan una o varias zanjas, que, siguiendo la pendiente topográfica, vierten a un pozo colector desde el que se bombea.

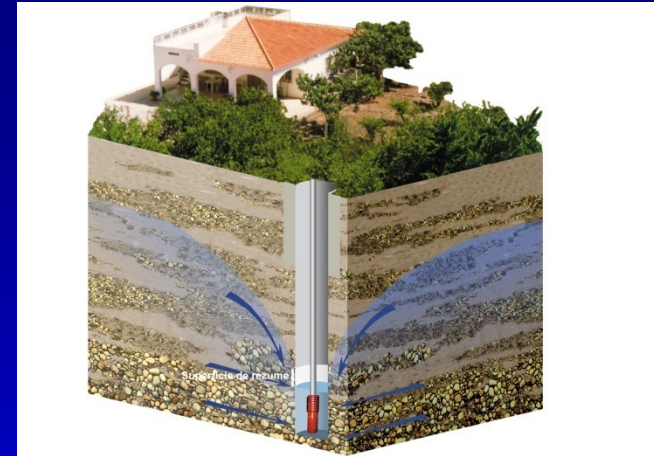




- **Hidráulica de los pozos, régimen permanente y transitorio (no permanente o inestable).**

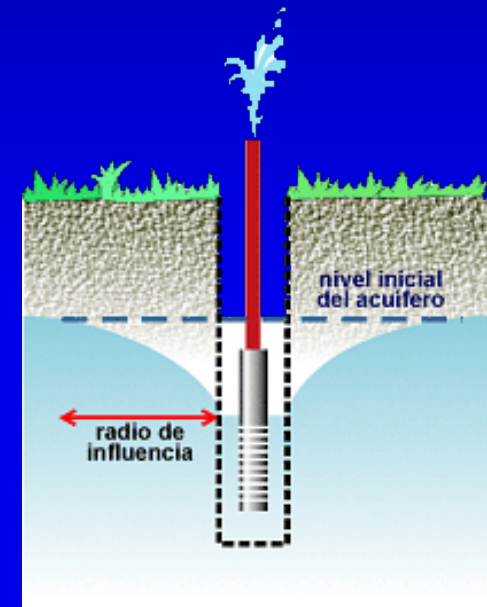


Los sondeos o perforaciones son las captaciones más utilizadas en la actualidad, se caracterizan porque la dimensión del diámetro es mucho menor que la dimensión de la profundidad.

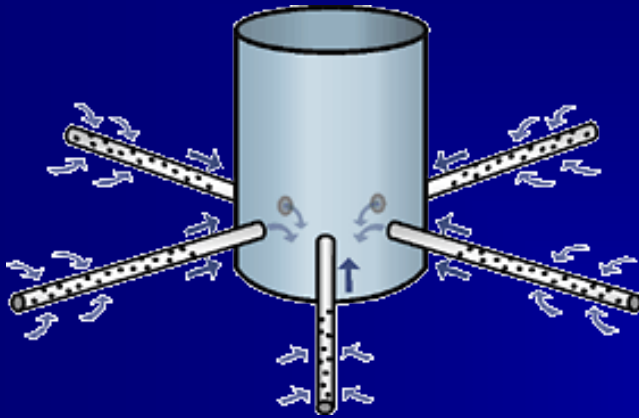


En los pozos se produce un **gradiente hidráulico** para permitir el movimiento del agua hacia el pozo. Si no se produce el descenso de niveles no hay movimiento de agua. Los niveles van descendiendo cerca del pozo hasta que el **caudal que aporta el acuífero se iguala con el caudal bombeado**. Si los niveles no se estabilizan el bombeo puede secar el acuífero.

El nivel cuando no funciona el pozo se denomina Nivel Estático (NE)  
Cuando funciona el pozo el nivel que desciende se llama Nivel Dinámico (ND)







Dentro de las obras de **captación mixtas** las más comunes son los **pozos excavados con drenes radiales**. Estos se utilizan en los mismos casos que los excavados pero con mayor rendimiento, ya que los drenes radiales permiten aumentar el área de captación.

**Los métodos constructivos a adoptar dependen del tipo de captación que queremos construir, y de las características del subsuelo donde pretendemos hacerlo.**

# Ejemplos de resolución de ejercicios: Régimen Permanente

1. Primero leer cuidadosamente. Marcar los datos más relevantes. Sobre todo ver régimen de flujo y tipo de acuífero.
2. Destacar los datos y las incógnitas.
3. Seleccionar la ecuación que corresponda aplicar según el tipo acuífero.
4. Siempre trabajar en las mismas UNIDADES.  
Recomiendo m/d.
5. Es conveniente hacer el dibujo para ubicarse bien.

## Resumen de ecuaciones a utilizar

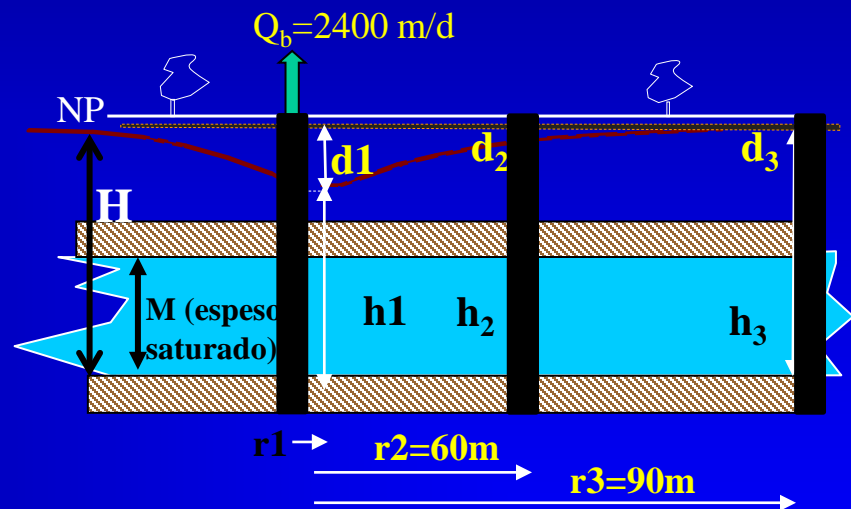
Ecuación de Darcy:  $Q = K \times A \times \frac{dh}{dr}$

### Hidráulica de Pozos

Régimen permanente $\rightarrow \Delta S = 0$		Régimen No permanente $\rightarrow \Delta S \neq 0$	
Confinado	Libre	Confinado	Libre
$Q = \frac{\pi \times 2K \times M(s_1 - s_2)}{2.303 \times \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$	$Q = \frac{\pi \times K \left[ (M - s_2)^2 - (M - s_1)^2 \right]}{2.303 \times \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$	<b>Ec. Jacob</b> $s = 0.183 \frac{Q}{T} \log \left[ \frac{2.25 \times T \times t}{r^2 \times S} \right]$ $\left\{ \begin{array}{l} \frac{S \times r^2}{4 \times T \times t} < 0.03 \\ T = K \times M \end{array} \right.$	

Determinar la permeabilidad del terreno donde se ubica un pozo artesiano de bombeo de las siguientes características: diámetro de pozo de 0,5 m y caudal de bombeo de 100 m<sup>3</sup>/h. Las condiciones son de régimen estable y el espesor del acuífero es de 30 metros. Se localizan dos pozos de observación, el primero ubicado a 60 metros del pozo de bombeo, donde se midió una depresión de 70 cm y el segundo ubicado a 90 metros donde la depresión fue de 20 cm.

Datos	I
Ac. confinado D1=0,5 m ; r1= 0,25 m Q=100 m <sup>3</sup> /h; Q=2400m <sup>3</sup> /d Régimen estable Espesor=30 m r3= 90m; d3=0,20m r2=60 m; d2=0,70 m	<b>K?</b> Ecuación $Q = \frac{\pi \times 2K \times M(d_1 - d_2)}{2.303 \times \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$



Despejar K

$$K = \frac{Q \times 2.303 \times \log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{\pi \times 2 \times M (d_1 - d_2)} = 0,5 \text{ m/d}$$

Un pozo está en un acuífero libre su diámetro es de 0.50 m, está situado en un acuífero cuyo espesor es de 20 m, con un coeficiente de permeabilidad  $K=50\text{m/d}$ , sufre una depresión, cuando se estabiliza de  $d=0,5\text{ m}$  en un pozo localizado a 10 m del pozo de bombeo, cuando se bombea un caudal constante de  $Q=45\text{m}^3/\text{h}$  en régimen permanente. Calcular el radio de influencia del pozo  $R$ .

Datos	I
Ac. libre	<b>R?</b>
$D_p=0,50\text{m}$ ; $r_p= 0,25\text{ m}$	
$Q=45\text{ m}^3/\text{h}$ ; $Q=1080\text{ m}^3/\text{d}$	
Régimen estable	
Espesor=20 m	
$r_1= 10\text{m}$ , $d_1=0,5\text{ m}$	
$d_R=0\text{ m}$	
$K=50\text{ m/d}$	

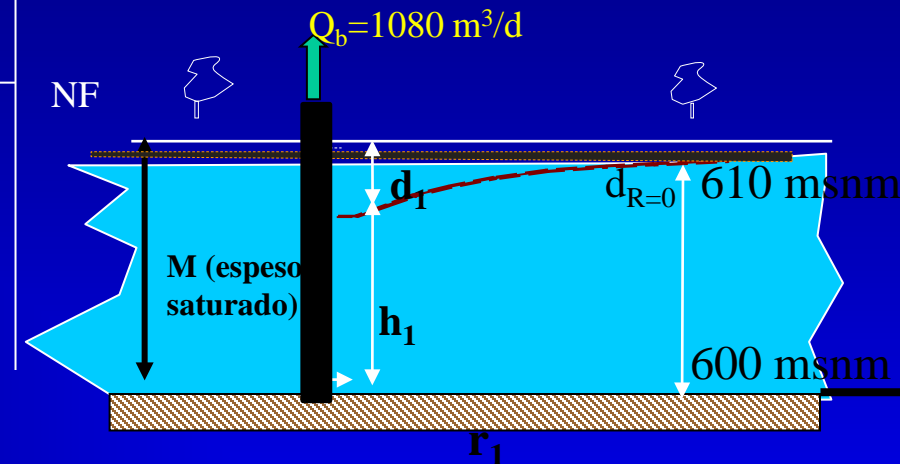
Ecuación

$$Q = \frac{\pi * K * ((M - d_R)^2 - (M - d_1)^2)}{2,303 * \log\left(\frac{R}{r_1}\right)}$$

Despejando y reemplazando valores

$$R = r_1 * 10^{\frac{\pi * K * ((M - d_R)^2 - (M - d_1)^2)}{2,303 * Q}}$$

$$\Rightarrow R \sim 177\text{ m}$$



Se bombea un caudal constante de  $Q=100 \text{ m}^3/\text{h}$  en un pozo de  $0,25\text{m}$  de radio en un acuífero confinado, llegando a establecerse un régimen permanente. Se midieron en varios puntos de monitoreos los descensos alcanzados (Tabla 2). Calcular la transmisibilidad (T) y el radio de Influencia (R).

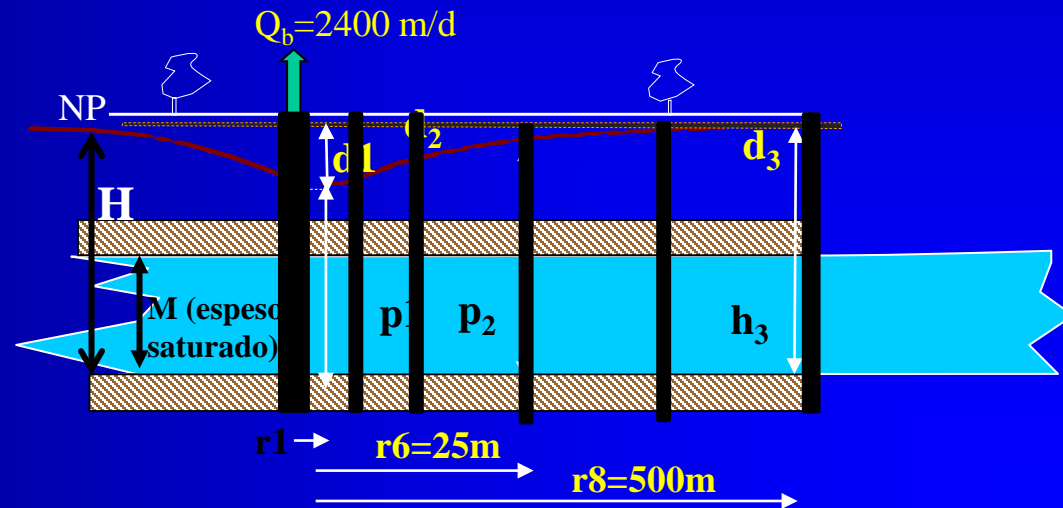
ID	Distancia de bombeo r (m) al pozo	Descenso final d(m)
Pozo de bombeo	—	1,25
1	0,5	1,03
2	1	0,95
3	2	0,84
4	4	0,76
5	10	0,62
6	25	0,49
7	150	0,25
8	500	0,09

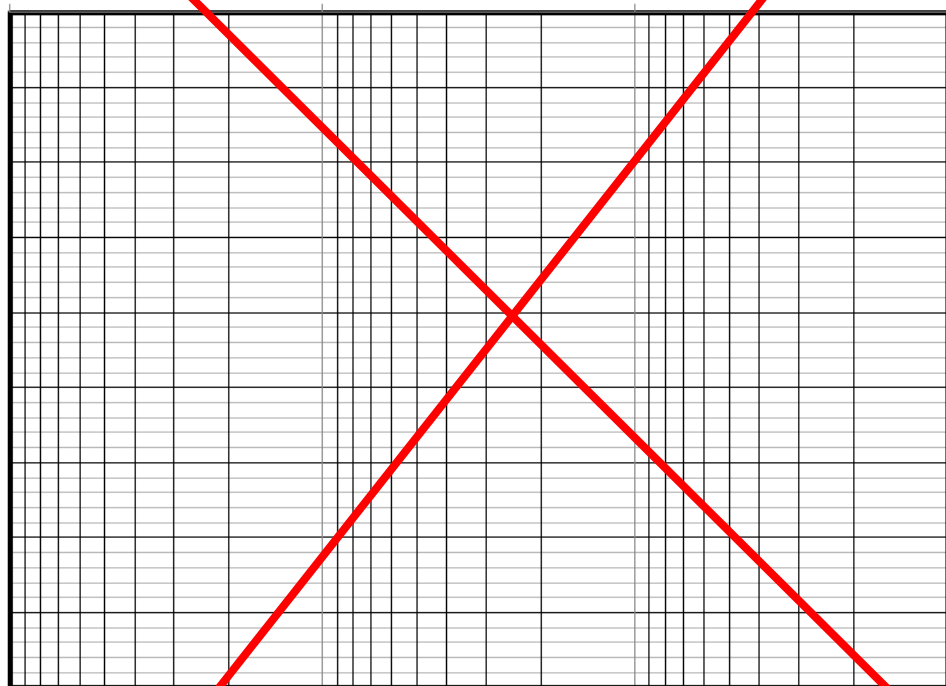
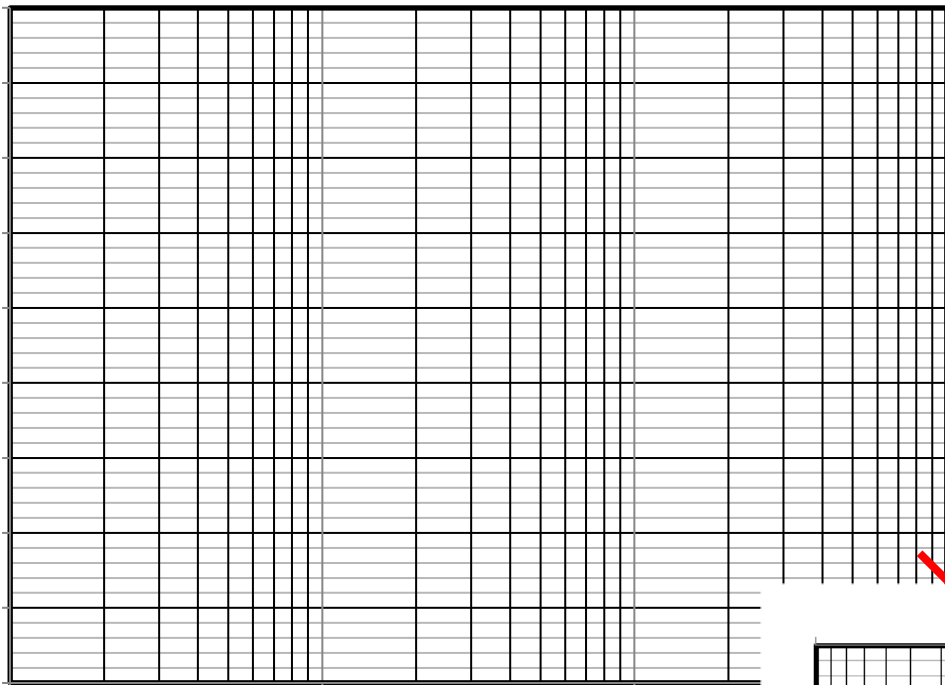
Se resolverá gráficamente.

En este caso se utilizará la ecuación de Thiem para acuífero confinado.

$$(d_1 - d_2) = \frac{2,303 \times Q}{\pi \times 2 \times T} \times \log \left( \frac{r_2}{r_1} \right) = 0,366 \frac{Q}{T} \times \log \left( \frac{r_2}{r_1} \right)$$

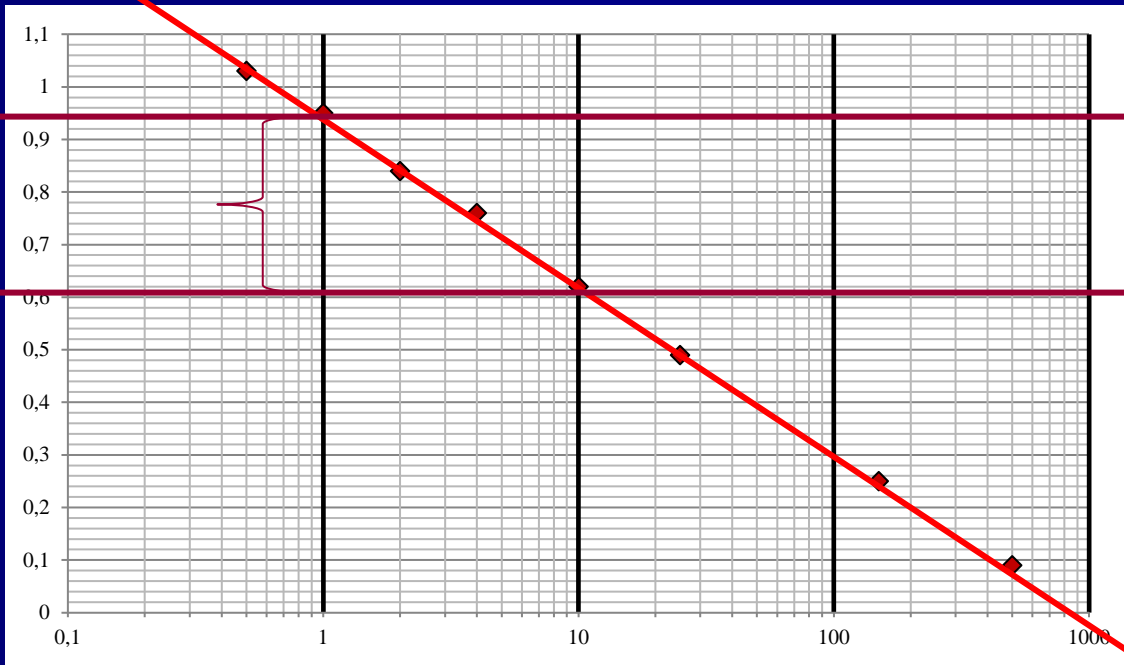
En este caso se puede resolver a través de un gráfico semilogarítmico.





$$d = 0,366 \frac{Q}{T} x \log \frac{r_2}{r_1}$$

$$d = 0,366 \frac{Q}{T} x \log \frac{r_2}{r_1} + 0,366 \frac{Q}{T} x \log \frac{r_2}{r_1} + m * x$$



$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = m = \frac{\Delta y}{1} = \frac{2,303 x Q}{\pi x 2 x T} = 0,32$$

$$T = \frac{2,303 x 100 x 24}{\pi x 2 x 0,32} = 2749 m^2 / d$$

$$R = 850m$$