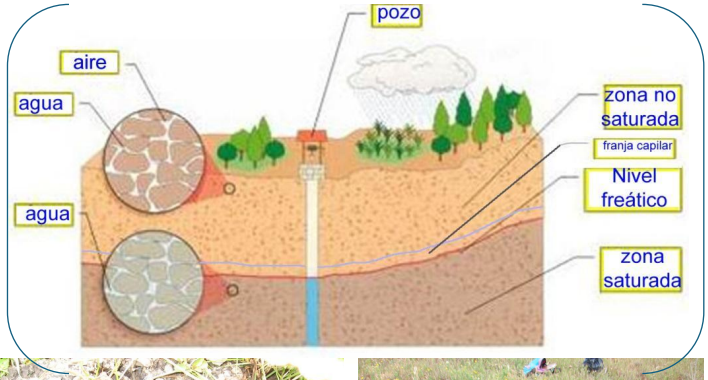
Tema 18: EL AGUA SUBTERRÁNEA

⇒ EL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea es el agua que se encuentra bajo la superficie terrestre ocupando poros, grietas o cavidades de las rocas y de los suelos. Es una parte esencial de la hidrosfera y un recurso muy importante para abastecimiento, riego y ecosistemas.

El tema estudia dónde se almacena, cómo se mueve, cómo se extrae y cómo se controla su calidad. Aunque no la veamos en superficie, el agua subterránea está conectada con la lluvia, los ríos, los manantiales y los acuíferos.

⇒ DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL TERRENO



Cuando el agua penetra en el suelo, no toda ocupa el mismo tipo de huecos ni se encuentra en las mismas condiciones físicas. Parte queda retenida cerca de la superficie y parte desciende hacia zonas más profundas.

Para entender el agua subterránea hay que distinguir entre zona no saturada y zona saturada. En la no saturada los huecos contienen aire y agua; en la saturada los huecos están completamente llenos de agua. Esa diferencia es fundamental para interpretar acuíferos y nivel freático.

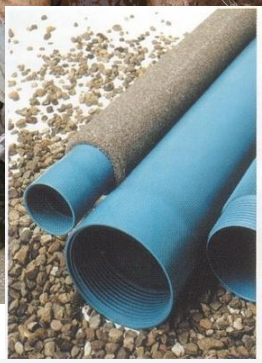




Aquí tenemos una visualización de la distribución del agua en el subsuelo. Normalmente este tipo de esquema muestra capas de suelo, zona de aireación, franja capilar y nivel freático. Todo ello nos permite ver cómo el agua no ocupa simplemente un gran hueco continuo, sino una red de poros y espacios en distintos estados de saturación.

⇒ TUBERÍA PIEZOMÉTRICA

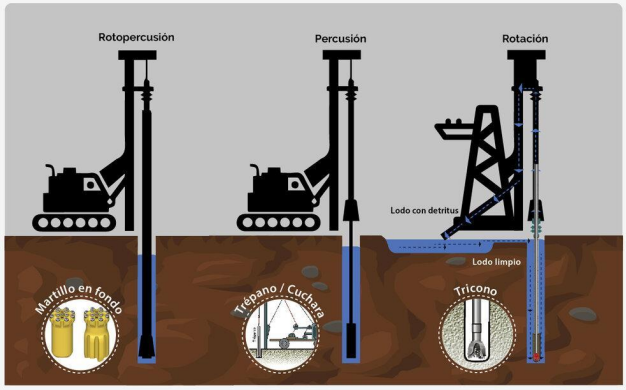




Una tubería piezométrica sirve para medir el nivel del agua en un punto del subsuelo. Se instala dentro de una perforación y permite observar a qué altura asciende el agua en equilibrio.

Esa medida es esencial para conocer la carga hidráulica y la posición del nivel freático o piezométrico. Gracias a estas tuberías se puede seguir la evolución del agua subterránea con el tiempo y detectar descensos, recuperaciones o diferencias entre niveles.

⇒ TIPOS DE PERFORACIÓN DE POZOS



Esta diapositiva nos indica que no todos los pozos se perforan del mismo modo. La elección del método depende del tipo de terreno, de la profundidad necesaria, del diámetro buscado y del objetivo del pozo.

Perforar bien un pozo es fundamental porque de ello dependen la estabilidad de la obra, la facilidad de extracción y la representatividad de las muestras del terreno o del agua obtenida.

⇒ PERFORACIÓN A PERCUSIÓN Y A ROTACIÓN

La perforación a percusión rompe el terreno mediante golpes repetidos de un trépano pesado. Después, una cuchara o herramienta similar extrae el material triturado. Es un método clásico, útil en ciertos terrenos, pero más lento que otros sistemas modernos.







Cuchara con clapeta para extraer el terreno triturado

Trepano de gran tonelaje para triturar el terreno

La perforación a rotación con circulación de lodos utiliza una herramienta giratoria que desagrega el terreno mientras el lodo extrae los detritos, estabiliza las paredes y facilita el avance. Es un método muy empleado porque permite profundidades mayores y mejor rendimiento.

En hidrogeología es importante no quedarse solo con el concepto teórico: la perforación es una obra técnica que necesita equipos específicos, control del terreno y supervisión constante.

Y también es importante entender que un pozo no es solo un agujero: es una estructura construida con elementos técnicos que deben responder al tipo de terreno y al uso previsto

Geoterra
Grupo Ingeveris
EXPERTOS
HALLAR AGUAS SUBTERRÁNEAS
LEGALIZACIÓN POZOS
(Pinchar para información)

Servicios - Sondeos y perforaciones

Sondeos a Rotopercusión

Los sondeos mediante el sistema de rotopercusción los realizamos en terrenos compactos. Ya sea para captación de aguas subterráneas, ya sea para geotermia.

Este sistema de perforación permite trabajar en espacios reducidos, siendo por tanto útil para la realización de sondeos en chalets, huertas, etc.

Los diámetros habituales de trabajo, varían entre 180 y 250 mm los de perforación y entre 140 a 180 mm los de entubación.

Los sondeos se pueden revistir tanto en acero como en P.V.C.

En la imagen, obra realizada en Burgos.





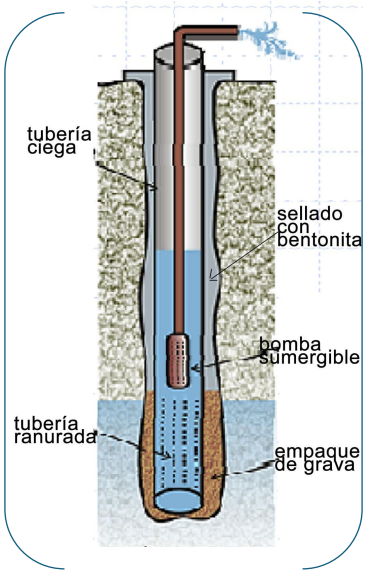
Aquí se ven equipos relacionados con la perforación. Se trata de accesorios, columnas de perforación, tuberías y elementos de extracción del material.

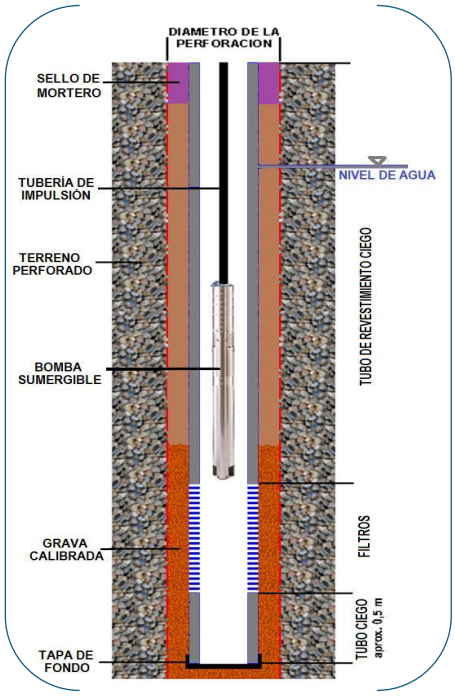




La diapositiva refuerza visualmente el bloque de perforación. Conviene fijarse en las diferencias de equipos, diámetros y entornos de trabajo.

La hidrogeología aplicada necesita comprender tanto la teoría del acuífero como la técnica del pozo. Un mal diseño de perforación puede inutilizar una captación, aunque el acuífero sea bueno.





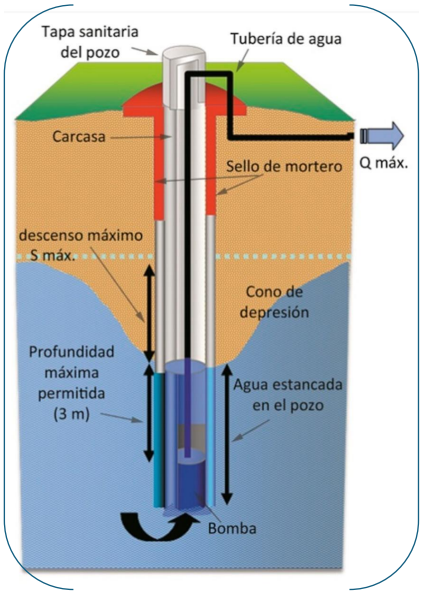
→ puntos Importantes:

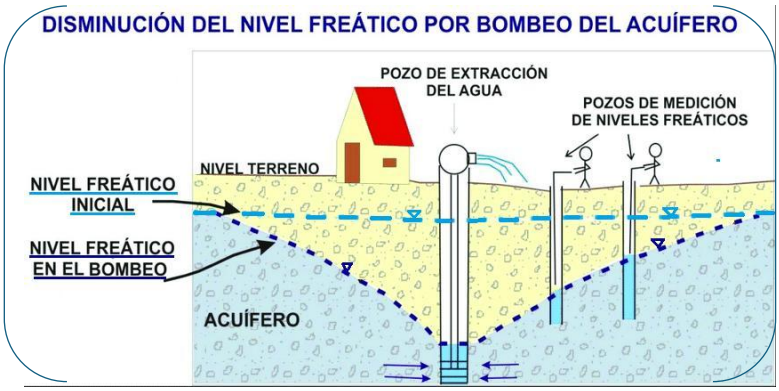
• La calidad del pozo depende de su construcción.

• El equipo de perforación debe adaptarse al terreno.

• Un buen acuífero puede desaprovecharse con una mala obra de captación.

⇒ BOMBEO DE POZOS





El bombeo de un pozo consiste en extraer agua del acuífero mediante una bomba. Al bombear, el nivel del agua desciende alrededor del pozo y se genera un cono de depresión.

Estudiar ese descenso permite conocer cómo responde el acuífero: si transmite bien el agua, si el pozo está bien diseñado y qué caudal puede mantenerse sin dañar el sistema.

Este es el apoyo visual del bombeo de pozos. Se muestra tipos de bomba, esquemas de descenso del nivel o ejemplos de instalación en campo.

Lo importante es entender que bombear no solo extrae agua: también altera temporalmente el equilibrio hidráulico del entorno del pozo.





→ puntos Importantes:

• El bombeo modifica el equilibrio natural del acuífero cercano.

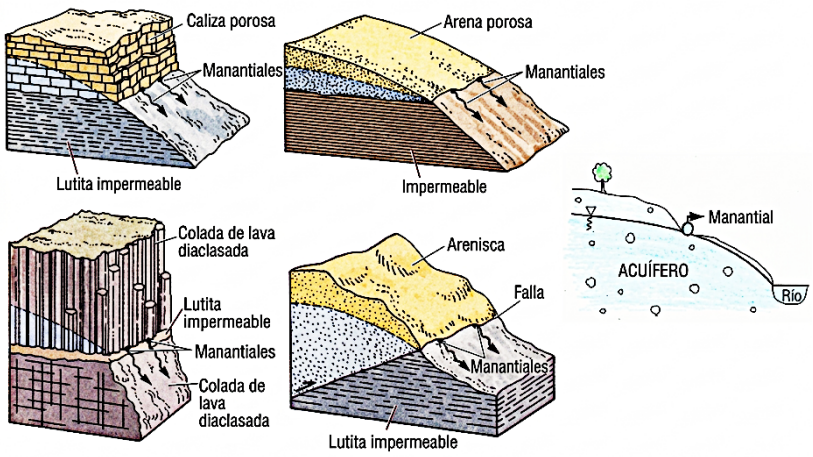
• Los equipos de bombeo deben adaptarse a profundidad y caudal.

• Las imágenes ayudan a entender el proceso real de extracción.

⇒ MANANTIALES

Un manantial es un punto donde el agua subterránea sale naturalmente a la superficie. Aparece cuando el nivel freático corta el terreno o cuando una estructura geológica obliga al agua a emerger.

Los manantiales son muy importantes porque indican la existencia de circulación subterránea y, muchas veces, la presencia de un acuífero activo. También pueden servir como recurso de abastecimiento o como indicador ambiental.



⇒ ACUÍFERO

El acuífero es un terreno saturado, poroso y permeable capaz de almacenar y transmitir agua. No basta con que una roca tenga huecos: esos huecos deben estar bien conectados para que el agua se mueva.

Por eso se distingue entre porosidad total, que representa la capacidad máxima de almacenamiento, y porosidad eficaz, que es la parte realmente útil para el movimiento del agua. La permeabilidad expresa la facilidad con la que el agua puede circular por esa porosidad eficaz.

⇒ NO ACUÍFERO: ACUITARDO, ACUICLUDO Y ACUÍFUGO

La diapositiva nos diferencia varios materiales que no son acuíferos en sentido estricto. Un **acuitardo** almacena agua, pero la transmite lentamente. Un **acuicludo** puede almacenarla, pero prácticamente no la transmite. Un **acuífugo** ni la almacena ni la transmite.

Esta clasificación es muy importante porque en hidrogeología no todos los terrenos se comportan igual. Un pozo en una arcilla o en un granito compacto no dará el mismo resultado que en una grava o una caliza karstificada.

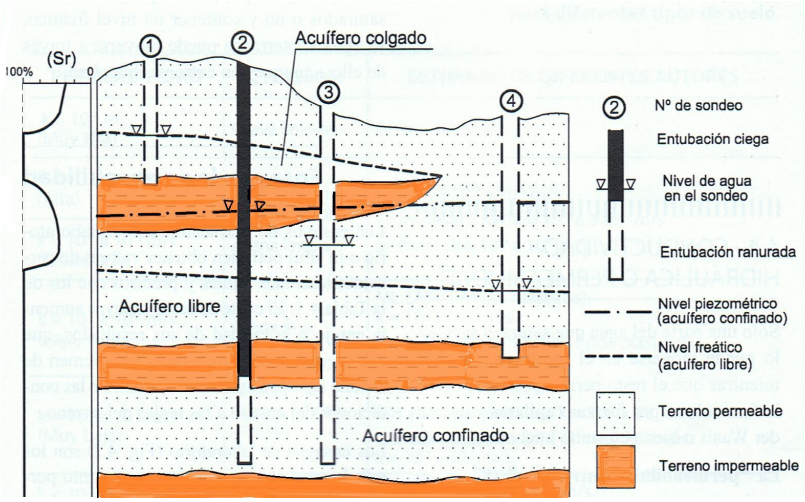
→ puntos Importantes:

- Un acuitardo transmite agua lentamente.
- Un acuicludo almacena agua, pero no la transmite de forma útil.
- Un acuífugo prácticamente no almacena ni transmite agua.

⇒ TIPOS DE ACUÍFEROS

Aquí se nos introduce en la clasificación de los acuíferos. Normalmente se distinguen acuíferos **libres**, **confinados**, **semiconfinados** y **colgados**, según la relación entre la zona saturada y las capas impermeables que la limitan.

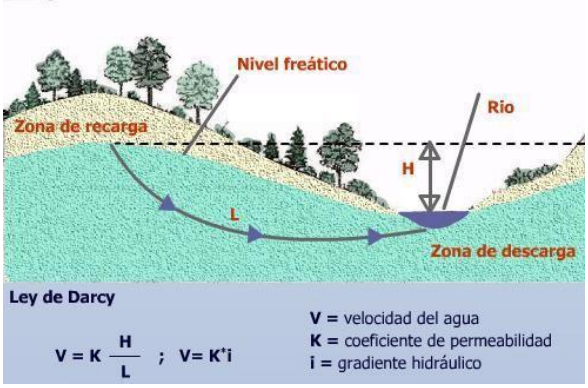
Conocer el tipo de acuífero es esencial porque condiciona la presión del agua, la respuesta al bombeo, la recarga y la vulnerabilidad a la contaminación.



⇒ MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA: LEY DE DARCY

La ley de Darcy es una de las bases de la hidrogeología. Expresa que el caudal o la velocidad aparente de circulación del agua subterránea dependen de la permeabilidad del medio y del gradiente hidráulico.

Dicho de forma sencilla: el agua se mueve mejor cuanto más permeable es el terreno y cuanto mayor es la diferencia de carga hidráulica entre dos puntos. Esta ley permite cuantificar el flujo subterráneo.



⇒ CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA O PERMEABILIDAD

La diapositiva aclara que solo una parte del agua puede moverse realmente por el subsuelo: la que circula por la porosidad eficaz. Otra parte queda retenida por capilaridad, fuerzas electrostáticas o poros aislados.

También explica que permeabilidad no es lo mismo que porosidad. Un material puede tener muchos poros y, sin embargo, estar mal conectado y dejar pasar muy mal el agua. La conductividad hidráulica expresa precisamente esa facilidad de movimiento.



⇒ PERMEABILIDAD DEL SUBSUELO

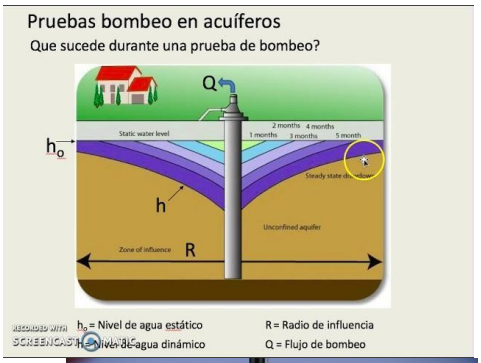
Esta diapositiva es un apoyo visual del concepto de permeabilidad. Se muestran comparaciones entre materiales, esquemas de circulación o ensayos relacionados con la manera cómo se mueve el agua a través del subsuelo.

La idea central es que la permeabilidad cambia muchísimo de un terreno a otro, y esa variación controla recarga, drenaje, velocidad del flujo y productividad de los pozos.

⇒ ENSAYO DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE

En un ensayo de bombeo a caudal constante se extrae agua de un pozo manteniendo fijo el caudal y se observa cómo desciende el nivel en el pozo y, si existen, en piezómetros cercanos.

Este ensayo permite estimar propiedades del acuífero, como transmisividad o coeficiente de almacenamiento, y comprobar el comportamiento hidráulico del sistema en condiciones reales.



→ puntos Importantes:

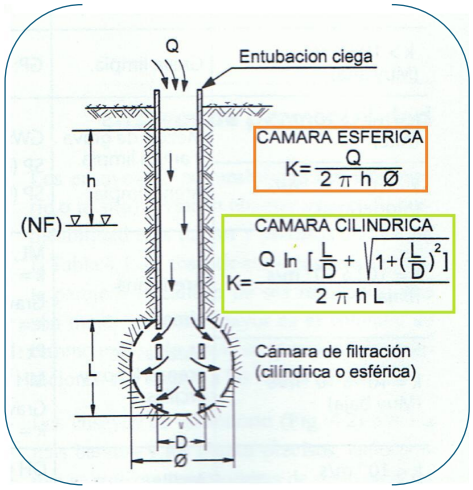
• El ensayo de bombeo estudia la respuesta del acuífero al extraer agua.

• Mantener un caudal constante permite interpretar mejor el descenso del nivel.

• Es una prueba fundamental de permeabilidad in situ.



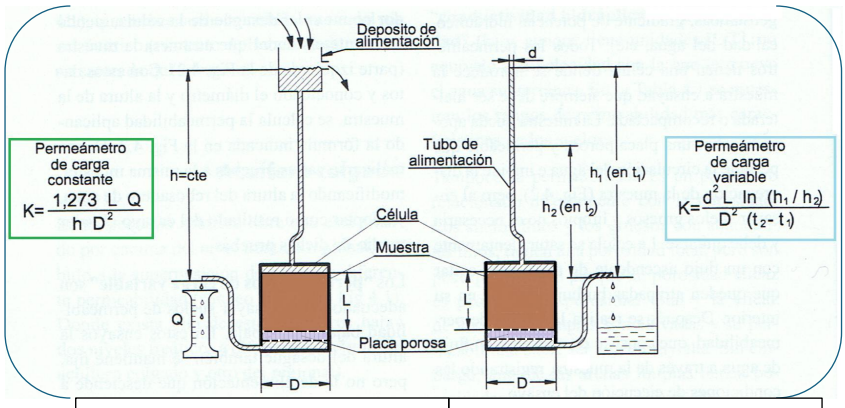
⇒ ENSAYO LEFRANC



El ensayo Lefranc es una prueba de permeabilidad in situ realizada normalmente en sondeos. Consiste en introducir o extraer agua en un tramo determinado y observar la respuesta del nivel o del caudal.

Se utiliza sobre todo en suelos y materiales relativamente poco profundos para estimar conductividad hidráulica directamente en el terreno, sin depender solo de ensayos de laboratorio.

⇒ PERMEÁMETROS



Adecuado para suelos de permeabilidad moderada a alta	Adecuado para suelos de permeabilidad baja o muy baja

Los permeámetros son aparatos de laboratorio que permiten medir la permeabilidad de una muestra. Hay distintos tipos según el terreno: algunos funcionan mejor en suelos de permeabilidad moderada o alta y otros en suelos de permeabilidad baja.

Su interés es que permiten comparar materiales en condiciones controladas. Sin embargo, siempre hay que recordar que el comportamiento real del terreno puede ser más complejo que el de una muestra aislada.

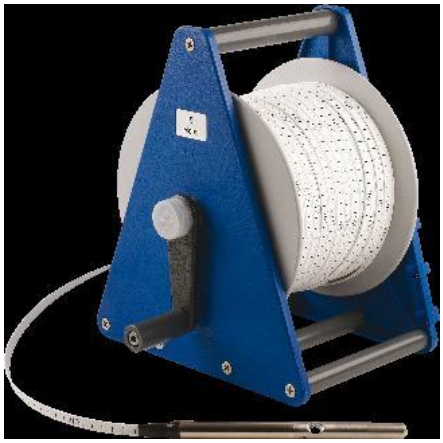
⇒ PERMEABILIDAD: APOYO VISUAL



Esta diapositiva es principalmente visual y refuerza el bloque de ensayos de permeabilidad. Puede mostrar aparatos, esquemas de flujo o ejemplos de resultados.

Su función es ayudar a relacionar el concepto de permeabilidad con la práctica de medición, tanto en campo como en laboratorio.

⇒ MEDIDA DE NIVEL DE AGUA



Medir el nivel del agua en un pozo o piezómetro es una operación básica en hidrogeología. Permite conocer la posición del nivel freático o piezométrico y seguir cómo cambia con el tiempo.

Estas medidas son esenciales para detectar sobreexplotación, recarga, respuesta a lluvias o influencia de bombeos. Una serie de niveles bien medida puede decir mucho sobre el estado del acuífero.

⇒ BOMBEO DE POZOS: ESQUEMA Y FUNCIONAMIENTO

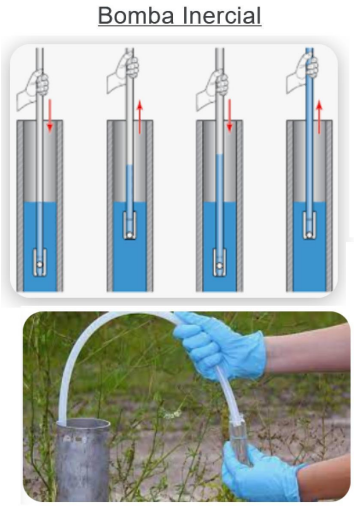




Aquí se vuelve al bombeo de pozos como apoyo visual. Se muestra el cono de depresión, la instalación de bombeo o el efecto del caudal extraído sobre el nivel del agua.

Es importante recordar que bombear un pozo significa perturbar temporal o permanentemente el acuífero. Por eso el bombeo debe planificarse según la capacidad de recarga del sistema.

⇒ TOMA DE MUESTRA DE AGUA





La toma de muestra de agua parece una operación sencilla, pero debe hacerse correctamente para que el análisis químico sea representativo. El **tomamuestras bailer** permite recoger agua de un sondeo o pozo a una profundidad determinada.

Si la muestra se toma mal, el análisis puede reflejar contaminación externa, mezcla de aguas o cambios químicos producidos durante la manipulación. Por eso la técnica de muestreo es tan importante como el análisis posterior.



→ Precauciones importantes al tomar muestras de agua:

Vaciar previamente el sondeo si hace falta, usar recipientes limpios, enjuagarlos con el agua de la propia captación y rellenarlos completamente.

También es importante mantener refrigerada la muestra hasta el análisis. Estas precauciones evitan alteraciones químicas o contaminaciones que falseen los resultados del laboratorio.

⇒ RESUMEN GENERAL DEL TEMA

El tema explica qué es el agua subterránea, cómo se distribuye en el terreno, qué tipos de materiales pueden almacenarla y transmitirla, cómo se mueve según la ley de Darcy y cómo se estudia mediante pozos, ensayos y medidas de nivel.

También muestra que la hidrogeología no se limita a extraer agua: hay que conocer la permeabilidad del subsuelo, el comportamiento de los acuíferos y la forma correcta de tomar muestras para interpretar su calidad química.