

geología 23

Málaga

Sábado 6 de mayo 2023

Ardales, una historia de 440 millones de años



*Villa de Ardales desde el norte
Autor de la foto: Pedro Cantalejo*

Autores (por orden alfabético): B. Andreo, J.M. Ávila, J.A. Barberá, J. Buera, A. Carrasco, F. Castro, B. de la Torre, J.M. Gil, J.P. González de Aguilar, L. Linares, C. Liñán, A.I. Marín, J.F. Martín, A. Millán, M. Mudarra, L. Ojeda, J. Ortega, A. Palomino, R. Rodríguez, M.D. Rodríguez, J.J. Rovira, I. Vadillo.

ISSN: 2603-8889 (versión digital). Colección Geología.

Editada en Salamanca por Sociedad Geológica de España. Año 2023.

¿Qué es el GEOLODÍA?



www.geolodia.es

Geolodía es un conjunto de excursiones gratuitas coordinadas por la Sociedad Geológica de España (SGE), guiadas por geólogos/as y abiertas a todo tipo de público. Con el lema “**la Geología ante los retos sociales**”, su principal objetivo es mostrar que la Geología es una ciencia atractiva y útil para la sociedad. Se celebra el mismo fin de semana en todo el país.

El **Geolodía Málaga 2023** tiene lugar en la localidad de **Ardales**, principal puerta de entrada a la comarca del Guadalteba desde la ciudad de Málaga. La actividad del Geolodía permitirá conocer las características geológicas de este bello municipio situado en un enclave natural de visitar y preservar.

La Peña de Ardales, patrimonio geológico excepcional

Ardales y su entorno se sitúan en una región privilegiada de la **Cordillera Bética**, puesto que afloran rocas pertenecientes a sus tres dominios principales: **Zona Interna (ZI)**, **Zona Externa (ZE)** y el **Complejo del Flysch del Campo de Gibraltar** (Fig. 1). Además, la **Peña de Ardales** (460 m s.n.m.) alberga el registro fósil más antiguo reconocido hasta el momento en dicha Cordillera, con restos de organismos que vivieron aproximadamente hace **445 millones de años** -Ma- (Ordovícico Superior, Paleozoico Inferior, era Primaria).

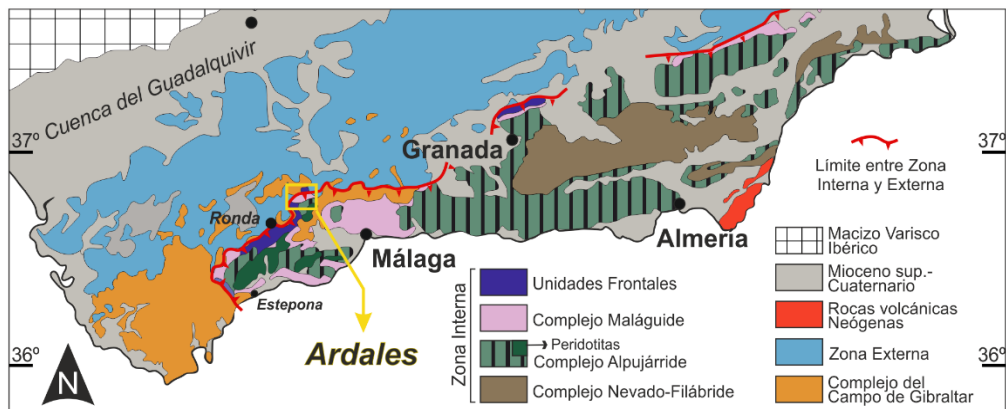


Figura 1. Esquema simplificado de las unidades geológicas y estructurales de la Cordillera Bética. Modificado de Sánchez-Navas et al. (2014)

Una litología variopinta...

La diversidad de rocas (**ígneas, metamórficas y sedimentarias**) que existe en las inmediaciones de Ardales se debe a su peculiar localización geológica entre la **ZI** y la **ZE** (Figs. 1 y 2A). Durante la ruta del Geolodía caminaremos sobre pizarras y calizas paleozoicas del **Complejo Maláguide** de la **ZI**. Aunque estas rocas sufrieron metamorfismo, aún conservan fósiles, a diferencia de lo que cabría esperar. Al norte de Ardales afloran rocas sedimentarias: en primer término arcillas y areniscas del **Complejo del Campo del Gibraltar (Flysch)** (60 - 25 Ma), mientras que aún más al norte hay dolomías, calizas y margas de la **ZE**, con edades comprendidas entre 250 - 65 Ma (Triásico-Cretácico).

Las investigaciones geológicas permiten deducir la geometría (estructura) que presentan las rocas de la zona. Las arcillas y areniscas del Complejo del Campo del Gibraltar se encuentran “pinzadas” (a modo de *sándwich*) entre los materiales de la **ZI** y la **ZE** (Fig. 2B), limitadas —a techo y a muro— por sendas superficies de “**cabalgamiento**”.

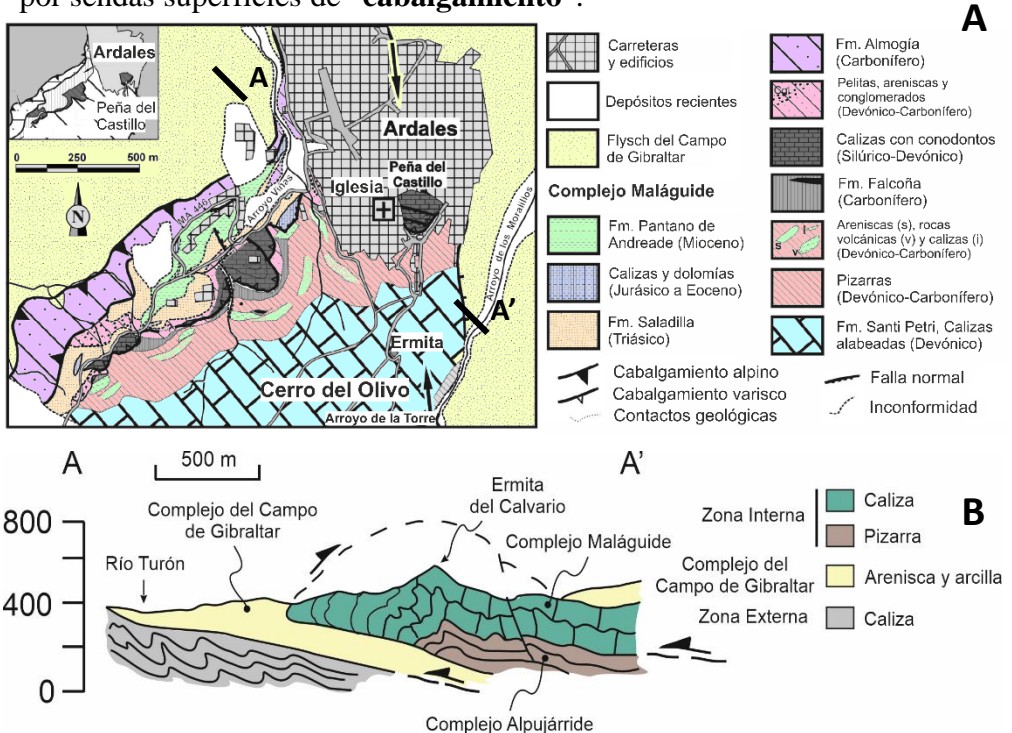


Figura 2. A) Esquema geológico de Ardales y su entorno (modificado de Martín-Algarra et al., 2009a). B) Corte geológico A-A' en las inmediaciones de Ardales (modificado de Martín-Algarra et al., 2009b)

... y una estructura intrincada

Un cabalgamiento se produce como consecuencia de la acción de fuerzas compresivas que empujan, pliegan y rompen las rocas de la corteza terrestre. El resultado es un conjunto de rocas superpuestas en el que las rocas más antiguas se sitúan encima (manto de corrimiento) de las más modernas (Fig. 3).

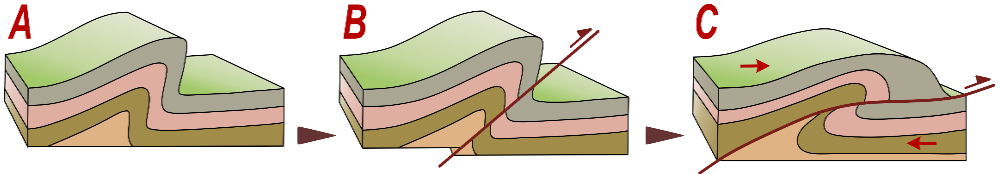


Figura 3. Esquema conceptual de génesis de un cabalgamiento. A) Zona sometida a esfuerzos tectónicos que dan lugar al plegamiento; B) Si la compresión es intensa, el pliegue se rompe y se origina una falla inversa; C) El bloque elevado (manto de corrimiento) se desplaza sobre el hundido a favor de la superficie de cabalgamiento

El límite entre la *ZI* y la *ZE* de la Cordillera Bética se interpreta como un borde de colisión entre dos placas tectónicas, de manera que las áreas adyacentes se encuentran fuertemente deformadas. Fueron los procesos tectónicos ocurridos durante la **orogenia Alpina** (hace ≈ 20 Ma) los causantes de dicha deformación y de las estructuras geológicas asociadas: **pliegues y cabalgamientos**.

Sin embargo, fue mucho antes, durante la **orogenia Hercínica** (380-280 Ma), cuando las rocas de la Peña de Ardales, de edad Silúrico - Devónico (430-393 Ma), se superpusieron a otro conjunto de rocas más modernas, del Carbonífero Inferior (330 Ma) (Fig. 4).

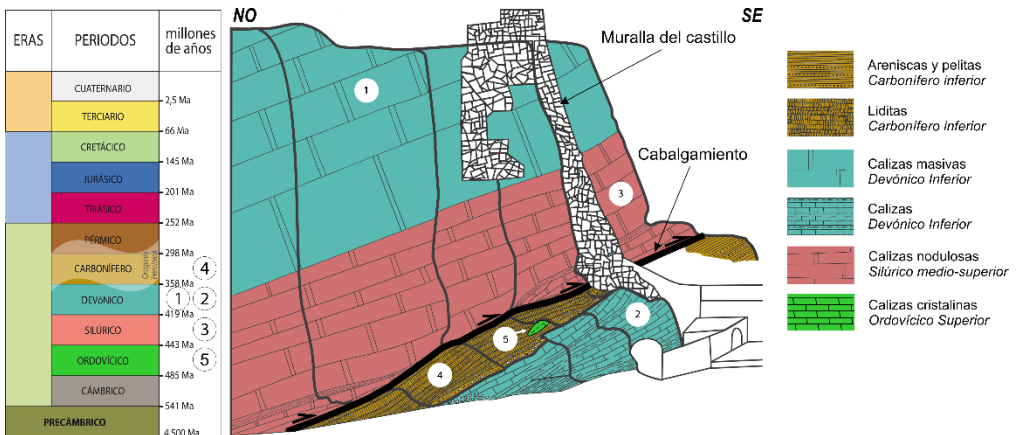


Figura 4. Esquema geológico, visto desde el oeste, de la Peña de Ardales. Modificado de Martín-Algarra et al. (2009a). A la izquierda, escala cronoestratigráfica simplificada

Los años te delatan, *caliza*

Existen varios métodos para conocer la edad de una roca o cuándo se formó. Uno de ellos es la **bioestratigrafía**, basada en el principio de sucesión faunística. Como las especies que han habitado la Tierra son irrepitibles y han evolucionado a lo largo del tiempo geológico, encontrar un fósil determinado en una roca permite atribuirle una edad concreta. El grupo de fósiles encontrado en las calizas paleozoicas de La Peña y que se ha usado para datar estas rocas se denomina **conodontos** (Fig. 5).

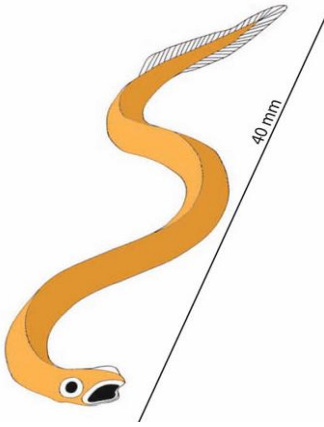
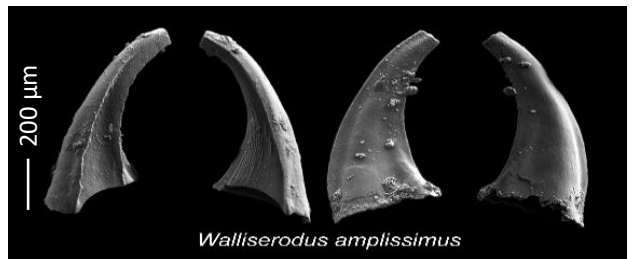


Figura 5. Recreación de un conodonto en vida. Tomado de Rodríguez-Cañero (2013)

Los conodontos fueron pequeños animales con forma de anguila, pero sin columna vertebral y escasos centímetros de longitud. Habitaron los mares de la era Paleozoica y se extinguieron al finalizar el periodo Triásico (hace 201 Ma). En general, los únicos restos de estos organismos preservados como fósiles son sus **dientes** (de entre 0,2 y 0,5 mm) (Fig. 6). Gracias a los conodontos y a los trabajos de investigación geológica (Rodríguez-Cañero et al., 2010), en los estratos de la Peña de Ardales se ha establecido la secuencia estratigráfica del Silúrico medio-superior al Devónico Inferior (430-393 Ma) más completa que se conoce.

Además, los conodontos hallados en un **bloque calizo** de La Peña (nº 5 en Fig. 4) han arrojado una edad de 445-443 Ma (Ordovícico Superior), por lo que son los **fósiles más antiguos** encontrados en la Cordillera Bética. También es el primer hallazgo de conodontos ordovícicos de las cordilleras alpinas del Mediterráneo occidental, desde Gibraltar hasta el sur de Italia.

Figura 6. Fósiles de conodontos del Ordovícico Superior hallados en el bloque calizo de La Peña, vistos a través de microscopio electrónico. Tomado de Rodríguez-Cañero et al. (2010)



Por tanto, el afloramiento rocoso que constituye La Peña de Ardales es un enclave geológico único que merece la atención de las autoridades, con el fin de protegerlo y evitar acciones que lo deterioren.

¿Qué hace una roca como tú en un sitio como éste?

Resulta llamativa la posición geológica del **bloque calizo ordovícico**, imbricado entre rocas del Carbonífero inferior (350 Ma) denominadas **liditas** (Fig. 7). Estas son rocas silíceas de origen sedimentario, formadas por esqueletos de organismos unicelulares que vivían en el mar (Fig. 8).

¿Cómo ha llegado el bloque calizo a quedar rodeado por otra roca 100 Ma más moderna? Una hipótesis es que pudo producirse un **desprendimiento submarino** que removilizó dicho bloque calizo y lo resedimentó sobre materiales más modernos (Fig. 8). Esto sugiere la existencia de una cuenca marina profunda, donde se originaron las actuales liditas, en la que también se depositaban los bloques de rocas que se desprendían de la plataforma carbonatada.



Figura 7. Bloque calizo del Ordovícico Superior rodeado por liditas del Carbonífero inferior en la ladera de la Peña de Ardales

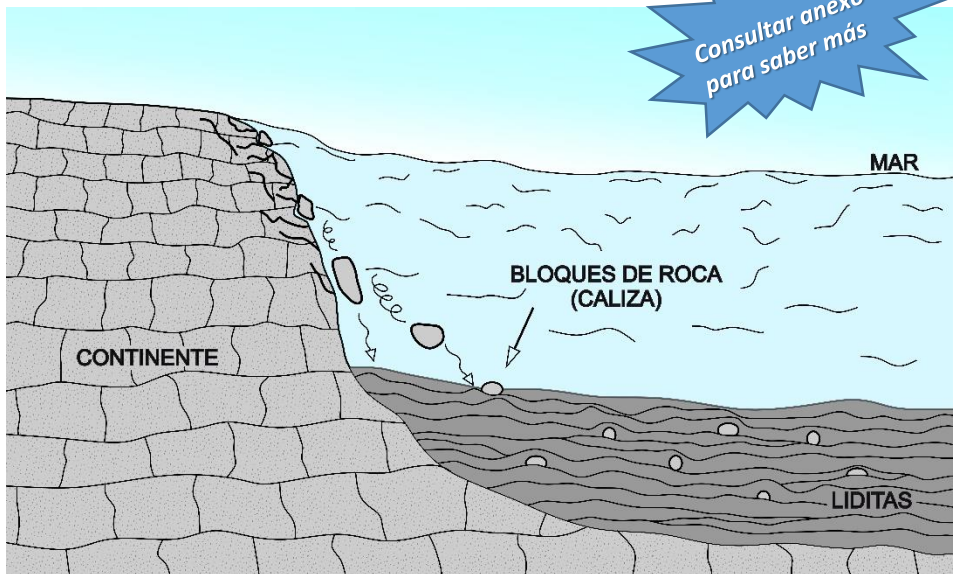


Figura 8. Esquema del desprendimiento de las calizas de plataforma somera sobre la cuenca marina profunda

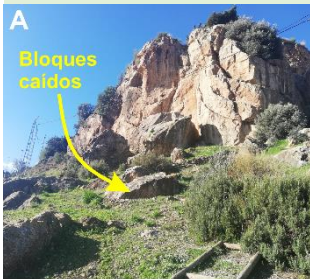
Cada “peña” tiene su fortaleza

El tipo de rocas (litología), la disposición o estructura que presentan, y el clima de la zona determinan el modelado de la superficie terrestre (**Geomorfología**). Las rocas más fáciles de erosionar por el agua, como arcillas o margas, dan lugar a **topografías suaves y alomadas**, mientras que en zonas donde afloran rocas “duras”, como las calizas, constituyen **relieves más pronunciados**. Cualquier panorámica desde Ardales (Fig. 9) permite diferenciar ambos tipos de paisaje: colinas y lomas formadas por arcillas del Flysch, y prominentes relieves carbonatados como las sierras de Teba, Peñarrubia, la Peña de Ardales (Fig. 9) y la sierra de Carratraca (donde se encuentra la cueva de Ardales). Por su posición elevada, estos enclaves fueron emplazamientos estratégicos, idóneos para erigir **castillos y fortalezas**, ya que permitían la defensa y la vigilancia de amplias extensiones de los terrenos circundantes.



Figura 9. Panorámica desde la ermita de Ardales desde donde se distinguen diferentes tipos de relieve

Riesgos geológicos: rocas en movimiento



La ruta también permite observar algunos procesos geológicos actuales que derivan en riesgos ambientales. Las fracturas que presentan las calizas de La Peña favorecen los **desprendimientos de bloques**, que se acumulan en su base (Fig. 10A). Las rocas más “blandas”, como las arcillas y margas, también pueden moverse por la acción combinada de agua y gravedad. En diciembre de 2009, tras días de lluvia, se produjo un **deslizamiento** en la esquina norte del campo de fútbol (Fig. 10B) debido a la saturación en agua de las arcillas infrayacentes.

Figura 10. A) Desprendimientos en La Peña . B) Imagen de satélite del deslizamiento del campo de fútbol

Ruta Geología Málaga 2023



Legenda

- Punto de encuentro
- Parada
- Salida A-357 dirección Ardales
- Parking
- Ruta Geología



Ermita del Calvario
Punto de encuentro



COORDINA:



ORGANIZAN:



Con la colaboración de:



COLABORAN:



Ayuntamiento de ARDALES



ICOGA



Nuestro agradecimiento a la Dra. **Rosario Rodríguez Cañero** y el Profesor **Agustín Martín Algarra**, del Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Universidad de Granada, por su colaboración en la revisión de la guía y en la preparación de la excursión. Agradecemos también a **Pedro Cantalejo**, por su disposición y ayuda en todo momento, así como por la cesión de imágenes para la elaboración de la guía y al **Ayuntamiento de Ardales**, por el apoyo ofrecido en la organización del Geolodía Málaga 2023.