geoLogía 14

Málaga

10 de mayo 2014

Itinerario geológico por la zona de Los Hoyos y las Lagunas de Archidona

EXCURSIÓN GRATUITA

PUNTO DE ENCUENTRO: Yesos "Las Lagunas" (salida A92M entre los kilómetros 5 y 4, dirección Granada).

Se ruega:

- **Reserva previa (email de contacto: *cbaena@cuevadenerja.es*)**
- **Acudir a la hora que sean citados.**
- **Agruparse para que haya el menor número de vehículos posibles.**

Información detallada del lugar de encuentro y folleto de la excursión en:

www.sociedadgeologica.es

www.cehiuma.uma.es

COORDINAN:

Sociedad Geológica de España

aepect

FINANCIAN:

Financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología–Ministerio de Economía y Competitividad

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD — FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD — Instituto Geológico y Minero de España

ORGANIZAN:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA — Departamento de Ecología y Geología

CEHIUMA — CENTRO DE HIDROGEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

FUNDACIÓN CuevadeNerja

Academia Malagueña de Ciencias

ICOGA — Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía

GEOLODÍA MÁLAGA 2014

¿ QUÉ ES EL geolodía ?

Geolodía es un evento de divulgación de la Geología que tiene lugar en contacto directo con la naturaleza. Consiste en la realización de una excursión en compañía de un equipo de monitores especializados, que explican a los participantes los principales aspectos geológicos de las diferentes paradas del itinerario. En Málaga, el Geolodía 2014 se celebra en **Los Hoyos** (Fig. 1), un paraje de gran singularidad geológica y geomorfológica donde existen numerosas depresiones cerradas, algunas de las cuales constituyen humedales como las **Lagunas de Archidona**.

Trías de Antequera: afloramiento de materiales triásicos (entre 250 y 205 millones de años) que se extiende, siguiendo una franja de dirección NE-SO, por el norte de la provincia de Málaga. Se trata de rocas con estructura interna caótica, en las que hay un amplio predominio de litologías triásicas de afinidad subbética, pero que contienen, además, bloques de materiales pertenecientes a otras edades, a veces incluidos en sedimentos del Mioceno Medio.

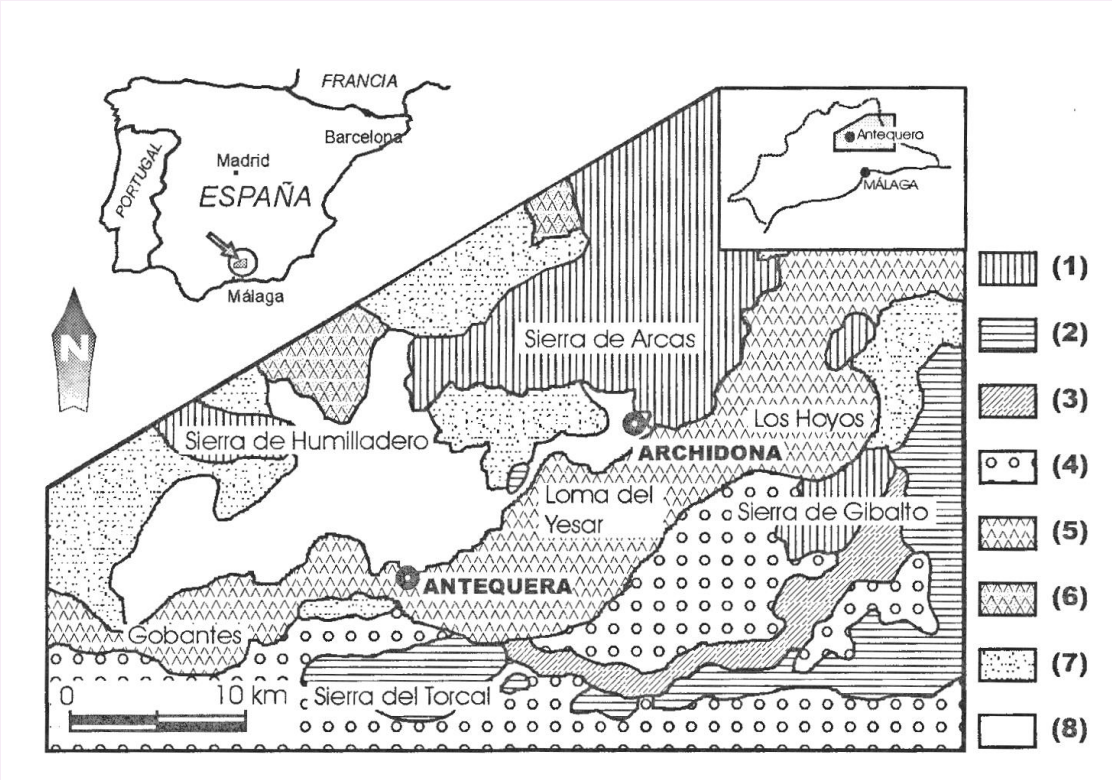


Figura 1: Mapa geológico del sector centro-septentrional de la provincia de Málaga en el que se observan los afloramientos atribuibles al "Trías de Antequera" (materiales representados con el número 5 en el mapa). 1: margocalizas; 2 y 3: calizas; 4: arcillas y areniscas; 6: arcillas y margas; 7: calcarenitas y margas; 8: arenas, gravas y limos. Tomado de Calaforra (1998).

Al norte de la provincia de Málaga, en la inmediata proximidad de la autovía A-92M y al sur de la localidad de Salinas, se encuentran las Lagunas de Archidona. Constituyen espacios protegidos por la Administración Andaluza como Reservas Naturales. Estas lagunas deben ser contempladas como parte de un contexto geológico, geomorfológico e hidrológico más amplio, que incluye la totalidad de la llamada "estructura circular" o diapiro (Fig. 2) de Los Hoyos, un afloramiento de 20 km² de superficie que se extiende entre las provincias de Málaga y Granada, y que pertenece a lo que geológicamente se denomina "Trías de Antequera", dentro del cual se encuentra bien individualizado desde el punto de vista estructural y morfológico (Fig. 1).

¿QUÉ VAMOS A VER?

La excursión del Geolodía-14 de Málaga permitirá conocer los aspectos geológicos más relevantes del área de Los Hoyos. Entre ellos cabe destacar:

1. Los distintos tipos de **rocas** que existen en la zona: arcillas, areniscas y, sobre todo, **yesos**.
2. Una estructura característica relacionada con las rocas evaporíticas (yeso y sal) llamada "**diapiro**". Qué es y cómo se forma.
3. La geomorfología de los terrenos yesíferos (**karst en yesos**). El karst en estos materiales es un proceso similar al que se desarrolla en las calizas, aunque en las evaporitas evoluciona más rápidamente porque son más solubles. Este tipo de modelado del paisaje origina depresiones cerradas (dolinas) de las que existen numerosos y variados ejemplos en este paraje.
4. Los procesos relacionados con el agua superficial y subterránea en este entorno geológico (flujos hacia las depresiones cerradas, lagunas y manantiales).
5. Aspectos relativos a los **recursos geológicos** e **hidrogeológicos** de la zona, a su aprovechamiento histórico por parte del hombre, y a los riesgos que se derivan de dicho aprovechamiento.

Diapiro: estructura geológica con geometría en planta circular formada como consecuencia del ascenso de rocas salinas más ligeras que las rocas que atraviesan (halocinesis). En este proceso intervienen la tectónica local y sobre todo la plasticidad de las masas de sal y su baja densidad. Como consecuencia, se produce una sobreelevación del terreno, en relación con los materiales circundantes. Estas estructuras pueden tener diámetros de varios centenares de metros e incluso varios kilómetros.

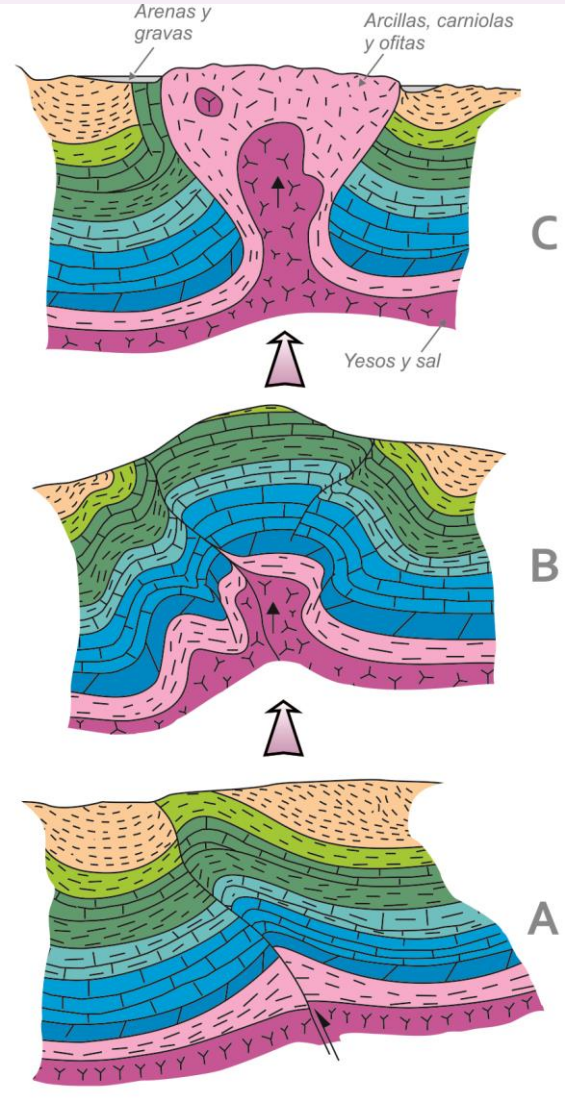


Figura 2: Esquema geológico de formación de un diapiro.

ROCAS DE LOS HOYOS

En el paraje de Los Hoyos (véase mapa geológico localizado al final de la guía, Foto 1) afloran fundamentalmente arcillas y areniscas de colores variados entre las que se intercalan yesos, calizas dolomíticas negras y rocas volcánicas (ofitas). También deben existir grandes acumulaciones de sal gema en profundidad aunque ésta no aflora en superficie. Es frecuente que, sobre estos materiales, se encuentren pequeños afloramientos de carniolas y brechas dolomíticas. Generalmente, el yeso se presenta masivo y, a veces, se encuentra en forma de brecha constituida por yeso y acompañado por arcillas, calizas y dolomías negras, en distintas proporciones. La edad geológica de estos materiales es Triásico Medio-Superior (entre 240 y 200 millones de años, Fig. 3). El ambiente sedimentario en el que tuvo lugar el depósito de las rocas detríticas y evaporíticas corresponde a una plataforma extensa y de escasa profundidad, afectada por un clima árido, mientras que los carbonatos se formaron en un medio marino.

Carniola: roca sedimentaria de aspecto oqueroso y vacuolar, frecuentemente brechificada, de color amarillo, pardo o rojizo, que forma masas poco o nada estratificadas y que da lugar a formas ruiniformes. Se originan por la disolución preferente de los yesos relacionados originariamente con las dolomías.

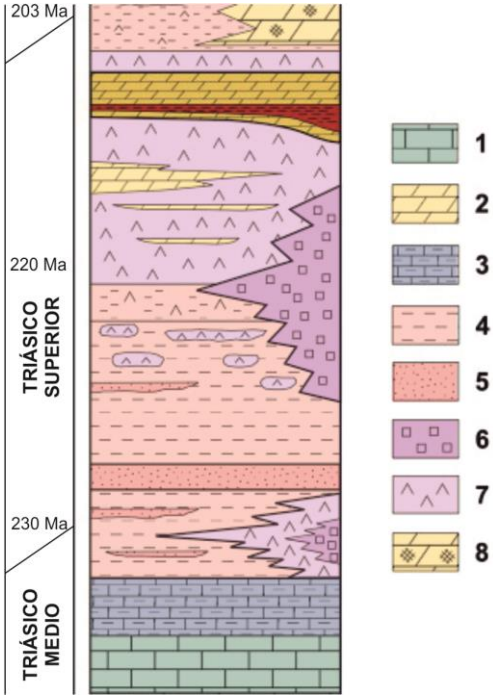


Figura 3: Secuencia sedimentaria general del Trías Medio-Superior (Subbético) de la Cordillera Bética. Modificado de Pérez-López et al. (2012). 1: calizas masivas, 2: dolomías, 3: calizas tableadas, 4: arcillas, 5: areniscas, 6: halita (sal gema), 7: yesos, 8: carniolas.

Foto 1: Panorámica del área de Los Hoyos, con sierra Gibalto al fondo.

Las rocas triásicas se encuentran muy deformadas. Presentan una estructura interna caótica, que es consecuencia fundamentalmente de la fuerte deformación producida durante los procesos halocinéticos. Por ello es difícil observar las relaciones estratigráficas originales entre ellas (véase corte geológico del final de la guía). Además, los mismos procesos, asociados a la existencia de materiales de carácter yesífero y salino en profundidad, han provocado una sobreelevación del terreno, en relación con los materiales circundantes.

GEOMORFOLOGÍA

Sobre la estructura diapírica se ha desarrollado un singular complejo kárstico, caracterizado por la presencia de un elevado número de dolinas de diferente tipología (Foto 2, Fig. 4), pequeñas cuencas cerradas, surgencias, etc. La mayoría de las dolinas se distribuyen en la parte central de la zona de Los Hoyos (Figs. 5 y 6) debido a que el yeso constituye el núcleo central del diapiro. La base de las dolinas está a cota más elevada en la parte meridional y oriental mientras que en la parte occidental, donde se encuentran las lagunas de Archidona, el fondo de las dolinas está a cota más baja.

Las dolinas en ventana y en embudo se sitúan en el área central de la estructura (Fig. 5). Son dolinas pequeñas con paredes verticales y grandes bloques, originadas por procesos de colapso. Se trata, posiblemente, del área donde los procesos de levantamiento son más activos y dan como resultado formas poco estables, cambiantes e, incluso, con la aparición de colapsos actuales. Rodeando al sector central y hasta el borde del área se desarrollan amplias dolinas en cubeta, con fondo plano y frecuente relleno de materiales arcillosos que, en ocasiones, permiten alcanzar la superficie piezométrica del acuífero (Foto 2) como es el caso de las lagunas Grande y Chica. En el borde del afloramiento aparecen materiales arcillosos triásicos que constituyen una barrera de baja permeabilidad (véanse mapa y corte geológico al final de la guía).

Foto 2: Dolina con el fondo inundado situada en el borde norte del área de Los Hoyos.

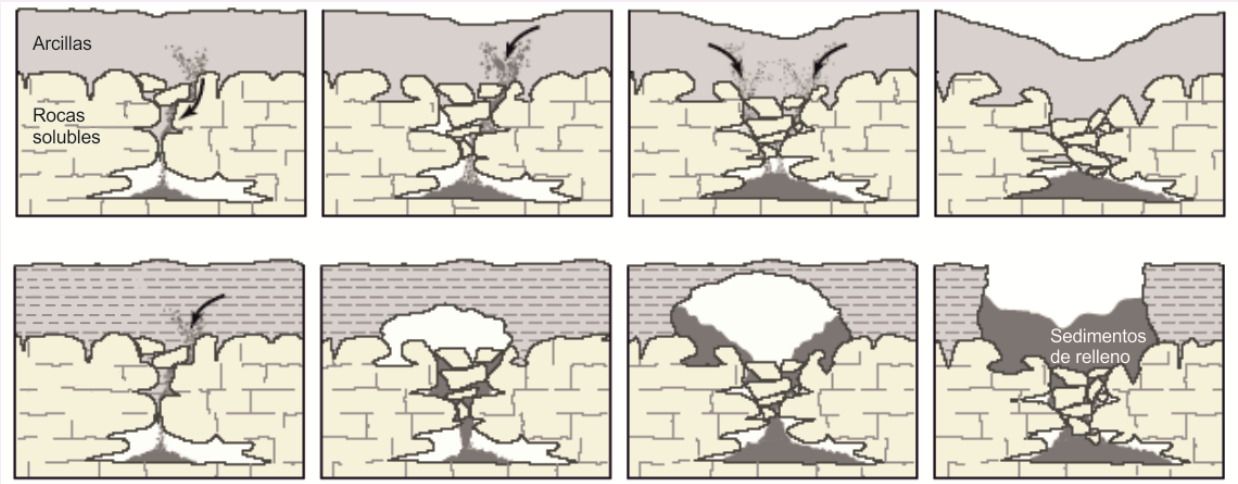


Figura 4: Génesis de una dolina mayoritariamente por disolución (arriba) y por colapso (abajo) de la roca suprayacente a una cavidad cercana a la superficie. Tomado del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

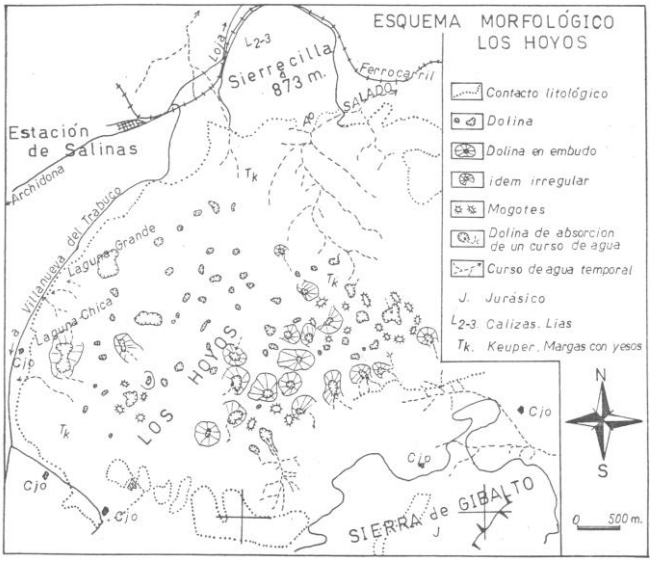


Figura 5: Esquema geomorfológico del área de Los Hoyos. Tomado de Pezzi (1977).

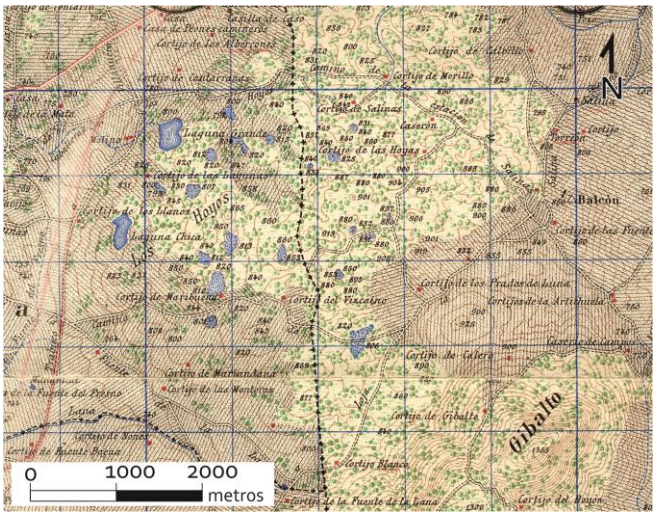


Figura 6: Área de Los Hoyos. Mapa Topográfico Nacional (1918).

La concentración de morfologías kársticas que se encuentra en esta zona y la variedad tipológica que existe en un espacio relativamente reducido hacen de este paraje un enclave de singular interés desde el punto de vista geomorfológico.

HIDROGEOLOGÍA

La estructura diapírica ligada al Trías de Antequera, junto con la elevada solubilidad de los materiales evaporíticos, ejerce una notable influencia en la hidrología e hidrogeología del área. Se trata de una región situada en la zona de divisoria hidrográfica atlántico-mediterránea, donde la red de drenaje suele quedar poco definida, lo que favorece la aparición de fenómenos de endorreismo que se ven acentuados por la elevación reciente que ha experimentado la zona.

Por otra parte, el complejo kárstico de Los Hoyos constituye un interesante sistema hidrogeológico. La recarga de éste procede de las precipitaciones que se producen sobre las áreas endorreicas antes descritas, mientras que la descarga tiene lugar fundamentalmente a través de las surgencias o manantiales que se sitúan en los bordes próximos a las lagunas y en las cercanías de Fuente Camacho (provincia de Granada) (véanse mapa y corte geológico al final de la guía). Las manifestaciones más espectacularer de este sistema hidrogeológico son las lagunas Grande y Chica (Fotos 3 y 4), que se instalan en dolinas cuyo fondo queda de modo permanente u

Foto 3: Laguna Chica en estiaje (arriba) y en condiciones de aguas altas (abajo).

Foto 4: Panorámica de la Laguna Grande desde su borde occidental.

ocasinal por debajo de la cota de la superficie freática. Cada una de ellas tiene una superficie aproximada de 7 hectáreas. La Grande es de aguas permanentes y alcanza una profundidad máxima de más de 13 m. Por su parte, la Laguna Chica tiene forma arriñonada y, en aguas bajas, se independizan dos masas de agua separadas por el sector central del humedal (Foto 3). Sin duda ésta se ha originado por la coalescencia de dos dolinas próximas (uvala) y llega a secarse en algunos estiajes.

Además de estos dos humedales principales, en el ámbito de Los Hoyos, existen otras dolinas que sólo quedan inundadas durante periodos de tiempo más o menos largos después de episodios excepcionalmente lluviosos. En estas circunstancias meteorológicas se produce un ascenso de la superficie freática hasta que se alcanza el fondo de las dolinas que se inundan (Fig. 7). Entre las lagunas temporales destacan las situadas cerca del cortijo de Los Hoyos, en el borde norte del diapiro (Foto 2), y la del Vizcaino en el sector meridional (véase mapa geológico al final de la guía). Finalmente, hay otras dolinas situadas a cota más elevada que sólo quedan inundadas durante cortos periodos de tiempo después de precipitaciones abundantes.

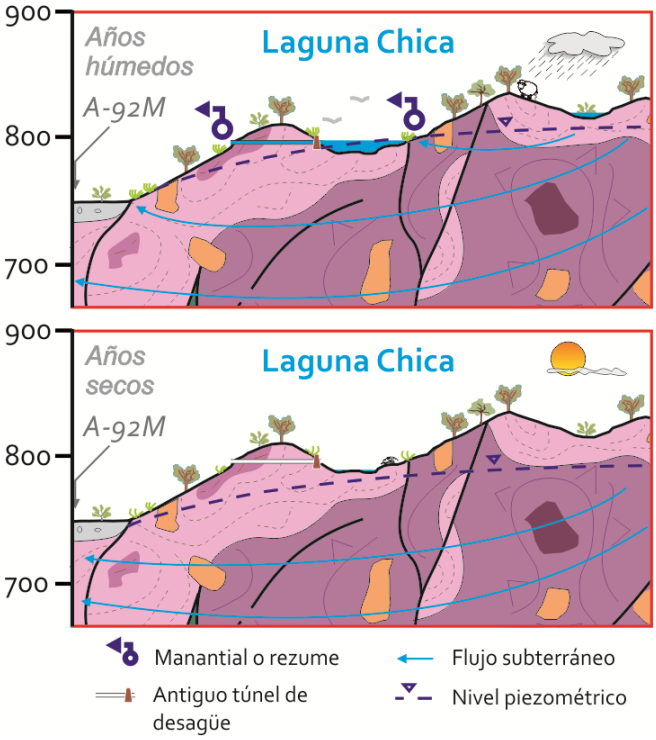


Figura 7: Esquema hidrogeológico del entorno de la Laguna Chica (corresponde al recuadro rojo del mapa geológico situado al final de la guía).

Las salidas de agua del acuífero tienen lugar principalmente por las surgencias y los sondeos existentes en el entorno de Los Hoyos. El manantial del Molino de los Aguileras, uno de los puntos de descarga del acuífero (Foto 5), tiene un caudal medio de unos 15 l/s. En el borde occidental, además de este manantial,

hay otras surgencias de escaso caudal (menos de 1 l/s en todos los casos) y pozos con la cota piezométrica similar a la del manantial del Molino de los Aguileras. Este hecho pone de manifiesto una descarga del acuífero de Los Hoyos en su borde oeste. Asimismo, hay una descarga, de bajo caudal, en el extremo oriental, donde se encuentra el manantial salino de Fuente Camacho (véase mapa geológico al final de la guía), fuera del itinerario de excursión, pero relacionado con el sistema hidrogeológico de Los Hoyos.

Foto 5: Manantial del Molino de los Aguileras equipado con una instalación para medir su caudal.

EL HOMBRE Y LAS LAGUNAS

La Laguna Grande conserva en su borde más cercano a la autovía A-92M los restos de un dispositivo que permitía manejar el agua almacenada en ella por encima de una determinada cota, para ser utilizada, junto con el agua del manantial, en un molino situado en el camino que sube hacia la laguna, donde hoy se encuentra una pequeña casa, que aún se denomina "Molino de los Aguileras" (de ahí el nombre del manantial).

La Laguna Chica también tuvo otro dispositivo de aprovechamiento de sus aguas para riego del llano por el que hoy discurre la autovía A-92M (llano de la Vivarena-Fuente del Fresno). En este caso se construyó un túnel (actualmente colapsado) que partía del borde occidental de la laguna y tenía su salida en las proximidades de la actual fábrica de derivados del yeso cercana a la autovía (Fig. 7). En el lugar donde se inicia el túnel (coincidente con un bosquecillo de eucaliptos, Foto 6) quedan aún los restos de un dispositivo de compuertas que permitían la regulación y el manejo del agua de la laguna. En el lugar de salida del antiguo túnel se localiza una surgencia de carácter temporal que sólo es activa tras años de pluviosidad elevada, cuando el nivel del agua en la laguna asciende hasta alcanzar una determinada cota (Fig. 7).

Foto 6: Lugar donde se inicia el túnel de regulación hídrica de la Laguna Chica.

Estos dispositivos son muestras de una tecnología tradicional de aprovechamiento de los recursos hídricos de este pequeño sistema hidrogeológico que merecen ser conocidos como un elemento más de valoración de este singular enclave.

PATRIMONIO GEOLÓGICO Y USO SOSTENIBLE

Los manantiales salinos de Fuente Camacho, ya en la provincia de Granada, han sido explotados desde época romana para el aprovechamiento de la sal en una salina. Constituye uno de los escasos lugares

donde se mantienen en funcionamiento unos métodos tradicionales que conviene conservar por su extraordinario valor, no sólo geológico, sino patrimonial y cultural, e incluso restaurar los antiguos estanques de cristalización que hoy se encuentran en estado de abandono.

Además de la utilización hídrica de este paraje, hay que mencionar que en la actualidad existe otro tipo de aprovechamiento geológico muy importante desde el punto de vista económico: las canteras de yesos para su explotación industrial como material de construcción. Estas canteras han modificado la morfología de algunas dolinas como consecuencia de las excavaciones realizadas para la obtención de yesos. En otros, han sido los rellenos producidos por las actividades extractivas, así como por la construcción de grandes infraestructuras, las que han transformado la geometría natural de las dolinas. El resultado de todas estas acciones ha sido el deterioro de una zona que presenta una gran singularidad, no sólo desde el punto de vista geomorfológico, sino paisajístico y también botánico, ya que en el área de Los Hoyos existe un bosque mediterráneo poco alterado. Además, la modificación de la morfología de las dolinas puede alterar su funcionalidad como zonas preferenciales de infiltración.

Por otro lado, se debe también tener cuidado con el uso de fertilizantes y plaguicidas en los cultivos existentes sobre los materiales del acuífero de Los Hoyos ya que pueden resultar nocivos para las lagunas, debido a que las aguas de infiltración llegan al acuífero relacionado con ellas. En este sentido cabe resaltar que los cultivos en las dolinas son los que mayor peligro suponen, por los tratamientos agrícolas y vertidos de residuos, debido a que son áreas preferenciales de recarga del acuífero. Además, las captaciones de agua en el ámbito del acuífero de Los Hoyos podrían llegar a afectar al régimen hidrológico de las lagunas, por lo que se debería realizar una explotación responsable. Desde el Geolodía queremos realizar una llamada de prudencia con el fin de que se ordenen todas las actividades antrópicas en un paraje donde ya se han producido alteraciones en muchas de las dolinas y lagunas temporales, las cuales hacen de este enclave una de las muestras más singulares del patrimonio geomorfológico e hidrogeológico de Andalucía.

Foto 7: Antigua yesera u horno tradicional para preparar el yeso.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las instituciones que han apoyado y/o patrocinado el Geolodía 2014 en Málaga: Departamento de Ecología y Geología de la Universidad de Málaga, Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (CEHIUMA), Fundación Cueva de Nerja, Academia Malagueña de Ciencias e Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía (ICOGA).

CONSIDERACIONES SOBRE EL geolodía MÁLAGA

La excursión del Geolodía-14 Málaga tiene lugar en un espacio natural protegido por la administración autonómica. Por lo tanto, se ruega no alterar el medio natural ni arrojar desperdicios al entorno.

La mayoría de las fincas que se van a atravesar durante el recorrido son de titularidad privada por lo que se pide que no se abandonen los caminos en la medida de lo posible.

Se ruega encarecidamente a los asistentes al Geolodía-14 Málaga que se agrupen para que haya el menor número de vehículos posibles.

El acceso al punto de encuentro (punto cero en Fig.8) se puede realizar por la salida de la autovía A92M situada entre los kilómetros 5 y 4, dirección Granada. Otra alternativa para llegar al punto de encuentro es por la salida nº 1 de dicha autovía; tomar la carretera con dirección a Fuente Camacho e inmediatamente después girar a la derecha por una vía de servicio en cuyo inicio existe una indicación a la Reserva Natural Lagunas de Archidona. Seguir luego hasta el punto de encuentro en las inmediaciones de la planta de "Yesos Las Lagunas".

LOS MONITORES DEL GEOLODÍA MÁLAGA 2014

Bartolomé Andreo Navarro
Manuel Argamasilla Ruiz
Juan Antonio Barberá Fornell
Francisco Carrasco Cantos
Pedro Jiménez Fernández
Luis Linares Girela
Cristina Liñán Baena
Ana Isabel Marín Guerrero
Javier Martín Arias
Matías Mudarra Martínez
José Manuel Nieto López
Damián Sánchez García
Begoña Urresti Estala
Iñaki Vadillo Pérez

PARA SABER MÁS…

Calaforra, J.M. (1998): *Karstología de yesos*. Tesis doctoral. Universidad de Granada, 384 páginas.

Carrasco, F. (1986): *Contribución al conocimiento de la Cuenca alta del río Guadalhorce: El medio físico. Hidrogeoquímica.* Tesis doctoral. Universidad de Granada (España). 435 páginas

Carrasco, F., Durán, J.J. y Calaforra, J.M. (2007): El Trías de Antequera. En: Durán, J.J. (Coord. general), *Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga*, tomo 2, 206-210. Instituto Geológico y Minero de España; Diputación de Málaga, Madrid. 220 páginas.

Linares, L. (2004): Lagunas de Fuente de Piedra y Archidona. En: Nuche, R., Durán, J.J. y Vallejo, M. (eds), Patrimonio Geológico de Andalucía, 466-473. ENRESA, Sevilla. 549 páginas.

Linares, L. (2008): Lagunas y humedales andaluces relacionados con surgencias. En: Castillo, A. (Coord.), *Manantiales de Andalucía*, 153-167. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía; Universidad de Granada, Sevilla. 416 páginas.

Pérez-López, A., Pérez-Valera, F., Götz, A.E. (2012): Record of epicontinental platform evolution and volcanic activity during a major rifting phase: The Late Triassic Zamoranos Formation (Betic Cordillera, S Spain). *Sedimentary Geology*, 247-248: 39-57.

Pezzi, M.C. (1977): *Morfología kárstica del sector central de las cordilleras Subbéticas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 450 páginas.

Pulido-Bosch, A., Calaforra, J.M., Díaz del Olmo, F. y Lhenaff, R. (1989): El karst en yesos de Fuente Camacho. En: Delannoy, J.J., Díaz del Olmo, F. y Pulido-Bosch, A., *Reunion franco-espagnole sur les karsts mediterraneens d´Andalousie occidentale (Cordilleres Bétiques-Sierra Morena)*, 65-82.

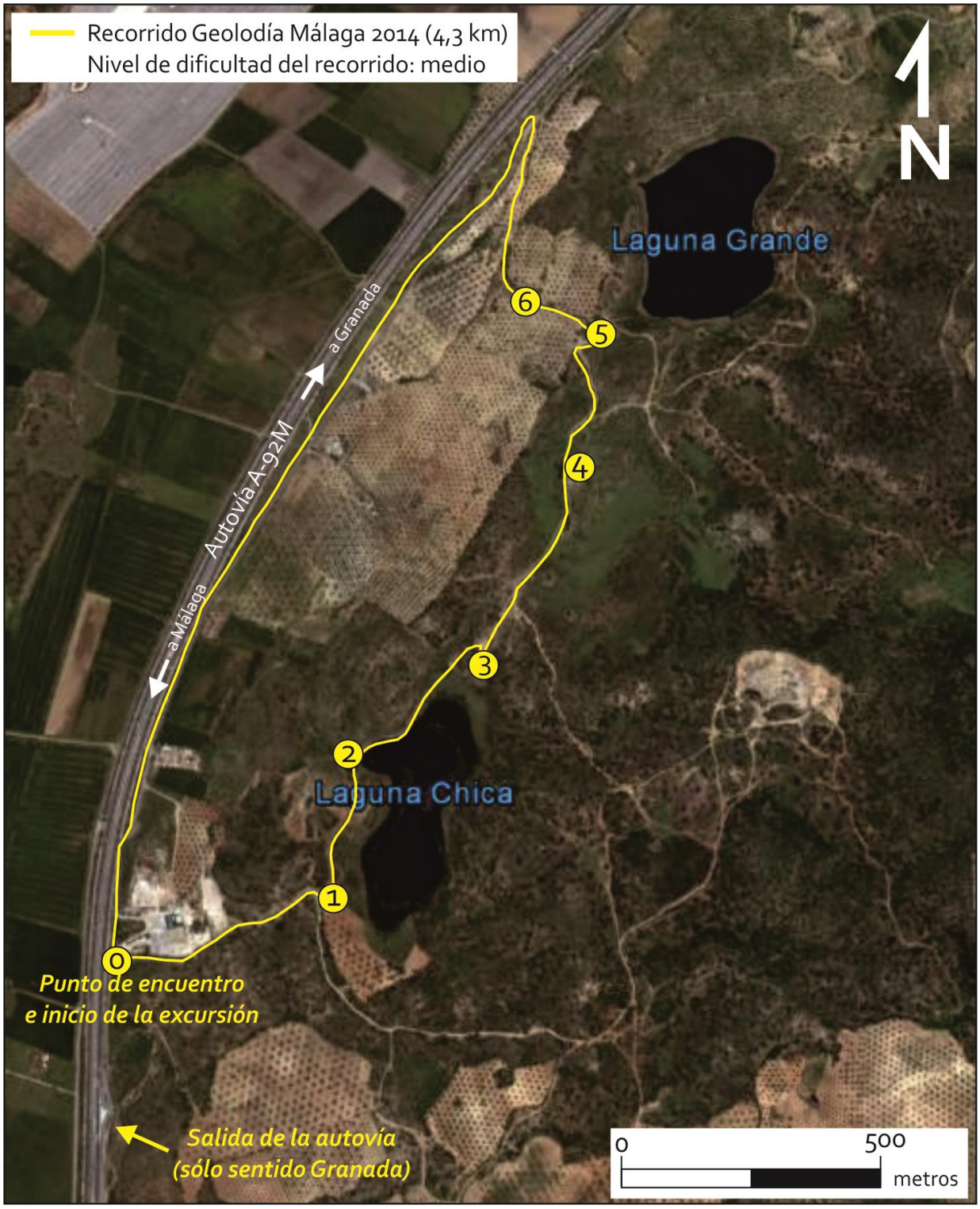
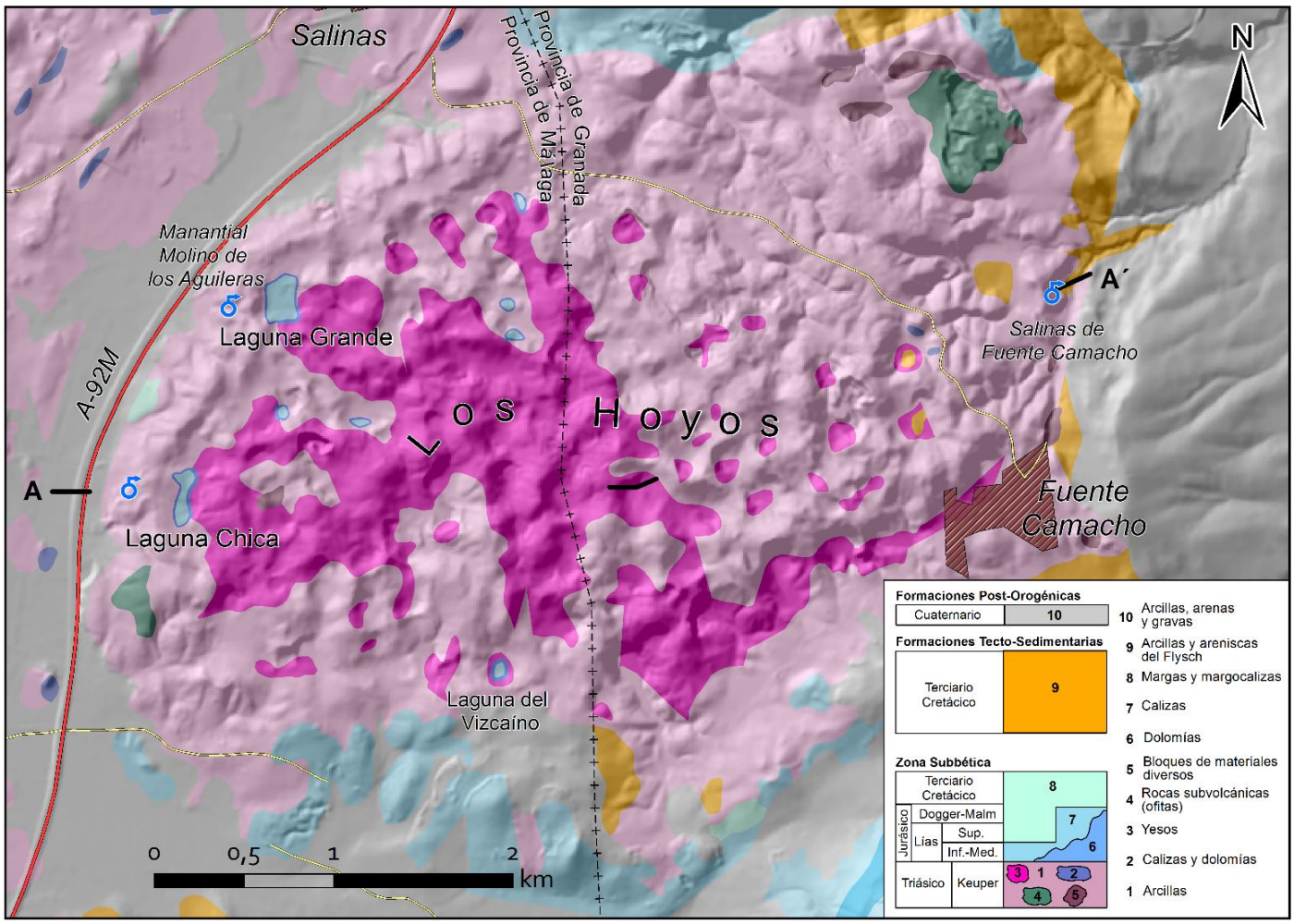
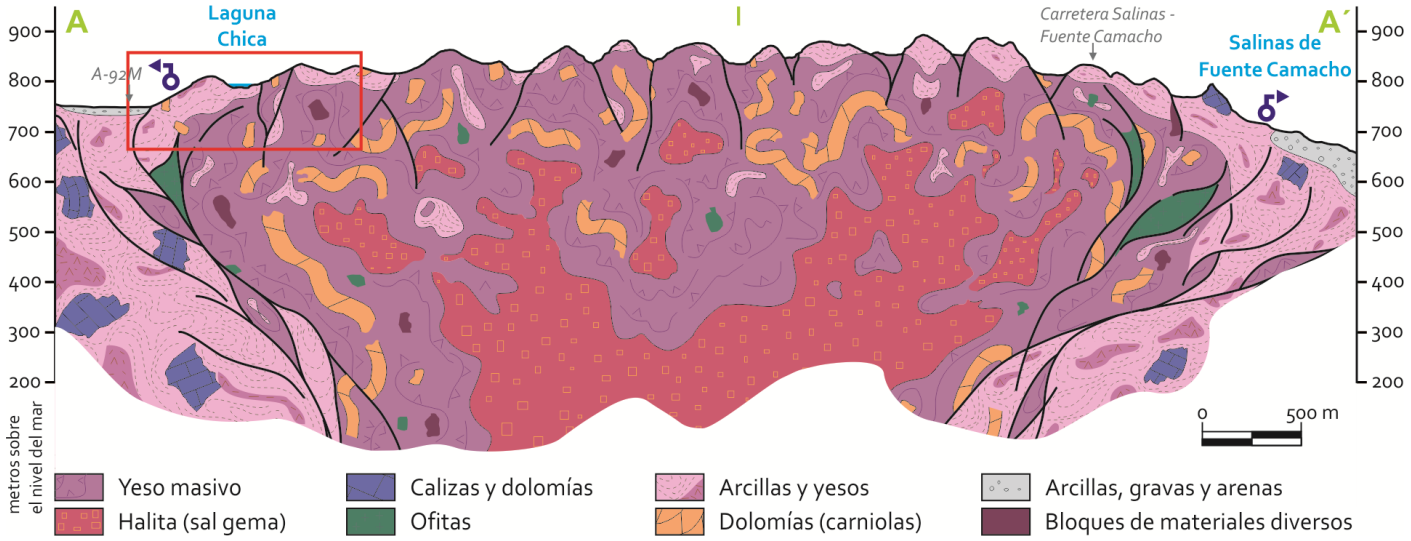


Figura 8: Vista aérea del itinerario propuesto, con indicación de las paradas del Geolodía Málaga 2014. El punto cero corresponde al punto de encuentro.



Esquema geológico del área de Los hoyos.



Corte geológico del área de Los Hoyos (la dirección del corte se puede observar en la figura 4).

NOTAS