

OBJETIVOS

- ☞ Comprender mejor el medio hidrogeológico para obtener criterios de análisis del funcionamiento de los acuíferos.
- ☞ Conocer los principales aspectos del funcionamiento hidrogeológico en diferentes tipos de acuíferos y contextos geológicos
- ☞ Parámetros hidrogeológicos que definen la circulación del flujo subterráneo
- ☞ Análisis general de las características de diferentes tipos de unidades acuíferas

El medio hidrogeológico

- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
- GEOMETRÍA, (ESTRUCTURA)
- Y DISPOSICIÓN ESPACIAL DE LA UNIDAD ACUÍFERA

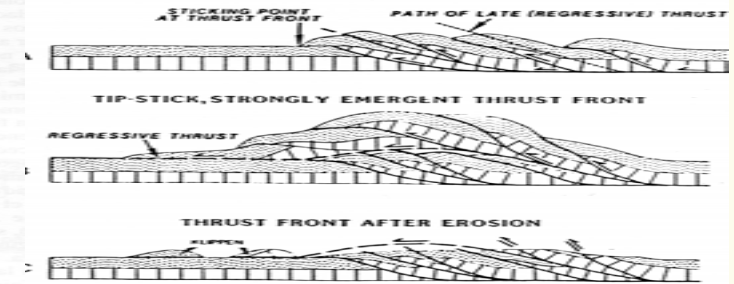
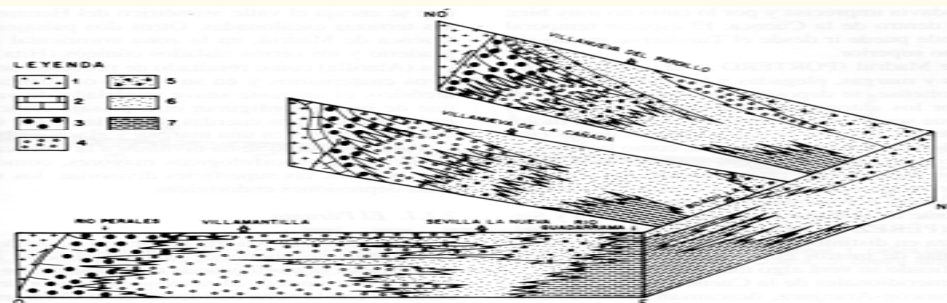
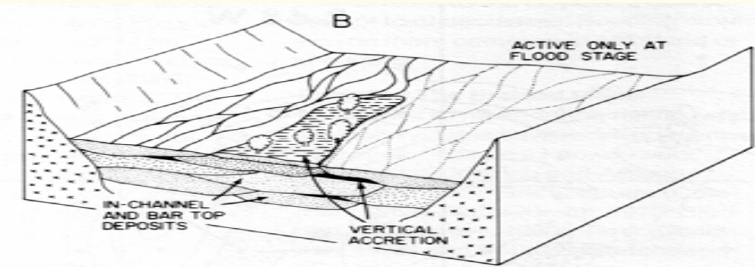
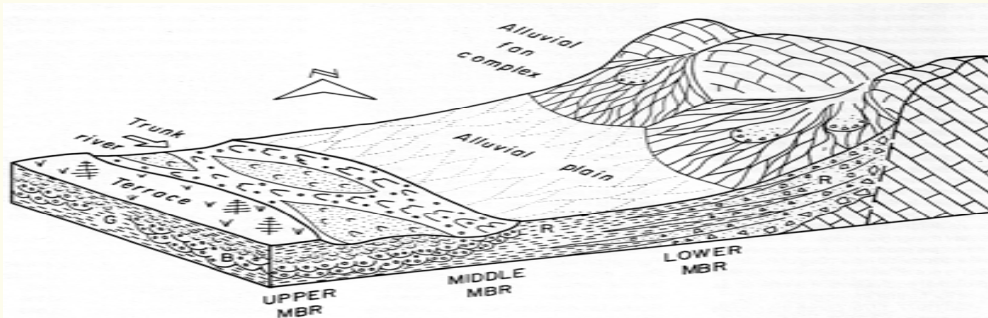
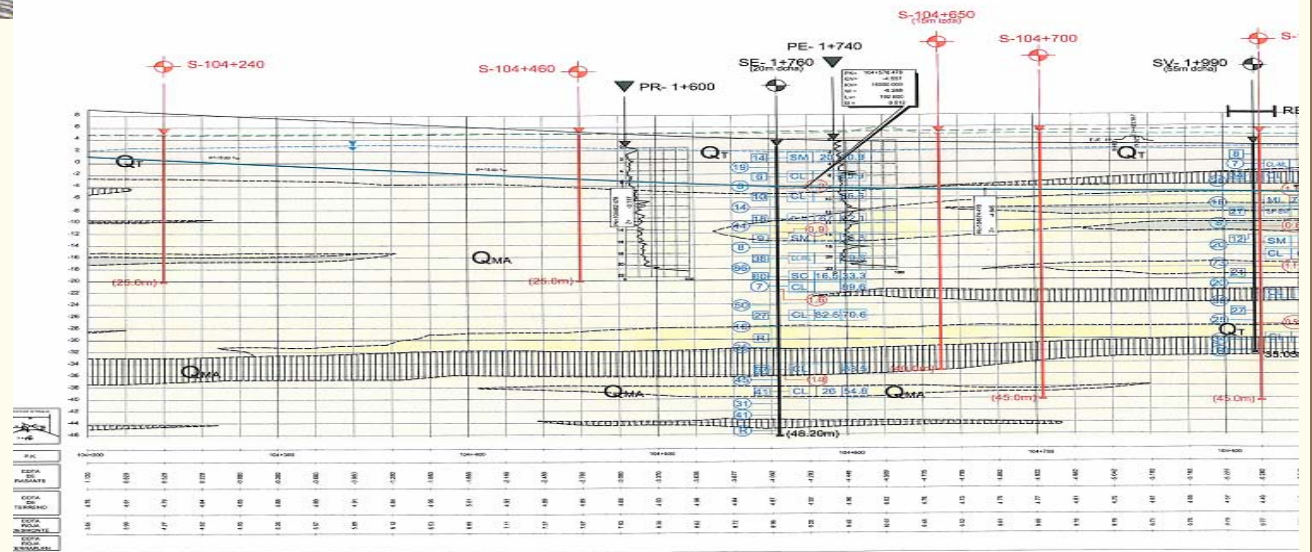
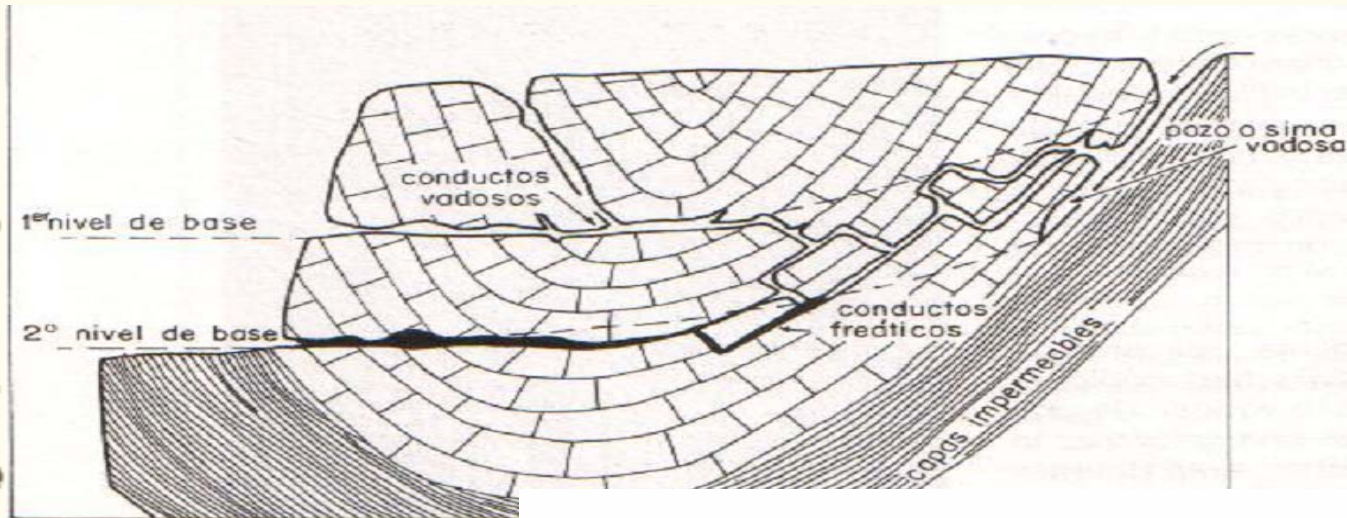
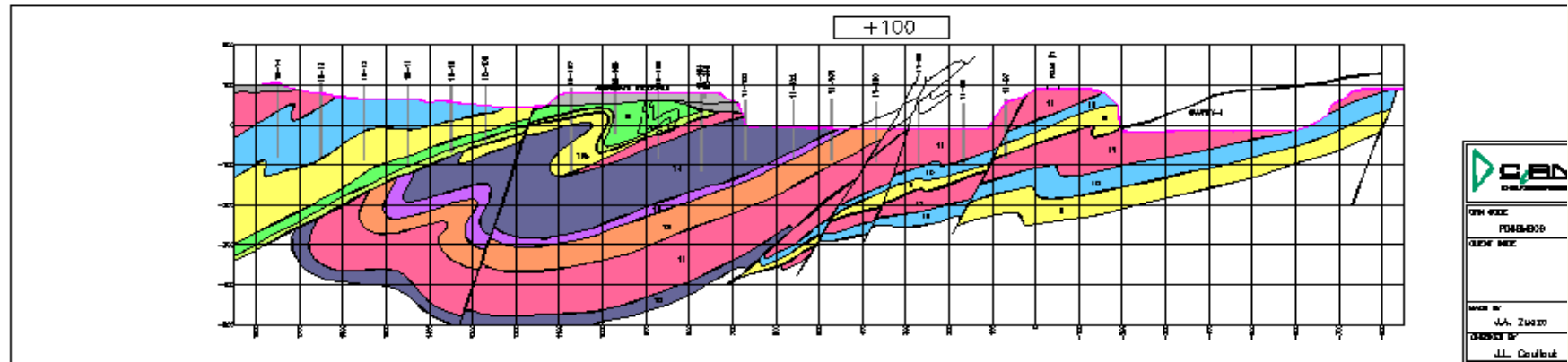
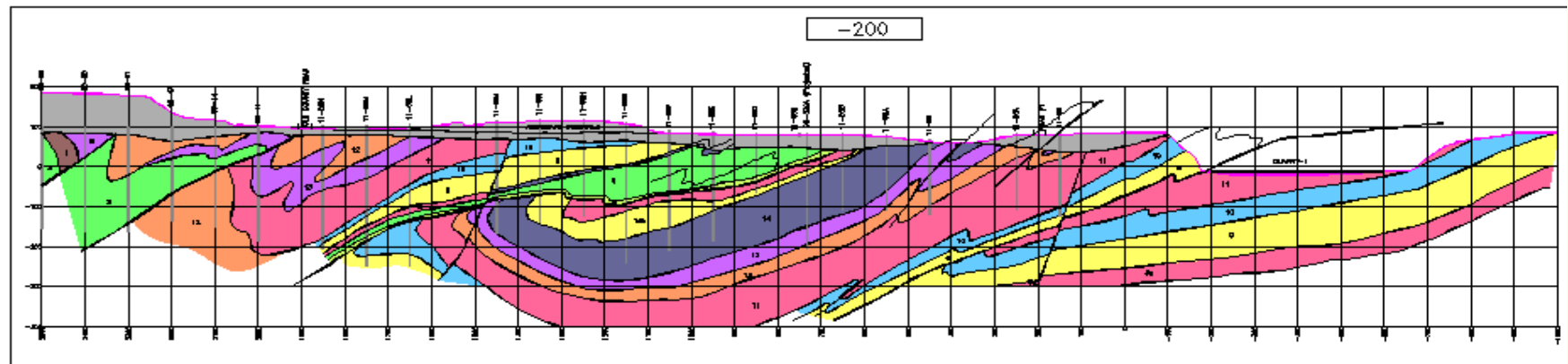


Figura 211.- Unidad neógena aragonesa al oeste de Madrid (PORTERO et al., 1991c). Leyenda: 1: granitos y gneissos hercínicos del Sistema Central; 2: arenas, calizas, margas (Cretácico); 3: arcosas con bloques muy gruesos (Mioceno); 4: arcosas con bloques (Mioceno); 5: arcosas (Mioceno); 6: arcosas y fangos (Mioceno); 7: fangos y arcosas (Mioceno).

Morfología de las unidades



Morfología de las unidades



Q&A
CONSULTING

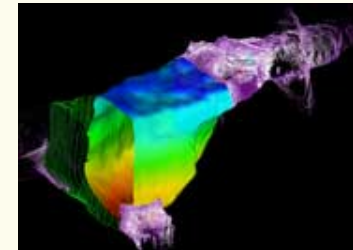
Q&A W&E
FORGE&D
Q&A INC.

MADE BY
J.A. Zúñiga
CHECKED BY
J.L. González

ELEMENTOS DE TRABAJO

● GEOLOGÍA

- Topografía
- Cartografía geológica
- Sondeos, geofísica
- Perfiles geológicos



● HIDROGEOLOGÍA

- Unidades hidrogeológicas
- Parámetros hidrogeológicos
- Límites y condiciones de contorno
- Escenarios
- Régimen del modelo

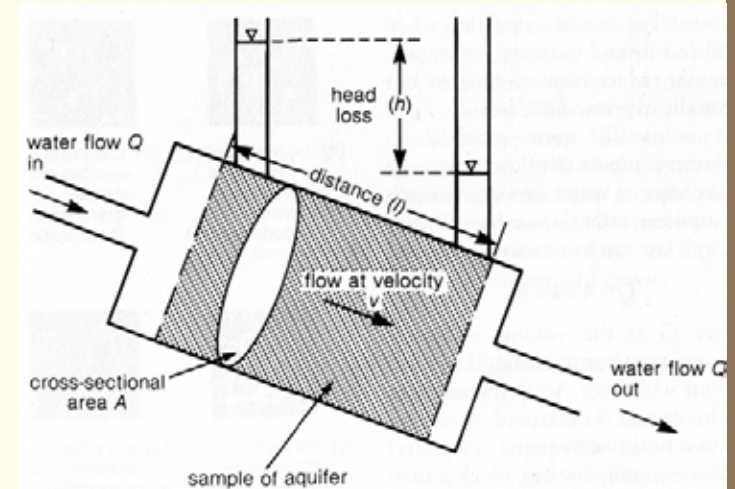
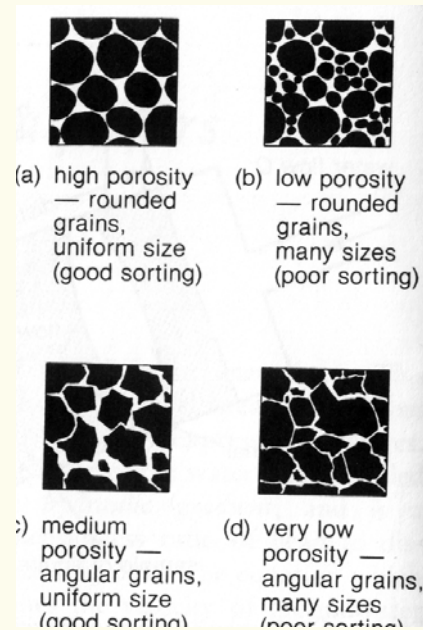
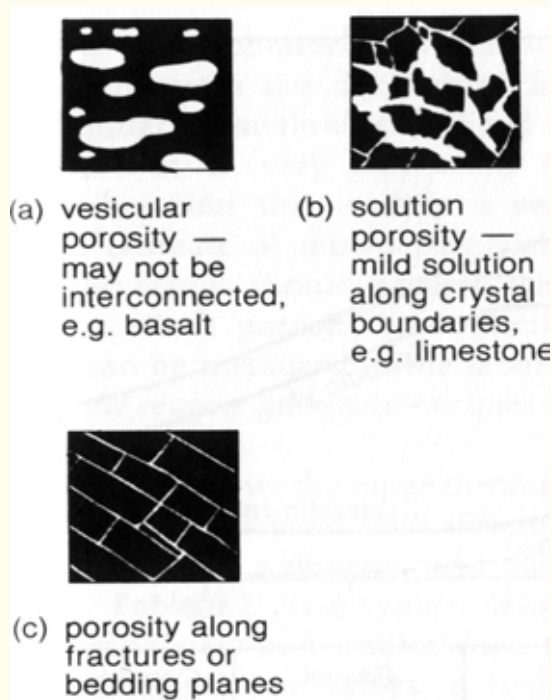
Acuífero y Unidad Hidrogeológica

- ☞ Un acuífero es una unidad geológica que es capaz de contener agua y de permitir que el agua circule por ella de forma significativa.
- ☞ En sentido más genérico, una unidad hidrogeológica es un conjunto de materiales geológicos de comportamiento hidrogeológico similar (propiedades hidráulicas comunes) que participan de un funcionamiento hidrogeológico unitario.
- ☞ En las unidades hidrogeológicas se dan estos tres procesos: recarga, circulación y descarga.

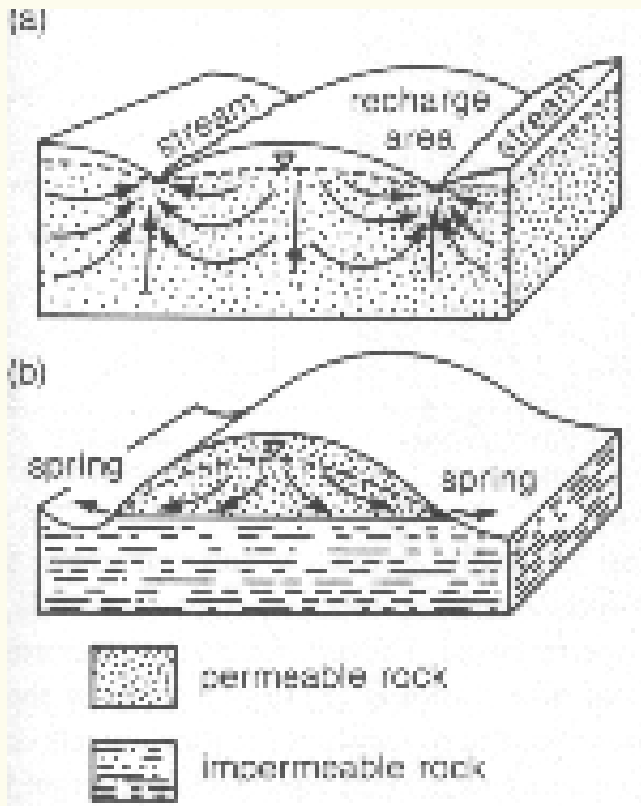
Acuífero y Unidad Hidrogeológica

- **Rocas no-consolidadas:** rocas sedimentarias detríticas. Porosidad intergranular. Gravas, arenas y materiales detríticos.
- **Rocas consolidadas.**
 - Rocas sedimentarias carbonatadas. Acuíferos kársticos. (Calizas, dolomías, calcarenitas, etc). Circulación por conductos kársticos.
 - Rocas consolidadas fisuradas. Acuíferos fisurados. (rocas ígneas y metamórficas).

Acuífero y Unidad Hidrogeológica

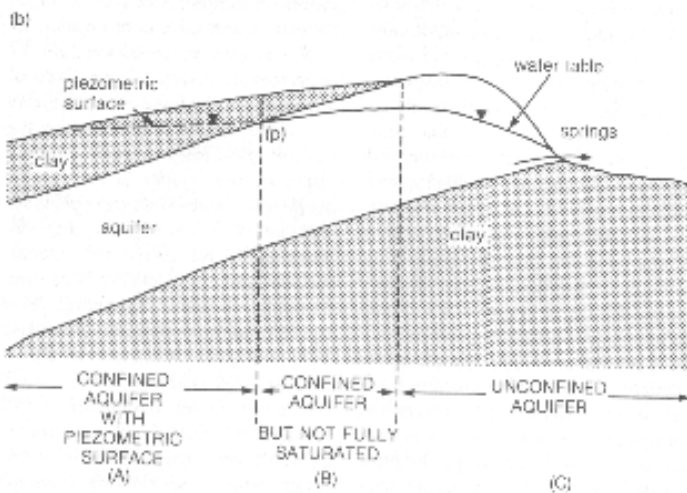
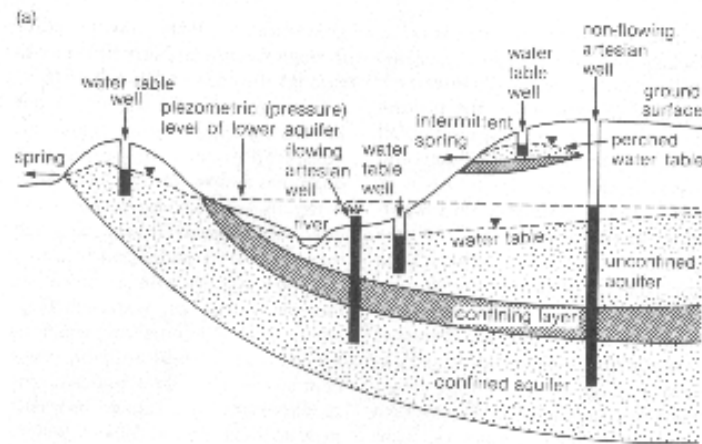


Tipos de acuíferos y comportamiento



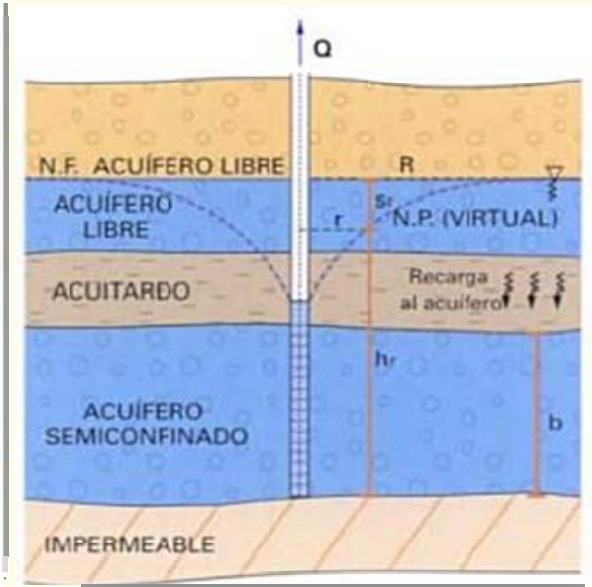
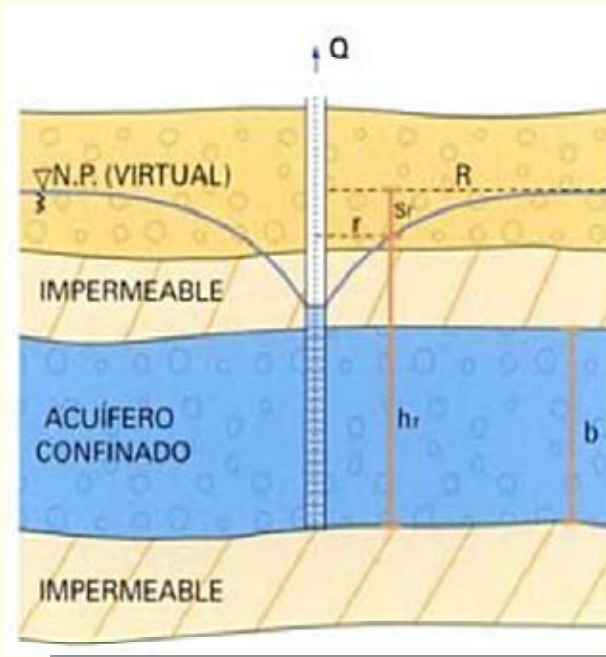
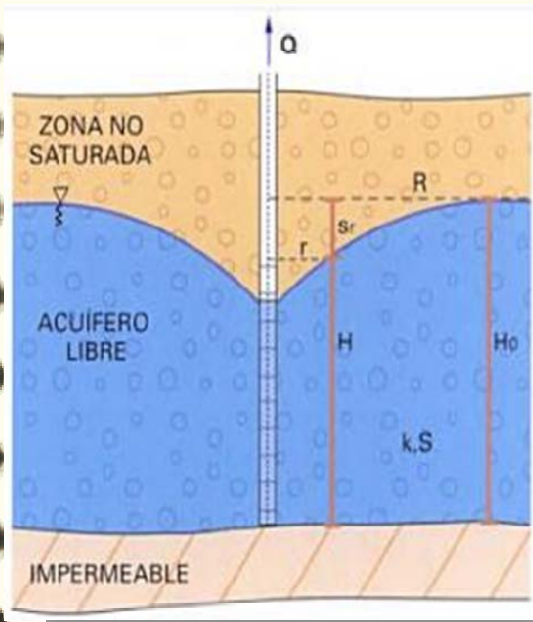
📄 **Acuíferos libres:** Son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. El agua que ceden corresponde a la almacenada en sus poros, lo que supone un volumen de agua elevado en relación con los acuíferos confinados.

Tipos de acuíferos y comportamiento




Acuíferos Cautivos o confinados: Son aquellos que están aislados y delimitados por materiales impermeables. Están en carga o a presión, de modo que el nivel de agua (piezométrico) es más elevado que el techo de la unidad. La carga que presentan estos acuíferos es por un lado la hidrostática y por otro de confinamiento (litostática) por el peso de las unidades superiores. Cuando se alcanza un nivel o unidad confinada se tienen pozos artesianos si la altura piezométrica supera el nivel del terreno.

Tipos de acuíferos y comportamiento



Tipos de acuíferos y comportamiento

 **Acuíferos semiconfinados:** Son unidades en las que los materiales que las rodean no son todos impermeables o alguna de las unidades en contacto permite cierta circulación de agua. Por ejemplo cuando la unidad superior es semiconfinante porque permite circulación de otros acuíferos superiores, o cuando lateralmente existe un contacto con una unidad semipermeable.

PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LAS ROCAS

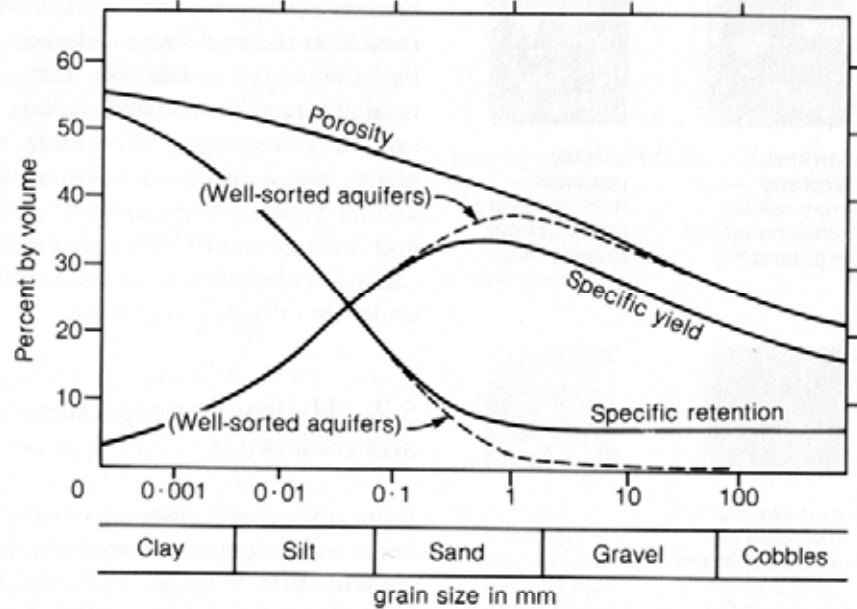


Fig. 5.4 The relationship between porosity, specific yield, specific retention and grain size for unconsolidated sediments only. The lines on this graph are best-fit curves drawn through scattered points and you should not ascribe any degree of precision to them.

| Particle size | Assumed proportion of sample (%) | Typical specific yield (%) | Estimated specific yield (%) |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Clay/silt | 10 | 10 | 1.0 |
| Fine sand | 15 | 25 | 3.75 |
| Medium/coarse sand | 45 | 30 | 13.5 |
| Fine/medium gravel | 30 | 25 | 7.5 |
| TOTAL | | | 25.75 |

From total specific yield estimated as 20%

| | Grain size, sorting, etc. | Estimated hydraulic conductivity m/d | Estimated specific yield | Type of permeability | Notes |
|------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Main aquifer | | | | | |
| 1. Glacial sands and gravels | medium/course sands and fine gravel with some cobbles | $10-10^2$ | 25% | primary | grain-size analysis |
| 2. Triassic sandstone | fine/medium sets well cemented in parts | 1-10 | 15% | primary + bedding fissures | confined by till in part |
| 3. Carboniferous limestone | massive, dense rock | 10^2 | 15% | secondary via fissures | some evidence of karst development |
| Poor aquifers | | | | | |
| 1. Alluvium | mainly silt and thin sands | 10^{-3} | 5% | intergranular | |
| 2. Granite | weathering c. 1-2 m deep | 10 | 5% | secondary via fissures | joint sets mapped |
| Non-aquifers | | | | | |
| 1. Glacial clay | mainly clay, some silt | 10^{-5} | < 5% | primary | till and varved clays |
| 2. Carboniferous mudstone | clay/silts | 10^{-4} | < 1% | secondary in weathered rock | |

Parámetros hidrogeológicos

Los parámetros hidrogeológicos de un acuífero son:

- Permeabilidad
- Transmisividad
- Coeficiente de almacenamiento

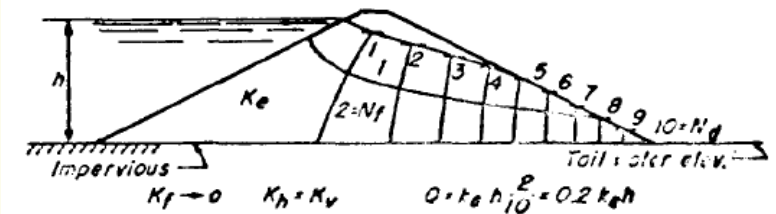
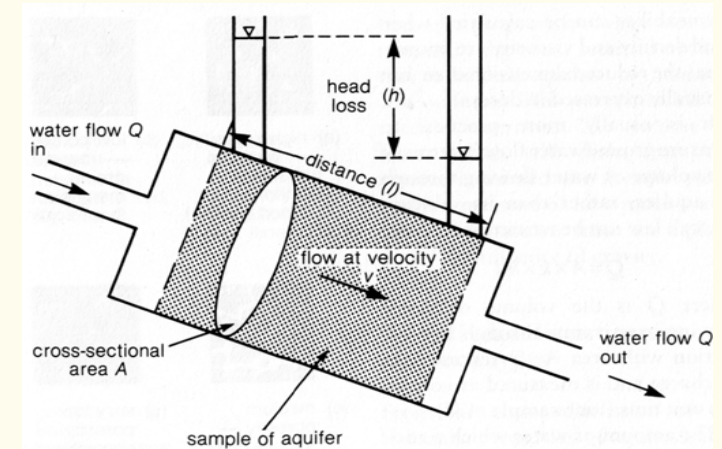
- i Gradiente hidráulico
- Q Caudal específico
- m_e Porosidad eficaz
- b Espesor saturado del acuífero

Parámetros hidrogeológicos

La permeabilidad o conductividad hidráulica es el flujo de agua que atraviesa una sección unitaria de acuífero bajo la influencia de un gradiente unitario.

$$K = \frac{c d^2 \gamma}{\mu}$$

- μ
- $C d^2 = k$ se conoce como permeabilidad específica o intrínseca
- Sus dimensiones son de una velocidad $K = L/T$
- La *porosidad eficaz* viene definida como el volumen de agua drenada por gravedad entre el volumen total.



Parámetros hidrogeológicos

| PERMEABILIDAD | RANGO DE K (m/día) | K teórica (m/día) |
|---------------|--------------------|-------------------|
| Muy baja | $< 10^{-2}$ | 0,005 |
| Baja | 10^{-2} -1 | 0,1 |
| Media | 1-10 | 5 |
| Alta | 10-100 | 50 |
| Muy alta | > 100 | 150 |

Parámetros hidrogeológicos

📄 **La transmisividad** es el volumen de agua que atraviesa una franja de acuífero de ancho unitario en la unidad de tiempo y bajo la carga de un metro. Representa la capacidad que tiene el acuífero para ceder agua.

📄 $T = (L^3/t)/L = L^2 * t^{-1}$

📄 Lo más frecuente es que T se mida en **m²/día**, m²/hora o en m²/s

📄 La *transmisividad hidráulica* de un acuífero es el producto del espesor saturado de dicho acuífero (b) y la conductividad hidráulica (K)

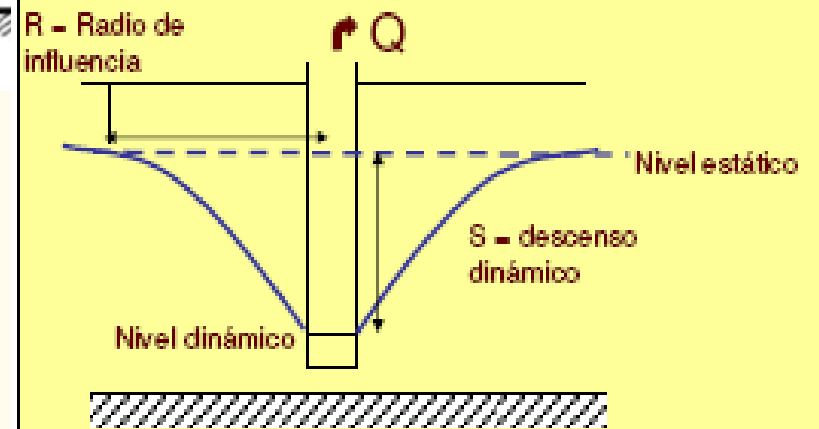
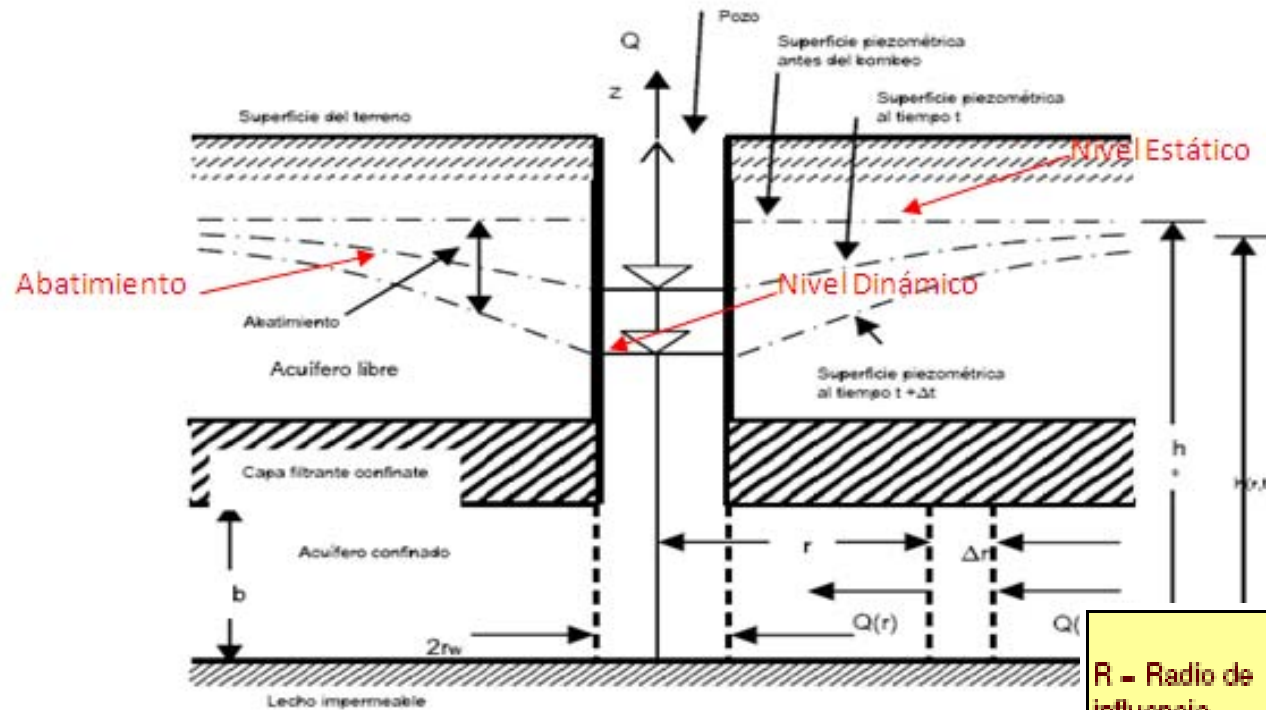
Parámetros hidrogeológicos

| TRANSMISIVIDAD (m²/día) | CALIFICACIÓN ESTIMATIVA DE LA TRANSMISIVIDAD | RANGO DE CAUDAL ESTIMADO (con 10 m de depresión teórica) |
|---|---|---|
| < 10 | Muy baja | < 1 l/s |
| 10-100 | Baja | 1-10 l/s |
| 100-500 | Media | 10-50 l/s |
| 500-1.000 | Alta | 50-100 l/s |
| > 1.000 | Muy alta | > 100 l/s |

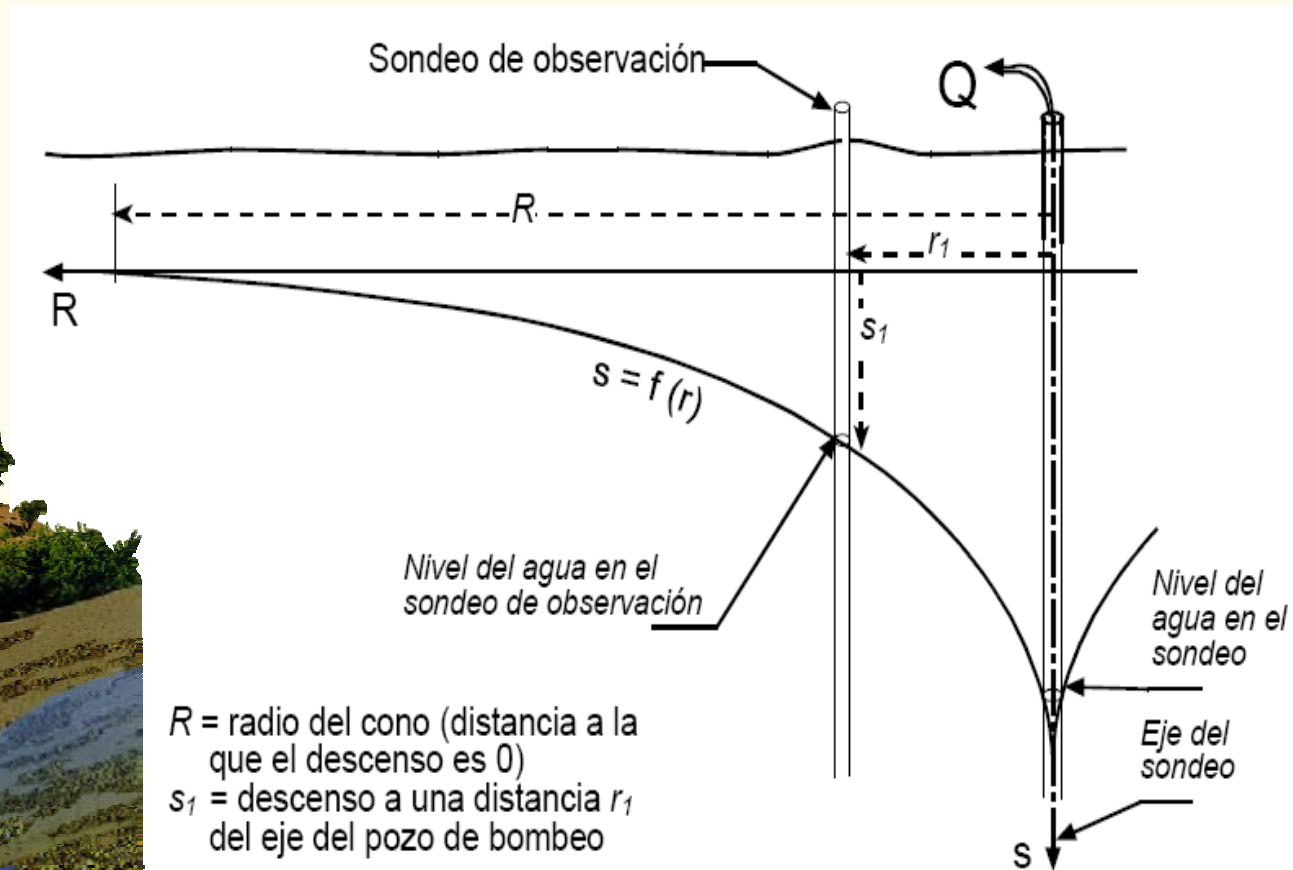
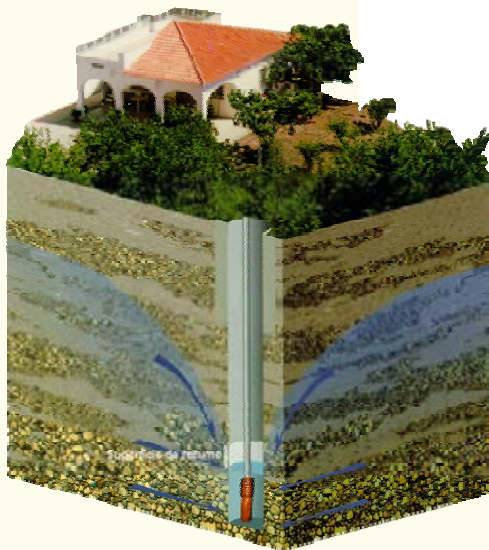
Parámetros hidrogeológicos

- El coeficiente de almacenamiento S se define como la cantidad de agua que cede un prisma de acuífero de base cuadrada unitaria cuando se deprime la unidad. No tiene dimensiones.
- En acuíferos libres S es igual a la porosidad
- En acuíferos confinados corresponde al volumen para rebajar la carga hidráulica intersticial

Flujo subterráneo



Flujo subterráneo



Flujo subterráneo

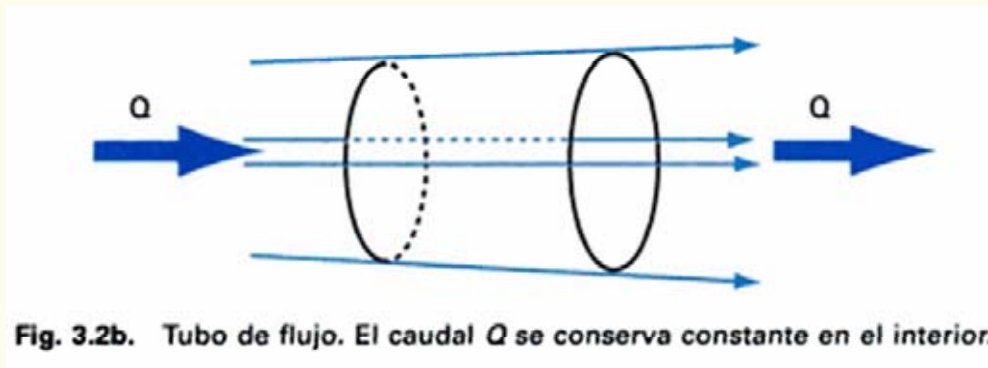
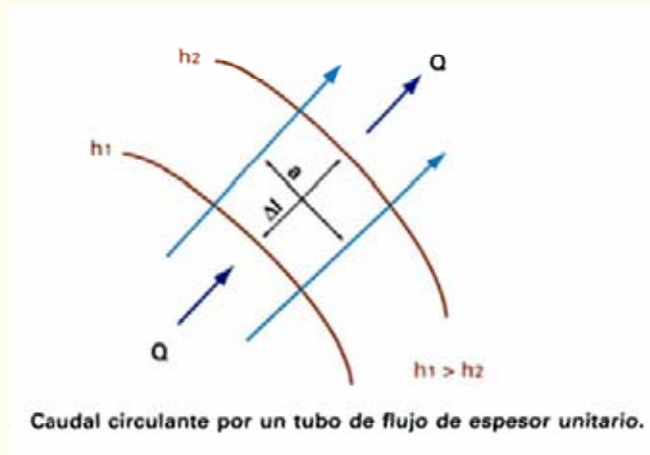
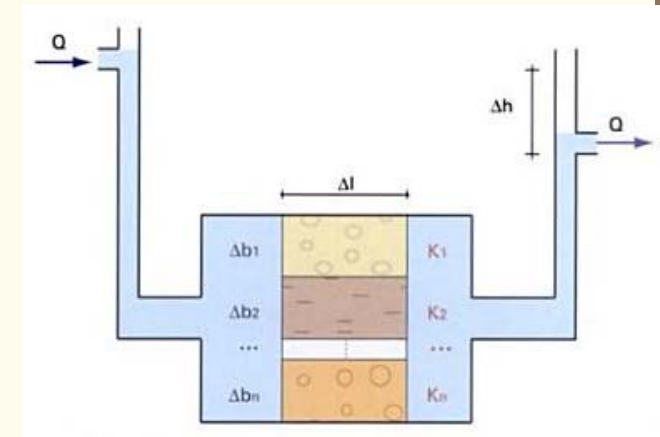


Fig. 3.2b. Tubo de flujo. El caudal Q se conserva constante en el interior.



Caudal circulante por un tubo de flujo de espesor unitario.

$$Q = a \cdot b \cdot K \cdot \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

Donde:

- Q es el caudal circulante por el tubo de flujo [L^3T^{-1}].
- a es el ancho del tubo de flujo [L].
- b es el espesor del tubo de flujo [L].
- K es la conductividad hidráulica del medio [LT^{-1}].
- Δh es la diferencia de potencial hidráulico ($h_1 - h_2$) [L].
- Δl es la distancia entre las dos equipotenciales [L].

FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

ZONAS DE RECARGA Y DE DESCARGA

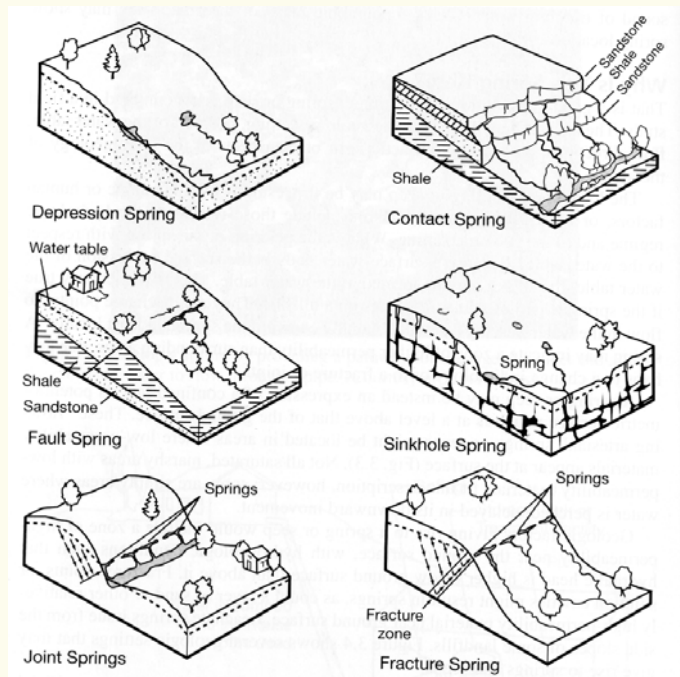


Fig. 3.4 Several geologic settings that may give rise to springs and seeps (after Fetter, 1994).

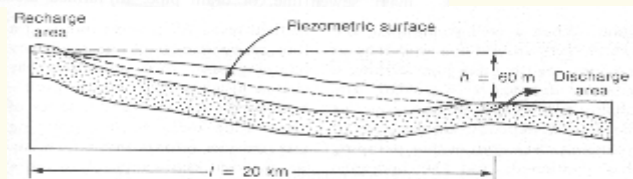


Fig. 5.9 Regional flow (Q) through a sandstone aquifer can be calculated using Darcy's law. The sandstone has an average thickness of 200 m and is 10 km wide. The distance from the recharge area to the discharge points is 20 km, and the head difference is 60 m on average. The hydraulic conductivity is 5 md. Substituting these values into Darcy's law we get:

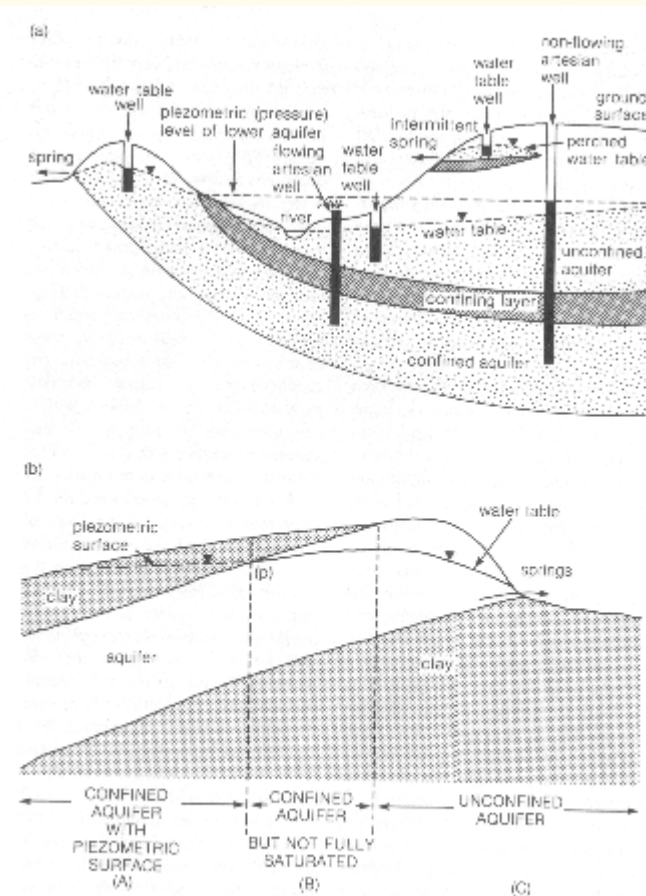
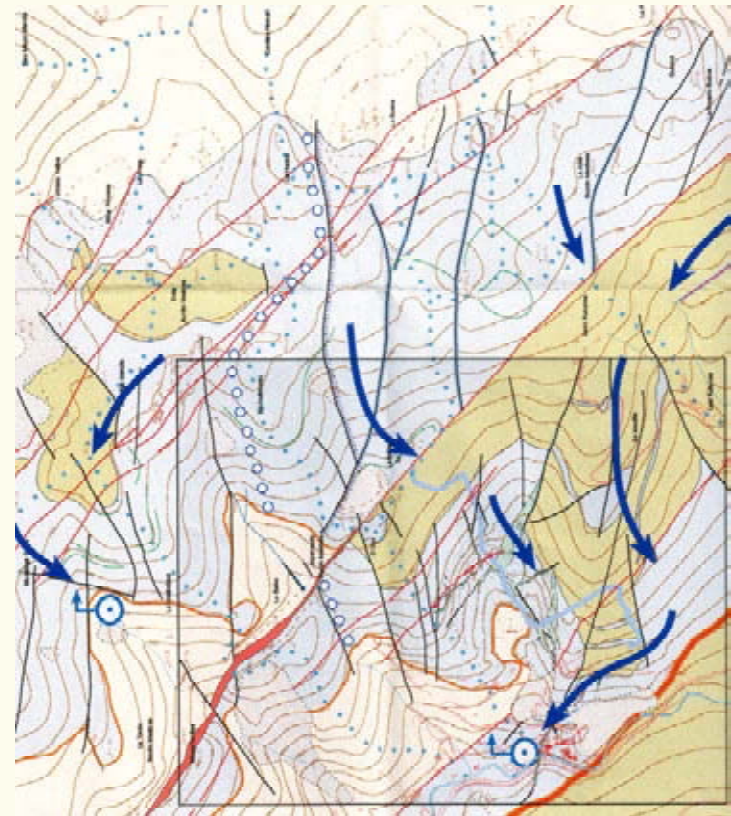
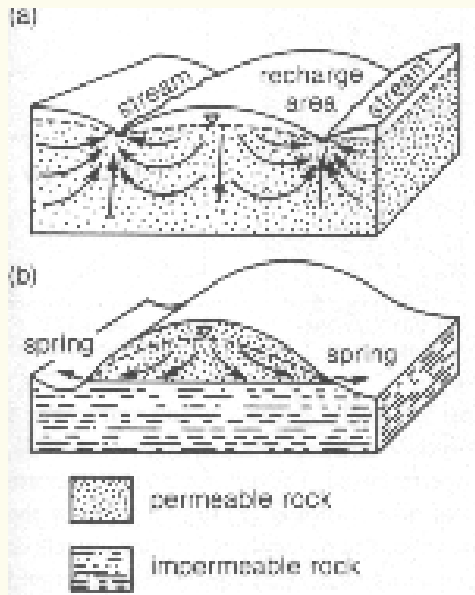


Fig. 1.2 The top diagram (a), shows two aquifers; a lower aquifer which is confined over much of the area; and an upper aquifer which is unconfined. The upper aquifer includes low-permeability material which supports a perched water table. The diagram shows the rest water levels in various wells in both aquifers. The lower diagram (b), shows

Funcionamiento hidrogeológico

📄 **Tipos de flujo:** flujos someros, intermedios y profundos.



Funcionamiento hidrogeológico

1. **CONDICIONES DE CONTORNO**

- **Ambito y límites del modelo**
- **Bordes de nivel constante y constante/variable**
- **Bordes de drenaje**
- **Bordes impermeables y de recarga lateral**
- **Elementos hidrológicos (río)**
- **Zonas extractivas y retornos de riego**