

NOTAS GEOLÓGICAS SOBRE LA CUEVA DE MALLUETA (MACIZO DE IZARRAITZ, PAÍS VASCO).

Geological notes about Mallueta Cave (Izarraitz massif, Basque Country).



Carlos GALAN; Eric LEROY; Marian NIETO & Carlos OYARZABAL.
Sociedad de Ciencias Aranzadi. Alto de Zorroaga. 20014 San Sebastián - Spain.
E-mail: cegalham@yahoo.es

Febrero 2007.

Notas geológicas sobre la Cueva de Mallueta (Macizo de Izarraitz, País Vasco).

Geological notes about Mallueta Cave (Izarraitz massif, Basque Country).

Carlos GALAN; Eric LEROY; Marian NIETO & Carlos OYARZABAL.

Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Alto de Zorroaga. 20014 San Sebastián - Spain.

E-mail: cegalham@yahoo.es

Febrero de 2007.

RESUMEN.

La zona de Mallueta del macizo de Izarraitz (Gipuzkoa) ha experimentado una intensa karstificación. La cueva de Mallueta posee una intrincada red de galerías, de más de 11 km de desarrollo, que taladra 100 m de desnivel de roca caliza. La mayor parte de la red se ha formado en régimen freático. Se presentan datos y observaciones geológicas acerca de la litología, estructura, morfología y trazado de las galerías. Se propone una hipótesis comprensiva sobre la evolución de la cavidad.

Palabras clave: Espeleología física, hidrogeología, karst, cuevas.

ABSTRACT.

The Mallueta zone in the Izarraitz massif (Gipuzkoa) has experienced an intense karstification. The cave forms an intricate net of galleries, with more than 11 km of development, which drills limestone rocks 100 m depth. Most of the network has been originated in phreatic conditions. We present geological data and observations about the lithology, structure, cave morphology and the tracing of the galleries. We propose a comprehensive hypothesis about the cave evolution.

Key words: Physical speleology, hidrogeology, karst, caves.

INTRODUCCION.

El karst de Mallueta se desarrolla bajo una colina de 220 m de altitud, próxima al valle del río Deba, que se prolonga en una cresta de azimut SE (monte Arbil, 443 m snm; monte Lizarreta, 536 m snm) hasta la proximidad SW de Itziar, en la parte Norte del extenso macizo de Izarraitz (Gipuzkoa), el cual se desarrolla entre los ríos Deba y Urola con una elevación máxima de 1.026 m en el monte Erlo y con una superficie kárstica de 58 km².

Los materiales karstificables del macizo son calizas masivas y margosas del complejo Urgoniano, de edad Cretácico temprano (Aptiense - Albiense). Un estudio geológico general del macizo fue efectuado por HERNANZ (1975). Estudios algo más detallados de sus principales rasgos hidrogeológicos y de espeleología física han sido aportados por GALAN (1988,1992). Datos hidrogeológicos adicionales pueden encontrarse en RAT (1957), IGME (1971), CARRERAS et al. (1987). En el macizo han sido exploradas 273 cavidades, la mayoría de ellas simas de considerable desnivel. Las simas de Aitzbeltz (-279 m) y Mantarregi (-205 m) poseen algunas de las mayores verticales absolutas de Gipuzkoa, con pozos de entrada verticales de 187 y 188 m de caída libre, respectivamente. El mayor desnivel del macizo lo presenta la sima de Maikutxa 3, sucesión de pozos verticales que alcanza -488 m de desnivel. Sin embargo, la mayoría de las cavidades del macizo, aunque profundizan mucho verticalmente, poseen una escasa extensión lateral. Las redes horizontales de galerías son escasas y solo 3 cavidades en el macizo superan 1 km de desarrollo. Las redes más extensas y ramificadas de galerías se encuentran precisamente en la franja más septentrional del macizo, en la proximidad del contacto con los materiales Supraurgonianos (areniscas, limolitas y margas) que constituyen su límite N, y que a su vez es la zona de mayor complejidad litológica y estructural. En ella se encuentran la cueva de Aixa (de 8 km) y la cueva de Mallueta (de 11 km), las de mayor desarrollo del macizo, en la actualidad.

La cueva de Mallueta es conocida desde los años 1950, pero debido al modesto diámetro de sus galerías, trazado laberíntico y obstrucciones por sedimentos, había recibido escasa atención. Tras desobstrucciones de pasos estrechos (en la proximidad de la boca, a 200 m y a 400 m de la misma) su topografía alcanzaba 2 km de desarrollo para 2004. Exploraciones efectuadas en los 1990's por el Grupo Leizarpe (de Mendaro) indicaban que poseía prolongaciones, de varios kilómetros más, pero no existía una topografía del conjunto que lo confirmara. Las exploraciones de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, a lo largo de los dos últimos años, han revisado y retopografiado las zonas previamente conocidas, parte de la red explorada por

Leizarpe y nuevas galerías que no habían recibido visitas previas. Actualmente la red de galerías alcanza más de 11 km (8,5 km topografiados, 3 km explorados y varias continuaciones en curso de exploración). Los trabajos de topografía de la SCA han sido dirigidos por José Ignacio Del Cura y Koldo Sánchez, a quienes agradecemos su valiosa cooperación y aporte de datos. Se estima que en los próximos años pueda aumentar, tal vez considerablemente, el desarrollo topografiado con exactitud.

La cavidad presenta un trazado complejo, con galerías de moderadas dimensiones, entrelazadas por pozos verticales y por galerías tortuosas de pequeño diámetro. Unido al carácter laberíntico de muchas zonas y conductos, ello ralentiza los trabajos de exploración. La red tiene actualmente una extensión en planta de 400 x 200 m, con numerosos niveles horizontales escalonados en un espesor de roca de 100 m de desnivel. Muchas galerías oblicuas y pozos verticales entrelazan unos niveles con otros, resultando una complejidad espacial considerable, en la que a menudo resulta difícil orientarse. Adicionalmente, no ha sido encontrada una red hídrica activa que facilite la comprensión del trazado, ya que se trata de galerías fósiles, de diferentes edades, excavadas en el pasado (en su mayor parte en régimen freático) y que han sido reactivadas parcialmente varias veces.

En el transcurso de cinco salidas de interés bioespeleológico, efectuadas en 2002, 2005 y 2006, hemos podido reunir toda una serie de observaciones y datos, que permiten arrojar algo de luz sobre los principales factores geológicos que controlan el trazado de las galerías y la evolución de la cavidad, aspectos que constituyen el objeto de esta nota, y que serán expuestos en los siguientes apartados.

MATERIAL Y METODOS.

El trabajo se basa en una serie de observaciones y toma de datos en campo, en la cavidad y en superficie, efectuadas en varias salidas en los últimos años. Los datos son puestos en correspondencia con la posición espacial de las galerías, obtenida ésta de las topografías SCA de la cueva. Azimuts y buzamientos han sido medidos con brújula y clinómetro Shunto. Muestras de roca han sido observadas en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon, de 200 aumentos. También han sido analizadas muestras de litología poco usual mediante técnica de Fluorescencia de Rayos X (FRX). Adicionalmente fueran tomadas fotografías para ilustrar algunas características geomorfológicas de la cavidad.

RESULTADOS.

CONTEXTO GENERAL.

En el macizo de Izarraitz se han delimitado 10 unidades hidrogeológicas (3 de ellas desconectadas, situadas en la periferia del macizo). La mayor parte del cuerpo principal del macizo (84% de la superficie de alimentación) drena hacia el valle del Deba, con el drenaje subterráneo organizado en 6 unidades con un dispositivo en paralelo. Las aguas subterráneas se dirigen hacia el cauce del Deba, donde se encuentran las menores cotas topográficas (nivel de base local) y se localizan las principales surgencias (GALAN, 1992).

El macizo calizo posee una potencia máxima de 800 m (IGME, 1971), que disminuye brusca o progresivamente hacia los bordes del mismo. Los materiales calcáreos del complejo Urgoniano están plegados en forma de anticlinorio, con una sucesión de pliegues en paralelo de rumbo NW-SE. Este dispositivo estructural controla las direcciones principales del drenaje, que se complica por la existencia de una red de fallas y cambios litológicos laterales y verticales.

La zona de Mallueta queda incluida en la unidad hidrogeológica más septentrional, denominada unidad de Aixa, la cual se extiende a lo largo del flanco N del anticlinal N, entre la importante falla N-S Andutz-Lastur (donde afloran las margas basales del complejo Urgoniano) y el valle del Deba. Para esta unidad, parcialmente recubierta de materiales Supraurgonianos, ha sido propuesta una superficie de alimentación de 3,4 km² y unos recursos hídricos medios de 80 l/s, con descarga concentrada a través de la surgencia de Erribera goikoa (situada en la cota 2 m snm, a orillas del Deba). En la unidad ha sido comprobada la circulación subterránea entre el río subterráneo de Aixa y la surgencia citada, distante en planta una distancia de 1,9 km. La banda caliza tiene una extensión máxima en sentido NW-SE de 4 km y una anchura media de entre 0,5 km en su parte NW y 1 km en su parte SE.

La zona de Mallueta se localiza en la parte W de la unidad de Aixa, donde ésta posee menor anchura. La boca de la cueva de Mallueta está en la cota 60 m snm, en coordenadas UTM: N 4.792.130, E 551.650, sobre el abrupto flanco que presenta la colina hacia el valle del Deba. La red de galerías de la cueva se extiende 400 m hacia el SE. El trazado de la red es paralelo y está al S de la línea Erribera goikoa - Aixa, dirigiéndose desde la boca, a lo largo de la cresta de Arbil hacia la zona donde se localiza la depresión de Pagatza. Esta depresión posee una sima (Sima de Pagatza, cota 382 m snm) que desciende -140 m de desnivel. La distancia entre las bocas de Mallueta y Pagatza es de 1,4 km, pero desde el extremo SE de la red de Mallueta la distancia se reduce a 1 km.

La cueva de Mallueta consta de una red de galerías subhorizontales sinuosas, a varios niveles, que vistas a gran escala siguen líneas preferenciales NW-SE, estando las principales galerías en disposición paralela unas con respecto a otras. Esta



Galería principal de la Cueva de Mallueta, con espeleotemas y rellenos de sedimentos (arriba). Morfología freática, con lenares inversos, en la Red inferior (debajo). (Fotos: C.Galán & M.Nieto).

red principal es entrelazada por galerías oblicuas, generalmente de menor diámetro, e infinidad de pozos verticales, con las orientaciones más diversas.

DESCRIPCION DE LA CAVIDAD.

Como breve descripción diremos que, a partir de la boca, tras un paso estrecho descendente, se alcanza la Galería Principal. Esta es subhorizontal, primero ligeramente descendente y luego ascendente (Galería Superior) y presenta una galería paralela (Galería Inferior), en parte superpuesta, a una cota 5 á 10 m más baja. (Nota: las cotas que se indican son sólo aproximadas). Ambas se conectan en su parte media por un meandro vertical y en su extremo SE por una sima de 10 m. El tramo de la Galería Inferior más próximo a la boca es de exiguas dimensiones y laberíntico. Tras la unión de ambas galerías se prosigue por la parte inferior (galería única) con varios arrastraderos que conducen a un paso considerablemente estrecho y ascendente, el cual permite alcanzar una salita más espaciosa, de techo alto (Salita del Bidón, a unos 200 m de la entrada, cota -5). Aquí la cavidad se divide en numerosas continuaciones poco evidentes. Las más importantes de ellas son dos. Una descendente hacia el E que, tras cruzar dos salas presenta una vertical de 5 m (destrepable en oposición) y prosigue descendiendo con varios escalones y un nuevo paso estrecho que desemboca en sima de 12 m. A partir de la base amplia de la sima la cavidad se ramifica, con diversas continuaciones, la más amplia de las cuales conduce a una galería con lenares inversos que se ciega de modo abrupto colmatada por sedimentos. En todo este sector, que llamaremos Red Inferior, se encuentran las cotas más bajas de la cavidad, de -45 m, pero sin alcanzar el nivel piezométrico ni ningún curso activo.

De la Salita del Bidón puede seguirse remontando hacia el SE una galería diaclasa que alcanza una galería más amplia y cómoda, ligeramente ascendente (Galería de Acceso). Esta presenta a lo largo de 200 m otras bifurcaciones y simas que se contornean o cruzan hasta alcanzar un tramo ascendente con una importante bifurcación (la T, cota +5). La rama derecha asciende con varias bifurcaciones hasta un sector amplio que es la base de un escarpe más importante (de unos +10 m de desnivel), el cual puede escalar directamente o contornearse a través de un sistema de tubos estrechos semiverticales. Tras la escalada, en la parte alta, se abre a mano derecha una galería fósil horizontal (Galería Escondida, cota +20), con numerosos gours y espeleotemas. Tras una gatera, a mitad de su recorrido, puede ascenderse por una estrecha red vertical hasta el inicio de la Sala del Partenón, que describiremos después. Si en vez de seguir la Galería Escondida proseguimos por la principal, se llega, tras un paso estrecho, a un amplio balcón, que es el punto de unión de la Galería del Gran Cañón con el inicio de la Sala del Partenón.

El inicio de la Sala del Partenón es una rampa de fuerte pendiente que asciende hasta un gran salón (50 m de diámetro) con grandes bloques de colapso y numerosas espeleotemas, entre ellas un conjunto de columnas que da nombre a la sala. El salón ocupa el extremo SE de la red y en su parte alta se alcanzan las cotas más altas de la cavidad (de +60 m), por lo que el desnivel de la red supera ligeramente los 100 m (-45, +60).

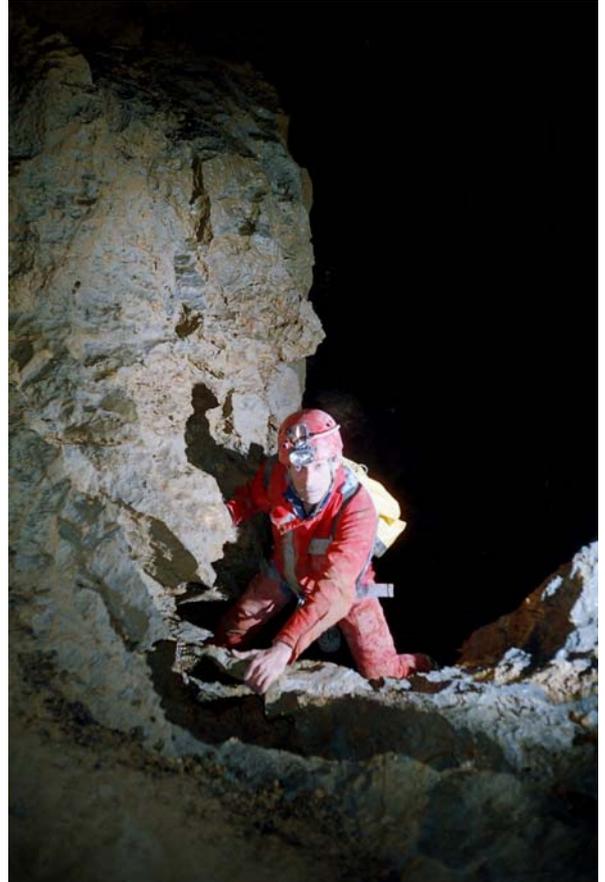
El Gran Cañón es la galería más amplia considerablemente de toda la cavidad, con alturas de 20 m y anchuras de 10 m. Desde el balcón se alcanza el suelo de la galería tras un destrepe de -5 m, en parte evitable por su lado derecho. La galería tiene unos 200 m de largo, con notables dimensiones, y se dirige descendiendo ligeramente hacia el NW, por lo que su fondo está próximo a la Salita del Bidón, sólo que más alto (cota +15). La parte final de la galería del Gran Cañón es ascendente, con importantes rellenos arenosos. Estos rellenos junto a otros estalagmíticos colmatan el amplio conducto, el cual termina de modo abrupto.

Al Sur y en paralelo a la Galería de Acceso y a la del Gran Cañón hay un importante conjunto de galerías, de menores dimensiones, entrelazadas en forma compleja.

Si de la T seguimos hacia la izquierda, se desarrolla otra larga galería NW, paralela a la del Cañón, que llamamos Galería del Doble Techo (cota media +10), por presentar en su recorrido numerosos tramos dobles superpuestos, separados por láminas de roca caja a veces de menos de un metro de espesor. Esta galería desemboca al cabo de 200 m en una galería más amplia (10 m de ancho y otro tanto de altura), la Galería de los Gours (cota media +0), la cual toma un rumbo opuesto, hacia el ESE. Tras un paso estrecho casi colmatado de sedimentos y una sima de 8 m (superable en escalada por el lado izquierdo) se alcanza una nueva gatera entre estalagmitas, pasada la cual un corto destrepe conduce a otra amplia sala con una aislada estalagmita en su centro (Sala del Fantasma). Un pequeño lateral conduce a una sima de 20 m que da acceso a una red inferior (en curso de exploración) a una cota media de -30. Esta red prosigue hacia el SE.

Puede apreciarse que aunque el trazado principal de las galerías subhorizontales es con ligero declive hacia el NW (hacia el valle del Deba), presenta también elevaciones y numerosas interrupciones en forma de rellenos detríticos, clásticos o estalagmíticos, salpicados de simas menores. Como resultado los perfiles actuales son muy irregulares. Un lateral, con una sima de 30 m, enlaza por ejemplo la galería del Gran Cañón con la de los Gours. En diversos puntos de la red hay goteos, gours y pequeñas charcas de agua, pero no circulaciones activas. Solo en épocas de abundantes precipitaciones se observan hilos de agua que recorren algunos tramos de galería profundizando hacia las cotas más bajas, sobretudo en el sector SE.

Podríamos resumir diciendo que las principales galerías de la red presentan trazados, a diferentes altitudes, de azimut general SE-NW, con ligero declive primario (obviando los rellenos sedimentarios) hacia el NW (valle del Deba).



Algunos detalles geomorfológicos en la Cueva de Mallueta. Arriba izquierda: meandro de comunicación entre las Galerías Superior e Inferior de la primera parte de la cueva. Arriba derecha: borde de uno de los múltiples pozos verticales, con aristas de corrosión. Debajo: galería freática con formas helicoidales y pendants en la roca caja. (Fotos: C.Galán & M.Nieto).

ESTRATIGRAFIA.

La base del complejo Urgoniano son margas calcáreas, en parte esquistosas y de color gris oscuro. Estas margas basales constituyen el sustrato impermeable de muro. El complejo Urgoniano contiene dos facies distintas de caliza, pero presenta también intercalaciones de tramos argilíticos y margosos, de menor permeabilidad. En la caliza, en general mal estratificada, puede distinguirse: (1) Una facies de caliza masiva en masas homogéneas de colores claros, con estratificación métrica poco visible. (2) Otra facies de caliza margosa, de colores oscuros, con marcada esquistosidad e intercalaciones de caliza clara en capas decimétricas. Sobre las calizas se sitúan margas y limolitas margo-arenosas que constituyen facies de transición (en los cambios verticales y laterales) hacia el complejo Supraurgoniano, constituido este último por areniscas, limolitas y lutitas, las cuales forman el impermeable de techo de la serie karstificable e imponen las condiciones de borde en la mayor parte de la periferia del macizo.

El volumen calcáreo karstificable es mayor de lo que sugieren las superficies de afloramiento, ya que en distintos sectores, como p.ej. en la parte N de la unidad de Aixa, las margas superiores y los materiales Supraurgonianos recubren a las calizas Urgonianas, y bajo este terreno impermeable existen importantes cavidades y circulaciones subterráneas que se desarrollan en la caliza infrayacente. Esto ocurre p.ej. en buena parte del trayecto Aixa - Erribera goikoa.

En la red de galerías de Mallueta hemos contado hasta seis niveles distintos en los que la caliza masiva clara, con estratificación poco o nada discernible, alterna con niveles de caliza más margosa estratificada en capas decimétricas. La Galería Principal, la del Gran Cañón y la de los Gours, se desarrollan en caliza masiva, mientras que otras importantes galerías (Galería de Acceso, Galería del Doble Techo, y muchas otras galerías menores) siguen bancos de caliza margosa de estratificación delgada, al menos parcialmente. Hay galerías oblicuas en las que la excavación del conducto atraviesa varios niveles de la serie. Gran parte del perímetro de la parte alta de la Sala del Partenón no es caliza sino que está constituida por margas muy disgregables. Este aspecto ha sido verificado sobre muestras de roca analizadas con técnica de fluorescencia de rayos X (FRX). En la Tabla 1 se exponen los resultados. Estas margas, con 54% de carbonato cálcico, poseen un elevado contenido de materiales silíceos, y vistas al microscopio muestran una estructura granular de grano grueso, arenosa más que arcillosa, por lo que cabría calificarlas como "margas arenosas".

Tabla 1. Análisis por Fluorescencia de rayos X (FRX) en la curva de caliza del material. Corresponde a muestra de mano de la parte alta de la Sala del Partenón (Cueva de Mallueta, Macizo de Izarraitz). La muestra fue primero lavada con agua caliente para eliminar restos de arcilla superficial, quedando una roca heterogénea que ha sido molida y posteriormente prensada para el análisis. Se indica entre paréntesis la cantidad equivalente de carbonato de calcio. Según la clasificación usual corresponde a una marga. Información del análisis de laboratorio: Carlos Oyarzabal, Cementos Rezola (Italcementi Group), 26/12/2006. La muestra fue colectada por Carlos Galán en salida a la cueva del 14/11/2006.

SiO ₂	46,24
Al ₂ O ₃	9,48
Fe ₂ O ₃	1,68
CaO	30,53 (CO ₃ Ca = 54,5 %)
MgO	0
SO ₃	0,35
K ₂ O	1,14
Na ₂ O	0,06

Como luego veremos al hablar de la estructura, en el flanco N del anticlinal de Mallueta, las margas del techo Urgoniano y los materiales Supraurgonianos avanzan en forma de cuña hacia el Sur, recubriendo en la parte alta de la serie a las calizas Urgonianas. Este avance es más pronunciado a medida que nos alejamos del río Deba hacia el E. En superficie también es apreciable y al remontar la vaguada existente al N de la colina y cresta de Mallueta progresivamente nos encontramos que la caliza es sustituida por margas del techo Urgoniano y limolitas Supraurgonianas.

Este aspecto es de gran interés, por varias razones. En primer lugar, permite explicar la formación de la gran sala por colapso de bloques al alcanzar lateralmente el techo de margas. En segundo lugar, permite explicar la abrupta interrupción del importante conducto del Gran Cañón, sin duda alguna la más amplia galería de la red. Su cabecera es obstruida por el derrumbe que generó la gran sala; en el extremo opuesto, la meteorización de las margas arenosas aportó los sedimentos detríticos que colmatan y obstruyen el extremo opuesto, en parte enmascarado por estar en gran parte recubierto por espeleotemas que sellan el relleno. En tercer lugar, permite proponer la hipótesis de que la cueva no puede progresar demasiado en sentido ascendente (en cota), por estar limitada a techo la karstificación por el avance en cuña de las margas y limolitas Supraurgonianas.



Galerías freáticas con rellenos sedimentarios en la Cueva de Mallueta. Arriba: bóveda de conducto forzado en la Galería Superior, próxima a la boca, con pequeño cauce sobre-excavado en los sedimentos del suelo por ingreso de aguas de lluvia procedentes de la boca. Abajo: el relleno sedimentario de considerable espesor, de la Galería Inferior, casi colmata el conducto; se observan también algunas cúpulas en la bóveda. (Fotos: C.Galán & M.Nieto).

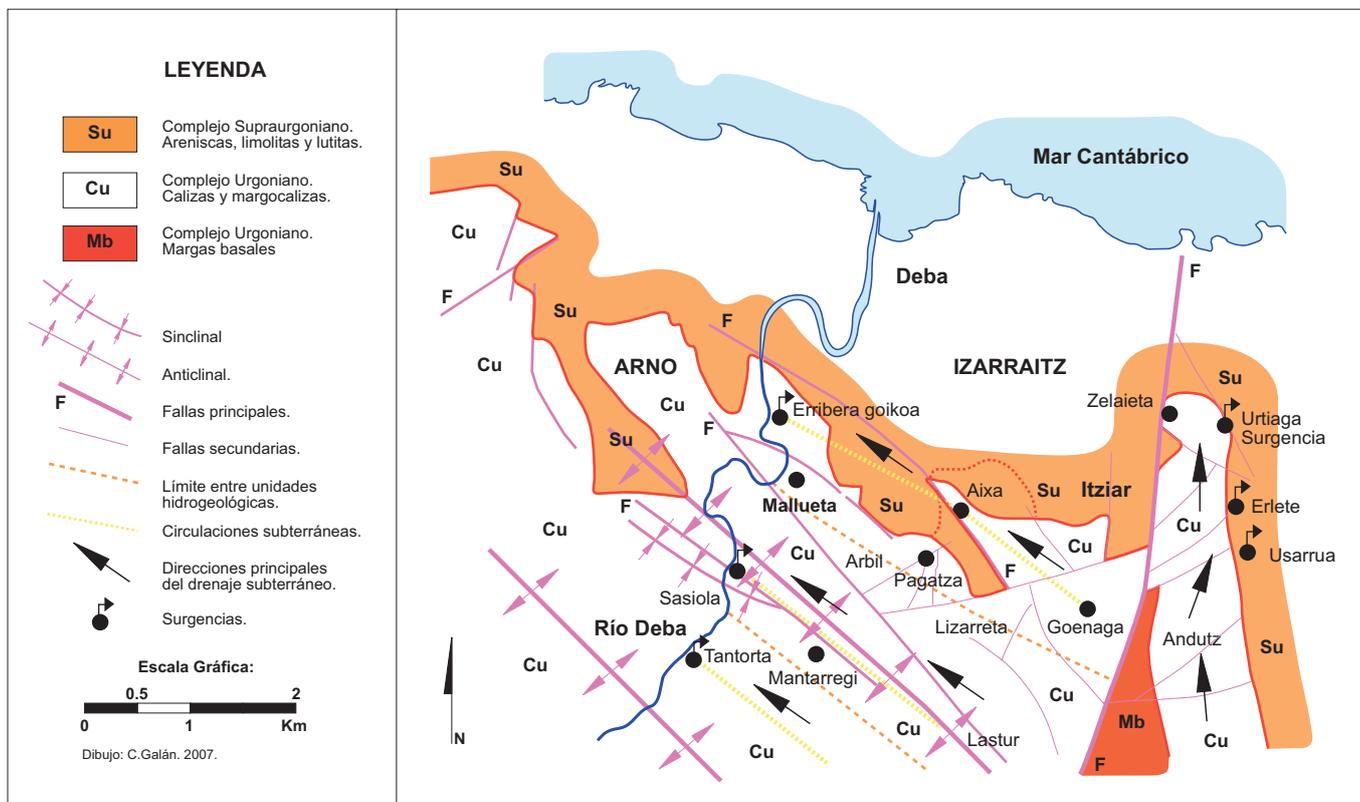


Figura 1. Principales rasgos geológicos del Macizo de Izarraitz en la zona de Mallueta y sus alrededores.

ESTRUCTURA.

La zona de Mallueta posee una estructura simple, correspondiendo al flanco N del anticlinal N del Anticlinorio de Izarraitz, de azimut NW-SE. La traza del eje del anticlinal N, constituido por calizas recifales masivas, corresponde aproximadamente al valle cerrado de Lastur. El flanco N presenta una falla paralela al eje del pliegue, la cual posee una falla satélite que converge con ella al otro lado del Deba (sobre el macizo de Arno), dejando pinzada entre ambas una masa de caliza recifal que hacia el S cambia lateralmente a calizas pararecifales. Al N de la falla paralela reaparecen las calizas masivas del flanco N con buzamiento más suave, sobre la zona de la colina de Mallueta, para luego seguir hacia el N recubiertas a techo por la cuña de margas y materiales Supraurgonianos, quedando las calizas masivas limitadas a las cotas inferiores.

Más al E, hacia la zona de Aixa e Itziar, la complicación tectónica es mayor, ya que la estructura se complica con otra serie de fracturas menores. Los contactos del límite N del macizo kárstico son en parte normales y en parte por fallas que ponen en contacto las calizas con areniscas y limolitas Supraurgonianas.

En la red de galerías de la cueva hay pocos puntos en los que la estratificación sea claramente discernible. Los buzamientos medidos generalmente corresponden a puntos de las galerías en los que aflora la facies de caliza margosa oscura, con intercalaciones de caliza clara en capas decimétricas. Los buzamientos oscilan entre 15° y 30° con azimut NE, correspondiente al flanco N del pliegue. Este dispositivo es muy uniforme a todo lo largo de la cueva. Las principales galerías subhorizontales siguen el rumbo NW-SE del pliegue anticlinal. Sin embargo, su disposición en varios niveles es inhomogéneo, es decir, los distintos niveles no se escalonan de S a N siguiendo la estratificación del flanco, sino que pueden superponerse o estar desplazados sobre niveles distintos de la serie estratigráfica. Estos niveles más bien parecen corresponder, de forma compleja, a diferentes posiciones del nivel piezométrico en épocas pasadas. Condicionado a su vez por la litología de los materiales, y su facilidad o dificultad de disolución.

GEOMORFOLOGIA.

En la cavidad predominan ampliamente las galerías de morfología freática. Estas han sido formadas en zona inundada, bajo el nivel piezométrico. Particularmente en la Red Inferior son abundantes cúpulas freáticas y lenares inversos. En las salas de la Galería descendente Este hay ejemplos de formas helicoidales de disolución de la roca caja en régimen inundado. En las principales galerías, cuando la roca caja es caliza masiva, las formas son redondeadas y pulidas, mientras que la caliza de estratificación delgada da formas con numerosos pendants, entrantes y salientes. Los rellenos detríticos indican que hubo fases en que la deposición de sedimentos fue importante, en ocasiones colmatando parcialmente los conductos.

En la actualidad, la red conocida de galerías, abandonada por las aguas, ha quedado en zona vadosa, tras el descenso del nivel piezométrico, lo que sugiere un descenso progresivo del nivel de base local.

Otras galerías, generalmente de pequeño diámetro, han sido formadas por la infiltración local dispersa en toda la superficie sobre la cueva, una vez que las aguas freáticas abandonaron los principales conductos. Evidencias de ello son los pequeños meandros, tubos verticales y pequeñas galerías oblicuas que atraviesan y entrelazan la red, alcanzando su mayor amplitud en infinidad de simas verticales, muchas de ellas con goteos importantes y agudas aristas de corrosión. La infiltración dispersa en zona vadosa ha generado también numerosos espeleotemas. En ocasiones los rellenos estalagmíticos recubren a sedimentos detríticos y colmatan continuaciones de galerías. La Galería Escondida, por ejemplo, presenta rellenos estalagmíticos en toda su extensión. Por otro lado, la disolución de niveles intercalados de caliza margosa ha dado origen a importantes depósitos de arcilla de descalcificación. En época lluviosa es posible apreciar la circulación de pequeños hilos de agua, los cuales llegan a excavar pequeños cauces, como ocurre en la Galería Principal en la parte cercana a la boca y en varias galerías que capturan los fuertes goteos de la Sala del Partenón.

Así, puede decirse que la cueva consta -esquemáticamente- de una red subhorizontal de galerías relativamente amplias con morfología freática (de mayor edad), y otra red, oblicua y con trazados verticales, de menores dimensiones, que ha sido excavada por pequeñas circulaciones vadosas en época reciente. Esto ha dado como resultado una red compleja y laberíntica.

HIDROGEOLOGIA.

La cavidad está incluida en la unidad de Aixa, la cual descarga a través de la surgencia de Erribera goikoa, instalada en calizas recifales masivas, a orillas del Deba. La surgencia, situada en la cota 2 m snm, queda inundada durante la pleamar, y se introduce agua salada en la zona inundada, dificultando los aforos. Los datos de caudal obtenidos son muy variables: en estiajes prolongados suele llegar a secarse, mientras que en periodos lluviosos sobrepasa los 100 l/s, siendo desconocido su caudal máximo, ya que en estos casos el río Deba viene también crecido y oculta la surgencia. Se estima para esta unidad una superficie de alimentación de 3,4 km² y unos recursos subterráneos equivalentes a un caudal medio de 80 l/s.

En la unidad ha sido efectuado un ensayo con trazador (fluoresceína sódica) entre el río subterráneo de Aixa y la surgencia de Erribera goikoa, el cual dio un resultado positivo. La distancia entre ambas cavidades es de 1,9 km. La boca de la cueva de



Diversidad de espeleotemas en la Cueva de Mallueta. (Fotos: C.Galán & M.Nieto).

Aixa se abre en la cota 193 m snm y su sifón terminal está a -167 m de desnivel, es decir, en la cota 26 m snm. Entre este punto y la surgencia la velocidad de circulación es lenta (10 m/h), lo cual sugiere un importante desarrollo de conductos en la zona saturada del acuífero. Curiosamente, el río subterráneo de la cueva de Aixa se dirige de N a S y no directamente hacia la surgencia, situada al NW. Probablemente en ello intervengan complicaciones litológicas y tectónicas locales.

La red de galerías de Mallueta alimenta al acuífero profundo, cuyo nivel piezométrico actual debe quedar próximo a la cota de la surgencia, y por debajo de las galerías conocidas. Existe también la posibilidad de que parte del drenaje descargue directamente al Deba de modo difuso por surgencias ocultas bajo el nivel del río. En todo caso, la red de Mallueta no permite acceder a la zona inundada ni a drenes de importancia, por lo que aporta escasa información al respecto.

EVOLUCION DE LA CAVIDAD.

Los datos anteriores muestran que la red de Mallueta evolucionó básicamente en régimen freático, acompañando el descenso del nivel piezométrico con la excavación de galerías sucesivas, a cotas progresivamente más bajas. Teniendo en cuenta que la Galería del Gran Cañón está a 75 m snm, y que su bóveda alcanza 20 m de altura, ello sugiere que se ha producido a lo largo del tiempo un importante descenso del nivel freático.

La Galería Principal es ligeramente ascendente hacia la boca en el tramo más próximo a la misma, y su morfología en conducto forzado indica que en el pasado fue un importante dren, probablemente correspondiente a una rama ascendente de las líneas de flujo en la proximidad de una surgencia, que, en esa época, existiría en una cota próxima a 60 m snm.

Ello indica que el valle del Deba ha experimentado una incisión de su cauce (con el correspondiente rebajamiento del nivel de base y retroceso de las vertientes) de similar magnitud, es decir, del orden de 60 m de desnivel. La sección actual del río Deba en la zona muestra un perfil en V muy acusado, correspondiente a una morfología juvenil. Todo ello sugiere un largo lapso de tiempo para el proceso de karstificación y evolución de la cavidad.

En esta evolución, la erosión de superficie ha producido una incisión del valle del Deba, con progresivos descensos del nivel de base local, y progresivas depresiones del nivel piezométrico en el karst adyacente. Las que han sido seguidas por sucesivas fases de excavación de conductos a niveles progresivamente más bajos. Es también probable que la erosión y rebajamiento de superficie haya desmantelado parte de la cobertera Supraurgoniana del sector, que antes pudo haber tenido puntos importantes de infiltración concentrada a través de sumideros, mientras que actualmente la infiltración ocurre de modo disperso en toda la superficie, o a lo sumo en dolinas y zonas de fractura de escasa importancia colectora.

En la última fase evolutiva, la actual, la infiltración dispersa es responsable de la excavación vertical y oblicua de galerías menores que perforan la red, atraviesan y entrelazan conductos de distintas edades, e introducen una gran complejidad en el trazado de la red de galerías. Los rellenos quimiolitogénicos y detríticos colmatan partes de la red y enmascaran parcialmente sus características.

La complejidad observada es producto así de una larga evolución, que probablemente abarca la totalidad del Pleistoceno, o que incluso puede remontarse para las galerías más antiguas a una época anterior, en la cual el relieve del karst sería algo diferente a lo que observamos en la actualidad.

DISCUSION Y CONCLUSIONES.

La red de Mallueta muestra una evolución polifásica, con excavación sucesiva de galerías. Esta evolución parece estar controlada por progresivos descensos del nivel de base local y hundimiento correlativo del drenaje subterráneo. Las líneas principales de drenaje han seguido el control estructural impuesto por el rumbo SE-NW del pliegue anticlinal, con variaciones menores debidas a cambios de litología (laterales y verticales) en la serie caliza atravesada.

Las principales galerías subhorizontales han sido excavadas en condiciones freáticas. Cabe la posibilidad de que el amplio conducto representado por el Gran Cañón, por su posición alta en la red, pueda haber evolucionado al menos parcialmente en zona vadosa, aunque el bajo gradiente hidráulico y lentitud de las circulaciones en la unidad de Aixa pueden igualmente ser responsables de la formación de grandes volúmenes en zona inundada. Procesos de colapso, como los que formaron la Sala del Partenón al alcanzar el techo de margas, y la propia disolución de niveles de caliza margosa, generaron importante rellenos detríticos que colmatan parcialmente la red. En las fases más modernas fueron excavados pozos verticales y galerías oblicuas menores por infiltración dispersa, en zona vadosa, entrelazando conductos formados en distintas edades. Lo que enmascara los rasgos geomorfológicos antiguos y complica el trazado espacial de galerías, con el resultado laberíntico hoy observable.

Como datos comparativos próximos para respaldar esta hipótesis, ofrecemos los siguientes:

(1) La red fósil de Aixa muestra un acentuado carácter laberíntico. Mientras que la red activa en zona vadosa (el río subterráneo actual de la cueva) es de trazado muy simple y está entallado profundamente con respecto a los niveles fósiles. La galería del río es un meandro muy alto y estrecho, que alcanza en ocasiones 50 m de altura. Las diferencias de cota entre galerías altas y bajas en la red de Aixa superan los 100 m de desnivel.



Arriba: Galería freática con sección en U invertida, cúpulas parietales y suelo de sedimentos.
Debajo: Espeleotemas y sedimentos que enmascaran rasgos anteriores. (Fotos: C.Galán & M.Nieto).



Arriba: Un tramo de la Galería del Doble Techo. (Foto: José Ignacio Del Cura).
Debajo: Profusión de espeleotemas en la Sala del Partenón (Foto: Carlos Oyarzabal).

(2) En el karst de Zelaieta, que ocupa el extremo N de la unidad de Andutz (del mismo macizo de Izarraitz), las cuevas del sistema Urtiaga - Zelaieta (GALAN et al., 2005) muestran también una evolución polifásica, con descenso progresivo del nivel piezométrico, complicado en este caso con la captura de aguas fluviales. La evolución de este karst muestra a la vez una correlación entre la excavación de conductos y la erosión de superficie (con rebajamiento topográfico del relieve).

(3) Ambos ejemplos, junto a los del propio karst de Mallueta, refieren a una larga evolución, que implica un considerable lapso de tiempo, probablemente abarcando más de un millón de años. Obviamente, reconstruir los eventos de esta larga historia requiere contar con dataciones absolutas (Uranio/Thorio y/o Paleomagnetismo, sobre espeleotemas y sedimentos) que actualmente faltan. Las dataciones absolutas que poseemos para cuevas de Gipuzkoa son escasas y se refieren en exclusiva a yacimientos arqueológicos. Entre ellos muy pocos se remontan a períodos antiguos. Sirve como ejemplo comparativo los relativos al yacimiento de la cueva de Lezetxiki. En el relleno sedimentario de la boca, de 10 m de espesor, el cual colmataba el acceso a la cueva propiamente dicha (Cueva Leibar, de 1,6 km de desarrollo), los niveles más antiguos datados por U/Th tienen una edad según distintas interpretaciones de 309 mil a 288 mil años (FALGUÉRES et al., 2006). Esta cavidad se encuentra en el macizo de Udalaiz, cerca de Arrasate, en la cuenca alta del Deba. De modo indirecto muestra que la colmatación de la boca se inició hace varios cientos de miles de años, con la cueva ya formada y cuando prácticamente había cesado la actividad hídrica, con lo que la génesis de la galería Leibar se remonta a un período considerablemente más antiguo. Esto sólo pretende establecer que un orden de magnitud de varios cientos de miles de años, no es nada desproporcionado para la evolución que estamos comentando.

La karstificación de la zona de Mallueta abarca un largo período de tiempo, que probablemente se extiende desde el Pleistoceno temprano hasta el presente. Durante esa evolución la erosión de superficie modeló el relieve, con rebajamientos de superficie, remoción parcial de la cobertera Supraurgoniana, e incisión del valle del Deba, produciendo a su vez sucesivos descensos del nivel de base y de los niveles piezométricos en la caliza adyacente. Puede pensarse también que la alternancia de periodos glaciales e interglaciales, introdujo variaciones hidrológicas y climáticas, con al menos varias fases de excavación de conductos en el karst.

Podemos concluir que la cueva de Mallueta es una cavidad fósil de gran desarrollo, cuya complejidad espacial es debida a un desarrollo polifásico, con predominio de galerías freáticas subhorizontales, cuya orientación general está controlada por el dispositivo estructural, mientras que muchas otras variaciones son debidas a cambios de litología y a la excavación reciente de galerías oblicuas y pozos verticales por infiltración dispersa en zona vadosa.

AGRADECIMIENTOS.

A todos los integrantes del Departamento de Espeleología SCA que de un modo u otro colaboraron en las exploraciones y trabajos sobre la cavidad: José Ignacio Del Cura, Koldo Sánchez, Cristina Ferreira, Javier García, Iker Vidal, José García, Iñaki Alzuri, Abat Santesteban, Jon Lazkano, Sandrine Coissard, Iñigo Herraiz, Daniel Arrieta, Christian Besance, Jorge Miranda, Rafael Zubiría, e Imanol Goikoetxea. Agradecemos de modo especial al personal de laboratorio de Cementos Rezola (Italcementi Group) por los análisis de muestras por Fluorescencia de Rayos X y colaboración suplementaria.

BIBLIOGRAFIA.

- CARRERAS, A. et al. 1987. Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos de la provincia de Guipúzcoa. *Munibe (Cienc. Nat.)*, S.C.Aranzadi, 39: 9-50.
- FALGUÉRES, C.; YOKOYAMA, Y. & A. ARRIZABALAGA. 2006. La Geocronología del yacimiento pleistocénico de Lezetxiki (Arrasate, País Vasco). *Crítica de las dataciones existentes y algunas nuevas aportaciones. Munibe (Antropol.-Arkeologia)*, 57: 93-106.
- GALAN, C. 1988. Zonas kársticas de Guipúzcoa: Los grandes sistemas subterráneos. *Munibe (Cienc. Nat.)*, 40: 73-89.
- GALAN, C. 1992. Estudio hidrogeológico de los macizos kársticos de Izarraitz y Arno (Gipuzkoa, País Vasco). Pág. web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF: 37 pp.
- GALAN, C.; J. I. DEL CURA; M. NIETO & J. LAZKANO. 2004. Espeleología física del bloque kárstico de Zelaieta (macizo de Izarraitz, País Vasco). Pág. web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- HERNANZ, A. 1975. Estudio hidrogeológico de los alrededores de Deva, Guipúzcoa. Euroestudios S.A., Inf. ES 220/17, 49 pp.
- IGME . División Aguas Subterráneas. 1971. Estudio hidrogeológico general de la provincia de Guipúzcoa. Memoria y Anexos, 4 vols. Madrid.
- RAT, P. 1957. Introduction géologique à l'étude du gouffre et de la grotte d'Aitzbeltz. *Speleon*, 8 (1-4) : 89-106.