

El Ebro y sus riberas

Guías didácticas

1

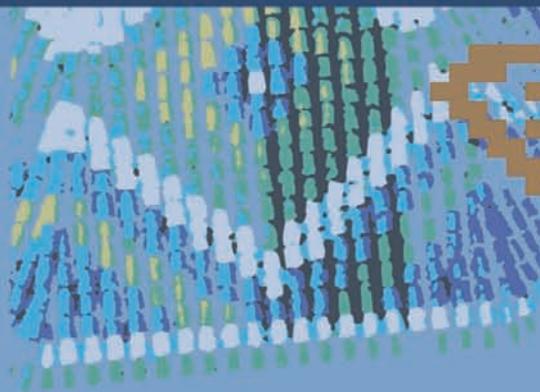
Algo más que una corriente de agua

PRIMERA PARTE

Suelos ricos, suelos pobres

SEGUNDA PARTE

Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas



AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

EL EBRO Y SUS RIBERAS

ALGO MÁS QUE UNA CORRIENTE DE AGUA

GUÍA DEL PROFESORADO

- Suelos ricos, suelos pobres
 - 1.- Introducción.
 - 2.- Objetivos.
 - 3.- Contenidos.
 - 4.- Estructura de la unidad.
 - 5.- Comentario a las actividades.
 - 6.- Evaluación.
 - 7.- Bibliografía consultada.Notas

- Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas
 - 1.- Introducción.
 - 2.- Objetivos.
 - 3.- Contenidos.
 - 4.- Estructura de la unidad.
 - 5.- Comentario a las actividades.
 - 6.- Evaluación.
 - 7.- Bibliografía consultada.Notas



EL EBRO Y SUS RIBERAS

ALGO MÁS QUE UNA CORRIENTE DE AGUA

GUÍA DEL ESTUDIANTE

- Suelos ricos, suelos pobres

1.- SUELOS RICOS: LAS TERRAZAS

- Localizando las terrazas del Ebro en Zaragoza
- Analizando el suelo de las terrazas
- Permeabilidad de un suelo

2.- SUELOS POBRES: LOS YESOS

- Estudio de un caso real: El pueblo de Puilatos
- Simas y dolinas en el valle del Ebro

GLOSARIO

NOTAS

- Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas

1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Importancia de la disposición de los diferentes tipos de rocas
- Importancia de las condiciones climáticas

2.- USOS Y ABUSOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

GLOSARIO

NOTAS



AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

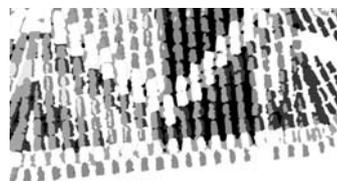
EL EBRO Y SUS RIBERAS

Guía didáctica

1.1

**Algo más que una corriente de agua
Suelos ricos, suelos pobres**

GUÍA DEL PROFESORADO



Título: El Ebro y sus riberas. Guía didáctica 1.I. Algo más que una corriente de agua.
Suelos ricos, suelos pobres. Guía del profesorado

Dirección y revisión de textos: Olga Conde Campos. Gabinete de Educación Ambiental

Coordinación: GEAscl

Textos: Begoña Martínez Peña
Aranzazu Hueto Pérez de Heredia
M.^a José Gil Quilez
Rosario Fernández Manzanal

Revisión ortográfica y de estilo: Amelia Almau

Diseño y maquetación: Ana Manteca

Impresión: INO Reproducciones, S.A.

I.S.B.N.: 84-8069-341-X

Depósito legal: Z-1028-2004

© De la presente edición: Ayuntamiento de Zaragoza. Unidad de Medio Ambiente



Impreso sobre papel reciclado

1. Introducción

Esta unidad didáctica va dirigida a los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y más concretamente a los que cursan el segundo ciclo. Está relacionada con la unidad siguiente (“Lo que el ojo no ve: aguas subterráneas”) y tiene como finalidad que los estudiantes conozcan los sedimentos fluviales y las rocas de la depresión del Ebro. En esencia, se trata de estudiar el comportamiento de los distintos materiales frente al agua de infiltración. A lo largo de la unidad, se analizan también los constituyentes de las rocas sedimentarias detríticas, su permeabilidad y las características de los yesos. Asimismo se trabaja sobre algunas de las formas de modelado más características de la zona: las terrazas del río y las dolinas que se forman como consecuencia de la disolución de los yesos.

En el diseño de esta unidad didáctica se ha optado por un enfoque de ciencia-tecnología-sociedad (C-T-S) pretendiendo dar ocasiones al alumnado para practicar distintas habilidades como leer mapas y cortes, realizar pequeñas experiencias de laboratorio, tomar datos, elaborar tablas, etc., así como aportar y contrastar diferentes puntos de vista.

Teniendo en cuenta el enfoque de la unidad, consideramos que puede ser desarrollada en distintos momentos de la programación, por ejemplo en el conjunto de unidades diseñadas para estudiar los cambios en el medio natural o en las unidades programadas para abordar el estudio de las rocas. El tiempo estimado para su puesta en práctica es de seis sesiones lectivas.

2. Objetivos

- Comprender la relación entre el tipo de roca y la permeabilidad de un terreno.
- Comprender el relieve de la ciudad y de sus barrios teniendo en cuenta los accidentes geomorfológicos sobre los que se asientan.
- Leer mapas y cortes geológicos sencillos.
- Elaborar tablas e interpretarlas.
- Desarrollar habilidades de comunicación.
- Trabajar de manera sistemática y cuidadosa.

3. Contenidos

Conceptos

- Conocimiento de los materiales que constituyen las llanuras aluviales.
- Conocimiento de las terrazas como formas de relieve asociadas a los ríos.
- Significado de la permeabilidad de un suelo.
- Importancia de los yesos en la configuración del paisaje de la depresión.
- Conocimiento de las simas y dolinas de nuestro entorno.

Procedimientos

- Lectura de un mapa geológico sencillo.
- Análisis de las partículas que constituyen el suelo de las terrazas.
- Análisis de la permeabilidad de un suelo.
- Estudio de la solubilidad de los materiales.
- Búsqueda y utilización de diferentes fuentes de información.
- Lectura de textos.
- Comunicación de las respuestas a las cuestiones.

Actitudes

Valorar y respetar las peculiaridades del relieve como resultado de la acción de los agentes de modelado.

Valorar el trabajo realizado con orden, precisión, limpieza y seguridad.

4. Estructura de la unidad

La unidad está dividida en dos partes. En la primera parte se plantea el significado de las terrazas fluviales y se comenta su proceso de formación. Se propone a los alumnos la localización de las distintas terrazas del Ebro, utilizando el mapa topográfico y el geológico. Asimismo, se sugiere la realización de dos actividades prácticas para analizar los constituyentes del suelo y su permeabilidad.

La segunda parte se centra en el estudio de los yesos de la depresión del Ebro, insistiendo en su solubilidad y las repercusiones de esta circunstancia en la configuración del relieve. Se comenta la existencia de dolinas y simas, se plantean algunas cuestiones y se propone la localización de algunas dolinas sobre el mapa, lo que permitirá enlazar con las propuestas de la primera parte.

PARTES

ACTIVIDADES

1. LOS MATERIALES DEL RÍO: LAS TERRAZAS

- Localización de las terrazas del Ebro en Zaragoza.
- Análisis de las partículas que forman el suelo.
- Análisis de la permeabilidad de un suelo.

2. LOS YESOS: LAS ROCAS DEL VALLE

- Planteamiento de cuestiones sobre un caso real: la desaparición del pueblo de Puilatos.
- Simulación experimental del proceso de disolución de las sales.
- Cuestiones relativas a la existencia de simas y dolinas en el valle del Ebro.
- Localización de dolinas en Zaragoza.

5. Comentario a las actividades

En la primera parte de la unidad se plantean una serie de cuestiones que pueden ser contestadas por los alumnos utilizando los mapas topográfico y geológico de Zaragoza. A continuación se proponen dos actividades de laboratorio que consisten en analizar distintas muestras de suelo para estudiar las partículas que las constituyen y su permeabilidad. Se somete a la consideración del profesorado si se proporcionan directamente las muestras o si se aprovecha alguna salida al campo (el itinerario por el Soto de Cantalobos, propuesto en la unidad 2.1 "El Ebro desborda su cauce") para que los propios alumnos las recojan, practicando de ese modo habilidades de toma de muestras, etiquetado, etc. y relacionen los datos que obtengan con una zona concreta y el desarrollo de la vida en la misma. Con los datos obtenidos se elaborará una tabla que facilite la interpretación de los resultados.

Con las cuestiones que se proponen en la segunda parte de la unidad se trata, como ya hemos indicado anteriormente, de poner de manifiesto la importancia de los yesos en la configuración del paisaje del valle del Ebro. Se comenta cuál es el origen de estas rocas y se plantea la lectura sobre un caso real: la desaparición de un pueblo (Puilatos). Este pueblo fue abandonado debido al resquebrajamiento y posterior hundimiento de las casas. El pueblo se asentaba sobre las terrazas del río Gállego que a su vez se apoyaban sobre materiales yesíferos. La disolución de los yesos por el agua de riego fue la causa de que el terreno cediera provocando la destrucción de las casas. Por otra parte, la extrema aridez durante los meses de verano y las elevadas temperaturas, favorecieron el ascenso por capilaridad del agua con las sales disueltas, que al precipitar originaron la salinización del suelo y su esterilidad. En este contexto, se propone realizar una simulación experimental del proceso de disolución de las sales que originó el abandono del pueblo.

Por último se facilita información sobre la existencia de simas y dolinas en el valle del Ebro y sobre su formación, y se plantean cuestiones relacionadas con este apartado. También se les propone a los alumnos que identifiquen las dolinas de Zaragoza utilizando los mapas topográfico y geológico y que reflexionen sobre los peligros de las construcciones en zona próximas. Otra actividad que se podría realizar sería consultar el Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza y comprobar si está prevista la construcción en zonas de dolinas.

6. Evaluación

Consideramos que las actividades de evaluación del aprendizaje de los alumnos deben introducirse a lo largo de todo el proceso de enseñanza. La revisión de las actividades realizadas, la presentación de la tabla y los comentarios sobre las diferentes cuestiones planteadas sirven tanto para que los alumnos aprecien su propio aprendizaje como para la evaluación que realiza el profesor. También se evaluará la presentación (claridad, orden) y el contenido del cuaderno de los alumnos. Asimismo se valorarán las pruebas escritas realizadas individualmente.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Relacionar las rocas sedimentarias detríticas con sus constituyentes.
2. Identificar algunas de las formas de relieve más significativas del valle del Ebro (terrazas, dolinas en terrenos yesíferos).
3. Participar en las actividades de aprendizaje, manifestándose respetuoso y tolerante con las personas y las ideas, y anteponer el espíritu de cooperación al de competición en la realización de los trabajos de grupo.
4. Trabajar con orden, limpieza, exactitud, precisión y seguridad, en las diferentes actividades de aprendizaje.

Para evaluar la unidad didáctica resulta útil la elaboración de un cuestionario para que los alumnos analicen distintos aspectos de la misma: dificultad de las actividades, progresos realizados, utilidad del aprendizaje realizado, dinámica de trabajo, etc.

7. Bibliografía consultada

BENITO, G. (1987): "Karstificación y colapsos kársticos en los yesos del sector central de la depresión del Ebro". *Cuaternario y Geomorfología*. Vol. 1, pp. 61-76, Zaragoza.

DEL CARMEN, L. (1983): *Investigando el suelo*. Edit. Teide, Zaragoza.

DOMÍNGUEZ, J.A. (1993): "Simas y dolinas en el valle del Ebro". *Heraldo de Aragón*, 28 de marzo de 1993, Zaragoza

OLLERO, A. (1993): "Ecogeografía de los sistemas fluviales". En ponencias del curso *El agua, el río y la ciudad: aproximación interdisciplinar*. Ayuntamiento de Zaragoza y Centro de Profesores y Recursos Juan de Lanuza, Zaragoza.

SIMÓN, J.L.; SORIANO, M.A.; ARLEGUI, L.; CABALLERO, J. (1998): *Estudio de riesgos de hundimientos kársticos en el corredor de la carretera de Logroño*. Ayuntamiento de Zaragoza. Informe inédito.

VILLENA, J. y PÉREZ, A. (1990): *Mapa Geológico a escala 1:50.000 de la hoja 383 (Zaragoza)*. Diputación Provincial de Zaragoza. Inédito.



AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

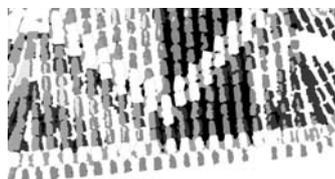
EL EBRO Y SUS RIBERAS

Guía didáctica

1.11

Algo más que una corriente de agua
Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas

GUÍA DEL PROFESORADO



Título: El Ebro y sus riberas. Guía didáctica 1.II. Algo más que una corriente de agua.
Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas. Guía del profesorado

Dirección y revisión de textos: Olga Conde Campos. Gabinete de Educación Ambiental

Coordinación: GEAscl

Textos: Aranzazu Huet Pérez de Heredia
Begoña Martínez Peña
Rosario Fernández Manzanal
M.^a José Gil Quilez

Revisión ortográfica y de estilo: Amelia Almu

Diseño y maquetación: Ana Manteca

Impresión: INO Reproducciones, S.A.

I.S.B.N.: 84-8069-341-X

Depósito legal: Z-1028-2004

© De la presente edición: Ayuntamiento de Zaragoza. Unidad de Medio Ambiente



Impreso sobre papel reciclado

1. Introducción

Esta unidad didáctica va dirigida a los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y más concretamente a los que cursan el segundo ciclo. Se ha planteado en relación con la unidad anterior (Suelos ricos, suelos pobres), con la finalidad de que los estudiantes conozcan la importancia de los sedimentos fluviales en la formación de las aguas subterráneas y su fragilidad cuando se produce un mal uso de las mismas. A lo largo de la unidad, se incide en las características de las zonas de acuíferos, planteándose tanto la importancia de la litología y la disposición de las rocas, como la influencia de las condiciones climáticas.

En el diseño de esta unidad didáctica, se ha optado por un enfoque de ciencia-tecnología-sociedad (C-T-S), pretendiendo dar ocasiones al alumnado para practicar distintas habilidades como realizar e interpretar gráficas, redactar informes, escribir cartas, tomar decisiones, leer mapas y cortes, etc., así como aportar y contrastar diferentes puntos de vista.

Teniendo en cuenta el enfoque de la unidad, consideramos que puede ser incluida en distintos momentos de la programación, por ejemplo en el conjunto de unidades diseñadas para estudiar los cambios en el medio natural o en las unidades programadas para abordar el estudio del aire y el agua y de las rocas. El tiempo estimado para su puesta en práctica es de cuatro sesiones lectivas.

2. Objetivos

- Comprender y valorar la importancia de las aguas subterráneas.
- Comprender los distintos factores que influyen en la formación de un acuífero.
- Reconocer la responsabilidad humana en la conservación de recursos naturales como las aguas subterráneas.
- Leer mapas y cortes geológicos sencillos.
- Elaborar gráficas e interpretarlas.
- Desarrollar habilidades de comunicación.

3. Contenidos

Conceptos	Procedimientos	Actitudes
<ul style="list-style-type: none"> - Importancia de las aguas subterráneas. - Influencia de los tipos de rocas y su disposición en la formación de acuíferos. - Influencia de los factores climáticos en las aguas subterráneas. - Significado de evapotranspiración. - Conocimiento de los posibles usos del agua subterránea. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretación de gráficos de permeabilidad de rocas. - Interpretación de cortes geológicos sencillos. - Elaboración de climogramas e interpretación de los mismos. - Lectura de un mapa geológico sencillo. - Búsqueda y utilización de diferentes fuentes de información. - Lectura de textos. - Comunicación de las respuestas a las cuestiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar las ventajas e inconvenientes del uso del acuífero aluvial del Ebro. - Valorar la fragilidad de los acuíferos y la incidencia de un uso inadecuado en las aguas subterráneas y en los ecosistemas superficiales que sustentan.

4. Estructura de la unidad

La unidad está dividida en dos partes: En la primera parte se plantean las características de las zonas de aguas subterráneas. Se introduce la importancia de la permeabilidad de las rocas (que ya se había tratado en la unidad anterior) y su estructura, así como la influencia de las condiciones climáticas, trabajando con cortes geológicos y gráficos diversos.

En la segunda parte se entra en el estudio de los usos y abusos de las aguas subterráneas. Se trata de destacar el uso que se realiza del suelo bajo el que se encuentra el acuífero aluvial del Ebro y las repercusiones que dicho uso tiene sobre las aguas subterráneas. Se plantean además otros ejemplos más o menos próximos como el problema de la implantación de regadíos en Monegros o la extracción de agua en humedales como Doñana o Daimiel.

PARTES

ACTIVIDADES

1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS SUBTERRÁNEAS

- Cuestiones sobre las condiciones necesarias para la formación de aguas subterráneas.
- Gráficos con distintos tipos de rocas para determinar dónde se acumula el agua.
- Cortes geológicos para señalar los acuíferos y las zonas de recarga.
- Cuestiones sobre la influencia de las actuaciones humanas sobre las aguas subterráneas.
- Construir climogramas e interpretarlos. Interpretar gráficos de evapotranspiración.

2. USOS Y ABUSOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Lectura del mapa geológico y planteamiento de cuestiones sobre los usos del agua subterránea.
- Cuestiones sobre la contaminación de los acuíferos.
- Interpretación del perfil de funcionamiento del acuífero aluvial del Ebro.

5. Comentario a las actividades

En la primera parte de la unidad se plantean una serie de cuestiones que servirán para poner de manifiesto la existencia de ideas alternativas sobre las aguas subterráneas, muy frecuentes entre los alumnos. A continuación, se les pide que interpreten los gráficos relativos a la existencia de acuíferos que pueden ser contestadas por los alumnos partiendo de la permeabilidad de los distintos tipos de rocas. El mismo ejercicio (¿dónde se podrían construir los pozos?) se vuelve a realizar pero sobre cortes geológicos. También se les plantean cuestiones relativas a actuaciones humanas y sus repercusiones sobre los fenómenos hidrológicos ligados al acuífero aluvial del Ebro.

Respecto a la importancia de las condiciones climáticas, se plantea la paradoja de la existencia de grandes acuíferos en zonas desérticas y se habla de los oasis y los wadis. A partir de los datos recogidos en unas tablas, se pide a los alumnos que elaboren el climograma de Zaragoza y que lo interpreten. Se les pide, asimismo, que interpreten la gráfica de los valores de evapotranspiración de Zaragoza y que la comparen con la de Panticosa. Desde un punto de vista climático la zona se caracteriza por una precipitación anual media inferior a 325 mm. La frecuencia e intensidad del viento dominante (el cierzo), la fuerte sequía estival y sus altas temperaturas (con máximas habituales por encima de los 35°C) son otros tres rasgos singulares que definen su clima. La evapotranspiración potencial de referencia (ETPo) es del orden de 1.200 mm/año; la fuerte insolación y el viento son los responsables de este singular valor.

Las cuestiones que se proponen en la segunda parte de la unidad tienen como objetivo que los alumnos conozcan de qué manera los usos del suelo de una zona, bajo la que se encuentra un acuífero libre, pueden repercutir en el nivel freático y son potencialmente peligrosos para las aguas subterráneas, ya que pueden ser fácilmente contaminadas. Se plantea el problema de la implantación de regadíos en los Monegros. En la génesis de las lagunas de Monegros, la escasez de las precipitaciones no ha permitido la configuración de una red de drenaje que sirva de desagüe eficaz a la exigua escorrentía generada. Pero esas mismas condiciones climáticas hacen que resulte difícil justificar la permanencia del agua en las lagunas, incluso en el caso de que ésta sea sólo estacional. Por esa razón, es necesario considerar la incidencia del agua subterránea que es fundamental, tanto en la génesis y evolución de las depresiones cerradas como en la formación de las lagunas (fig. 1).

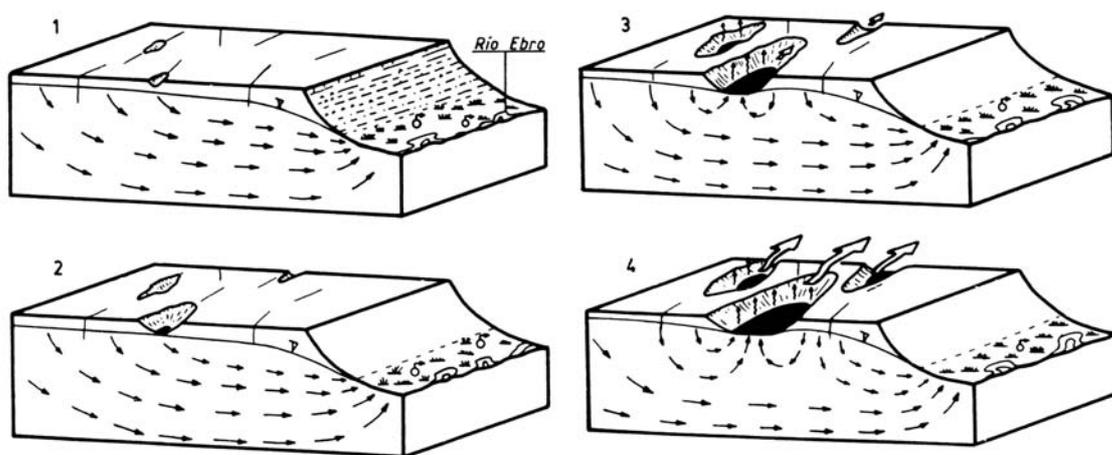


Fig. 1 Modelo sobre el origen y evolución de las lagunas de Monegros (Sánchez Navarro et al., 1991)

- 1.- Situación inicial: el agua de lluvia se infiltra a través de las zonas más permeables (fracturas de las rocas) disolviendo las calizas, margas y yesos. El agua con las sales disueltas profundiza hasta alcanzar la superficie freática, con lo que se incorpora al flujo subterráneo general.
- 2.- El proceso anterior lleva a la formación de las depresiones. El ahondamiento de la depresión continúa hasta alcanzar el nivel freático, con lo que comienza la inundación periódica de la depresión y se forma la laguna.
- 3.- El agua de la depresión se evapora lo que provoca flujos ascendentes de agua subterránea hacia la laguna.
- 4.- La evaporación del agua origina la acumulación de sales. El proceso continúa lateralmente y cada vez son más profundos los flujos subterráneos que alcanzan la laguna.

En relación con el tema de Monegros una actividad que no se recoge en el libro del alumno, pero que podría ser una actividad de ampliación, es que los alumnos busquen información en la prensa sobre el debate entre los regantes y los defensores de la zona como Espacio Natural Protegido.

Por último, a partir de un esquema sobre el funcionamiento del acuífero aluvial del Ebro, se les plantea una cuestión relativa a la descarga de aguas subterráneas al Ebro.

Una cuestión final se refiere a la cantidad de aguas residuales de Zaragoza que llegan a las depuradoras. Debido a las deficiencias de la red de alcantarillado hay un flujo de pérdidas y ganancias que hace que, al final, los volúmenes depurados se vean incrementados con una cantidad significativa de agua (en 1992 se estimaban en 1 hm³/año) que entra del acuífero a la red. El incremento también se debe a que determinadas industrias captan mediante pozos las aguas del acuífero y las vierten a los colectores de aguas residuales.



6. Evaluación

Consideramos que las actividades de evaluación del aprendizaje de los alumnos deben introducirse a lo largo de todo el proceso de enseñanza. La revisión de las actividades realizadas, y la presentación de las anotaciones de los distintos grupos sirven tanto para que los alumnos aprecien su propio aprendizaje como para la evaluación que realiza el profesor. Se evaluará la presentación (claridad, orden) y el contenido del cuaderno de los alumnos. Asimismo se valorarán las pruebas escritas realizadas individualmente.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Relacionar las aguas subterráneas con el tipo de roca y su estructura y con las condiciones climáticas.
2. Identificar la incidencia que las actuaciones humanas tienen sobre las aguas subterráneas.
3. Participar en las actividades de aprendizaje, manifestándose respetuoso y tolerante con las personas y las ideas y anteponer el espíritu de cooperación al de competición en la realización de los trabajos de grupo.
4. Trabajar con orden, limpieza, exactitud, precisión y seguridad, en las diferentes actividades de aprendizaje.

Para evaluar la unidad didáctica resulta útil la elaboración de un cuestionario para que los alumnos analicen distintos aspectos de la misma: dificultad de las actividades, progresos realizados, utilidad del aprendizaje realizado, dinámica de trabajo etc.

7. Bibliografía consultada

- AA.VV. (1981): *Geografía de Aragón*. V.I. Guara Editorial, Zaragoza.
- ARNALDEL, R. y otros (1988): "La Ciencia antigua y medieval (de los orígenes a 1450)". *Historia General de las Ciencias*. T.I. Ed. Orbis, Barcelona.
- BALSA, J. y MONTES, C. (1991): "La conservación de humedales en zonas semiáridas: Los Monegros". *Quercus*, 70:36-44.
- BIELZA DE ORY, V. y MARTÍNEZ GIL, J.J. (1994): *Contaminación del Acuífero Aluvial del Corredor del Ebro*. Fundación Nueva Empresa, Gobierno de Aragón y Universidad de Zaragoza.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1983): *Hidrología subterránea*. Ed. Omega. Barcelona.
- SÁNCHEZ NAVARRO, J.A.; SAN ROMÁN, J.; GARRIDO, E. (1991): "Las lagunas del sector Alcañiz-Calanda como una manifestación hidrogeológica del drenaje de la cordillera Ibérica en la depresión terciaria del Ebro". *Al-Qannis*. Boletín del taller de arqueología de Alcañiz. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.
- SCIENCE AND TECHNOLOGY IN SOCIETY (1988): *The water pollution mystery*. College Line: Hatfield.



AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

EL EBRO Y SUS RIBERAS

Guía didáctica

1.1

Algo más que una corriente de agua Suelos ricos, suelos pobres.

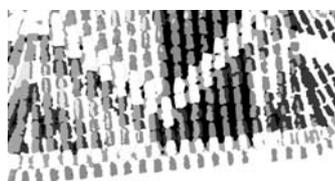
En la siguiente unidad vas a tener oportunidad de conocer cómo son los terrenos de la depresión del Ebro y dónde se localizan. A la vez, podrás analizar algunas características de los mismos y relacionarlas con su utilización y cultivo.

Te proponemos que leas la información y realices las actividades que se incluyen en dos grandes apartados:

Apartado 1. Suelos ricos: Las terrazas

Apartado 2. Suelos pobres: Los yesos

GUÍA DEL ESTUDIANTE



Título: El Ebro y sus riberas. Guía didáctica 1.I. Algo más que una corriente de agua.
Suelos ricos, suelos pobres. Guía del estudiante

Dirección y revisión de textos: Olga Conde Campos. Gabinete de Educación Ambiental

Coordinación: GEAscl

Textos: Begoña Martínez Peña
Aranzazu Hueto Pérez de Heredia
M.^a José Gil Quilez
Rosario Fernández Manzanal

Revisión ortográfica y de estilo: Amelia Almau

Diseño y maquetación: Ana Manteca

Impresión: INO Reproducciones, S.A.

I.S.B.N.: 84-8069-341-X

Depósito legal: Z-1028-2004

© De la presente edición: Ayuntamiento de Zaragoza. Unidad de Medio Ambiente

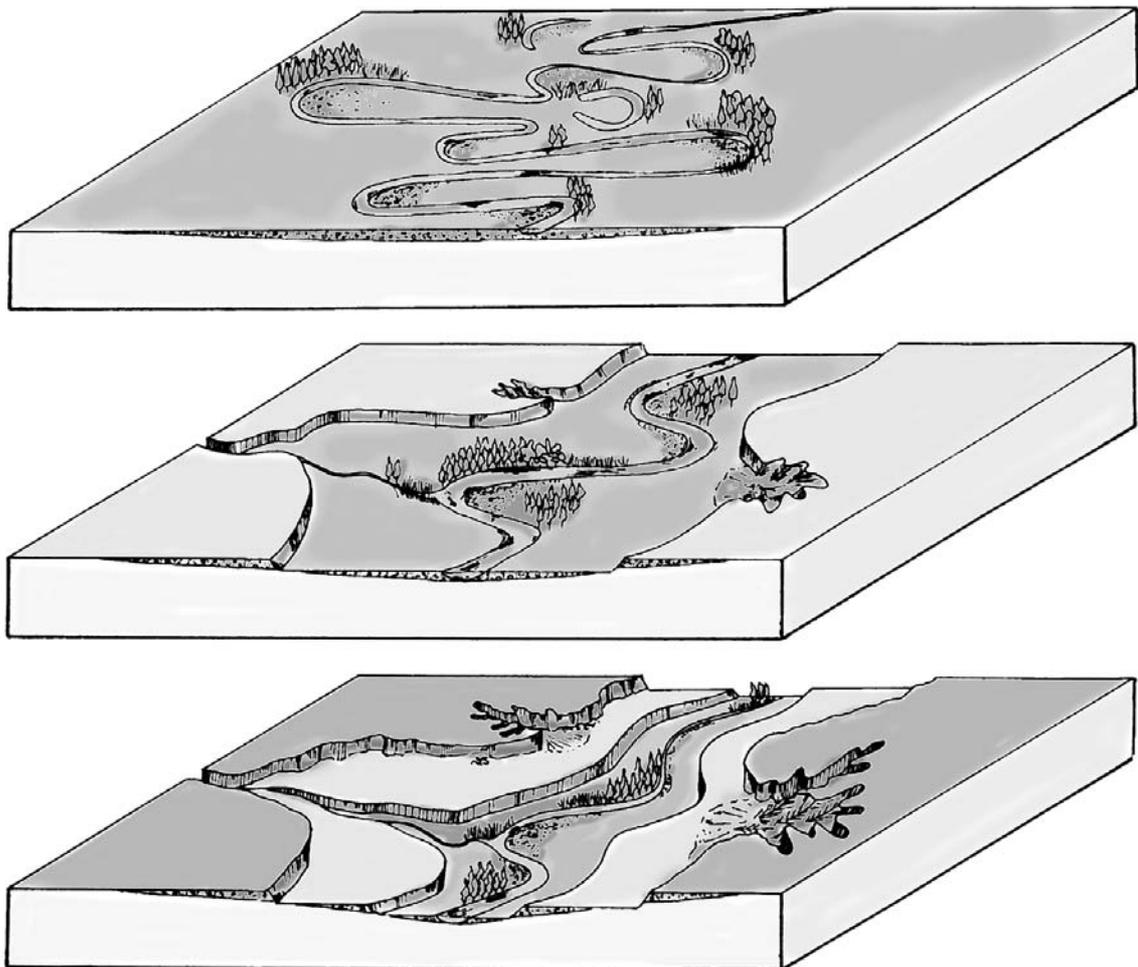


Impreso sobre papel reciclado

1. SUELOS RICOS: LAS TERRAZAS

En las zonas próximas al río nos encontramos con superficies llanas ocupadas por cultivos. Si nos fijamos en los materiales de estas zonas veremos que son materiales gruesos (gravas o cantos más o menos redondos) junto con materiales más finos (arenas y arcillas) como los que encontramos depositados por los ríos en las llanuras de inundación o vegas. Por lo tanto debemos suponer que estos materiales fueron depositados por el río Ebro. Las vegas son terrenos especialmente ricos para la agricultura ya que los aportes de materiales al suelo durante los periodos de crecidas proporcionan los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos. Además, las aguas subterráneas se encuentran a poca profundidad, lo que favorece la captación de las mismas para los riegos.

Los materiales de este tipo los podemos encontrar también a mayor altura, por ejemplo en Zaragoza en los Pinares de Venecia o en la parte alta de Juslibol. ¿Cómo pudo el río depositar materiales a mayor altura que su cauce actual? Durante el Cuaternario, debido a variaciones climáticas, alternaban épocas en las que el río erosionaba su cauce con épocas en las que el río rellenaba el fondo del valle con sedimentos. En la siguiente época erosiva el río erosionaba parte de los sedimentos depositados y sus restos, al profundizar el cauce quedaban escalonados a los lados del valle, tal como se puede observar en la figura. A estos depósitos se les denomina terrazas.

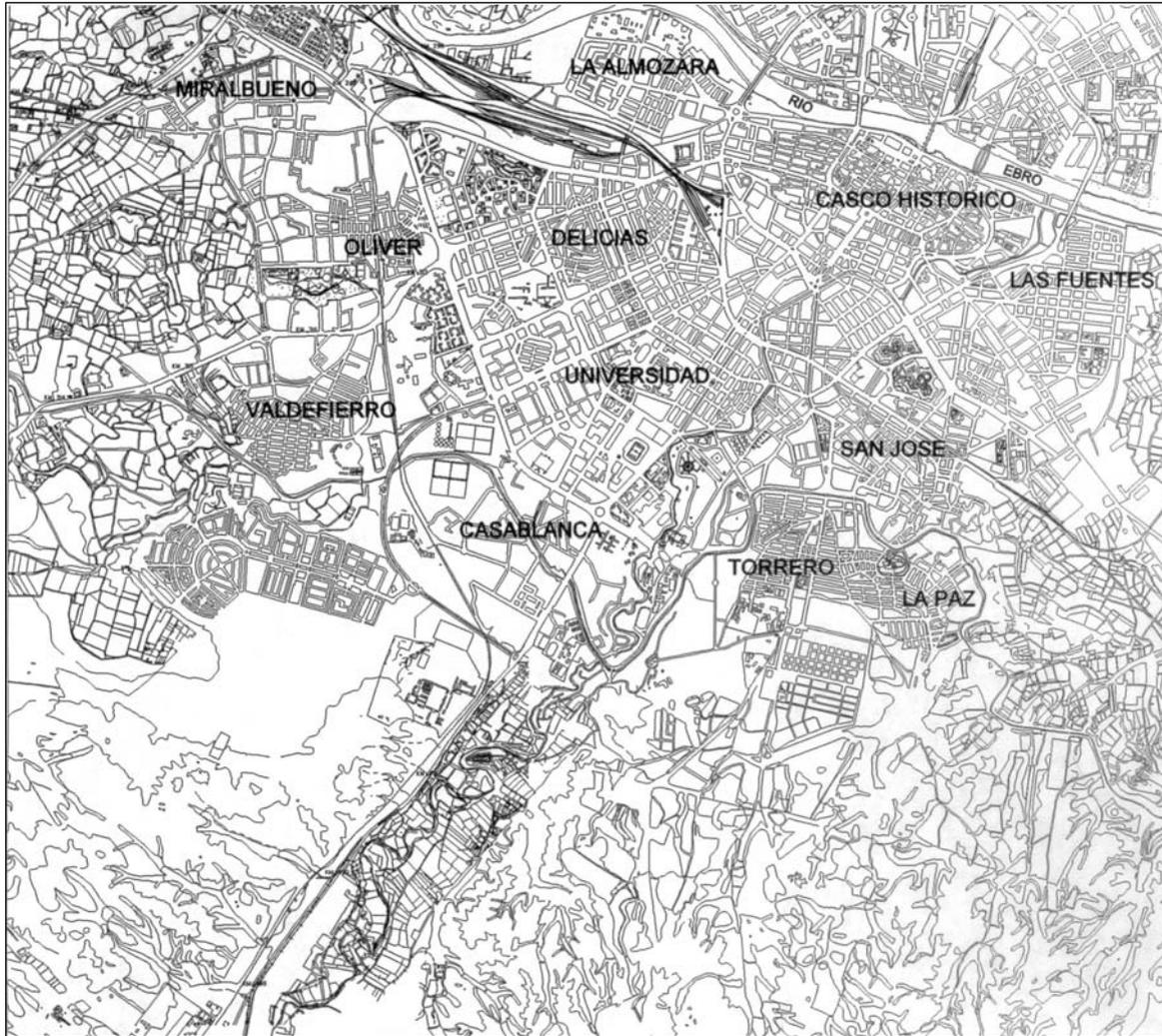


Proceso de formación de terrazas en los alrededores de Zaragoza (adaptado de L. A. Longares. 1996).



Localizando las terrazas del Ebro en Zaragoza

- Utilizando los mapas topográfico y geológico (en la página anterior) de Zaragoza, a escala 1/150.000, indica sobre qué terraza del Ebro está situada tu casa, tu centro escolar, el casco antiguo de Zaragoza y los barrios de Las Delicias, Torrero, Las Fuentes y el Arrabal. Para ello debes colocar el mapa geológico de papel acetato y superponerlo sobre el mapa topográfico.



4

■ ¿Por qué las terrazas más altas se presentan más discontinuas que las terrazas bajas?



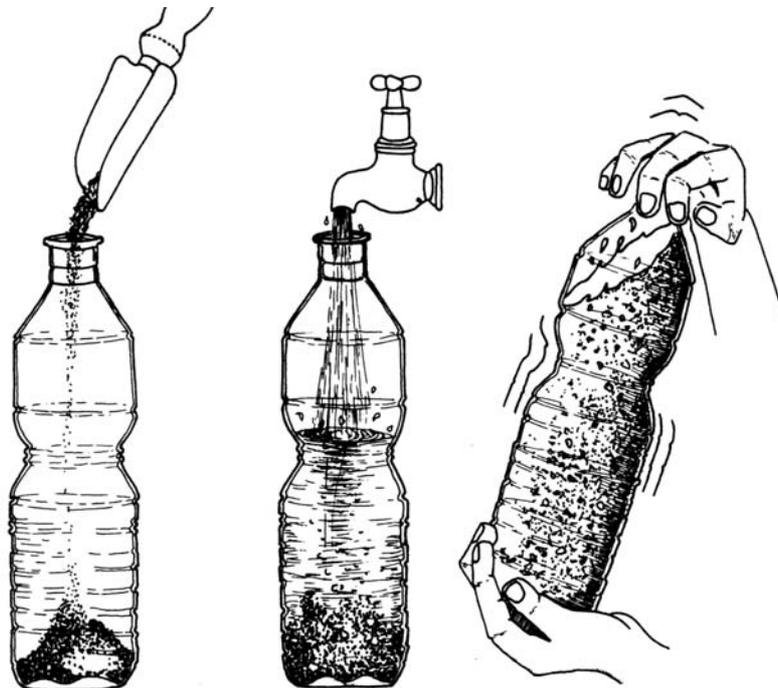
Analizando el suelo de las terrazas

- *Vamos a tomar distintas muestras de suelos de campos de cultivos situados en terrazas para analizar la proporción de cantos, arenas y arcillas que contienen y su permeabilidad.*

Partículas que forman el suelo

Con cada tipo de muestra de suelo, realiza la siguiente experiencia:

- Pasa el rodillo por encima de la muestra y quita las piedras y restos vegetales grandes que encuentres. Presiona el rodillo hasta que todos los terrones grandes se hayan deshecho.
- A continuación echa la tierra sobre la criba de 2 milímetros, colocando antes un papel debajo de la criba para que puedas recoger fácilmente la tierra que pasa a través de ella. Mueve la criba hasta que no pasen más partículas al papel. El resto de la muestra que te quede sobre la tela metálica está compuesto de partículas mayores de dos milímetros. A las partículas de este tamaño se les denomina gravas.
- Echa la tierra que pasó a través de la criba en una botella de plástico ancha y transparente. Añade agua a la botella sin llegar a llenarla. Ponle un tapón y agítala bien durante cinco minutos, invirtiendo la posición de la botella.
- Deja la botella sobre la mesa hasta que se depositen todas las partículas. Las partículas del suelo se han clasificado según su tamaño en los siguientes tipos:



Arenas. *Partículas cuyo tamaño está comprendido entre los 2 y los 0,05 mm*

Limos. *Partículas comprendidas entre 0,05 y los 0,002 mm*

Arcillas. *Partículas menores de 0,002 mm*



Permeabilidad de un suelo

- Para que pueda existir vida en el suelo es necesario que éste no se quede encharcado cuando llueve. Si esto ocurre todos sus poros se ocupan con agua y al no tener aire la vida es imposible. Cuando un suelo no queda encharcado se dice que tiene un buen drenaje. A la capacidad de drenaje de un suelo, es decir, de permitir el paso del exceso de agua, se llama permeabilidad.



¿Qué tendremos que hacer para medir la permeabilidad de las distintas muestras de suelo?

- Prepara embudos utilizando la parte superior de las botellas de plástico de agua mineral. Coloca en el fondo un trozo de gasa como indica la figura.
- Pesa la misma cantidad de cada muestra de suelo e introdúcelas en embudos separados. Coloca los embudos así preparados sobre una probeta de cristal.
- A continuación echa bastante agua en cada uno de ellos y déjalos escurrir. Cuando no salga más agua tendremos todas las muestras a la capacidad de campo, con lo cual podremos comparar mejor los resultados.
- Haz con un rotulador una señal en cada embudo a la misma altura. Coloca el embudo sobre una probeta y con un reloj a la vista llena de agua hasta que llegue a la señal que has marcado. Repón el agua a medida que baje el nivel de la señal hasta que pasen tres minutos exactos. Mira el volumen que hay en la probeta en ese momento y anota los resultados en la tabla.

	muestra 1	muestra 2	muestra 3
Tiempo			
Volumen de agua en la probeta			
Volumen por minuto			

■ Relaciona el tipo de partículas del suelo con el drenaje rápido, mediano o lento.

■ ¿Cuál de las muestras de suelo que has analizado es más favorable para el cultivo?

2. SUELOS POBRES: LOS YESOS

En los alrededores de Zaragoza, por ejemplo en Zuera, Cadrete, Alfajarín, encontramos unos relieves ondulados de color blanquecino y con escasa vegetación. Los materiales que los forman podemos observarlos muy bien al borde de la carretera de Huesca o en el escarpe del Ebro, junto al galacho de Juslibol; se trata de yesos (que dan el color blanco al paisaje) junto con margas o arcillas. Estos materiales se depositaron durante el Terciario en lagunas salinas que ocupaban gran parte del centro de la depresión del Ebro y eran alimentadas por los ríos, las aguas subterráneas y el agua de lluvia. La fuerte evaporación causada por el clima árido del final del Terciario hizo precipitar el sulfato de calcio que constituye el yeso. Los yesos se depositan en el centro de las lagunas.

En la desembocadura de los ríos que alimentaban las lagunas se depositaban materiales detríticos, arcillas, en ocasiones también precipitaban carbonatos que junto con las arcillas dan lugar a las margas. Estos materiales, arcillas y margas, se mezclaban con los yesos en los bordes de las lagunas.

Los terrenos yesíferos constituyen el suelo típico de la zona central de la depresión del Ebro, sólo cubiertos por las terrazas fluviales. Son suelos pobres, poco permeables y fácilmente erosionables por disolución por lo que dan lugar a relieves ondulados.



Foto: GEA

Galacho de Juslibol



Estudio de un caso real: El pueblo de Puilatos

- En las inmediaciones de Zuera estuvo enclavado un pueblo denominado Puilatos. Comenzó su existencia hacia el año 1956 como pueblo de colonización al instalarse regadíos y desapareció en los años 70 al quedar inservible el terreno para el cultivo y resquebrajarse las casas.

- Sabiendo que el pueblo se construyó sobre suelos de terraza de escasa profundidad y que el suelo autóctono es de yesos, ¿podrías dar una explicación al resquebrajamiento de las casas?

- Como hemos visto, los suelos de terrazas son muy fértiles, sin embargo los terrenos de Puilatos se volvieron estériles a los pocos años de ser utilizados para cultivos de regadío. ¿Cómo puede explicarse este fenómeno?

- Para responder esta pregunta puedes realizar una simulación experimental colocando en una bandeja una capa gruesa de yeso y sales (sal común) cubierta de una capa más delgada de arena y arcilla mezclada; riégalo por inundación y, al cabo de unos días, observa los resultados. ¿Qué ha ocurrido con las sales? ¿Qué efecto tendría sobre los cultivos este fenómeno?

- Al construir la autovía de Huesca se colocaron plásticos duros sobre el firme de la carretera antes de asfaltar. ¿Por qué crees que se colocaron esos plásticos?

■ *¿En qué se diferencian las dolinas del valle del Ebro de las formadas en terrenos calizos?*

■ *¿Qué hace falta para que se formen balsas como las de Casetas y Garrapinillos? Investiga el estado en que se encuentran.*

■ *¿Consideras necesaria la protección y conservación de estas formaciones geológicas? ¿Por qué?*

■ *Localiza las dolinas en Zaragoza utilizando los mapas topográfico y geológico de Zaragoza de la pág. 4. ¿En qué barrios se concentra el mayor número de dolinas? ¿Existen construcciones o infraestructuras próximas a las dolinas? ¿Es peligroso construir en zonas de dolinas?*

■ *Consulta el Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza y entérate si está prevista la construcción en zonas de dolinas.*



AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

EL EBRO Y SUS RIBERAS

Guía didáctica

1.11

Algo más que una corriente de agua Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas

La cantidad de agua que lleva el río Ebro depende de la época del año, pero bajo la superficie del terreno, lo que el ojo no ve es que las rocas se encuentran empapadas de agua, formando “las aguas subterráneas” que da título a la unidad.

En esta unidad vas a tener la oportunidad de conocer cuáles son las condiciones necesarias para que se formen las aguas subterráneas y qué relación tienen con los oasis del desierto.

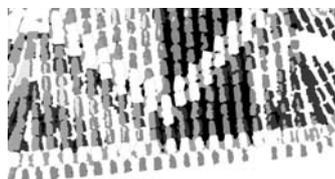
También te animamos a que averigües de qué modo se usa el agua subterránea y cuáles son los peligros de su abuso.

Te proponemos que leas la información y realices las actividades que se incluyen en los dos apartados en que se divide la unidad:

Apartado 1. Características de las zonas de aguas subterráneas

Apartado 2. Usos y abusos de las aguas subterráneas

GUÍA DEL ESTUDIANTE



Título: El Ebro y sus riberas. Guía didáctica 1.II. Algo más que una corriente de agua.
Lo que el ojo no ve: Aguas subterráneas. Guía del estudiante

Dirección y revisión de textos: Olga Conde Campos. Gabinete de Educación Ambiental

Coordinación: GEAscl

Textos: Aranzazu Hueto Pérez de Heredia
Begoña Martínez Peña
Rosario Fernández Manzanal
M.^a José Gil Quilez

Revisión ortográfica y de estilo: Amelia Almau

Diseño y maquetación: Ana Manteca

Impresión: INO Reproducciones, S.A.

I.S.B.N.: 84-8069-341-X

Depósito legal: Z-1028-2004

© De la presente edición: Ayuntamiento de Zaragoza. Unidad de Medio Ambiente



Impreso sobre papel reciclado

1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las rocas en las que se encuentran las aguas subterráneas son los acuíferos. Los depósitos aluviales de las terrazas del Ebro constituyen un extenso acuífero libre denominado acuífero aluvial del Ebro. Su valor hidrológico equivale al de cualquier embalse superficial ya que es capaz de suministrar varias decenas de $\text{hm}^3/\text{año}$ de agua regulada. Su existencia, en la actualidad es fundamental. Una gran cantidad de agua subterránea se extrae anualmente de este acuífero para cubrir parte de las demandas del área metropolitana de Zaragoza (usos industriales, abastecimientos dispersos de agua potable, riego de jardines y espacios verdes de la capital, etc.). El resto de las demandas queda cubierta por el agua que suministra la red municipal, fig. 1.

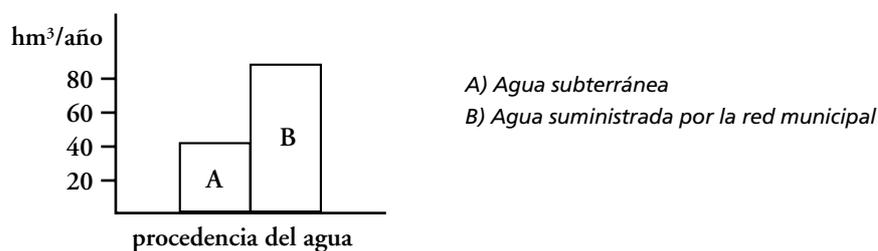


Fig.1. Procedencia del agua utilizada por el área metropolitana de Zaragoza:

Durante toda la historia de la humanidad, el desarrollo de los asentamientos humanos y de las distintas civilizaciones ha tenido lugar en zonas próximas al curso de los ríos (asentamiento íbero en Juslibol, la primitiva Salduie, la Caesaraugusta romana, la antigua Mesopotamia en los ríos Tigris y Éufrates, el Imperio egipcio a lo largo del Nilo,...). La posibilidad de disponer de agua, a partir de los cursos fluviales, para diversos usos (domésticos, agrícolas, ganaderos,... en las civilizaciones más primitivas, a los que hay que añadir industriales en las más recientes) ha sido un factor determinante en la evolución económica, demográfica y cultural de los pueblos. Sin embargo, además de utilizar el agua de los ríos también se ha recurrido a las aguas subterráneas.

En el Neolítico, el hombre efectuaba sobre todo un aprovechamiento de los recursos naturales de la superficie, pero ya comienza a realizar prospecciones y se conocen pozos de hasta 13 m. de profundidad. A veces, cerca de la boca de las minas, excavadas para conseguir sílex, abrían sumideros para recoger el agua de lluvia. Los primeros pozos construidos para el abastecimiento humano y para la irrigación de los campos se realizan durante el principio de la Edad de los Metales (5.000 a 3.000 años a. J.C.), coincidiendo con el asentamiento de las poblaciones en torno a pequeños núcleos urbanos y al aumento de la producción agrícola.



- *En la actualidad la utilización de las aguas subterráneas está muy extendida. Pero la distribución de los acuíferos no es homogénea bajo la superficie, se pueden realizar pozos y no siempre se encuentra agua. ¿A qué se debe la existencia de aguas profundas en unas zonas y en otras no?*

De entre las siguientes condiciones, señala con X las que consideres necesarias para la formación de aguas subterráneas.

- Tiene que haber un canal o conducto desde el interior de la tierra para que suba el agua que está abajo.
- Debe haber rocas con poros para que el agua de la lluvia o del deshielo se filtre y quede retenida en esas rocas.
- Tiene que haber grandes cuevas en el subsuelo donde se acumule el agua que se cuela desde la superficie.
- Es necesario que llueva más cantidad de agua de la que se evapora para que se filtre hacia el interior.
- Sólo si hay un río subterráneo habrá aguas subterráneas.
- Tiene que haber viviendas o industrias que eliminen agua y entonces se formarán los depósitos subterráneos de agua.

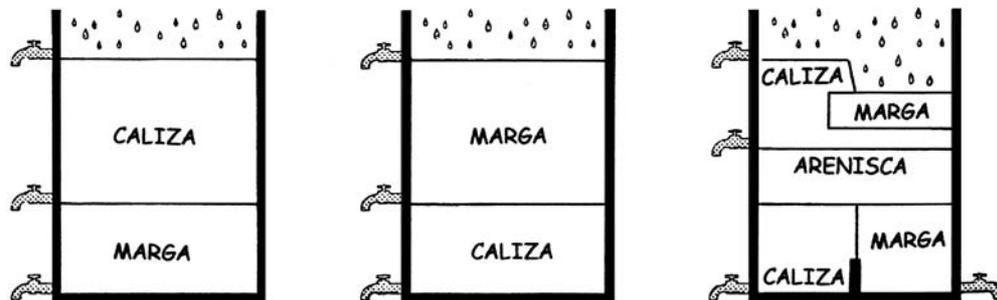




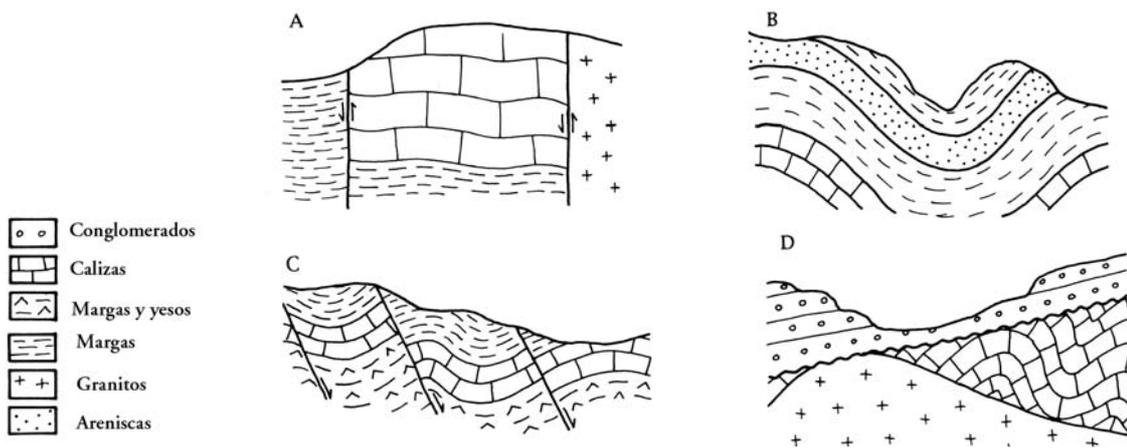
Importancia de la disposición de los diferentes tipos de rocas

Al comentar los suelos ricos y pobres, hemos trabajado la permeabilidad y la disolución de los yesos por la acción de las aguas subterráneas, es decir, la naturaleza de los materiales va a ser determinante para que se forme un acuífero. Pero también la estructura que presentan las rocas, su disposición geométrica y las relaciones entre los diferentes materiales, condicionan la posible existencia de aguas subterráneas.

- *Observa cómo están dispuestas las rocas en los siguientes gráficos. ¿Por qué grifo saldrá el agua en cada caso? Rodéalo con un círculo.*



- *Imaginate que quieres edificar una casa de campo en cada una de las zonas representadas en los esquemas. ¿Dónde construirías un pozo para abastecer las casas de agua potable? Señala sobre los esquemas los pozos, el acuífero del que se capta el agua y por dónde se realiza la recarga del mismo a partir del agua de lluvia.*



- Como comentábamos al principio, el acuífero aluvial del Ebro (fig. 2) se localiza en los materiales detríticos de las terrazas del Ebro, formados por gravas, arenas, limos y arcillas. Estos materiales constituyen una formación altamente permeable, con un espesor total que oscila entre 5 y 50 m. y con un delgado nivel superior que no se encuentra saturado en agua. Bajo los depósitos aluviales se oculta una formación de rocas de naturaleza margoyesífera de edad terciaria de gran espesor. Esta formación está saturada de agua, pero dado que no hay una comunicación eficaz entre los poros de la roca, no se considera propiamente un acuífero.

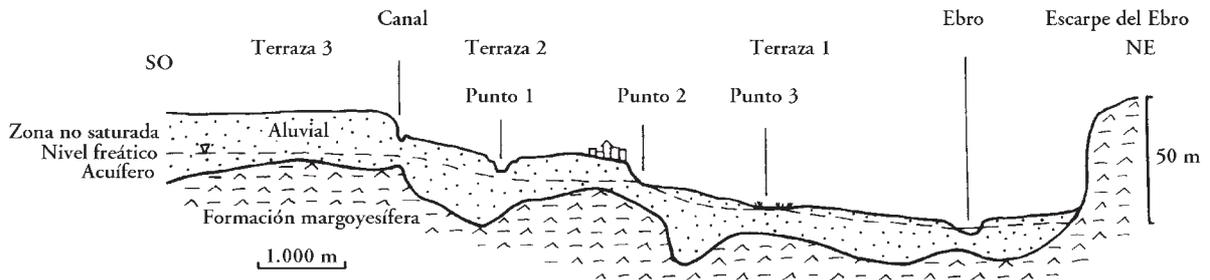


Fig. 2. Corte hidrogeológico del acuífero aluvial del Ebro. El punteado representa los materiales aluviales de las terrazas del Ebro y se distinguen la zona no saturada de agua, en la parte superior y el acuífero, en la inferior, separados por una línea discontinua (nivel freático).

Observa el corte:

■ En el punto 1 existe una gravera, ¿qué ocurriría si continuasen las excavaciones?

■ En el escalón del punto 2 ¿qué fenómeno hidrogeológico se produce?

■ Si tuviera lugar una extracción masiva de agua del acuífero ¿de qué manera repercutiría en la charca del punto 3? ¿Y en el punto 2?

■ ¿Qué ocurriría en el pueblo, próximo al punto 2, si subiera el nivel freático?



Importancia de las condiciones climáticas

Además del tipo de roca, para la existencia de aguas subterráneas, es necesario tener en cuenta la pluviosidad de la zona, es decir, la cantidad de agua de lluvia que cae sobre el terreno y que es susceptible de infiltrarse a través de las propias rocas. También hay otros factores climáticos que influyen como son la temperatura y los vientos dominantes, puesto que ambos determinan la evaporación de agua en la zona.

En los desiertos, la presencia de las aguas subterráneas ha permitido el desarrollo de oasis y la supervivencia de las tribus nómadas. ¿Te has preguntado alguna vez cómo se puede justificar la existencia de agua en el substrato de las zonas desérticas, teniendo en cuenta sus condiciones climáticas?

Algunos de los mayores acuíferos del mundo están en regiones áridas y su agua puede considerarse una herencia del pasado. Así, casi todo el norte de África está constituido por un vasto sistema de acuíferos. En la región, la lluvia oscila entre 0 y 250 mm/año y sólo algunas áreas reducidas alcanzan 500 mm. Debido a la elevada evaporación, la recarga actual de agua es casi nula y probablemente se produce sólo durante las esporádicas precipitaciones torrenciales, donde los wadis (cauces fluviales, desarrollados en regiones desérticas, que se encuentran secos la mayor parte del año) cortan los afloramientos superficiales de rocas permeables y en las cuencas endorreicas (depresiones del terreno en donde esporádicamente se forman lagunas). La descarga del acuífero también es casi nula y se produce en los oasis. Se considera que el agua se almacenó hace 30.000 ó 40.000 años, durante el último periodo pluvial.



- Desde el punto de vista climático, los alrededores de Zaragoza se caracterizan por una precipitación anual inferior a 325 mm. La frecuencia e intensidad del viento dominante (el cierzo), la fuerte sequía estival y sus altas temperaturas (con máximas habituales por encima de 35° C) son otros tres rasgos singulares que definen su clima. Observa las tablas de precipitaciones y temperaturas medias mensuales a lo largo de un año y las gráficas de evapotranspiración (se denomina así al proceso de evaporación del agua del suelo unido a la transpiración de los vegetales).

■ Construye el climograma de Zaragoza representando los datos de precipitación y temperatura media mensual.

ZARAGOZA

	E	F	M	A	My	Ju	Jl	Ag	S	O	N	D	Año
Precipitación media mensual y anual (en mm)	17,9	19,5	25,7	30,8	40,6	31,6	17,3	16,7	27,3	36,2	32,9	25,4	321,9
Temperatura media mensual y anual	5,8	7,8	10,6	13,5	17,2	21,2	24,2	23,9	20,5	15,2	9,8	6,4	14,7

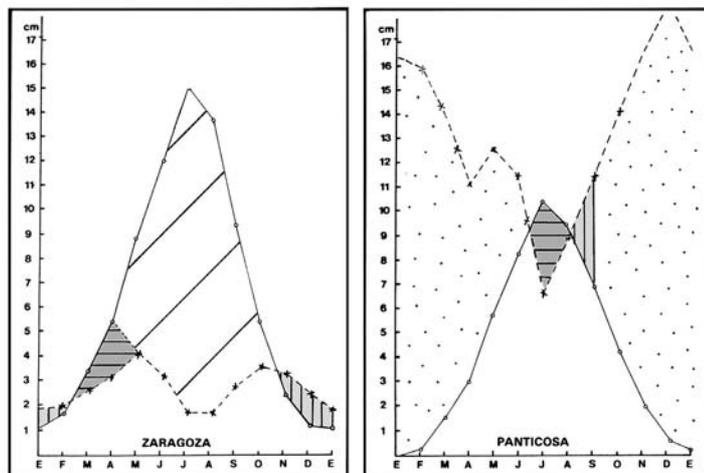


■ A partir del climograma, ¿puedes establecer alguna relación entre temperatura y precipitación?

■ En la gráfica de evapotranspiración de Zaragoza el valor de la evapotranspiración potencial es muy elevado, ¿qué factores influyen en la evapotranspiración? ¿A qué puede deberse la gran diferencia entre la evapotranspiración real y la evapotranspiración potencial?

■ Compara la gráfica de evapotranspiración de Zaragoza con la de Panticosa, ¿cómo justificas la cantidad de agua superflua que existe en esta última? ¿Por qué no ocurre lo mismo en la de Zaragoza? ¿Qué pasará con el agua superflua?

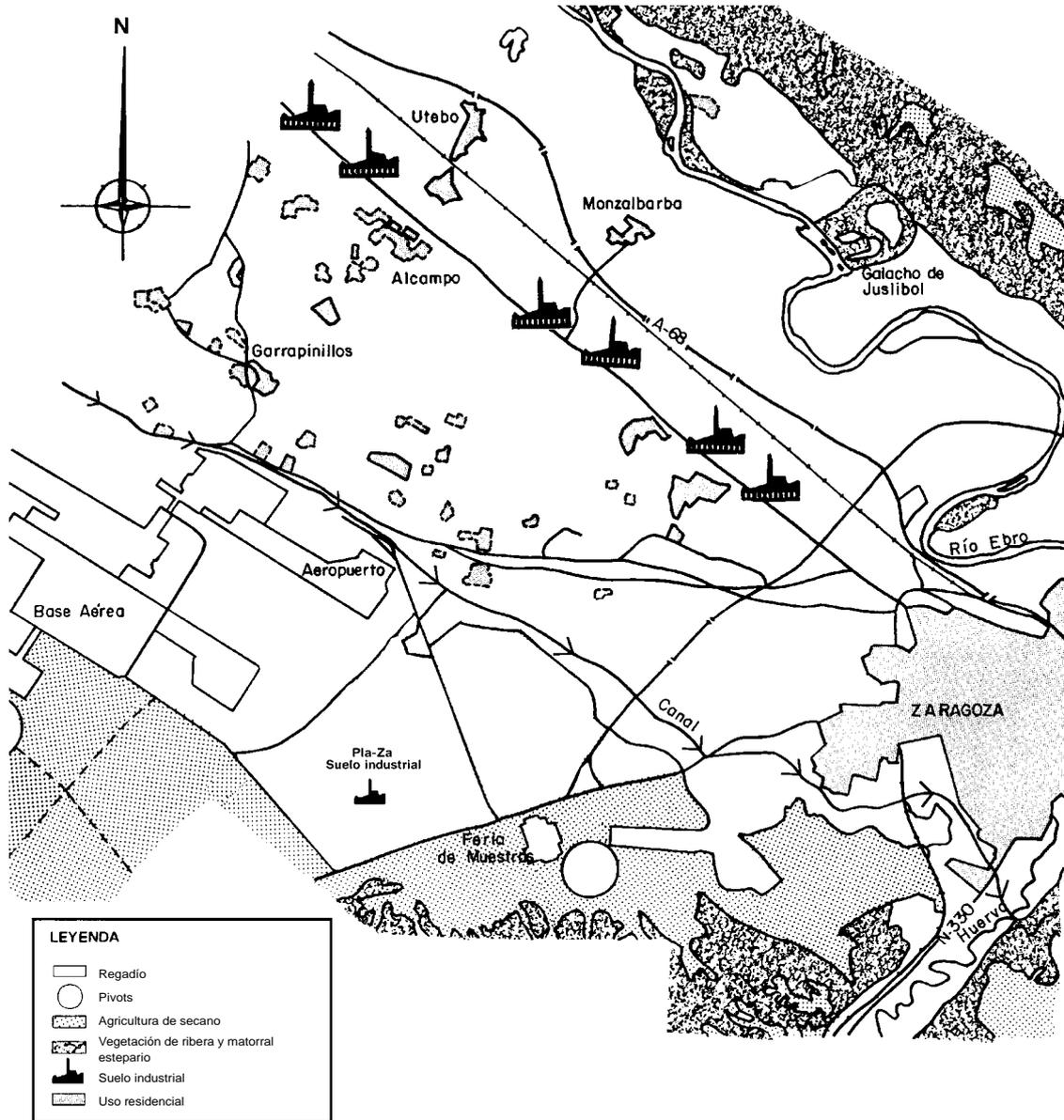
-  Déficit de agua
-  Agua superflua
-  Agua acumulada en el suelo
-  Utilización del agua del suelo
-  Precipitación
-  Evaporación potencial
-  Evaporación real





2. USOS Y ABUSOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

En el mapa se representa una parte del terreno ocupada por el acuífero aluvial del río Ebro. Se trata de destacar los distintos usos que se realizan del suelo y en relación con ellos, el uso que se efectúa de las aguas subterráneas.



■ Observa la zona limitada por el río Ebro y el Canal Imperial de Aragón. Ésta constituye un área potencialmente regable, sin embargo, los otros usos que se realizan del suelo reducen el área regada a más de la mitad. ¿Cuáles son esos otros usos? Infórmate sobre las actividades a desarrollar en la Plataforma Logística de Zaragoza Pla-Za y en la localización de los accesos ferroviarios en su entorno.

■ *De todos los usuarios del suelo, ¿cuáles crees que utilizarán las aguas subterráneas?*

■ *¿Qué usuarios devolverán las aguas al acuífero, en lugar de hacerlo a la red de aguas residuales? Y de esas aguas ¿cuáles presentarán algún tipo de contaminación?*

■ *Observa que en las zonas topográficamente más altas (las que quedan al suroeste del Canal) se señalan unos campos circulares (pivots, en la leyenda; son mecanismos de riego por aspersión mediante una estructura de tubos que se desplaza sobre ruedas girando respecto de un eje central). ¿De dónde obtienen el agua?*

■ *¿Qué ventajas y desventajas encuentras en la utilización de las aguas subterráneas?*

El aumento de proyectos que se abastecen de una forma irracional con aguas subterráneas está provocando descensos alarmantes del límite superior de la zona saturada y, por tanto, la alteración del régimen hidrológico y/o desecación de numerosas tierras encharcadas y húmedas como Daimiel y Doñana entre los más representativos. A este hecho hay que añadir los problemas de contaminación que se producen en los espacios naturales rodeados de regadíos, a causa de la utilización intensiva de fertilizantes y plaguicidas.

En la depresión del Ebro se localiza una de las zonas mejor conservadas de nuestro país, las lagunas de Monegros, que constituye uno de los enclaves subdesérticos más valioso de la Europa mediterránea. La puesta en funcionamiento de los proyectos de regadíos en la zona significará, al contrario que en los casos anteriores, un ascenso del nivel freático que producirá una inundación general del terreno, ya que las lagunas se asientan en una extensa llanura o plataforma. Por otra parte, dada la naturaleza salina de las rocas del substrato, el ascenso del agua subterránea originará una salinización de los suelos. Asimismo, es previsible que se produzca la disolución lenta de los yesos del subsuelo, y por tanto fenómenos de hundimientos, tal como se comentó en la unidad anterior. Todo ello llevará consigo, el consiguiente abandono de las tierras por parte de los agricultores y el irreversible perjuicio ecológico. En este sentido, las lagunas y la plataforma en la que se ubican constituyen una unidad biogeográfica formada por una vegetación y una fauna con un alto valor ambiental debido a:

- su antigüedad (se trata de un paisaje estepario similar al que ya existía en la zona durante el Terciario)
- su carácter endémico
- su rareza y encontrarse algunas de ellas amenazadas o en peligro de extinción

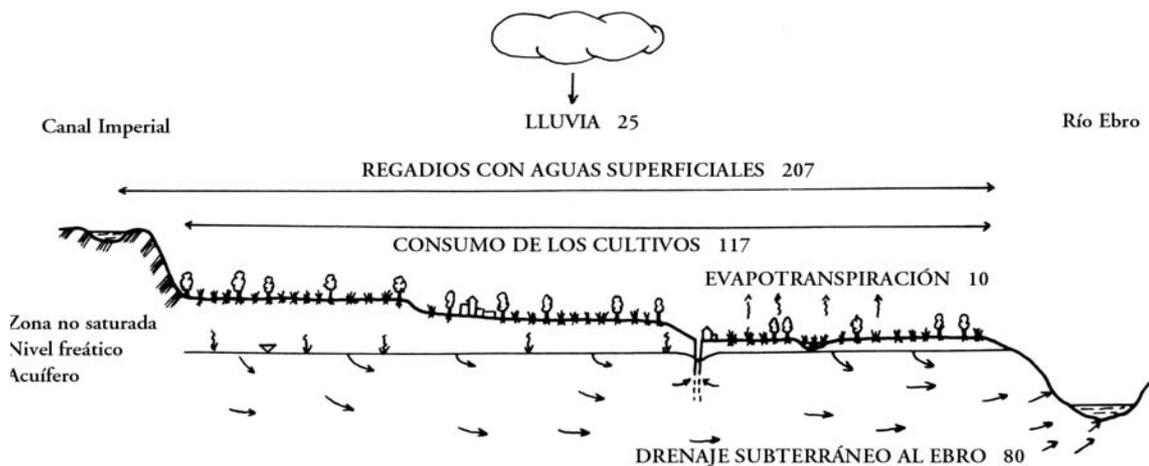


Fig. 3. Esquema simplificado del funcionamiento del acuífero aluvial del Ebro. Valores en $hm^3/año$.

■ En la fig. 3 se puede observar que el acuífero del Ebro descarga en el río una cantidad estimada de agua subterránea de $80 \text{ hm}^3/año$, ¿de dónde procede mayoritariamente ese volumen de agua?

■ *Las aguas residuales de Zaragoza son, hoy día, depuradas en su práctica totalidad en las estaciones de La Almozara y La Cartuja. Curiosamente, el volumen de agua depurada es significativamente mayor que el volumen de agua distribuida por la red de abastecimiento por la ciudad. ¿A qué crees que se debe esta situación?*

Más de la mitad de las urbanizaciones construidas en el aluvial del Ebro son ilegales, sin embargo se continúa construyendo. Establecer un debate en clase sobre los problemas que originan estas urbanizaciones y enviar una carta al Ayuntamiento con vuestras propuestas.



Glosario

Acuífero.- Conjunto de rocas permeables que almacenan agua, es decir, que se encuentran empapadas de agua, ya que ésta rellena los poros de las rocas o las grietas que puedan tener. Además el agua debe poder circular a través de la roca (debe haber comunicación entre los poros o grietas).

Agua superflua.- Exceso de agua de lluvia que no queda retenida en el suelo y pasa a escorrentía superficial.

Evapotranspiración potencial.- Es la evapotranspiración que se mediría si hubiera el agua y las plantas suficientes, partiendo de las condiciones climáticas de la zona.

Evapotranspiración real.- Es la evaporación real del agua del suelo y la transpiración de las plantas de una zona determinada, que depende de la precipitación y de condiciones climáticas como temperatura y viento.

Lagunas endorreicas.- Son depresiones cerradas cuyo origen se debe a una convergencia de factores morfoestructurales y climáticos que condicionan la ausencia de drenaje de superficie en estas zonas. Se localizan en lugares topográficamente deprimidos, donde se acumula el agua tanto de lluvia como de escorrentía superficial.

Nivel freático.- Es la superficie que marca el límite entre una parte inferior donde las rocas se encuentran saturadas en agua (acuífero) y las rocas no saturadas en agua, situadas en la parte superior.

Wadi.- Curso de agua que se desarrolla en regiones desérticas o semidesérticas donde pueden transcurrir muchos meses sin llover y quedar completamente secos durante gran parte del año. Las lluvias torrenciales que se producen esporádicamente dan lugar a enormes precipitaciones en pocas horas que, en parte, se encauzan a lo largo de los wadis. Este término es el origen del prefijo "guad" de muchos de nuestros ríos: Guadiana, Guadalquivir, Guadalaviar, Guadalupe, Guadalopillo, etc., y fue introducido en la Edad Media durante la dominación musulmana de la Península.

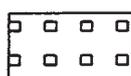
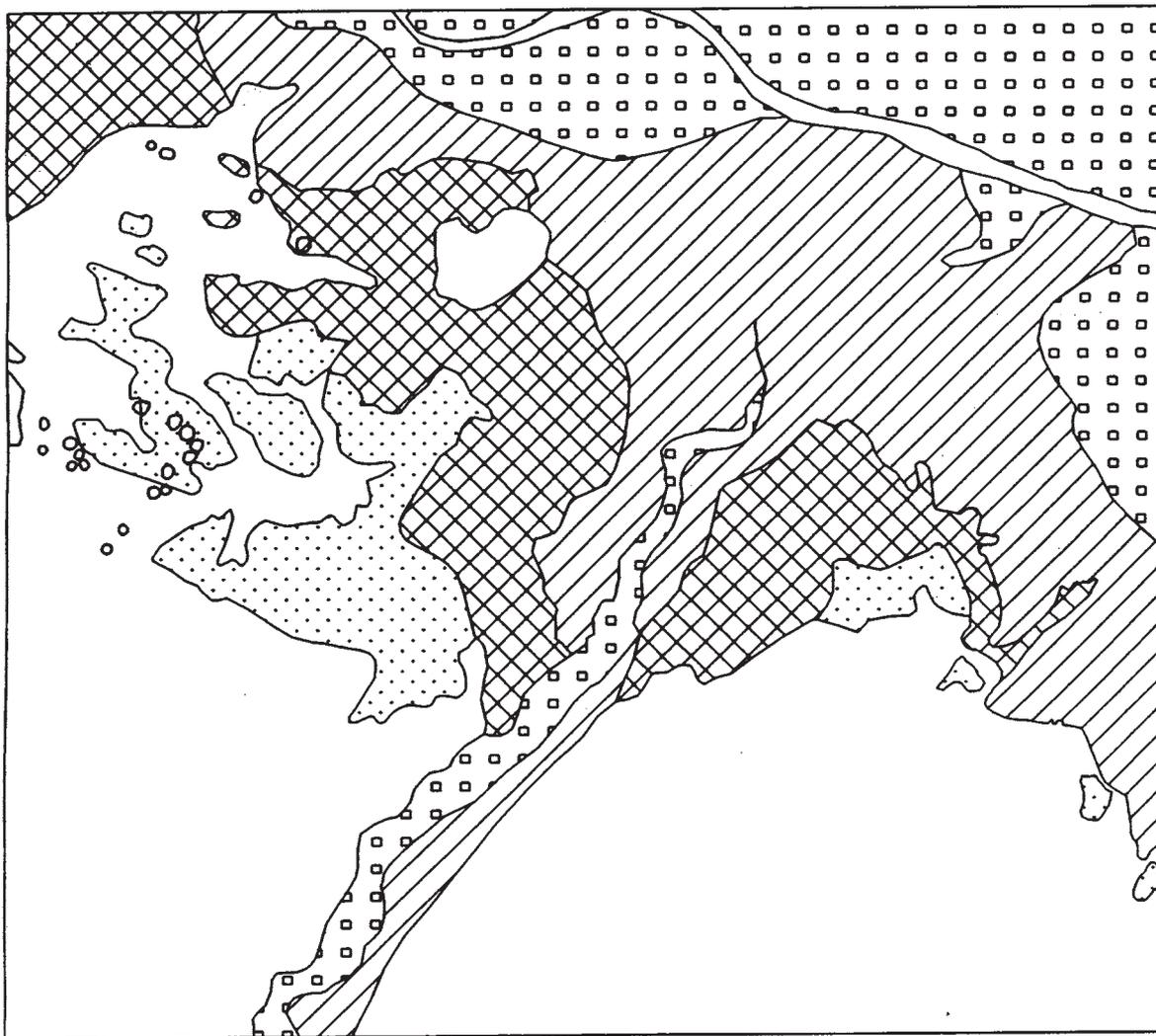
Zona no saturada.- Zona de rocas situada por encima del nivel freático, cuyos poros se encuentran rellenos de aire, por lo que también se denomina zona de aireación.

Zona saturada.- Zona situada bajo el nivel freático cuyos poros se encuentran rellenos de agua.



AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

ESQUEMA GEOLÓGICO



TERRAZA 1



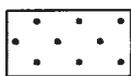
TERRAZA 3



OTROS MATERIALES



TERRAZA 2



TERRAZA 4



DOLINAS