

Agua y Karst entre Ubrique y Villaluenga del Rosario

Benítez Marchán, David^{1y7}; Moreno Jiménez, Pablo²; Moreno Pérez, Juan^{3y7}; Orihuela Gallardo, Berni⁴; Paniagua Muñoz, Daniel^{3y7}; Pérez Ordóñez, Alejandro⁵; García Guerrero, Antonio Jesús⁷; Sánchez Bellón, Ángel^{6y7}

1 Geólogo Consultor. Geotecnia, hidrogeología e hidrología. Ubrique.

2 Geólogo y Profesor IES

3 Arcotierra S.L.

4 Sección de Espeleología del Grupo de Montaña Alta Ruta. Jerez.

5 Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la Ciudad (LAAC-EEA-CSIC) y Asociación Papeles de Historia. Granada.

6 Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cádiz.

7 ICOGA, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía.

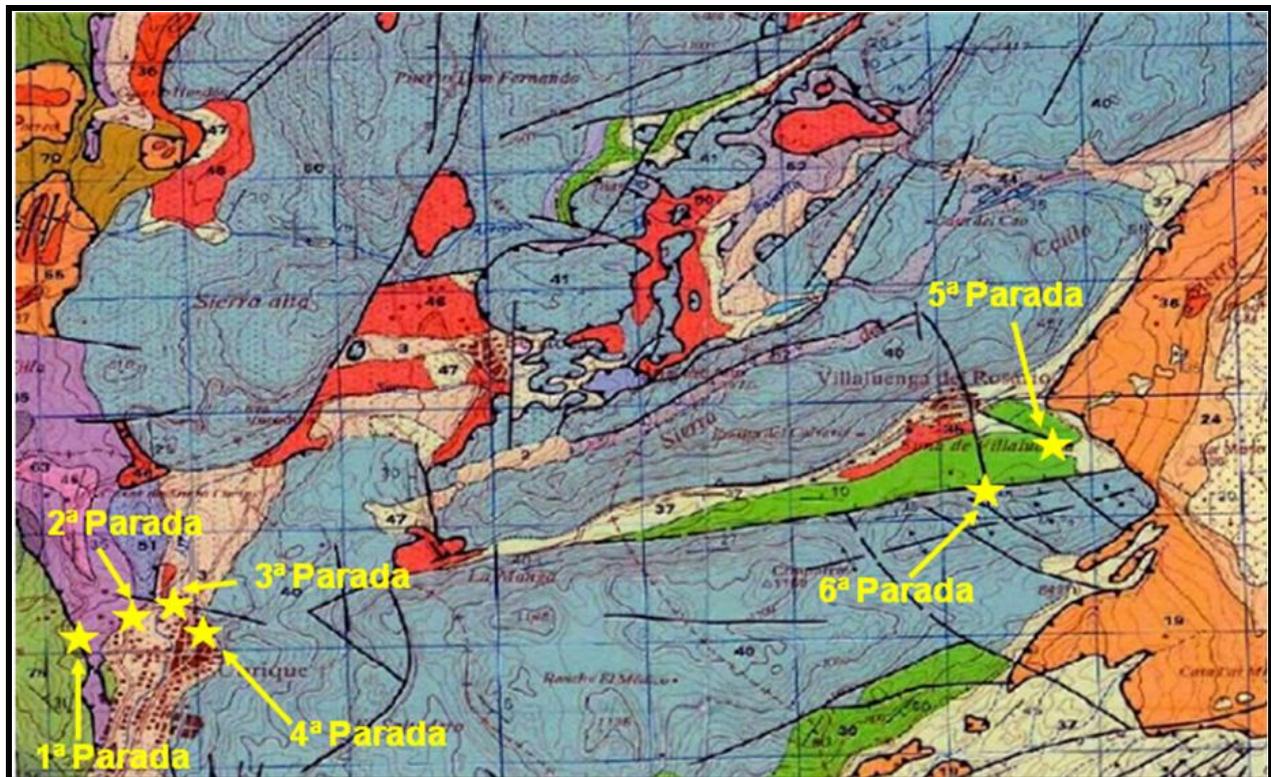


Fig. 1. Mapa geológico a escala 1:50.000 de la zona visitada (ITGME, 1990), y localización de las paradas

Parada 1. Introducción y Entorno Geológico

Para la interpretación del paisaje geológico que veremos en el *Geología 14 Cádiz*, es conveniente partir de una serie de premisas o conceptos básicos:

- Las rocas que tocaremos son sedimentarias, es decir, proceden de sedimentos.
- Son además marinas, como lo atestiguan entre otras cosas, los fósiles que contienen.
- Los sedimentos, sean marinos o no, se depositan siempre en capas más o menos horizontales, aunque la superficie de depósito no sea plana y horizontal. De esta forma, las capas que se encuentran más arriba son más jóvenes que las capas situadas por debajo, lo que se conoce como principio de superposición.
- El mar ocupa aproximadamente el 75 % de la superficie de la Tierra y su profundidad media es de unos 3800 metros.
- El fondo oceánico es el medio sedimentario más importante que existe, tanto por su extensión como por la potencia o espesor que los sedimentos pueden alcanzar (habitualmente, kilómetros de espesor). Y podrías preguntarte ¿y cómo es posible que el mar no se colmate de materiales? Pues, entre otras razones, porque el peso de los sedimentos provoca un hundimiento o subsidencia del fondo oceánico.
- El fondo marino es irregular y podríamos representarlo así:

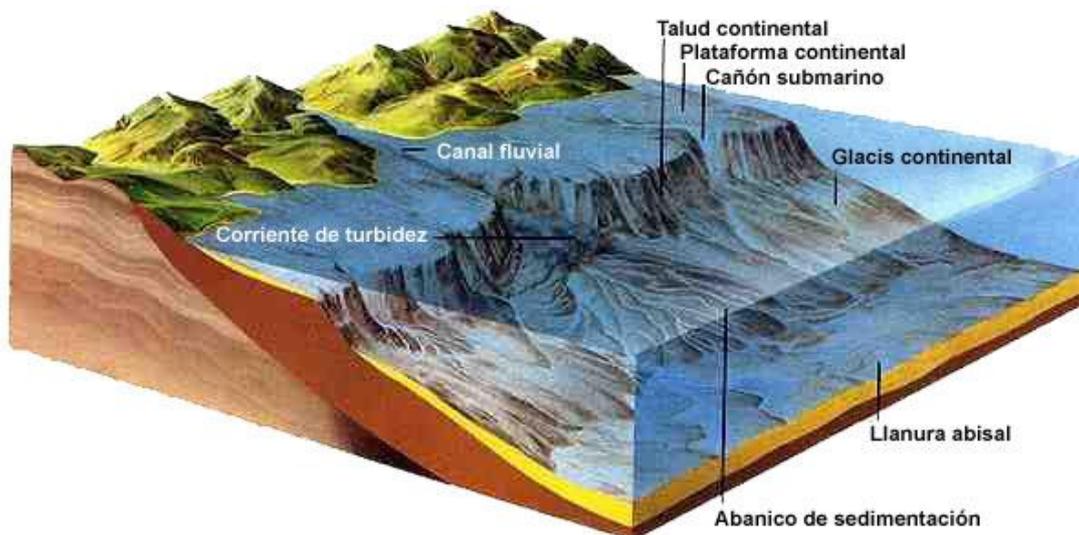


Fig. 2. Dominios fisiográficos de los fondos oceánicos (Meléndez 2004)

- Teniendo en cuenta que los procesos sedimentarios son diferentes en las distintas zonas o dominios del fondo marino, es lógico que las rocas y sus fósiles también lo sean. Si a esto le sumamos que la sedimentación se puede prolongar durante 200 millones de años o más, también es normal que cada zona sufra cambios, por ejemplo, que en unos momentos se encuentre más o menos profunda, o más o menos alejada de la costa.

Estos cambios, sin duda, van a provocar variaciones en las condiciones de sedimentación que se van a reflejar por ejemplo en la formación de rocas distintas. ¿Cómo explicarías que las rocas señaladas con la flecha en esta vista parcial de la Manga de Villaluenga sean diferentes a las calizas que se encuentran tanto a su derecha como a su izquierda?



Fig. 3. Manga de Villaluenga

- La superficie de la Tierra está fragmentada en placas, y como puede apreciarse en el dibujo, pueden separarse y dar lugar a la formación y expansión de océanos, unirse y formar orógenos (cordilleras) o desplazarse lateralmente. En el pasado, hace por ejemplo 200, 500 o 1000 millones de años, los continentes tenían una disposición diferente y las placas eran distintas a las actuales, pero los tres tipos de bordes de placas siempre existieron.



Fig. 4. Placas tectónicas (Meléndez 2004)

- Una placa es un trozo de litosfera que engloba corteza y una porción del manto superior. Tiene un comportamiento rígido, mientras que la astenosfera, capa situada por debajo, lo tiene plástico. Las corrientes de convección que existen en esta última capa, entre otros factores, mueven a las placas litosféricas situadas encima. A la derecha tienes un corte esquemático de la estructura interna de la Tierra. En él se diferencian del centro hacia la periferia las siguientes capas: núcleo interno, núcleo externo, manto inferior, astenosfera y litosfera, compuesta esta a su vez por corteza continental y corteza oceánica.

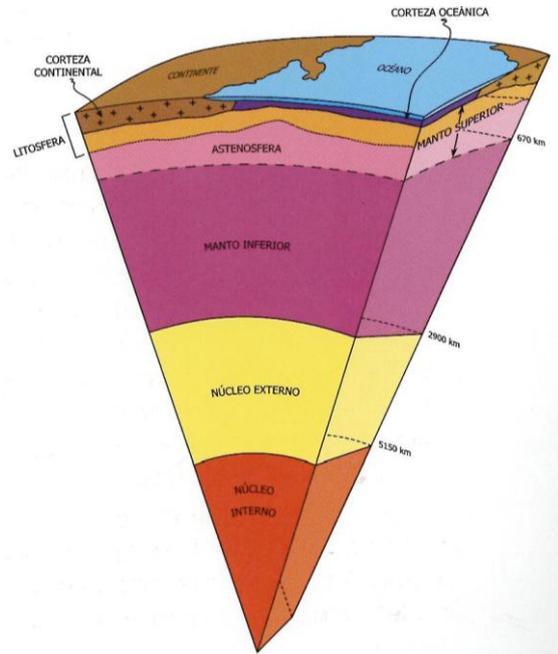


Fig. 5.

Pues bien, después de estos conceptos básicos, es momento de centrarnos en el área que nos ocupa: Ubrique, Villaluenga del Rosario y alrededores.

Nada más comenzar la jornada, en la primera parada del Geolodía 14, situada por debajo de la gasolinera de Las Cumbres de Ubrique, observarás un relieve calizo imponente, al E y NE, sin embargo, quizás no percibas que las rocas que pisas no son las mismas, vamos, que son completamente distintas (arcillas, margas y areniscas). Las primeras pertenecen al subbético de las zonas externas de la Cordillera Bética y las segundas, al Flysch de Ubrique, perteneciente

al Flysch del Surco de Gibraltar o Complejo del Campo de Gibraltar. ¡No te pierdas con tantos nombres nuevos que el siguiente dibujo te lo aclarará! (Nos encontramos donde se coloca la flecha).

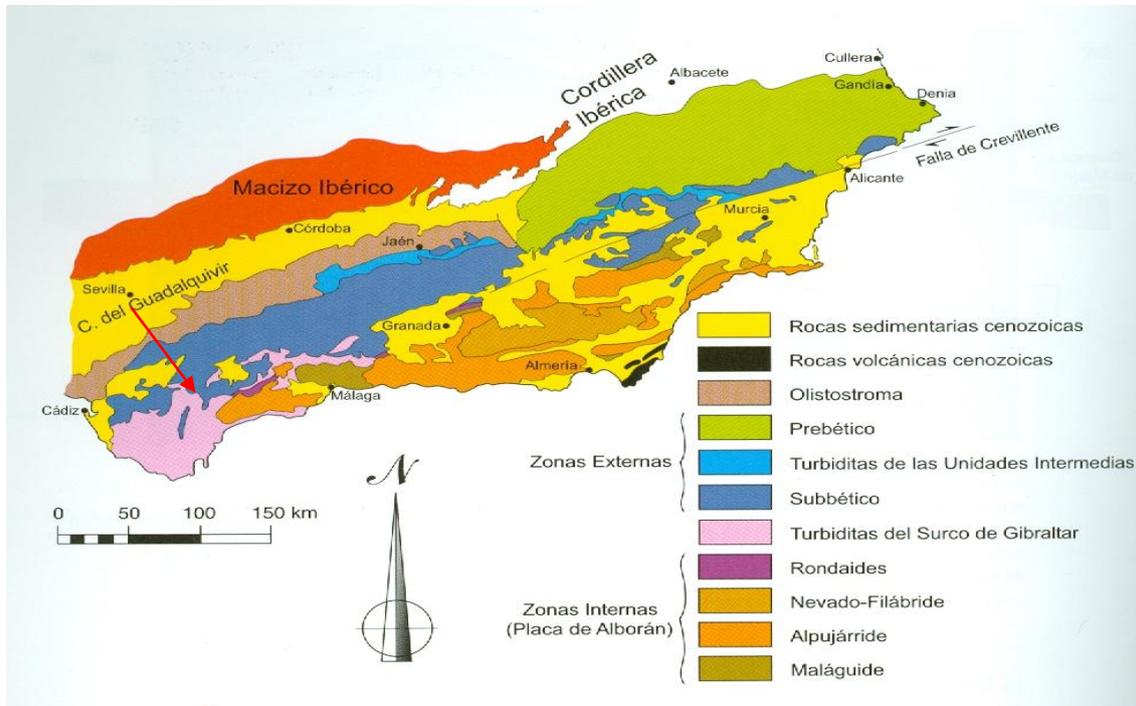


Fig. 6. Geología de las cordilleras Béticas. Principales dominios (Meléndez 2004)

¿Y por qué la Cordillera Bética está dividida en esas zonas? Las zonas internas representan a groso modo la placa de Alborán que colisiona con la placa Ibérica, mientras que las zonas externas son los relieves generados por el choque entre ambas placas constituidos por rocas que se formaron en el fondo del mar que las separaba. Lo visualizamos en los siguientes dibujos: en perfil y en planta.

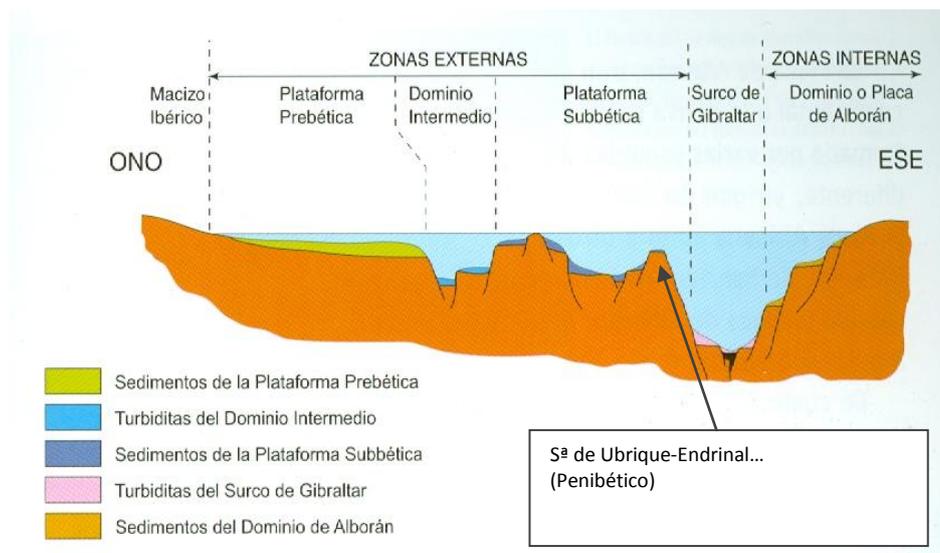
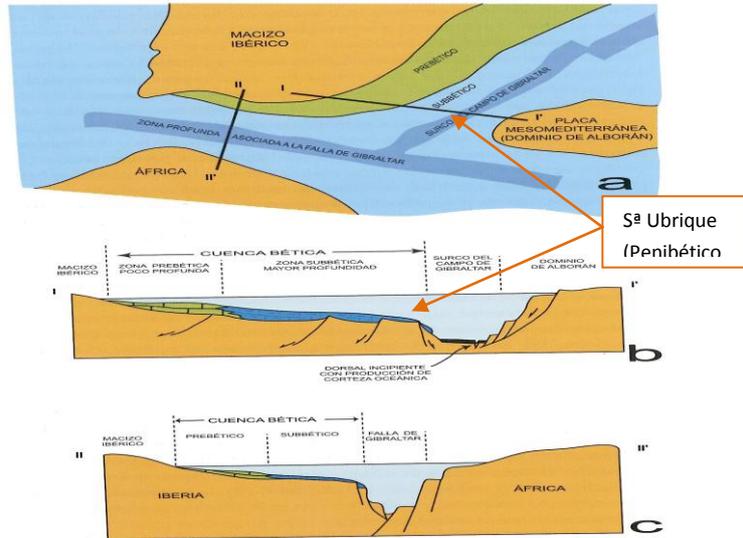


Fig. 7. Esquema de las zonas de depósito de los principales dominios béticos (Meléndez 2004)



Fi. 8. Esquema paleogeográfico de la sedimentación preorogénica (Meléndez 2004)

Como puedes deducir en los dos dibujos, en la cuenca Bética o fondo del mar, se distinguen dos zonas o dominios paleogeográficos en función de su proximidad a las costas de lo que era la Península Ibérica: el prebético y el subbético, y muy próximo a ella, una zona muy profunda llamada surco de Gibraltar.

En el dibujo "b" y "c" se visualiza en perfil las placas y el mar con sus sedimentos y rocas. En el dibujo "a" se observa como el macizo o placa ibérica tiene la placa de Alborán (situada unos 200 km al SE) y la placa africana al S. Entre medio de ellas existía un mar en cuyo fondo se habían estado depositando durante muchos millones de años (más de 200) sedimentos marinos. En el caso concreto del subbético más interno de la cuenca o penibético se depositaron las rocas de la fig. 9 y en el surco de Gibraltar las de la fig. 10:

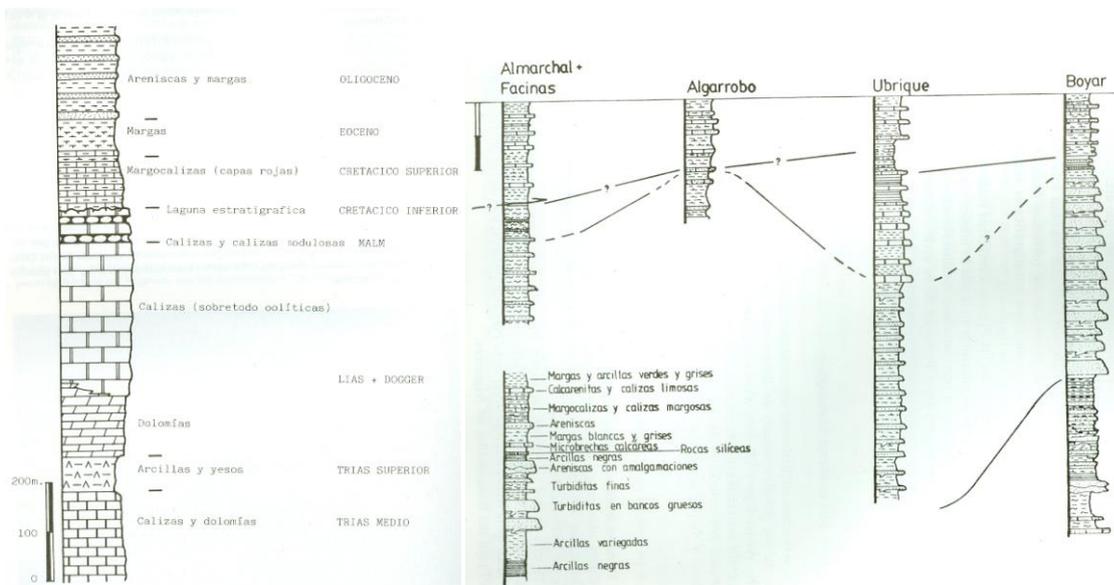


Fig. 9. Serie estratigráfica penibética Fig.10. Serie estratigráfica unidades campo de Gibraltar (Gutiérrez Mas et al. 1991).

Los movimientos muy lentos de la placa Africana desde hace 70 millones de años (m.a.) y la de Alborán desde hace 35 m.a. hacia Iberia, provocó la formación de la cordillera Bética. Ambas actúan, pero especialmente la de Alborán como un buldócer, comprimiendo, rompiendo, plegando y apilando fragmentos de grandes masas de rocas (formadas en el mar que las separaba) que deslizan unas sobre otras en lo que los geólogos llamamos cabalgamientos o mantos de corrimiento.

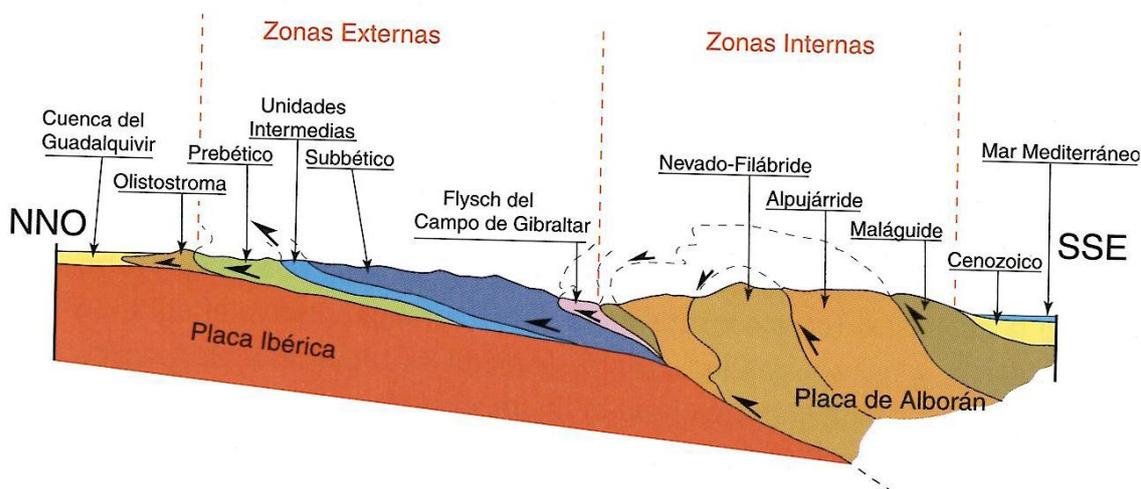


Fig. 11. Modelo de emplazamiento de los mantos de las Cordilleras Béticas. (Meléndez 2004)

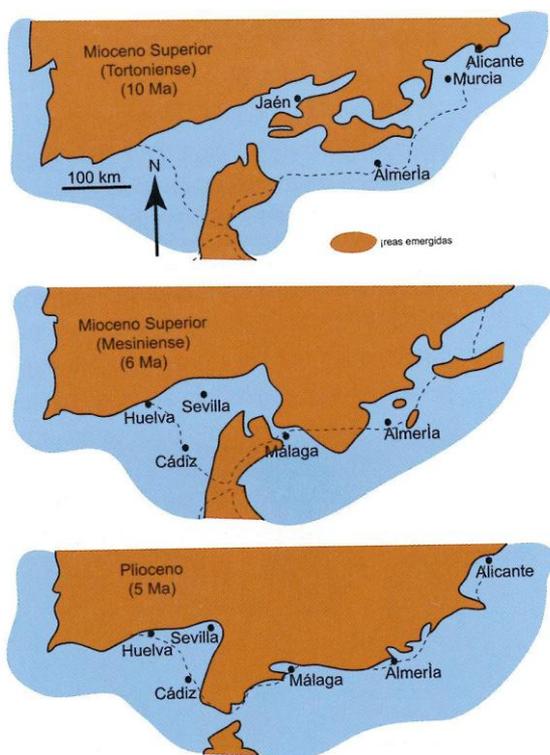


Fig. 12. Paleogeografía en el Mioceno y Plioceno de las Béticas (Meléndez 2004)

Como consecuencia del empuje de las rocas marinas, los relieves de la Cordillera Bética van surgiendo y cogiendo altura, como puede apreciarse en esta secuencia de dibujos.

En estos relieves se desarrolla un paisaje típicamente kárstico, sin drenaje superficial, en el que la caliza y el agua dan formas superficiales como lapiazes, marmitas de gigante, dolinas, poljes (como los Llanos de Libar y la Manga de Villaluenga) ; y formas endokársticas como sumidero o sima (como en Villaluenga, Republicano o Pozuelo), cañones, cuevas (como la del Gato, Cao, Berruco, Pileta...), surgencias o manantiales (los tres de Ubrique: Benafelix, Rodezno y Algarrobal, el Hondón, etc.). Casi todos estos rasgos los veremos durante la jornada.

También se verá en el Geolodía que estos relieves calizos de paredes verticales, extraplomadas en algunos casos (como en la Cruz del Tajo de Ubrique) y con una intensa fracturación, constituye un riesgo geológico que es necesario abordar por seguridad ciudadana. El desprendimiento muy visible ocurrido en diciembre de 2002 cerca de Ubrique, que estuvo muy cerca de provocar daños humanos y materiales, creó alarma social y, por ende, actuación política, y puso de manifiesto la presencia de este peligro para los ubriqueños.



Fig. 13. Zona de desprendimiento de rocas. Ubrique

Estas sierras calizas también constituyen auténticos esponjas que permiten la entrada de aguas pluviales y superficiales, la disolución indirecta de la caliza, pasando por bicarbonatos, mediante su reacción con el agua en presencia de CO_2 , y, posteriormente, ocasionan precipitaciones de CO_3Ca en el interior de cuevas y galerías, antes de que se produzca su salida a través de manantiales y sondeos de captación de aguas subterráneas. El asentamiento de la sierra de Ubrique y del pueblo sobre un terreno impermeable constituido por arcillas (véase la columna de arriba) explicaría la salida natural de sus aguas subterráneas. Otros pueblos de la sierra, como Villaluenga del Rosario, no han tenido la misma suerte pero su ingenio ha permitido captar y conducir las aguas subterráneas a través de su qanat.

Si dejamos de lado las rocas carbonatadas y nos centramos en las arcillas, margas y areniscas del Flysch de Ubrique (que ocupa el paraje conocido por Los Olivares, el Rano y que llega hasta la entrada de la Manga de Villaluenga), su estructura o la disposición de sus estratos desvelan el proceso y el ambiente sedimentario donde se formaron, y su litología; el lugar de procedencia de los sedimentos: corrientes de turbidez desarrolladas en los taludes continentales de la placa de Alborán que generan unos depósitos, llamados turbiditas, en el surco profundo del campo de Gibraltar.

Debido al carácter impermeable que presentan estos materiales en algunas zonas, permite la aparición y desarrollo de aguas superficiales (arroyos y ríos). En el caso de Ubrique constituyen la cuenca impermeable del arroyo seco (río que atraviesa el pueblo), que al juntar sus aguas tras fuertes temporales con las de los manantiales de Ubrique y con las escorrentías del cerro de Los Olivares, constituyen una periódica amenaza para la población, debido a las inundaciones que provoca.

La presencia de las arcillas expansivas y de materiales coluviales en estos terrenos, también será tema de debate en el Geolodía por el riesgo geológico que suponen para las obras civiles lineales, viviendas, etc. En Ubrique, tenemos varios ejemplos de construcciones situadas sobre estos terrenos, como en las cercanías a la calle Calzada, aunque quizás el más espectacular sea el deslizamiento de la ladera del antiguo campo de fútbol.

2ª Parada. Riesgos geológicos: Movimientos de ladera.

En zonas de topografía abrupta, como suelen ser los paisajes de la Sierra de Cádiz, son frecuentes los fenómenos de inestabilidad asociados a movimientos de ladera.

En función del tipo de materiales que constituyan el sustrato de la ladera, se producirá un tipo de movimiento u otro. En el entorno de Ubrique encontramos materiales rocosos eminentemente calizos (asociados a los materiales Jurásicos del Subbético), aunque también podemos encontrar areniscas (asociadas a los materiales Terciarios del Flysch) junto con materiales tipo suelo, como pueden ser arcillas y margas. Los movimientos más frecuentes suelen ser deslizamientos rotacionales, flujos y desprendimientos o caídas de bloques rocosos:

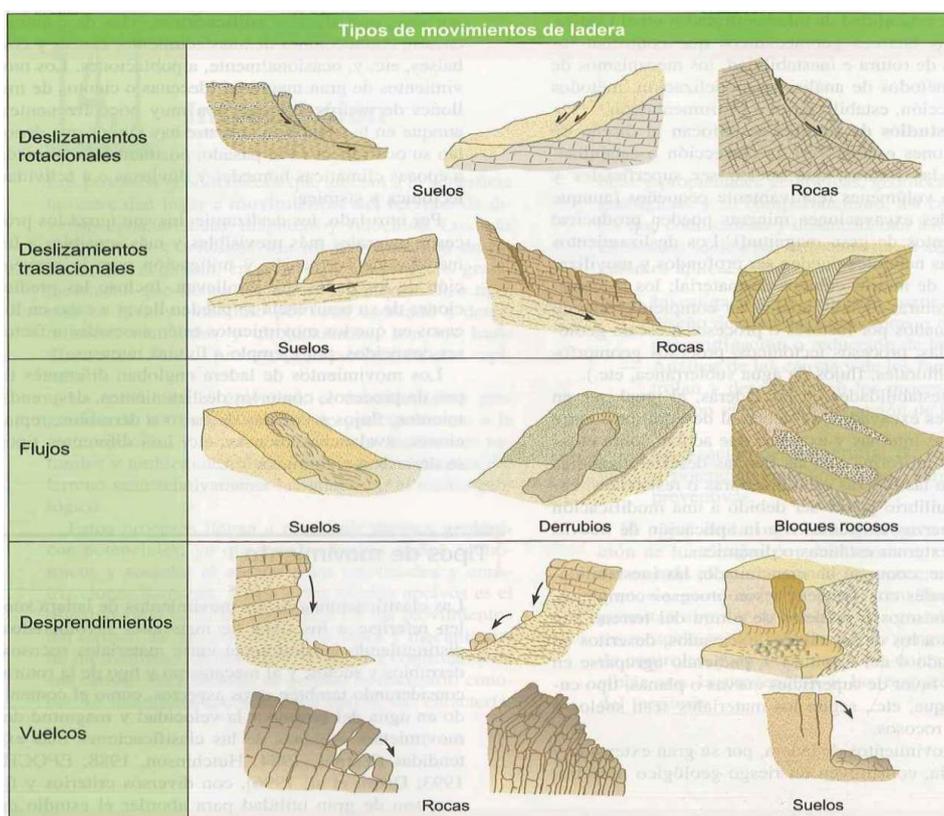


Fig. 14. Clasificación de los movimientos de ladera (González de Vallejo, 2.002)

Al pie de las laderas, y asociados tanto a materiales rocosos como de tipo suelo, se originan un tipo de materiales denominados COLUVIALES. Estos materiales son depósitos que se generan en las zonas bajas de las laderas asociados a la caída de materiales desde zonas topográficamente más altas debido a la acción de la gravedad.

Debido al proceso que los origina, los materiales coluviales suelen estar formados por una mezcla de arcilla y arena con una proporción variable de grava, pudiendo reconocerse también bolos y bloques rocosos que en ocasiones tienen dimensiones métricas.

A continuación se presenta un Perfil Geotécnico de una ladera en el entorno de Ubrique, en la zona de "Cerro Mulera", donde se aprecia un sustrato formado por una alternancia de margas y calizas tapizado por materiales coluviales.

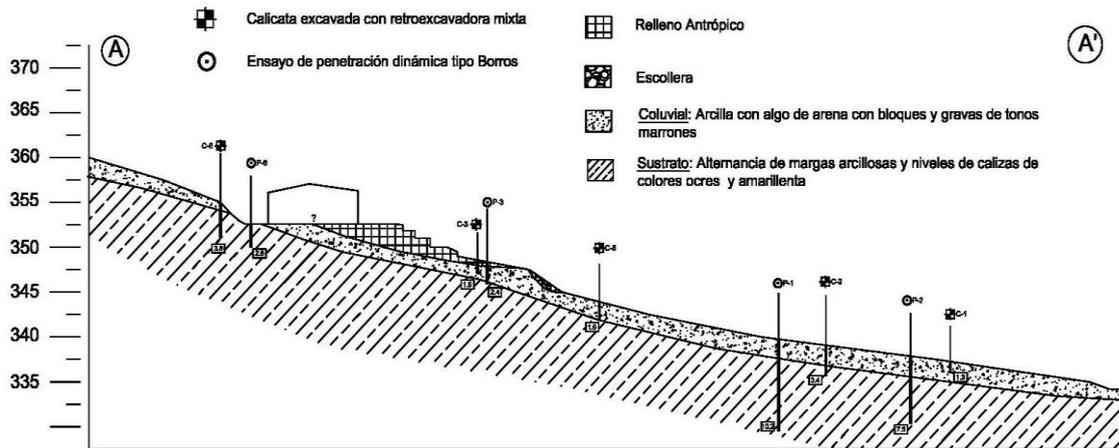


Fig. 15. Perfil Geotécnico de una ladera en la zona de Ubrique. (Arcottierra S.L.)

Por lo general los materiales coluviales suelen tapizar en la zona materiales arcillo-margosos (prácticamente impermeables) lo que hace que gracias a una estructura granular más abierta, sea a través de los suelos coluviales por los que se genera una circulación de agua superficial.

Es precisamente esa circulación de agua a través de los materiales coluviales la que provoca movimientos en dichos materiales y en consecuencia daños en las construcciones que apoyan en ellas.

A continuación se presentan dos casos de patologías ocurridas en Ubrique asociados a movimientos de ladera en los que la causa de las patologías ha sido la circulación de agua a través de los materiales coluviales:

➤ **Vuelco de muro en calle Practicante Antonio Ríos**

En esta zona se aprecian unas patologías que están afectando al vial y a un muro de contención construido para elevar la rasante y construir el vial. En esta zona de Ubrique el terreno superficial sobre el que se asientan las construcciones y calles son materiales coluviales, que incluyen bloques rocosos métricos.



Fig. 16. Fractura del acerado y pavimento en calle Practicante Antonio Ríos.

Para la construcción del vial fue necesaria la creación de un terraplén a media ladera, rellenando en la zona baja y conteniendo dicho relleno con un muro de hormigón. Debido a la circulación de agua a través de los suelos coluviales, el agua ha saturado los rellenos bajo el vial, y debido a un deficiente drenaje en el muro de contención, el relleno se satura de agua provocando un empuje en el trasdós del muro y el vuelco del mismo, movilizándolo una cuña de terreno en el trasdós que asienta provocando una patología por hundimiento en la calle, como se puede apreciar en la fotografía:

➤ **Asentamiento diferencial en vivienda en calle Calzada:**

En este segundo caso, las patologías se originaron en una vivienda en la calle Calzada que se manifestaron a modo de grietas en los muros de la vivienda y con hundimiento de solerías.



Fig. 17. Grietas en vivienda de calle Calzada. Fig. 18. Grietas en muro y hundimiento de solería.

La causa de la patología se encontraba en un asiento diferencial, debido a que la cimentación de la vivienda apoyaba sobre los materiales coluviales. Tras realizar los ensayos geotécnicos se pudo comprobar como parte de la cimentación apoyaba sobre un gran bloque de roca caliza, mientras que otra parte apoyaba sobre el coluvial arcillo-arenoso.

El comportamiento de la vivienda fue bueno durante años, ya que la misma llevaba bastantes años construida sin patologías, apareciendo los problemas en los periodos de abundantes lluvias ocurridos en los periodos del 2.010 al 2.012.

El problema ha ocurrido debido a la circulación de agua a través de los suelos coluviales, ya que en la franja arcillo-arenosa del coluvial provoca un reblandecimiento o incluso ciclos de hinchamiento/desecación que no se producen en la zona afectada por el bloque calizo, de tal modo que la cimentación que apoya en la franja de arcillas sufre un asentamiento y provoca el agrietamiento de los muros.

3ª Parada. Riesgos por Inundabilidad: Eventos de Inundación del Río Ubrique.

El río Ubrique, afluente del Majaceite, es un río de poca entidad con una longitud aproximada de unos 10 kilómetros, cuyo nacimiento se encuentra al oeste de la Sierra del Caillo en el término municipal de Benaocaz y desemboca en el embalse de los Hurones. En la zona de cabecera dicho río recibe el nombre de Arroyo Seco, pasando a denominarse río Ubrique a su paso por la localidad del mismo nombre.

La cuenca hidrográfica del río se ubica en un entorno caracterizado por una elevada pluviometría, ya que el macizo rocoso que conforma la sierra de Cádiz actúa como una auténtica muralla a los vientos cargados de humedad procedentes del océano Atlántico. Este hecho hace que en esta región, y más concretamente en la sierra de Grazalema, se produzcan intensas lluvias que descargan cantidades de agua superiores a los 2000 mm de media, considerándose la zona más lluviosa de la península ibérica.



Fig. 19. Cuenca Hidrográfica del río Ubrique.

Desde el punto de vista geológico, el área ocupada por la cuenca hidrográfica está constituida en mayor medida por materiales de naturaleza carbonatada, concretamente calizas y dolomías de edad jurásica que dan lugar a las sierras del Caillo, Sierra Alta y el Cerro de los Batanes. Estos materiales permiten la infiltración de cierto volumen de agua de lluvia hacia los acuíferos subyacentes, aunque también generan importantes flujos por escorrentía superficial que pasan a formar parte del agua circulante por el río Ubrique.

También están ampliamente representados materiales que en conjunto son muy impermeables, entre los que destacan arcillas y calizas margosas de edad comprendida entre el Cretácico-Terciario, materiales del flysch de naturaleza arenosa y calizo-margosa de edad Cretácico inferior y superior, así como arcillas versicolores, areniscas y calizas grises del Triásico. Por lo general, estos materiales generan importantes flujos por escorrentía superficial que van a parar al río.

Históricamente el pueblo de Ubrique ha sufrido repetidos eventos de inundación provocados por un lado por la existencia de un cauce natural angosto y poco profundo típico de un funcionamiento en régimen marcadamente estacional; por importantes cantidades de agua aportadas; por la cuenca vertiente y los manantiales Benalfi, Rodezno y Algarrobal entre otros; por construcciones muy cercanas a los márgenes del río; y por último, por un deficiente sistema de alcantarillado.

La acción conjunta de estos factores, unido a grandes tormentas, provocaban indefectiblemente la inundación de las zonas más bajas del pueblo, en especial la Avda. de España, la Plaza de la Estrella y las calles Azorín y Ramón y Cajal.



Fig. 20. Río Ubrique en su estado natural a su paso por la localidad

En un intento por paliar los efectos negativos de las inundaciones, se llevaron a cabo una serie de obras cuyos esfuerzos se concentraban en mejorar los sistemas de evacuación de aguas pluviales, con la sustitución del sistema de alcantarillado, así como aumentar la capacidad de transporte del río, con el encauzamiento del mismo.



Fig. 21. Encauzamiento del río Ubrique. (Fotografía cedida por el Ayuntamiento de Ubrique)

Estas obras surtieron efecto ya que permitieron disminuir la capacidad destructiva de las inundaciones, pero no consiguieron eliminar el problema por completo.



Fig. 22. Inundación en la Avenida de España.



Fig. 23. Río Ubrique y Calle Azorín inundada.

Con el fin de minimizar y/o eliminar la problemática derivada de las inundaciones, se realizan, por parte de geólogos e ingenieros, estudios de inundabilidad cuya finalidad es conocer las zonas que quedarían inundadas a causa del desbordamiento de ríos, aguas no drenadas por los sistemas de alcantarillado, etc, debido a la actuación de grandes eventos de tormenta. A partir de los resultados obtenidos se proponen una serie de medidas que permitan conseguir este objetivo, como por ejemplo:

- Encauzamiento de ríos.
- Diseño y construcción de sistemas de alcantarillado que sean capaces de evacuar gran parte de las aguas pluviales.
- Soterramiento del cauce del río.
- Construcción de estanques de tormenta, que permitan almacenar parte del agua de lluvia y disminuir así el caudal de agua transportada por el río.

4ª Parada. Aguas subterráneas *(ver en la Geología adjunta)*

5ª Parada. El qanat de Villaluenga del Rosario. Un sistema histórico de captación y conducción hidráulica.

En Villaluenga del Rosario vamos a conocer una estructura de conducción de agua. Se trata de un *qanat* o acueducto subterráneo (Pérez, 2010), que es un tipo de obra de ingeniería hidráulica característica de la cultura material andalusí, procedente del Oriente Medio y del que existen más ejemplos a lo largo de la península Ibérica, con orígenes en el periodo medieval islámico o posteriores. La parte visible de esta estructura, en uso hasta bien entrado el siglo XX, son los registros o pozos cubiertos (*qubba* o alcubillas), cuya alineación sobre el terreno va marcando el trazado de la conducción subterránea por la que discurría el agua, captada en un nivel freático y llevada por gravedad hasta la población o los campos de cultivo.

Qanat es una palabra árabe que designa galerías drenantes, túneles subterráneos artificiales destinados a captar las aguas de una capa freática y conducirla. A lo largo de su recorrido el *qanat* tiene una serie de pozos de profundidades variables según la orografía. A la salida de la galería o túnel podía existir un depósito o alberca terminal desde la que el agua era distribuida mediante acequias (Pavón, 1990: 185), o bien recogerse en una fuente como es el caso de Villaluenga. Así pues, los *qanats* no sirven para captar aguas superficiales y conducirlas subterráneamente para evitar la evaporación, ni su característica principal es la mera alineación de pozos, aunque éste sea su aspecto visible sobre el terreno, sino la perforación de una galería subterránea, dotada de pozos (a veces llamados lumbreras), que permite la conducción del agua de una capa freática (Goblot, 1979: 25-27).

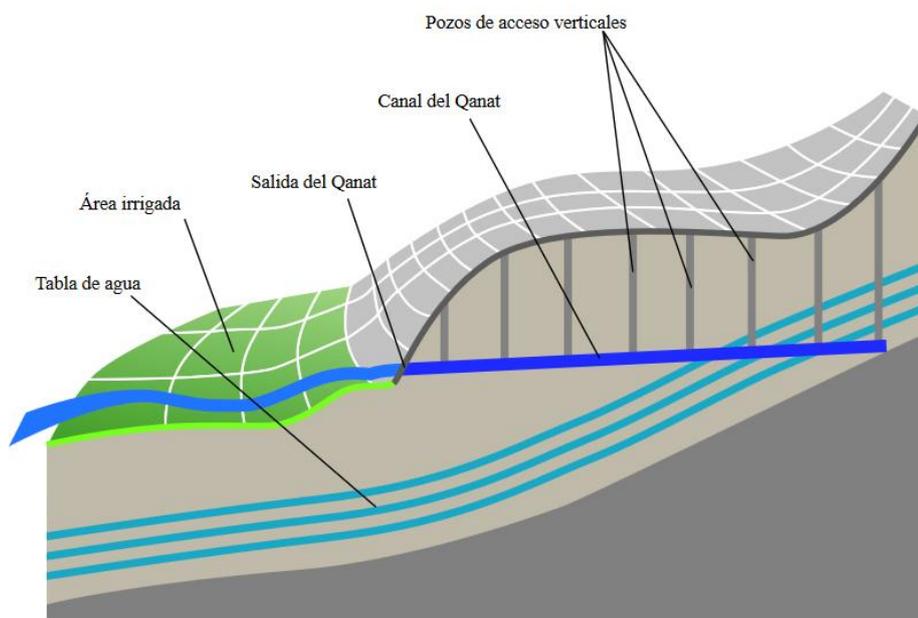


Fig. 24. Esquema de la estructura y funcionamiento de un qanat (Wikimedia Commons)

Las galerías drenantes subterráneas son muy propias de las regiones desérticas y ya eran conocidas en la Arabia antigua (Goblot, 1979: 19). También es una técnica empleada en la meseta del Irán (Jorasán y Nisapur), bajo los abbasíes, según el testimonio, del siglo XI, de al-Karayi (Vernet y Catalá, 1970: 69-91), autor de un *Tratado de exploración de aguas subterráneas (Kitab inbat al-miyah al-jafiyya)*. En el Occidente islámico, los *qanats* aparecen en Túnez bajo los aglabíes, en el siglo IX (Goblot, 1979: 121-122). En al-Andalus abundaron estas estructuras. A veces se pueden rastrear a través de la toponimia, relacionándolos con los *Qanit* que derivaron en Canet y Cañete (Barceló, 1983: 14-18), por ejemplo Cañete la Real (Málaga), Cañete de las Torres (Córdoba) y el *Qanit* de Esporles (isla de Mallorca). Es interesante el *qanat* descrito en el relato del asedio a Alange (Badajoz) por el emir Muhammad (873-874) en el *Muqtabis* de Ibn Hayyan, construido por los sitiados para abastecerse de agua. También se conocen desde antiguo los de Medina Elvira (Atarfe, Granada): “Pozos alineados, formando calles, que se estienden [sic] desde los Baños hasta el Atarfe”, (...) “Acueducto subterráneo que atraviesa dicho cementerio y se dirige á la ciudad” (Oliver y Oliver, 1875: 617-618). Hay más ejemplos documentados en Gibraltar, Huelva, Sevilla, Córdoba, Vélez-Málaga, Baza (Granada), Jaén, Guadalupe (Cáceres), Ocaña (Toledo), Madrid, Guadalajara y Mallorca, entre otros.

El acueducto o *qanat* de Villaluenga recorre aproximadamente un kilómetro, desde las faldas de la sierra Peralto, en paralelo al arroyo Albarrán (que desagua por el sumidero de la Sima de Villaluenga), hasta llegar al núcleo urbano, donde finaliza en la fuente pública de la que se abastecía la población. En los últimos metros se convierte en una acequia elevada sobre fábrica de mampostería, que nivela las irregularidades del sustrato de rocas calizas sobre el que se asienta. La zona de captación es conocida como La Mina, coincidiendo este topónimo y el del arroyo con el de otro *qanat* estudiado en Baza (Granada), que captaba las aguas de una zona también llamada Mina del Albarrán (García-Pulido y Caballero, 2014: 162). “Albarrán o albarrá” procede probablemente de *albarrada*, derivada del árabe andalusí *albarráda*, y esta del árabe clásico *barradah*; literalmente “refrescadora” (DRAE).



Fig. 25. Ortoimagen con indicación de la situación de los pozos del qanat y la fuente terminal (Elaboración: Manuel Ramírez y Alejandro Pérez).

Las partes emergentes del *qanat* son, además de ese tramo final, 4 pozos de mayor tamaño y 16 pozos menores. Los mayores son *qubbas* o alcubillas, estructuras prismáticas de planta octogonal, cubiertas con bóveda esquifada, construidas originalmente en ladrillo. Los lados miden 3 m. La altura total es de 8 m, repartidos entre un zócalo de 0,5 m, un paramento liso de 4,5 m y la cúpula, de 3 m.

Cada pozo tiene un vano adintelado con despiece de dovelas de ladrillo en uno de sus lados. Uno de los pozos tiene dos lados más largos, de 6 m. Los pozos pequeños son construcciones prismáticas cuadrangulares, de 2 m de lado y otros 2 de altura. Se cubren con bóvedas de medio cañón de ladrillo.

Al ser los muros perimetrales más gruesos que la bóveda, ésta queda algo retranqueada, creándose una contracurva en los laterales. Los pozos están distribuidos en tramos de unos 40-60 m.



Fig. 26. Pozos del qanat de Villaluenga



Fig. 27. Uno de los pozos mayores

Este *qanat* ha sido utilizado durante siglos, como evidencian los frecuentes arreglos que presentan los pozos, a veces en mampostería, con enlucidos o incluso con ladrillos industriales de terracota del siglo XX.

¿Por qué se construyen estas estructuras hidráulicas en Villaluenga?

El pueblo se sitúa en un terreno elevado (por encima de los 800 msnm) de tipo kárstico, muy permeable, que recibe una alta pluviosidad, de las mayores de la península Ibérica, vertiendo sus aguas tanto a la cuenca mediterránea (río Guadiaro a través de su afluente el Gaduares que nace cerca de la cabecera del *qanat*, llamado aquí arroyo de Campobuche) como a la atlántica (río Guadalete, por el arroyo Albarrán y la Sima de Villaluenga que comunica sus filtraciones con el manantial de El Algarrobal, en Ubrique).

Otras localidades del entorno se sitúan junto a manantiales o cursos fluviales, pero Villaluenga carece de los mismos, siendo necesaria la captación de esa agua que abunda pero fluye rápidamente hacia otros lugares.

6ª Parada. Sistema Villaluenga-Alta Ruta-La Raja. Espeleología en el interior de un sistema kárstico.

Berni Orihuela Gallardo, Coordinador del Proyecto de Exploración VR, desarrollado por el Grupo de Montaña Alta Ruta desde el 2007 al 2014, nos cuenta como se ha ido llevando a cabo, qué es la espeleología y la relación del sistema explorado con la geología.

La Espeleología es la ciencia que estudia el origen y la formación de las cavernas y las cavidades subterráneas naturales, así como su flora y su fauna.

Su práctica se basa en investigar, topografiar y catalogar todo tipo de descubrimientos subterráneos. Esto implica que la espeleología sea una ciencia en la que se hallan implicadas varias otras: la formación y las características de las cavidades interesan a los geógrafos y geólogos; los cursos de agua subterráneos a los hidrogeólogos; la fauna a los zoólogos; los vestigios del hombre prehistórico a los antropólogos y arqueólogos y de los fósiles de animales a los paleontólogos, etc.

La espeleología oferta multitud de atractivos, tanto lúdicos como científicos a diversos niveles, lo que hace de esta una actividad muy completa siendo representada en la actualidad dentro de una federación deportiva.



Fig. 28. Club de la Comedia (D. Mendoza)



Fig. 29. Tras 1er Sifón (foto Diego Mendoza)

Sistema Villaluenga-Alta Ruta-La Raja... "Explorando un Sueño". La Sierra Gaditana cuenta con un gran potencial para la espeleología. Su naturaleza caliza la dota de un incalculable valor en lo que se refiere a formación de cavidades.

A continuación se describen los trabajos realizados por el Grupo de Montaña ALTA RUTA de Jerez de la Fra. en uno de los Sistemas más emblemáticos de nuestra provincia. Estos trabajos cuentan los últimos capítulos de una de las historias más apasionantes de la espeleología andaluza. Una historia inacabada que comenzó en los años 50 con el primer descenso de la Sima de Villaluenga con un torno manual y que sigue deparando sorpresas en la actualidad. El sistema cuenta actualmente con CUATRO entradas conocidas: La Raja, Alta Ruta, Villaluenga y Maki. El desarrollo total topografiado del mismo es de 3.651mts, y el desnivel asciende a los - 237mts.



Fig. 30. Cartografía en planta del sistema

Proyecto VR. En septiembre de 2007, el Grupo Alta Ruta de Jerez inicia un proyecto de localización y topografía de las cavidades de Villaluenga. La Sima de la Raja era una de las simas a trabajar.

Esta era una Sima olvidada, poco o nada referenciada, cuya boca estaba totalmente oculta entre zarzas. Tras un campeonato de travesía en la zona, tomamos las referencias y entramos con la sensación de estar explorando por primera vez aquello. Se topografía y explora la Sima de La Raja llegando a conectar con la anterior punta de exploración. Se descubre un paso infranqueable que delata el potencial de la sima... una importante corriente de aire sale por aquella pequeña oquedad...

Se logra abrir el paso infranqueable (gatera Chocolate y Yo Churro) tras nueve jornadas de desobstrucción, situado tras 120mts de desarrollo y accediendo a un nuevo sistema de galerías.

De SIMA a SISTEMA. Tras superar esta gatera se descubre la Sala Carmela y otras tantas galerías interesantes intercaladas por pasos estrechos llegando a la profundidad de 100mts donde nos topamos con un arroyo seco que se activa cuando llueve (Galería de la Lucerita). Se explora una galería ascendente que nos abre un sistema de galerías independientes a lo que traíamos. La búsqueda del origen del aire continúa y este es su camino.

Localizamos más de 30 incógnitas, ascendentes y descendentes, que nos llevan a descubrir sectores de importancia como el del Pozo del Maestro (P-45), La Sala Salvador Jiménez, las galerías del Chamán y la galería de la Chorra. En este último se localizan huesos calcificados en las formaciones. Tras topografiar la galería nos sitúa a cota 0 en referencia a la Sima de la Raja.

En 2008 se localiza la Sima Alta Ruta y comienzan los trabajos desde aquí, consiguiendo la conexión de ambas simas en febrero de 2010 tras 16 jornadas de trabajo. La topografía, el sistema de radiobaliza, un grupo electrógeno... fueron algunos elementos determinantes en la apertura de esta nueva sima. Los Huesos vuelven a aparecer...

Villaluenga se suma al sistema. Tres meses después, con más de 1.400mts. topografiados descubrimos un pozo de unos 20mts. (Pozo del Palmerita) que nos conectan con otro sector nuevo. El aire de uno de los ramales es evidente. Tras lograr pasar el bautizado como Paso de Lucía se descubre el Pozo del Pantaleón (P-35) y con él la conexión con Sima de Villaluenga.

Tras el 1º Campamento de Exploración organizado en julio del mismo año por este grupo y donde colaboraron numerosos clubes andaluces, se publica la primera topografía del sistema interconectando las tres simas y superando los 2000mts. de galerías.

Tomamos el relevo del gran reto: Retomamos la historia de la punta de exploración de la Sima Villaluenga. En septiembre de 2010, sin espeleobuceadores, acometemos la tarea de superar el primer sifón de Villaluenga. Conseguimos nuestro objetivo remontando el agua y vaciando el sifón. Tras este, localizamos varias incógnitas entre ambos sifones y comprobamos que los trabajos realizados durante los 3 años anteriores han mejorado la aireación de las galerías localizadas entre ambos sifones siendo perfectamente respirables.

1 paso más en la exploración. El 18 abril de 2011 miembros de GM Alta Ruta superan parte del 2º sifón de Villaluenga prosiguiendo la exploración por un pozo ascendente (el Choto Macho P-18) que termina retornando a la Sala de las Lombrices. En esta zona vuelven a aparecer los problemas con el aire. En 2013 superamos el segundo sifón tras una zona colapsada de grava y dando a un nuevo sector de galerías pero que presenta problemas de aireación. Actualmente continuamos con los trabajos y estudios para intentar superar y avanzar en este sector.

Sima Maki: gestando una nueva cavidad. En 2011 en el sector del Chamán se superan los 2 sifones de dichas galerías llegando a un impenetrable y delicado caos de bloques ascendente donde la corriente de aire bastante apreciable. Logramos superarlo situándonos en la base de un pozo de unos 60mts. (Pozo López Maqueda). Tras escalarlo encontramos una serie de galerías (Secreto de Eva, Sala del Platillo Volante...) que nos hacen superar la cota 0 unos 30mts y donde encontramos evidencias de situarnos muy cerca de la calle: raíces, arañas...



Fig. 31. Abriendo boca en sima Maki



Fig. 32. Sima Maki. (foto Marta Moya)

Tras realizar prospecciones por el exterior haciendo uso de la topografía y finalmente de la valiosa ayuda del sistema Radiobaliza, situamos la punta de exploración en el exterior

localizando varias fracturas con posibilidades de conexión. El 8 de diciembre de 2012, tras seis jornadas de desobstrucción, se logra conectar el exterior con este sector viendo la luz por primera vez Sima Maki.

Potencial de la zona. Geología y morfología: Datos obtenidos e hipótesis más relevantes. El funcionamiento kárstico de la zona también es un misterio que ha acompañado desde siempre este lugar. La zona donde se desarrolla este sistema está dominada por un valle conocido como Manga de Villaluenga. Esta es una de las zonas donde se recogen los mayores registros de precipitaciones de la provincia pero curiosamente no existen arroyos que la recorran. Esto, sumado a una prueba de coloración con fluoresceína realizada en las aguas de la Sima de Villaluenga en los años 50, corroboran que bajo este gran paquete calizo debe existir un gran complejo de galerías subterráneas que canalicen este agua (aproximadamente 7km. de distancia y 600 mts de desnivel entre el origen de la coloración y la surgencia de la misma en los manantiales de Ubrique). Hasta el inicio de las exploraciones de 2007 estos han sido los únicos datos conocidos. Esto ha marcado un hándicap importante a la hora de dar sentido al funcionamiento del complejo kárstico ya que la dirección por donde discurre el agua en la Sima de Villaluenga se aleja completamente del sinclinal del valle contradiciendo de esta forma los patrones básicos del funcionamiento geológico. Este hecho sigue siendo un enigma a resolver.

La respuesta a dicha contrariedad comienza a dilucidarse gracias a los datos obtenidos en las simas Alta Ruta, Maki y La Raja. Varios sectores de galerías activas de estas simas se desarrollan abriéndose paso entre las líneas de los estratos, dirigiéndose y orientándose hacia el sinclinal del valle (dando lógica al funcionamiento geológico del lugar). El motivo de estos desarrollos opuestos responde a que gran parte del entramado de galerías del Sistema corresponde a un periodo anterior al del Cañón de Villaluenga y la Sima de Villaluenga, los cuales cortaron estas galerías interconectándose y convirtiéndose el Cañón y la Sima de Villaluenga en el sumidero principal y más aparente. Siendo conocedores de estos datos, se obtienen las pruebas que refuerzan la hipótesis de que realmente existe una red de galerías (similares a las que forman las simas Alta Ruta, La Raja y Maki) que abarcan toda la Manga y que tienden a dirigir sus aguas a un gran colector o río principal, el cual, recorrería toda la Manga en dirección a los manantiales de Ubrique.



Fig. 33. El sistema en el contexto de la Manga de Villaluenga y Ubrique

Esto ha vuelto a ser una incógnita, los últimos datos obtenidos refuerzan la hipótesis de que el agua que recorre la Sima de Villaluenga no tiene por qué ser la misma que la del arroyo de La Raja, inaccesible en la zona de la Galería de la Lucerita.

En esta idea, el agua que recoge las galerías de algunos sectores de Alta Ruta, La Raja y Maki pueden dirigirse al supuesto colector de la Manga mientras que el agua de Villaluenga descienda por otro lugar desembocando en Ubrique. Solo el tiempo y el esfuerzo de los exploradores podrán resolver el secreto que todavía guarda este valle en su interior.



Fig. 34. Cartografía en alzado del sistema Villaluenga-Alta Ruta-La Raja y sima Maki

Proyecto VR: Proyecto, ilusiones y sueños más vivos que nunca. Tras 6 años de exploración bajo la base de un proyecto sólido y ambicioso... afrontado con una metodología de trabajo en equipo, organizado y sistemático han sido muchos los logros conseguidos pero aún quedan una gran cantidad de enigmas por descubrir.

Datos interesantes de nuestra exploración:

Nº de Entradas: 150

Espeleólogos implicados: 73

Grupos colaboradores: 16 grupos: Alta Ruta, GIEX, Plutón, GES de la SEM, GEAG, Grupo de Espeleólogos Velezanos, URU de Huelva, SESEA, GESUB, GES Escarpe, GEC, GES de Málaga, OTXOA, La Vereja, Amadablan y Maikenake.

Nº jornadas: 650

Metros topografiados: 3.651mts. (en 732 estaciones)

Metros descubiertos previos al proyecto VR (Según topografías): 700mts. aprox.

Metros descubiertos durante el proyecto VR (según topografías): 2.951mts. aprox.

Más de 4.000 archivos de fotos y videos.

Agradecimientos:

Este proyecto no sería lo que es ni habría conseguido los logros expuestos sin la incalculable ayuda y colaboración de los numerosos compañeros y compañeras de los grupos de espeleología mencionados anteriormente. Exploradores de cepa que no han dudado en llenarse el mono de barro para arrimar el hombro en esta apasionante aventura. Del mismo modo han apoyado y colaborado en esta exploración: la FAE a través de su programa Andalucía Explora y Rectificados Corega. Especial agradecimiento a nuestro actual y más fiel patrocinador TITANION... son ya tres años apoyando la espeleología andaluza a través de esta exploración.

Bibliografía

Barceló, M., 1983: "Qanat(s) a al-Andalus", Documents d'Análisi Geogràfica, 2, pp. 3-22.

García-Pulido, L.J., Caballero Cobos, A., 2014: "El empleo de qanat-s en un medio semiárido: el caso de Baza (Granada) y su entorno", en López Ballesta, J.M. (coord.), Phicaria. II Encuentros Internacionales del Mediterráneo. Uso y Gestión de Recursos Naturales en Medios Semiáridos del Ámbito Mediterráneo, Mazarrón, Universidad Popular-Ayuntamiento de Mazarrón, pp. 143-163.

Goblot, H., 1979: Les qanats. Une technique d'acquisition de l'eau. Paris, Mouton.

González de Vallejo Luis I., Ferrer Mercedes, Ortuño Luis y Oteo Carlos. 2002. Ingeniería Geológica. Ed. Pearson Educación.

Gutiérrez Más, J.M.; Martín Algarra, A.; Domínguez Bella, S. y Moral Cardona, J.P. 1991. Introducción a la Geología de la Provincia de Cádiz. Servicio de Publicaciones de la UCA. 315 pp.

hidrologia.usal.es/hidrologia.htm

TGME. 1990. Mapa Geológico de España E. 1:50.000 Hoja 1050. Ubrique. 54 pp.

Meléndez, I (2004). Geología de España. Una historia de seiscientos millones de años. Ed. Rueda

Nanía, Leonardo S. y Gómez Valentín, Manuel. (2006). Ingeniería Hidrológica 2ª Edición Grupo Editorial Universitario.

Oliver Hurtado, J., Oliver Hurtado, M., 1875: Granada y sus monumentos árabes. Málaga, Imprenta de M. Oliver Navarro.

Pavón Maldonado, B., 1990: Tratado de arquitectura hispano-musulmana I: Agua. Aljibes, puentes, qanats, acueductos, jardines, ruedas hidráulicas, baños, corachas. Madrid, CSIC.

Pérez Ordóñez, A., 2010: "Infraestructuras hidráulicas andalusíes en la Sierra de Cádiz: el qanat de Villaluenga del Rosario", Papeles de Historia, 6, pp. 145-164.

Ven Te Chow; Maidment, D.R. y Mays L.W. (1994). Hidrología aplicada. Ed. Mc Graw-Hill.

Vernet, J., Catalá, A., 1970: "Un ingeniero árabe del siglo XI: al-Karayi", Al-Andalus, 35-1, pp. 69-91.

COORDINAN:



geología 14
Cádiz eología

FINANCIAN:

