

geología 12

Málaga

6 de mayo de 2012

Torcal de Antequera

Información detallada del lugar de encuentro y folleto de la excursión en:
www.sociedadgeologica.es
www.cehiuma.uma.es



COORDINA:



COLABORAN:



PATROCINAN:

ORGANIZAN:



Foto: Jorge Alegre (Centro de visitantes de El Torcal de Antequera)

¿Qué es **geología** ?

Geología es un evento de divulgación de la Geología y de la profesión del geólogo que tiene lugar en contacto directo con la naturaleza. Consiste en la realización de una excursión en compañía de un equipo de monitores geólogos, que explican a los participantes los principales aspectos geológicos de las diferentes paradas del itinerario. En Málaga, el Geología 2012 se celebra en uno de sus parajes más emblemáticos y singulares: el **Torcal de Antequera**.



1. Torcal proviene de “torca”

El Torcal forma parte de una alineación montañosa de 35 km² de superficie constituida, de oeste a este, por la Sierra de la Chimenea, el Torcal Bajo, el Torcal Alto y la Sierra Pelada. Su cota máxima corresponde al pico Camorro Alto (1377 m), en la Sierra de la Chimenea, aunque su altitud media es de unos 1000 m. El clima es de montaña mediterránea, con inviernos fríos y veranos calurosos, lluvias en primavera y otoño y aparición regular de nieblas.

El Torcal encierra uno de los más espectaculares y singulares **paisajes kársticos** espa-



ñoles. La palabra *Karst* proviene de una región situada en la frontera entre Italia y Eslovenia, también denominada *Carso* o *Kras*. Se usa para referirse a un terreno formado por rocas compactas y solubles, fundamentalmente carbonatadas, en el que la acción disolvente del agua ha creado formas del paisaje muy características, como las torcas o depresiones cerradas. El proceso de disolución recibe el nombre de **karstificación**.

Por su interés geológico, botánico y paisajístico el Torcal está declarado Paraje Natural desde 1989. La Agencia del Medio Ambiente ha habilitado un Centro de Visitantes, en el que se explican los principales procesos geológicos que dieron lugar a su formación, la fauna y flora existentes y su climatología actual. El Centro de Visitantes constituye, además, el punto de encuentro y de partida del itinerario. Se recomienda su visita.

Las paradas del Geolodía 2012

Parada 1: Torcal proviene de "torca"

Parada 2: TORTuosa CALiza: las rocas

Parada 3: Un pliegue con forma de cofre

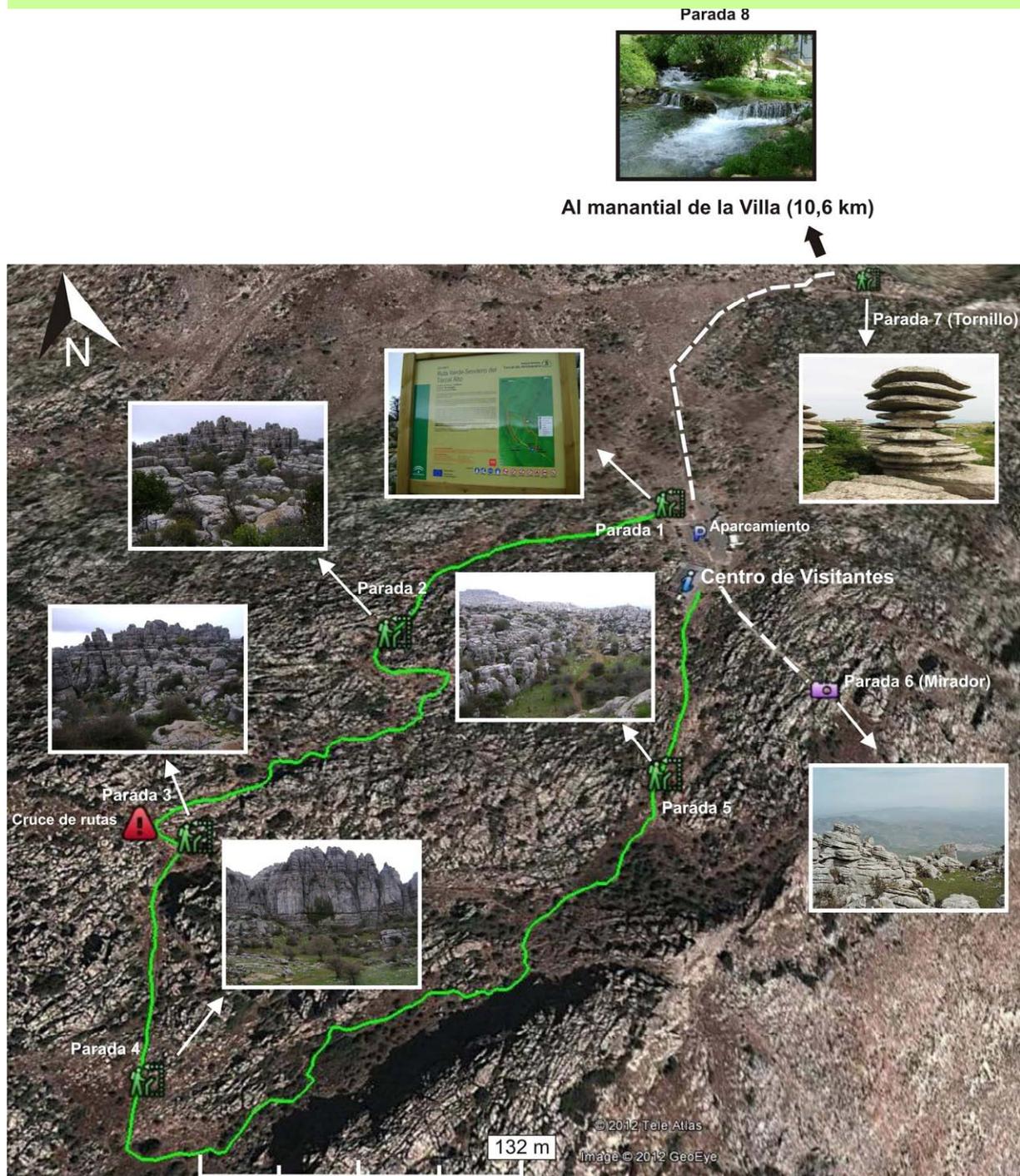
Parada 4: Un paisaje difícil de olvidar

Parada 5: El Torcal, una gran esponja

Parada 6: Cuéntame cómo pasó

Parada 7: Un tornillo monumental

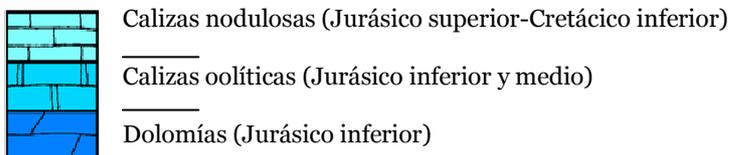
Parada 8: El agua que juega al escondite



Vista aérea del Torcal, con indicación de las paradas del Geolodía y ubicación del Centro de Visitantes, punto de partida del itinerario.

2. TORTUOSA CALIZA: las rocas

Las rocas que forman El Torcal son **calizas y dolomías**. Las calizas son rocas formadas por carbonato cálcico mientras que las dolomías son rocas formadas por carbonato cálcico - magnésico.



Serie de rocas del Torcal

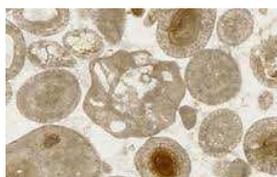
En el Torcal, las dolomías son las rocas más antiguas y las calizas nodulosas, las más modernas.



Las rocas del Torcal están estratificadas, lo que significa que en ellas se aprecian claramente distintas capas, llamadas **estratos**, con espesores diversos.

Las calizas oolíticas son masivas o con estratos gruesos, mientras que las calizas nodulosas son tableadas, con estratos más delgados de espesor variable (desde pocos centímetros a pocos metros).

Calizas oolíticas : tienen oolitos



OOLITOS: granos esféricos con estructura concéntrica (capas alrededor de un núcleo). Son muy pequeños, entre 0,2 y 2 milímetros.

Calizas nodulosas: tienen nódulos y cada nódulo es un ammonites

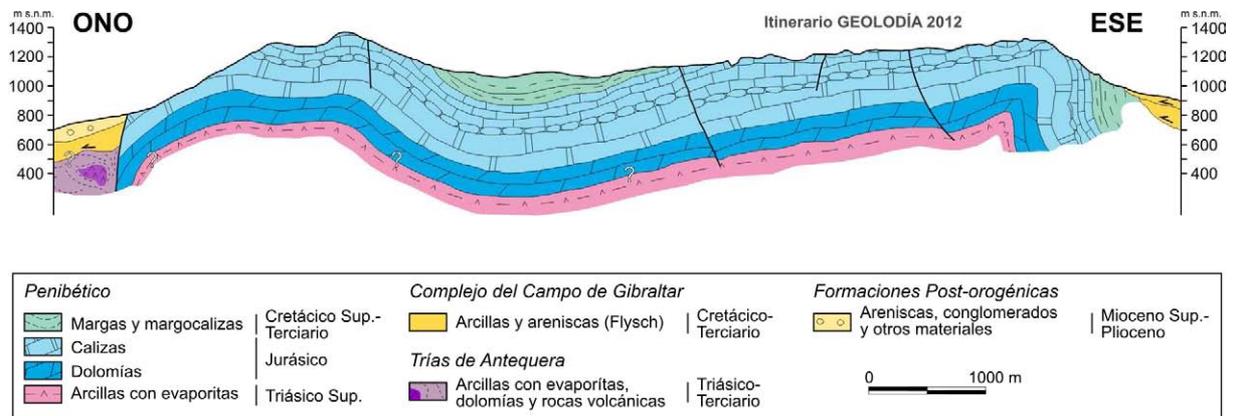


AMMONITES: fósiles de moluscos cefalópodos, como el calamar o la sepia, de gran utilidad para la datación de rocas.

¡TRUCO DE CAMPO !

Un buen método para diferenciar calizas y dolomías es el olfato. Tienes que golpear dos fragmentos de roca entre sí y, rápidamente, olerlos. Si huele a "huevos podridos", entonces se trata de dolomía. Pero, cuidado ... ¡NO SIEMPRE FUNCIONA!

3. Un pliegue con forma de cofre



Corte geológico del Torcal. Modificado de Martín Algarra (1987).

ESTRUCTURA GEOLÓGICA: CÓMO SE DISPONEN LAS CAPAS O ESTRATOS

Las dolomías y calizas del Torcal se depositaron en capas horizontales pero posteriormente se plegaron, tomando la forma de un pliegue anticlinal de tipo “cofre”. Nuestro itinerario discurre por la zona central del pliegue (charnela), y por eso vemos capas o estratos que están casi horizontales. Si nos acercáramos a los laterales de la sierra, veríamos que la inclinación de los estratos es mucho mayor y llega a ser casi vertical.

El pliegue de tipo “cofre” está atravesado por grandes fracturas (fallas) que levantan unos bloques con respecto a otros.



La terminación del pliegue

De regreso, se puede ver el núcleo del pliegue desde la carretera, a la altura de unas fuertes curvas donde la carretera cambia de orientación. El cartel “Boca del Asno” ayuda a identificar la zona de observación.

4. Un paisaje difícil de olvidar

Bosque de piedra, mágico laberinto, ciudad de piedra...

Es casi imposible describir con palabras la increíble belleza del Torcal y las sensaciones que produce el pasear entre sus caprichosas formas, resultado de varios procesos geológicos, como la **karstificación**: el agua de lluvia disuelve dióxido de carbono (CO_2) del suelo y de la atmósfera, y se convierte así en un agua “ácida, agresiva”, que corroe las rocas a medida que se infiltra por sus grietas y fracturas. Durante millones de años, el agua ha ido disolviendo las rocas del Torcal a partir de estas zonas de debilidad, creando diferentes tipos de huecos y conductos.

Fracturación: las grietas de la roca son caminos o vías preferenciales por los que el agua se infiltra en las rocas. La red de fracturas es muy importante en el desarrollo de las formas del paisaje, ya que condiciona las direcciones preferentes de la disolución .



Erosión diferencial: las calizas nodulosas se erosionan más fácilmente que las calizas oolíticas, de forma que en el paisaje aparecen capas en las que se ven “entrantes y salientes” que parecen pilas de platos. A esta erosión contribuye un proceso llamado gelifración, que es la rotura de la roca por efecto del hielo. El agua líquida se introduce por las fisuras de la roca y actúa en forma de cuña, cuando se congela. Este proceso erosivo, que afecta en mayor medida a las calizas nodulosas por ser más porosas, se habría producido, principalmente, durante el Periodo Glacial Cuaternario.

de color verde, gris y ...rossa

En las rocas carbonatadas hay minerales solubles, como la calcita y la dolomita, pero también otros insolubles, como minerales de la arcilla, óxidos de hierro o sílice. Cuando las rocas se disuelven por efecto de la karstificación, este residuo insoluble se acumula en el terreno. El término "terra rossa" alude a su característico e inconfundible color... ¡rojizo!

FORMAS SUPERFICIALES

Lapiaz o lenar: "arañazos" en la superficie de la roca generados por la acción disolvente del agua que discurre por la superficie.

Torcas o dolinas: depresiones circulares de fondo plano o en embudo y asociadas, con frecuencia, a sumideros.

Mesas o pavimentos: superficies que coinciden con los planos de estratificación horizontales o subhorizontales de las rocas.

Callejones o bogaces: pasillos con paredes verticales generados como consecuencia de la disolución producida a favor de grandes fracturas.

Kamenitzas: oquedades en la superficie de las rocas en forma de pileta, donde queda acumulada el agua.

FORMAS SUBTERRÁNEAS

Simas y sumideros: conductos verticales o subverticales que conectan las aguas superficiales y las subterráneas.

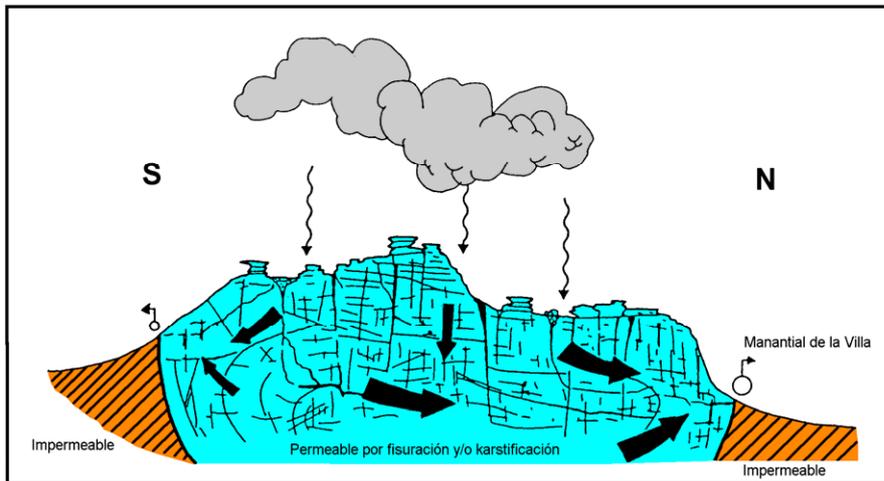
Cuevas: conductos subterráneos de desarrollo horizontal.



5. El Torcal, una gran esponja

El Torcal es un **acuífero** carbonatado, es decir, una formación geológica que permite almacenar y transmitir agua, que puede ser explotada por el ser humano. El acuífero se *alimenta* del agua de lluvia que cae sobre la sierra, parte de la cual (entre el 51 y el 55 %) penetra en la roca a través de las fracturas y de sus abundantes formas kársticas, como las dolinas o torcas. Después, comienza su discurrir de forma lenta o rápida según el tamaño

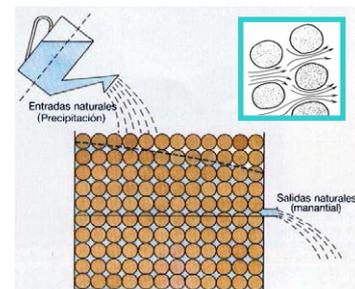
de las fisuras y conductos. Tras un cierto tiempo, regresa a la superficie a través de los manantiales o fuentes.



Esquema de la circulación de las aguas subterráneas en el Torcal (Tomada de Buriillo, 1989).

En el Torcal, son varios los factores que favorecen la entrada y acumulación de agua en su interior: (1) la abundancia de algunas formas de modelado, como las dolinas, que actúan a modo de “embudo”, favoreciendo la entrada del agua hacia el acuífero, (2) la fracturación, que facilita el flujo del agua y (3) la estructura geológica, un gran pliegue con charnela muy amplia y estratos horizontales y unos flancos cortos e inclinados, limitados por importantes fracturas.

En el Torcal no hay ríos, ni arroyos, no hay cursos de agua superficiales... ¿Por qué? Porque las rocas absorben una gran parte del agua de lluvia que cae sobre ellas. Tan sólo una pequeña parte del agua se escapa ... la que se evapora antes de infiltrarse en la roca.

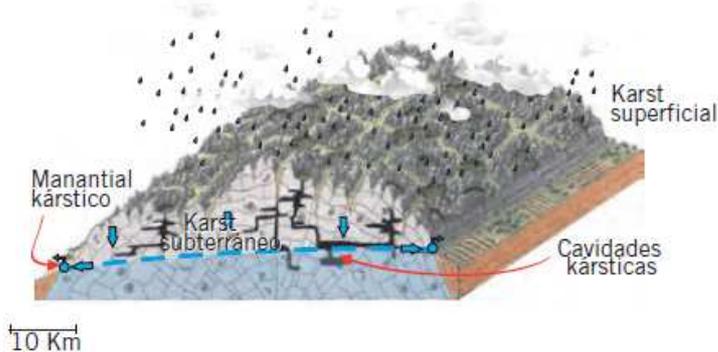
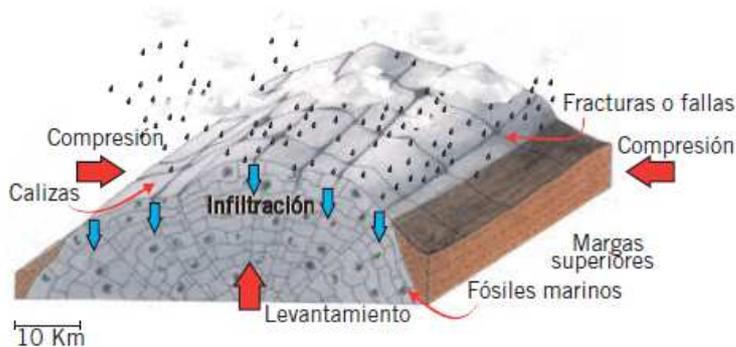


¿SABÍAS QUE...?

Los acuíferos kársticos, como el Torcal, son muy sensibles a la contaminación. Igual que sucede con el agua de lluvia, cualquier contaminante que caiga o se deposite sobre las rocas viaja directamente hacia el subsuelo, contaminando las rocas y el agua subterránea que en ellas se almacena. Una vez contaminada, el agua subterránea es muy difícil de descontaminar. Por eso, como en todo, lo mejor es **prevenir**.

6. Cuéntame cómo pasó

1. El Torcal forma parte de la Cordillera Bética, una cadena de montañas que se originó por el choque entre dos placas tectónicas, la Euroasiática y la Africana, hace unos 70 millones de años. Pero la historia del Torcal se remonta al Jurásico, 200 millones de años atrás, cuando un mar llamado *Tethys*, hoy desaparecido, cubría gran parte de Andalucía. Bajo las aguas del *Tethys* se fueron depositando fangos carbonatados que, con el paso de millones y millones de años, se transformaron en las rocas que constituyen El Torcal. Estas rocas se depositaron en capas o estratos, de tal manera que los estratos inferiores se formaron antes y, por lo tanto, son más antiguos que los situados por encima de ellos.



2. La colisión de las placas tectónicas provocó el plegamiento y la fracturación de las rocas. Fue entonces cuando El Torcal emergió del mar, desde hace al menos unos 25 millones de años.

3. Una vez emergida la sierra, el agua y otros agentes erosivos comenzaron su trabajo de modelado -que continúa en la actualidad-, cuyo resultado es el espectacular paisaje que podemos admirar hoy.

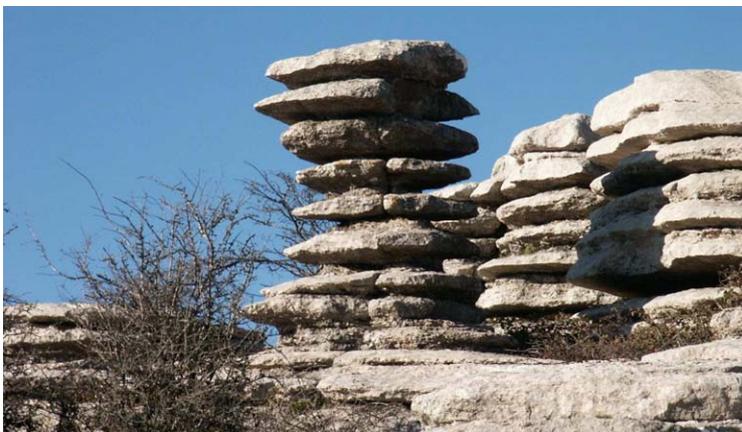


Tomado del libro "Geodiversidad y Patrimonio Geológico de Andalucía" (2006).

7. Un tornillo monumental

Al Torcal no le falta de nada, ni monumentos. En el paisaje, repleto de curiosas esculturas naturales, sorprende una de original aspecto, la más famosa de todas: **el Tornillo**.

El Tornillo representa la esencia del Espacio Natural y de los procesos geológicos que han configurado su paisaje. Formado, aparentemente, por delgadas capas de rocas apiladas en un equilibrio imposible, es tan representativo que se ha convertido en el símbolo e imagen del Paraje. El Tornillo, elemento importante de nuestro Patrimonio Geológico, fue declarado Monumento Natural en el año 2001. Se trata de uno de los escasos monumentos naturales de carácter geológico que existen en España.



Patrimonio Geológico

“El pasado de la Tierra no es menos importante que el del hombre. Como un viejo árbol conserva el registro de su vida, la Tierra mantiene la memoria del pasado escrita en sus profundidades y en su superficie, en las rocas y en el paisaje”.

*Declaración internacional de Digne
(Francia), 1991.*

Forman parte del **Patrimonio Geológico** lugares y elementos geológicos de especial relevancia, llamados Lugares de Interés Geológico (LIGs) o Puntos de Interés Geológico (PIGs). Según la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, está integrado por aquellos elementos geológicos que forman la **Memoria de la Tierra** ya que permiten conocer, estudiar e interpretar:

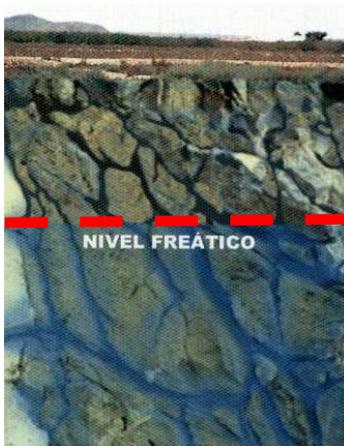
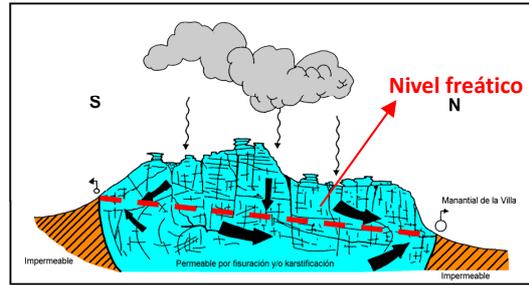
- (1) el origen y evolución de la Tierra
- (2) los procesos que la han modelado
- (3) los climas y paisajes del pasado y presente
- (4) el origen y evolución de la vida

¡NO SOMOS GEMELOS!

Muchas personas confunden los términos Geodiversidad y **Patrimonio Geológico**, pero son cosas distintas. **Geodiversidad** es “la variedad de elementos geológicos, incluidos rocas, minerales, fósiles, suelos, formas del relieve, formaciones y unidades geológicas y paisajes presentes en un territorio”. Una región muy geodiversa no tiene por qué tener lugares de interés especialmente relevantes que les permitan ser considerados parte del Patrimonio Geológico.

8. El agua que juega al escondite

El Torcal esconde, bajo la superficie, un importante almacén de **agua subterránea**. Ya sabemos que el Torcal es un acuífero y, como en todos los acuíferos, el agua se almacena y fluye a su través. Cuando el nivel de agua subterránea (nivel freático) corta la topografía (relieve), el agua “brota” en la superficie del terreno y aparece una surgencia o manantial.



PARTES DE UN ACUÍFERO

En la **zona NO saturada**, los huecos de la roca NO están completamente llenos de agua. El agua circula por gravedad.

NIVEL FREÁTICO

En la **zona saturada**, los huecos de la roca están completamente llenos de agua.

El manantial más importante del Torcal es el **manantial de La Villa**, ya que por él sale el 87 % de toda el agua que se infiltra en la sierra. Su caudal medio es de 425 litros por segundo (l/s), pero muestra variaciones muy altas, entre 0 y 2.000 l/s. El agua tiene pocas sales disueltas y es de tipo bicarbonatada-cálcica.

Las aguas del manantial de La Villa han sido tradicionalmente utilizadas para regadío de la Vega de Antequera y, en el área cercana a la surgencia, para mover la maquinaria de varias industrias que existieron en las márgenes del río de La Villa, donde aún pueden contem-



plarse restos de las mismas, como molinos o lavaderos. En la actualidad, el agua de la surgencia se utiliza fundamentalmente para abastecimiento a la ciudad de Antequera. Cerca del manantial se han perforado varios sondeos, lo que ha provocado la disminución del caudal del manantial, hasta agotarse en algunos periodos. En este lugar termina el recorrido geológico que se hace en este día.

Para saber más...

Burillo, F. (1989). El Torcal de Antequera. En: Durán, J.J y Soria, J.M. II Encuentro de campo sobre Geomorfología, Cuaternario y Geotectónica.

Diputación Provincial de Málaga, DPM (1988). Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga, 151 p.

Durán, J.J. y Soria, J.M. (Eds.) (1989). II Encuentro de campo sobre geomorfología, Cuaternario y Geotectónica. Libro-guía. ITGE y Grupo Andaluz del Cuaternario (AEQUA). Madrid. 168 p.

Fernández-Rubio, R., Jorquera, A., Martín, R., Zofio, J., Villalobos, M. y Pulido, A. (1981). Análisis de la fracturación y directrices estructurales en el acuífero kárstico de El Torcal de Antequera (Málaga). I Simposio Agua en Andalucía, II, 659-673.

Instituto Geológico y Minero de España y Diputación de Málaga (2007). Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Málaga, 3 vol. (296 p., 220 p. y 188 p.), CD-ROM y mapa.

Lhènaff, R. (1981). Recherches geomorphologiques sur les Cordilleres Bétiques Centro-Occidentales (Espagne). Thèse Université de Lille III, 713 p.

Martín-Algarra, A. (1987). Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética (Sector Occidental). Tesis Doctoral, Univ. Granada, 1171 p.

Peyre, Y. (1974). Geologie d'Antequera et de sa région (Cordilleras Bétiques, Espagne). Thèse Université de Paris. 2 vol., 528+76 p.

Pezzi, M. (1979). Análisis morfológico del Torcal de Antequera. Jábega, 26, 54-64.

Pulido, A. (1993). The karstic aquifer of the Torcal de Antequera (Málaga). En: Some Spanish karstic aquifers (Pulido, A., Ed.), 37-50. Universidad de Granada.

Thauvin, J.P. (1981). Alimentación y descarga del macizo kárstico del Torcal de Antequera (Málaga). I Simposio Agua en Andalucía, II, 379-386.

Villalobos, M. y Pérez Muñoz, A.B. (2006). Geodiversidad y Patrimonio Geológico de Andalucía: Itinerario geológico por Andalucía- guía práctica de campo. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente (Ed.), 329 p.

geología 12

Málaga



Monitores del Geología 2012 – Málaga: Bartolomé Andreo Navarro, Manuel Argamasilla Ruiz, Juan Antonio Barberá Fornell, Francisco Carrasco Cantos, Pablo Jiménez Gavilán, Luis Linares Girela, Cristina Liñán Baena, Ana Isabel Marín Guerrero, Matías Mudarra Martínez, Isaac Pérez Ramos, Damián Sánchez García, Begoña Urresti Estala e Iñaki Vadillo Pérez.

Nuestro agradecimiento a las instituciones que han apoyado y/o patrocinado el Geología 2012 en Málaga: Departamento de Ecología y Geología de la Universidad de Málaga, Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (CEHIUMA), Academia Malagueña de Ciencias y Fundación Cueva de Nerja - Museo de Nerja. Agradecemos también la colaboración prestada por el personal de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, del Excmo. Ayuntamiento de Antequera - Aguas del Torcal S.A. y del Centro de Visitantes del Torcal de Antequera.

