

CLASE 2.1.T.

TIPOS DE ACUÍFEROS. MODELOS CONCEPTUALES**1. DEFINICIONES O CONCEPTOS FUNDAMENTALES****ACUÍFERO****ACUÍFUGO****ACUITARDO****ACUICLUDO****2. COMENTARIOS SOBRE LA RELATIVIDAD DE ALGUNOS TÉRMINOS USADOS EN LAS DEFINICIONES****3. TIPOLOGÍA DE LOS ACUÍFEROS DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROLÓGICO****ACUÍFEROS LIBRES O FREÁTICOS****ACUÍFEROS CAUTIVOS O A PRESIÓN****ACUÍFEROS SEMICONFINADOS O CON FILTRACIONES****OTROS TIPOS DE ACUÍFEROS****4. LAS ROCAS O FORMACIONES GEOLÓGICAS COMO ACUÍFEROS**

1. DEFINICIONES O CONCEPTOS FUNDAMENTALES

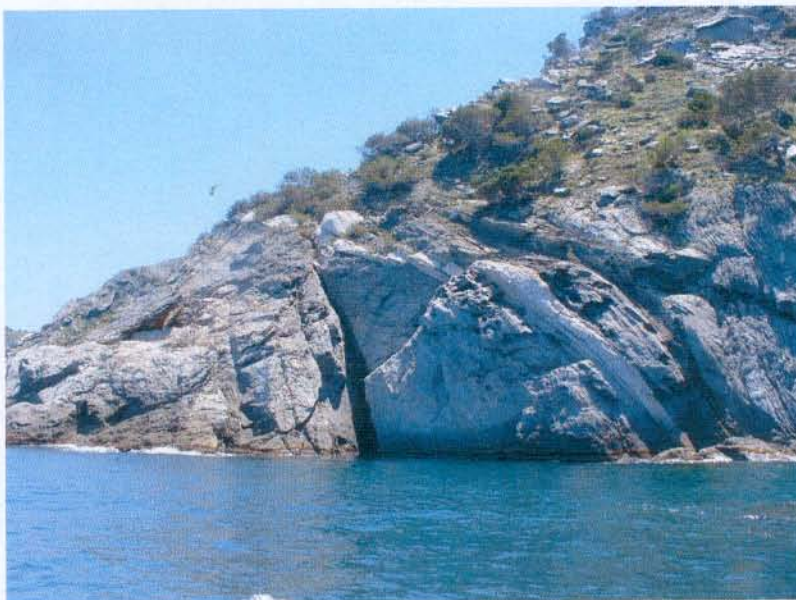
ACUÍFERO (del latín *aqua* y *fer*, agua y llevar)

FORMACIÓN GEOLÓGICA QUE ALMACENA Y TRANSMITE AGUA (POR POROS, GRIETAS O AMBOS A LA VEZ), PROPORCIONANDO CANTIDADES APRECIABLES DE AGUA, DE UNA MANERA FÁCIL Y ECONÓMICA

Ejemplos: Terrazas aluviales de un río, materiales de piedemonte poco rodados, granitos fracturados, macizos calcáreos karstificados, areniscas poco cementadas, conglomerados con cemento removido o redisuelto, arenas volcánicas, etc.



CANTOS POCO RODADOS PROCEDENTES DE LA PERFORACIÓN DE UN POZO ENTUBADO EN BARCELONA



FORMACIONES PALEOZOICAS METAMORFIZADAS Y TECTONIZADAS

ACUÍFUGO (del latín *fugere*, huir)

FORMACIÓN GEOLÓGICA QUE NO ALMACENA AGUA NI LA TRANSMITE

Ejemplos: Macizos ígneos o metamórficos sin alteración física ni química importantes



FORMACIONES GRANÍTICAS Y FILONIANAS

ACUITARDO (del latín *tardere*, tardar o retrasar)

FORMACIÓN GEOLÓGICA QUE ALMACENA AGUA, PERO LA TRANSMITE MUY LENTAMENTE (GENERALMENTE, POR POROS MUY PEQUEÑOS, MUCHO MÁS RARAMENTE POR GRIETAS, TAMBIÉN MUY PEQUEÑAS)

Ejemplos: Limos arenosos, arenas limosas



FORMACIONES ARCILLOSAS Y LIMOSAS DANDO PEQUEÑOS REZUMES DE AGUA DE LAS CALIZAS SUPRAYACENTES

ACUICLUDO (del latín *claudere*, cerrar, encerrar)

FORMACIÓN GEOLÓGICA QUE ALMACENA AGUA, PERO NO LA TRANSMITE

Ejemplos: Arcillas y limos deltaicos de formación reciente, lodos orgánicos

2. RELATIVIDAD DE LOS TÉRMINOS USADOS EN LAS DEFINICIONES

Formación geológica **Roca** en el sentido más extenso del término (arenas, calizas, granitos agrietados, basaltos porosos, pizarras fisuradas, etc.)

Lentamente (en los acuitardos) Atención al aspecto cuantitativo de la **velocidad del agua subterránea**, que siempre es muy pequeña.

Poros y grietas, diaclasas, fracturas, zonas de disolución, etc.

Sistemas acuíferos de **doble porosidad** (por poros y grietas simultáneamente)

Porosidad y/o permeabilidad primaria y secundaria

Cantidades apreciables de agua

Valor o interés muy distinto de caudales de 1 l/seg o 100 l/seg en función de su ubicación geográfica (el primero sería importantísimo en el Sahara o Almería, el segundo sería *uno de tantos* en el Baix Ebre)

Depende de **Demanda existente**, y su tipo (industrial, agrícola, doméstica)

Situación hidrogeológica de la zona en cuestión (con o sin otros recursos hidráulicos disponibles)

Situación climática de la zona en cuestión (períodos de sequía)

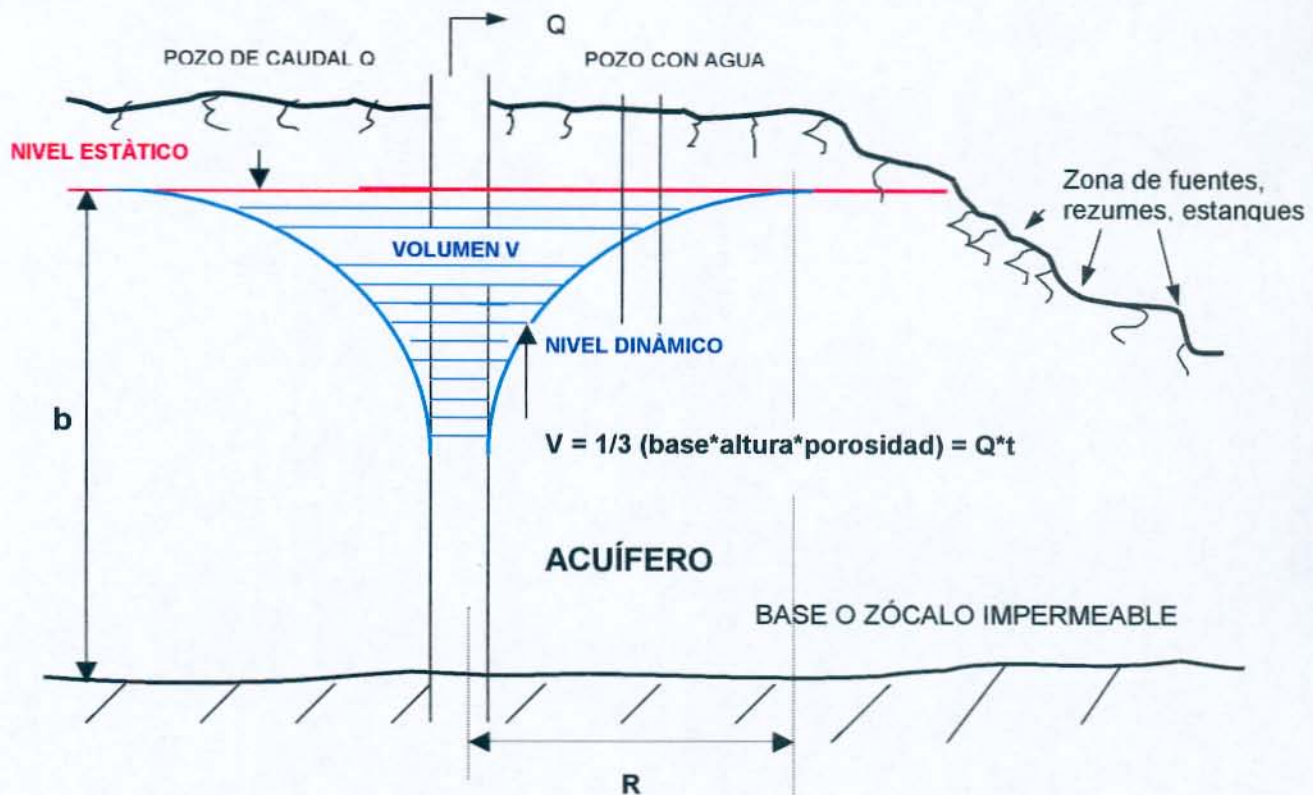
Calidad del agua demandada y del agua disponible

Evolución política, social y económica (ambos aspectos son temporales) de la región (caso de Tarragona, Besós, Almería, La Mancha, Murcia, etc.)

De forma económica **0,002 €/litro** en la red de abastecimiento de Barcelona
0.60 €/litro el agua embotellada (300 veces más cara)
15 €/litro en el rally Barcelona-Dakar (10.000 veces más cara)

Además, la definición no dice nada respecto de la calidad (física, química, bacteriológica), aspectos cada vez más importantes.

3. TIPOLOGÍA DE LOS ACUÍFEROS DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROLÓGICO

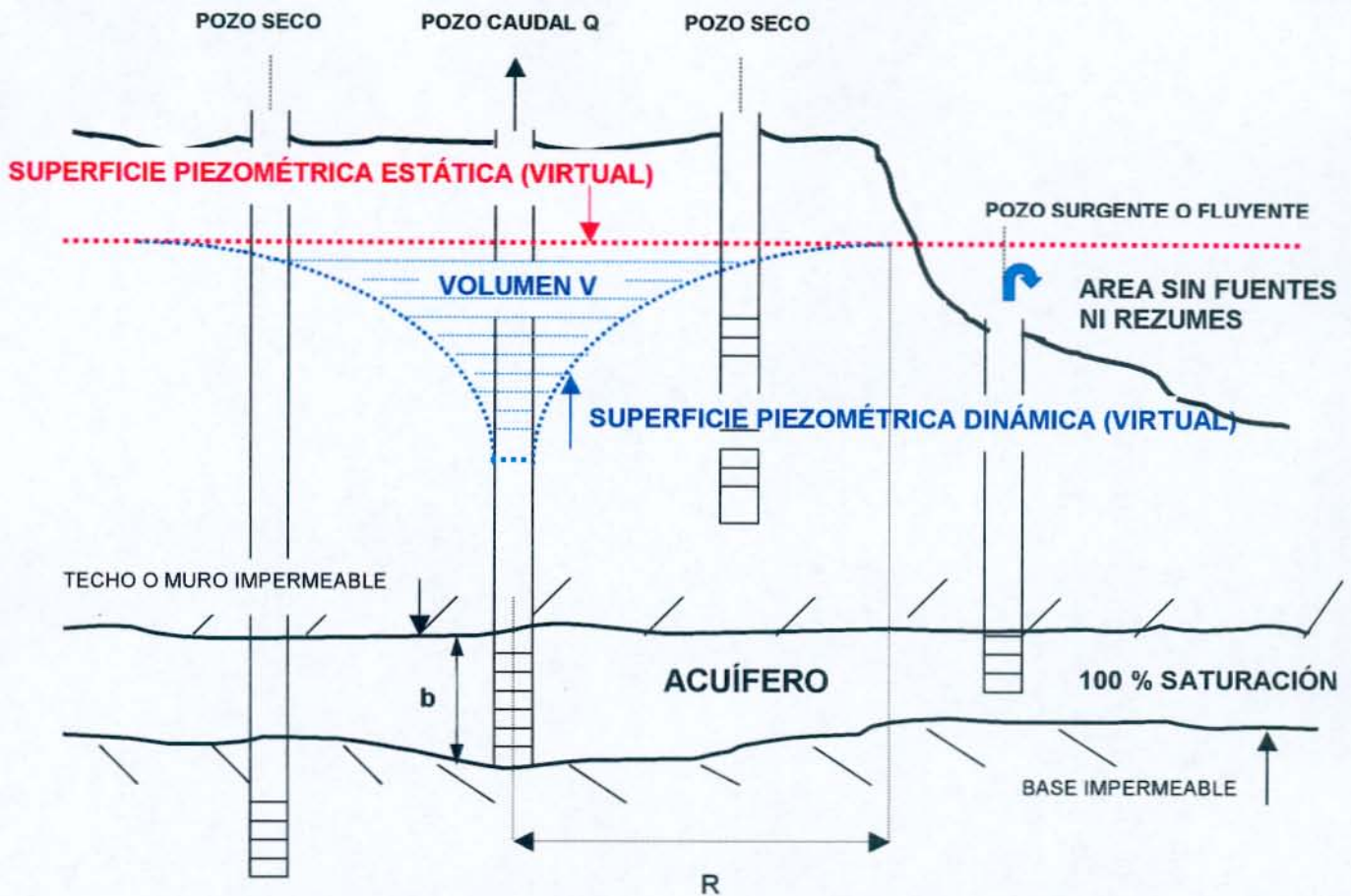


1. Nivel del agua inmóvil durante la perforación (una vez se ha cortado éste)
2. Nivel del agua igual dentro y fuera de la captación, en todo momento
3. **$Q \cdot t = \text{Volumen del cono de bombeo drenado físicamente} \cdot m$ (porosidad)**
4. Radios de influencia o de bombeo, R, pequeños (algunos centenares de metros)
5. Espesor saturado, b, variable con respecto a la distancia a la captación (en bombeo)
6. Velocidad de crecimiento del cono de bombeo lenta (horas, días)
7. **Superficie libre real del agua, en contacto con el aire, y por lo tanto, a la presión atmosférica (nivel del agua, freático o piezométrico)**

ACUÍFERO LIBRE FREÁTICO NO CONFINADO WATER TABLE AQUIFER LLIURE O FREÀTIC



ANTIGUA SINIA O NORIA EN EL BAIX CAMP DE TARRAGONA, FUNCIONAL HASTA HACE POCOS AÑOS (PRIMAVERA 2004)



1. Nivel del agua del acuífero asciende al cortar el techo de la perforación, hasta una cierta altura con respecto al mismo (a veces sale al exterior)
2. Nivel del agua es desigual o distinto, dentro y fuera de la captación, una vez estabilizado éste
3. $Q \cdot t = \text{Volumen extraído de agua, pero este volumen no ha sido drenado físicamente del cono de bombeo ideal o virtual, ya que antes, durante y después del bombeo no había agua en dicho volumen o cono de bombeo equivalente de terreno físico}$
4. Radios de influencia o de bombeo, R , son grandes (miles de metros)
5. Espesor saturado, b , es constante respecto a la distancia a la captación (obviamente, en función de la geología de cada situación)
6. Velocidad de crecimiento del cono de bombeo muy grande (segundos)
7. **Superficie piezométrica virtual del nivel del agua (o de presiones)**
Superficie superior del agua en el propio acuífero está a una presión $P > P_{\text{atmosférica}}$
8. **Saturación del 100 % antes, durante y después del bombeo** en todo el acuífero

ACUÍFERO

CONFINADO, CAUTIVO O A PRESIÓN
CONFINED AQUIFER
CAPTIU O CONFINAT



SONDEO PIEZOMÉTRICO Y POZO SURGENTE EN LA FONT DELS ROSSEGADORS (ULLDECONA, VERANO 2004)

ATENCIÓN:

LA **CONDICIÓN DE SURGENCIA O ARTESIANISMO EN UN POZO** ES ALEATORIA Y POSEE UN **CARÁCTER TEMPORAL**, PUESTO QUE ES FUNCIÓN DE LA **POSICIÓN RELATIVA DE LA SUPERFICIE TOPOGRÁFICA DEL TERRENO** DONDE SE ENCUENTRE EL POZO (CONSTANTE EN EL TIEMPO, PERO NO EN EL ESPACIO) Y DEL **NIVEL PIEZOMÉTRICO** DEL MENCIONADO POZO (VARIABLE EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO)

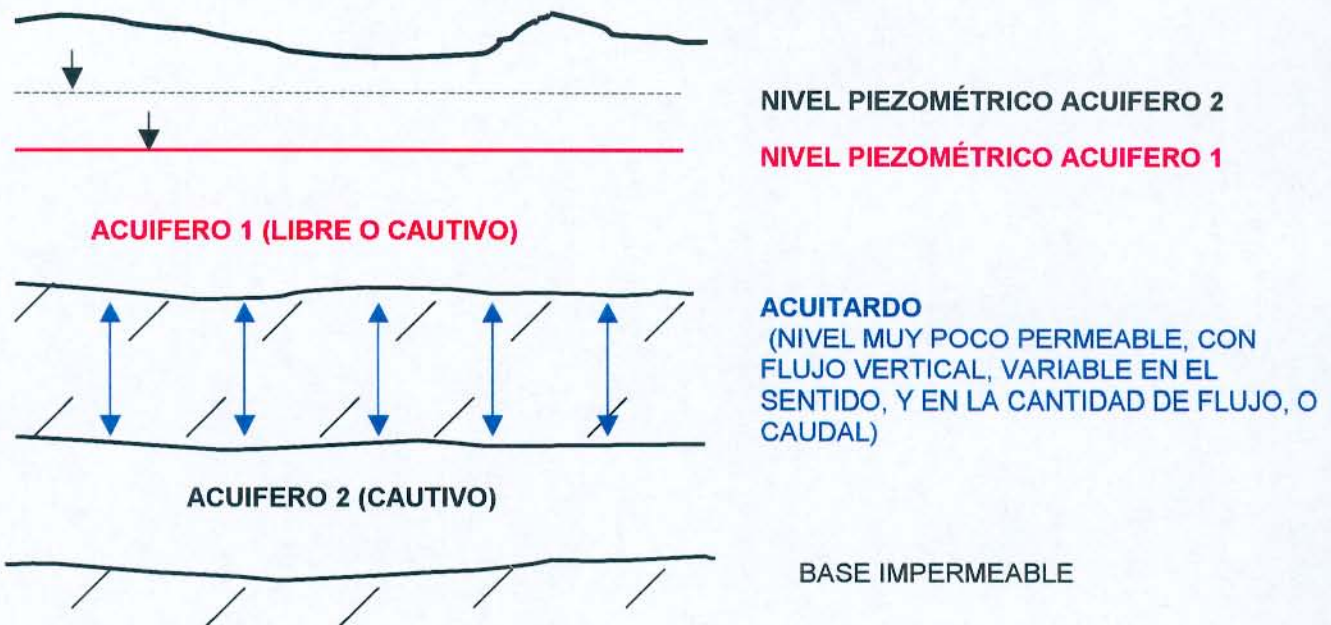
EN CONSECUENCIA, SE DEBE DIFERENCIAR BIEN ENTRE POZO ARTESIANO, POZO SEMIARTESIANO, POZO SURGENTE O FLUYENTE, ACUÍFERO ARTESIANO O SURGENTE, ETC.

ADEMÁS, EN CASOS ESPECIALES DE HIDROLOGIA COMPLEJA, PUEDEN EXISTIR CASOS DE POZOS CON ARTESIANISMO EN ACUÍFEROS LIBRES O FREÁTICOS.



PIEZÓMETRO SURGENTE EN LES COMES, IGUALADA (1971)

ACTUALMENTE ESTÀ SECO.



ACUIFERO: SEMICONFINADO
QUE DA O RECIBE FILTRACIONES
RECARGADO, RECARGANTE, GANADOR O
PERDEDOR
 (en función de la situación relativa de los niveles
 piezométricos y de la evolución temporal de éste)
LEAKY AQUIFER
SEMICONFINAT O SEMICAPTIU

ESTOS ACUÍFEROS FUNCIONAN COMO CONFINADOS SI NO HAY GRADIENTE HIDRÁULICO VERTICAL, ES DECIR, SI AMBOS NIVELES DE AGUA SON COINCIDENTES EN LA VERTICAL DE UN PUNTO O ÁREA, A PESAR DE LAS CONDICIONES DE PERMEABILIDAD DEL ACUITARDO.

LOS NIVELES POCO O MUY POCO PERMEABLES, O **ACUITARDOS**, QUE PERMITEN ESTA FILTRACIÓN VERTICAL,

- **NO SON APTOS COMO FUENTE DE RECURSOS HIDRÁULICOS, POR SU PERMEABILIDAD MUY REDUCIDA**
- **SIN EMBARGO, ES MUY IMPORTANTE TENERLOS EN CUENTA EN LOS BALANCES HÍDRICOS, ALLÍ DONDE SE HALLEN, POR SUS RELACIONES HIDROLÓGICAS CON LOS ACUÍFEROS CERCANOS**
- **LO MISMO PUEDE DECIRSE EN LOS CASOS DE CONTAMINACIÓN POR FLUJO VERTICAL DE AGUAS CONTAMINADAS, O REMOVILIZACIÓN DE AGUAS SALOBRES RETENIDAS EN LOS ACUITARDOS O EN LOS ACUÍFEROS**

4. LAS DIFERENTES FORMACIONES GEOLÓGICAS COMO ACUÍFEROS

Formaciones no consolidadas o sueltas:

Son las más importantes desde el punto de vista hidrogeológico: arenas, gravas, mezclas de ambas formaciones, etc.

Cauces fluviales	Caudales altos, buena recarga, gran capacidad de regulación
Cauces abandonados	Recarga menor, caudales pueden bajar para tiempos largos de bombeo
Llanuras aluviales	Muy extensas, muy variables en litología y espesor. Recarga es función de la precipitación y/o del caudal de las avenidas
Valles intermontañosos	Rellenos detríticos entre cordilleras, o al pie de las mismas. Alta infiltración cerca de las montañas, menor al alejarse de las montañas (granulometrías más finas, menor pluviometría)
Otras	Morrenas, tills, loess, dunas, coluviones, piedemontes, playas levantadas, ...

Formaciones consolidadas:

Rocas carbonatadas (calizas y dolomías): Distintos orígenes sedimentarios, y por lo tanto, muy variables en densidad, porosidad, permeabilidad, con eventuales procesos de carstificación o diaclasación posteriores, etc., etc. Origen de grandes manantiales o surgencias de agua subterránea.

Evaporitas: Impermeables, pero muy solubles (karsts salinos o yesíferos importantes) (Zaragoza, Fluvià, Cardona). Además, pueden dar problemas graves de calidad por salinidad.

Rocas detríticas de grano grueso (areniscas y conglomerados): Formas cementadas de granos y cantos rodados → Porosidad y permeabilidad se ven reducidas por el cemento (diferentes tipos del mismo). Puede ser mayor si existe fisuración, fracturación o redisolución posterior del cemento o de toda la masa rocosa (karst en conglomerados)

Rocas detríticas de grano fino (arcillas, limolitas): Muy porosas, pero con agua no drenable fácilmente ni rápidamente → Permeabilidad muy pequeña. Suelen rellenar grandes depresiones sedimentarias. Problemas en captaciones mal diseñadas o mal construidas por arrastres de materiales finos. Problemas de mala calidad en zonas muy contaminadas.

Rocas volcánicas: Pueden o no formar acuíferos importantes, en función de su textura petrológica y su alteración posterior: Coladas muy permeables y otras muy

compactas e impermeables. Los depósitos sueltos (cenizas, brechas, bloques) pueden ser muy permeables, y en consecuencia, los caudales pueden ser notables.

Rocas cristalinas y metamórficas: Muy compactas (poca o muy poca permeabilidad y porosidad), salvo zonas de alteración secundaria y en muchos casos, muy localizada en el espacio (pozos con una sola grieta o fractura permeable). Caudales generalmente pequeños o muy pequeños (1 litro/seg, en régimen continuo, puede ya ser muy grande).

		TIPO DE ROCA			
Tipo de Porosidad	Sedimentarias		Igneas y metamórficas	Volcánicas	
	Consolidadas	No consolidadas		Consolidadas	No consolidadas
Intergranular		Gravas, arenas arcillosas, arcillas arenosas	Zona alterada de granitos, gneis, etc.	Zona alterada de basaltos, andesitas, etc.	Productos volcánicos, bloques y fragmentos
Intergranular y por fracturación o disolución (doble porosidad)	Brechas, Conglomerados Areniscas Calizas organógenas, Calizas oolíticas, tobas calcáreas			Tobas volcánicas, cenizas, brechas volcánicas, pumitas	
Fracturación o disolución	Calizas, dolomías, calizas dolomíticas		Granitos, gneis, cuarzitas, dioritas, pizarras, micaesquistos	Basaltos, andesitas, riolitas	

Origen geológico de los acuíferos según su porosidad y tipo de roca (Modificado de *Groundwater*, R. Bowen, Ed. Elsevier, 1986, pág. 63)

Sin embargo, y como nota final, **RECORDAR QUE CADA CASO, UBICACIÓN O SITUACIÓN HIDROGEOLÓGICA ES DIFERENTE A LAS DEMÁS, Y POR LO TANTO, NO PUEDEN DARSE PATRONES O ESQUEMAS HOMOGÉNEOS O GENERALES DE CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS** (similarmenete a aquello de que no hay enfermedades, sino enfermos).



DESCARGA AL NOGUERA RIBAGORÇANA DE LA FONT DE LES BAGASSES (INVIERNO 2003)