espeleotemas

La Cueva de La Alquería

Vélez Rubio, Almería

The Cave of the Alquería. Vélez Rubio, Almería

González Ramón, A. / Presidente de la Asociación de Espeleólogos Velezanos

RESUMEN

Se describen los principales aspectos geológicos y geomorfológicos relacionados con la Cueva de la Alquería. Esta cueva se encuentra en el norte de la provincia de Almería, en el término municipal de Vélez Rubio, y es actualmente la de mayor desarrollo de la provincia en carbonatos, con cerca de 1 km de galerías topografiadas. La cueva se encuentra en un pequeño afloramiento aislado formado por dolomías alpujárrides y en su génesis han jugado un papel fundamental los procesos de deslizamientos de ladera en el contacto con el sustrato filítico, que han favorecido la apertura de diaclasas previamente existentes. Por esta razón se incluye también un análisis de la fracturación superficial a partir de foto aérea y de las direcciones de galerías en la cavidad. Se describen las principales formas exokársticas en el afloramiento y endokársticas en la cavidad, donde las galerías se desarrollan a favor de fracturas netas y de caos de bloques, siempre en condiciones vadosas. Finalmente se hacen una serie de consideraciones sobre el desarrollo genético de la cavidad.

ABSTRACT

The principal geological and geomorphológical aspects of the Cave of the Alquería are described. This cave is located in the north of the province of Almeria, in Vélez Rubio's municipal area, and it is the cave with more development of the province in carbonates, with near 1 km of galleries. The cave is located in a small isolated outcrop formed by alpujárrides dolomites and in its genesis the processes of slides of hillside in the contact with the phyllitic substratum have been very important. These processes have favored the opening of joints before existing. For this reason there is included also an analysis of the superficial fracturation from air photo and of the directions of galleries in the cavity. The principal exokarstic forms in the outcrop and endokarstic forms in the cavity are described, where the galleries develop in favour of clear fractures and chaos of blocks, always in vadose zone. Finally a series of considerations about the genetic development of the cavity are presented.

Introducción

La cueva de la Alquería se abre en la vertiente septentrional del cerro del mismo nombre, incluido en el término municipal de Vélez Rubio, en el norte de la provincia de Almería. Aunque poco conocida dentro de los círculos espeleológicos andaluces, se trata de la mayor cavidad en materiales carbonatados de la provincia, con sus más de 680 m. de desarrollo horizontal topografiados hasta la fecha. Su exploración y topografía se realizó a comienzos de los años 80 por el grupo GEP-VR de Vélez Rubio, y posteriormente por la Asociación de Espeleólogos Velezanos (AEV).

Desde el punto de vista geográfico, la cueva se encuentra situada en el sector oriental de la Sierra de las Estancias a unos 5 km al este del vértice del mismo nombre, en el denominado Cerro de la Alquería que constituye un pequeño aflora-

Figura 1. Marco geológico de la Cueva de la Alquería, se indica también la situación de otras cavidades ubicadas en el entorno.

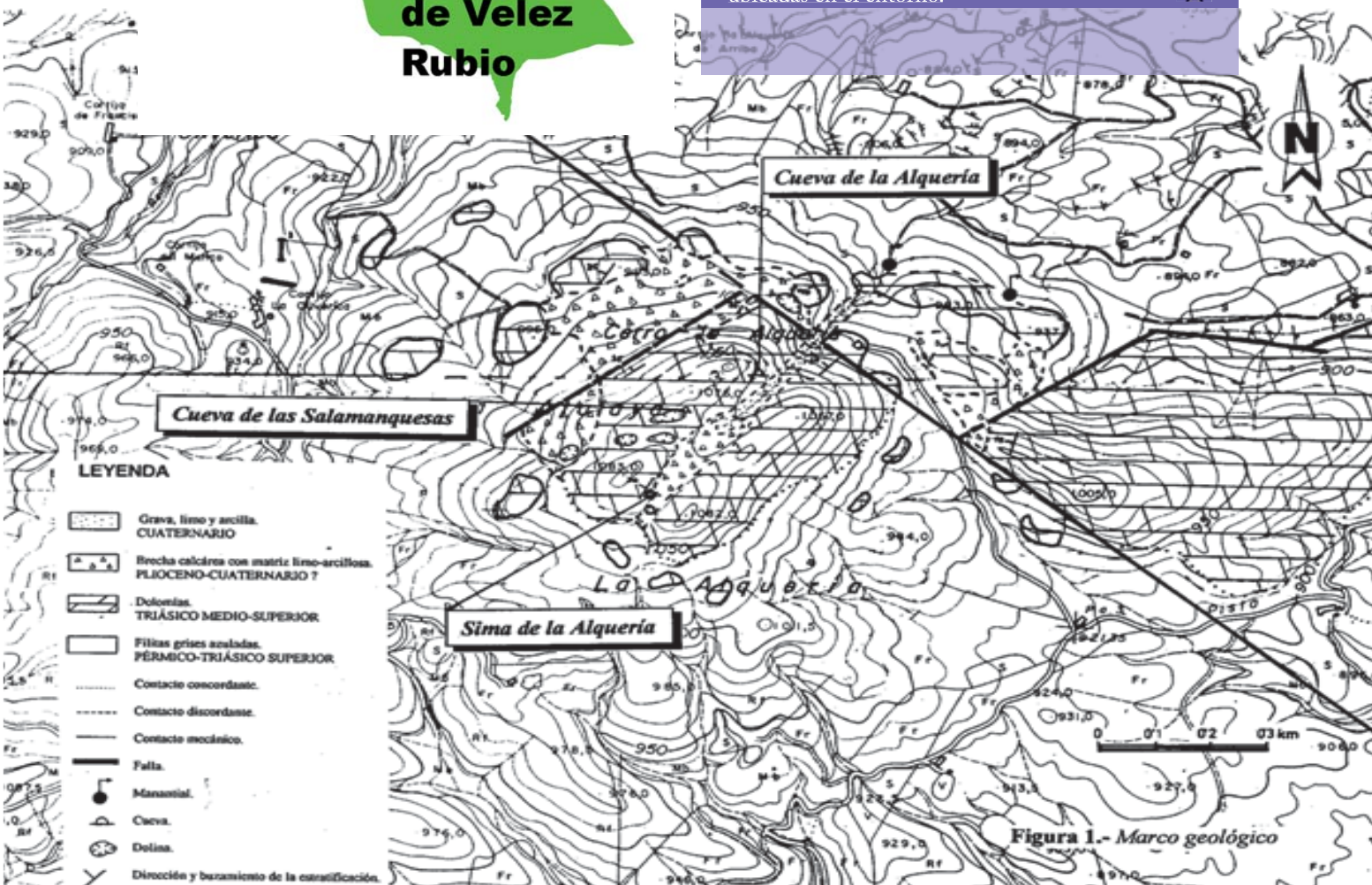


Figura 1.- *Marco geológico*

Foto 1. Vista de la vertiente septentrional del Cerro de la Alquería. Puede observarse el glacis de acumulación que recubre bloques deslizados del afloramiento carbonatado principal (Foto González-Ramón, A.).

miento dolomítico triásico aislado de la banda de afloramientos principales. Las coordenadas UTM del punto son X: 589460; Y: 4160720 a una cota aproximada de 1050 m s.n.m.

Contexto geológico

Los materiales que conforman la Sierra de la Estancias pertenecen a las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas y más concretamente al dominio Alpujárride, en el que se incluyen las unidades litoestratigráficas aflorantes. Los principales relieves están constituidos por una formación dolomítica (Formación Estancias, De Vries y Zwann, 1967) de edad Triásico medio-superior que se sitúan sobre materiales metapelíticos del Pérmico-Triásico inferior (Formación Tonosa, De Vries y Zwann, 1967; Martín Algarra, 1987). El techo de la Formación Tonosa está formado por rocas filíticas de color gris claro o gris oscuro, con tonalidades púrpura o verdosas, entre las que pueden aparecer intercalaciones carbonatadas que generalmente marcan la transición hacia la Formación Estancias que se le superpone.

El cerro de la Alquería constituye un relieve relicto, conformado por materiales carbonaticos dolomíticos de la Formación Estancias que aparecen concordantes sobre las filitas de la Formación Tonosa. En la figura 1 se presenta una cartografía geológica detallada del área, realizada originalmente sobre la base cartográfica publicada por la Junta de Andalucía a escala 1:10.000. Puede observarse la existencia de dos afloramientos dolomíticos principales que en lo sucesivo serán referidos como sectores oriental y occidental. Los afloramientos aparecen cartográficamente desconectados como consecuencia de una fractura de

Foto 2. Fractura tapizada de espeleotemas sobre los que se ha depositado un relleno brechoide que aparece fuertemente cementado (Foto González-Ramón, A.).

desgarre de dirección N130E y funcionamiento dextroso.

La secuencia de materiales carbonáticos no ha sido estudiada en detalle, aunque pueden describirse algunas de sus principales características. En el sector oriental la estratificación es difícilmente apreciable, en el área de afloramiento situada junto a los cortijos de los Gazquez de Arriba, donde surge un pequeño manantial (Fuente de la Alquería), aparecen unas dolomías grises oscuras, muy trituradas, en las que apenas se observan superficies de estratificación, con dirección N30E y buzamientos de 15 ° al NO, que representan la base de la formación. La estratificación en el sector occidental es claramente visible en diversas áreas, donde aparecen capas de orden decimétrico en las existe presencia de laminaciones. Las direcciones predominantes son N30-60E y buzamientos de 25-45º al NO.

En los límites del afloramiento occidental y en menor grado en el oriental, aparecen numerosos bloques dolomíticos deslizados sobre el basamento filítico. Parte del borde septentrional aparece recubierto por un glacis de acumulación antiguo, constituido por brechas calcáreas con abundante matriz arcillosa, fuertemente cementado por CO_3Ca. En numerosos puntos, el contacto entre el glacis y los materiales filíticos basales, se encuentra muy triturado por lo que es posible la existencia de procesos de deslizamientos según esta superficie.

En la figura 2 se presenta un corte interpretativo de la estructura de los afloramientos carbonáticos. En fotografía aérea, es claramente apreciable una importante diferencia estructural entre ambos

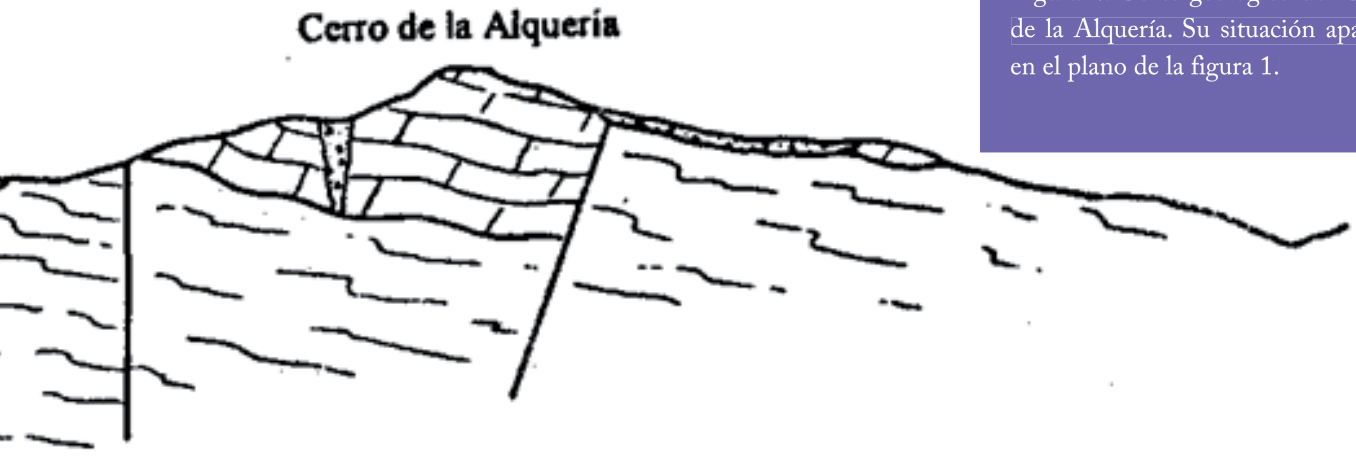


Figura 2. Corte geológico del Cerro de la Alquería. Su situación aparece en el plano de la figura 1.

sectores. En el sector occidental aparece una red de fracturas muy marcadas y de gran amplitud, algunas fracturas aparecen rellenas de brechas de la misma naturaleza que la roca encajante, embutidas en una matriz limo-arcillosa de tonalidades rojizas, con las paredes en ocasiones tapizadas de espeleotemas del tipo de la falsa ágata que puede observarse en la foto 2. En el sector oriental, la fracturación está mucho menos marcada y tiene una menor densidad. En el sector occidental, existen además claras evidencias superficiales de una importante karstificación, como son la presencia de dolinas, que no son observables en el sector oriental. Sobre estas cuestiones se incidirá más adelante en los capítulos dedicados a la fracturación y karstificación.

Por último, en cartografía se han diferenciado también los sedimentos más recientes que aparecen rellenando parcialmente el fondo del valle situado al pie de la cavidad; el relleno está formado por cantos sueltos, entre los que existe abundante cerámica neolítica y numerosos restos óseos de animales, embutidos en una matriz limo arcillosa. Su espesor es de unos 2-3 m, aguas abajo evoluciona hacia un canchal de gravas sueltas, surgiendo al final del mismo un pequeño manantial de menor caudal que el que drena el sector oriental, captado en su totalidad por los cortijos cercanos. El relleno del valle puede ser fácilmente datado gracias a los restos arqueológicos que contiene. Puesto que el yacimiento pertenece al calcolítico (Martínez-García, com. pers.) su edad estaría en torno a 5000 años.

Descripción de la cavidad

En el afloramiento carbonático en el que se sitúa la Cueva de la Alquería, se han explorado hasta la fecha dos cavidades más: la Sima de la Alquería y la Cueva de las Salamanquesas (González-Ramón y Martínez-Gea, J., 1999a y 1999b.) si bien es con diferencia la Cueva de la Alquería la de mayores dimensiones.

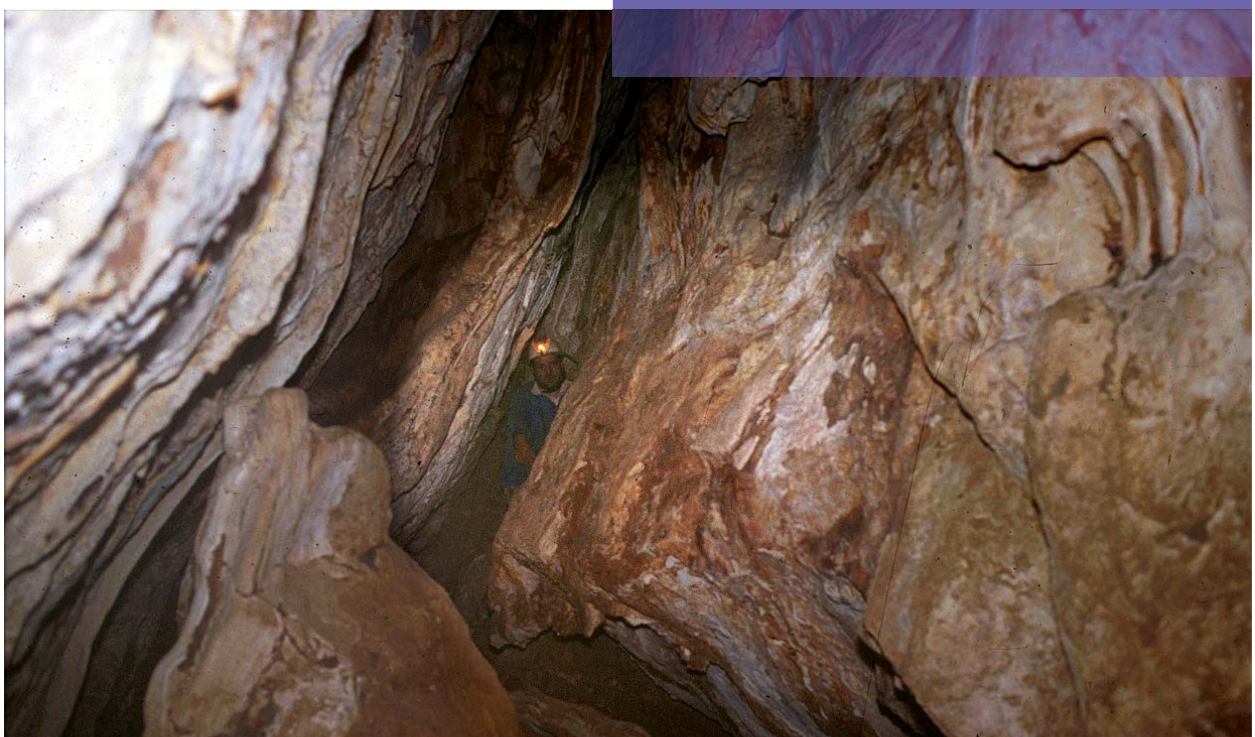
La cavidad se sitúa en el margen izquierdo de un pequeño valle que corta el afloramiento occidental, a una cota de unos 1050 m s.n.m. (figura 1). La entrada tiene forma semioval, con galería amplia que permite caminar erguido, abierta siguiendo una fractura de dirección N70E y 35º de buzamiento hacia el S (foto 3). La estratificación es también observable en bancos de orden métrico con dirección N65E y 35º hacia el NO. La primera galería está iluminada y las paredes aparecen parcialmente recubiertas de líquenes. El

Foto 3. Galería de entrada de la Cueva de la Alquería (Foto González-Ramón, A.).

suelo es de fino polvo en el que es fácil encontrar fragmentos de cerámica. Existen además indicios de 3-4 catas arqueológicas que fueron realizadas en los años 70 por el profesor Botella de la Universidad de Granada y cuyos resultados no han aparecido publicados. En la pared de la fractura aparecen espeleotemas que se reducen a coladas estalagmíticas secas que siguen fisuras y lineaciones. La galería finaliza en un talud vertical de unos 4 m de profundidad que comunica con una amplia sala que es la mayor de la cueva. A la sala es posible acceder sin necesidad de material por una galería inclinada situada a la derecha.

De la sala principal parte una galería de dirección N165E, con fuerte pendiente descendente y con el suelo recubierto de derrubios, que va estrechándose hasta aparecer todas las paredes tapizadas de coladas, finalizando tras unos 30 m. de recorrido en una estrecha sima que comunica con otras zonas de la cueva pero cuyo acceso es imposible debido a su angostura. A la derecha de la sala principal parte una estrecha gatera, con dirección N260E, cuyo recorrido ha de hacerse a rastras, posteriormente se complica en diversas gateras superpuestas que finalmente desembocan en una sala de unos 10 m de longitud y 4 de anchura con una altura de 4-5 m, bautizada como Sala de la Media Luna, en la que existen coladas húmedas y activas. Hasta 1980 constituye el final de la cavidad conocida. En aquellas fechas se descubrió un paso, difícil de encontrar (foto 4), por el que se accede a una estrecha diaclasa de desarrollo casi vertical y unos 15 m de profundidad cuyo descenso, aunque peligroso, es posible realizar sin material (foto 5). A continuación se accede a una sala de techo bajo a través de la cual se llega a la Gran Sala, (foto 6) la segunda mayor de la cueva, cuyo techo tiene una altura superior a 15 m. De la sala se accede a una pequeña sima a través de la que se llega a la Galería de los Murciélagos, donde se encuentra una colonia de dichos mamíferos que en diciembre de 1996, disponía de unos 60 individuos, aunque en los últimos años no ha vuelto a verse, por lo que es posible que se haya visto afectada por la reja colocada en la entrada de la cavidad con motivo de la colocación de un sismógrafo por parte del Instituto Andaluz de Geofísica en la galería de entrada. Al final de esta galería y tras un estrecho paso, se accede a la Galería del Río que aparece recubierta por completo de espeleotemas de gran belleza, completamente secos y que presentan una pátina de color negro probablemente debida a precipitaciones de óxidos de manganeso. En este punto se alcanza la mayor profundidad de la cueva que es del orden

Foto 4. Paso del descubrimiento en 1980 que da acceso a la zona profunda de la cavidad. (Foto González-Ramón, A.).



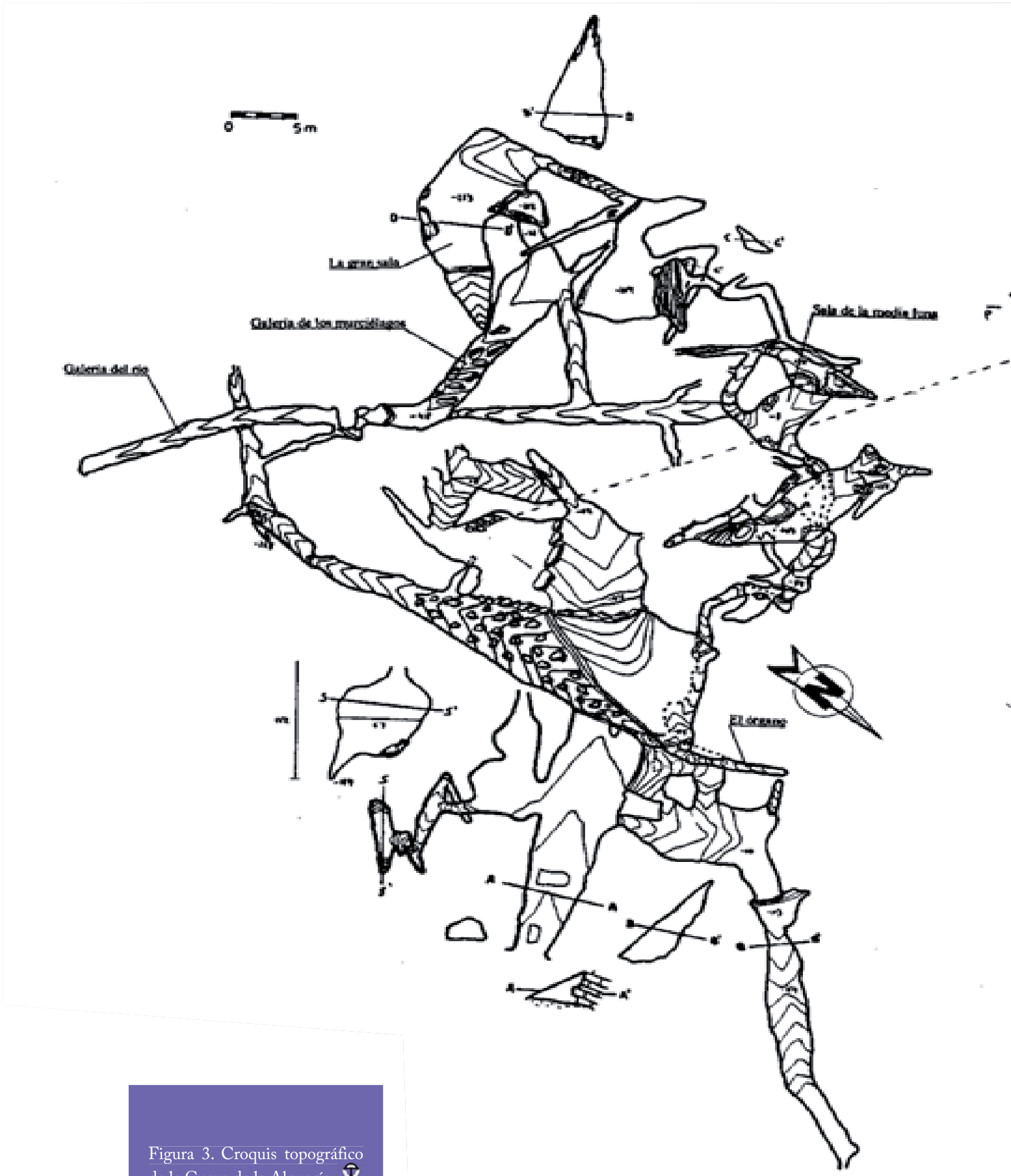
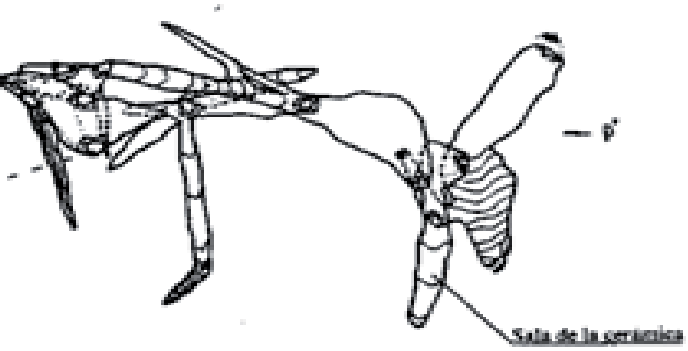
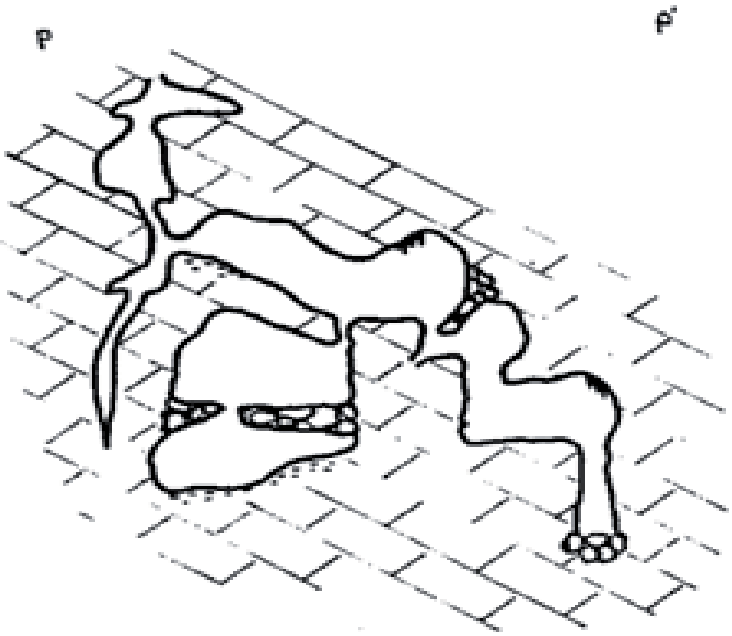


Figura 3. Croquis topográfico de la Cueva de la Alquería.





de 50 m desde la entrada. Otra galería de recorrido casi perpendicular a la anterior comunica con la estrecha sima mencionada con anterioridad.

En la sala principal existe además una sima, a cuya boca se accede subiendo una pequeña pared, también descubierta por el GEP-VR en 1980 y topografiada en 1996. Para su descenso es aconsejable la utilización de material espeleológico. Su profundidad total es de unos 26 m. Aproximadamente a mitad de recorrido parten una serie de gateras y galerías algunas de ellas superpuestas, que siguen líneas de fracturación principal parcialmente obturadas por bloques desprendidos, es posible observar en ocasiones paredes recubiertas por coladas estalagmíticas secas que no conservan la verticalidad original evidenciando movimientos sísmicos posteriores a su depósito.

En una de las salas, que hemos denominado de la cerámica, situada a unos 20 m de profundidad, se descubrió durante las labores de topografía un cráneo de niño en excelente estado de conservación, el cual se encontraba embutido en el relleno limoso de una fractura. En el suelo de la sala y zonas cercanas al lugar del hallazgo, aparecieron una serie de fragmentos de cerámica neolítica, con probabilidad pertenecientes a la vasija funeraria que contenía el cuerpo del niño, uno de estos fragmentos aparece recubierto en parte por una estalagmita situada junto a una pared en la que existe una colada húmeda y activa. En la figura 3 se expone la topografía que fue realizada por el GEP-VR en los años 80 y que fue finalizada y retocada parcialmente durante el año 1996.

Análisis de la fracturación

El análisis de la fracturación se ha llevado a cabo, mediante fotografía aérea a escala 1:25000 en base a la interpretación de lineaciones observadas en los afloramientos carbonáticos (sectores oriental y occidental). Por otra parte, se ha realizado también un análisis de las direcciones de los tramos rectilíneos de las galerías en la cavidad en base a la interpretación de la topografía realizada (figura 4).

El sector occidental presenta una superficie de 0,3 km^2. En fotografía aérea han podido interpretar-

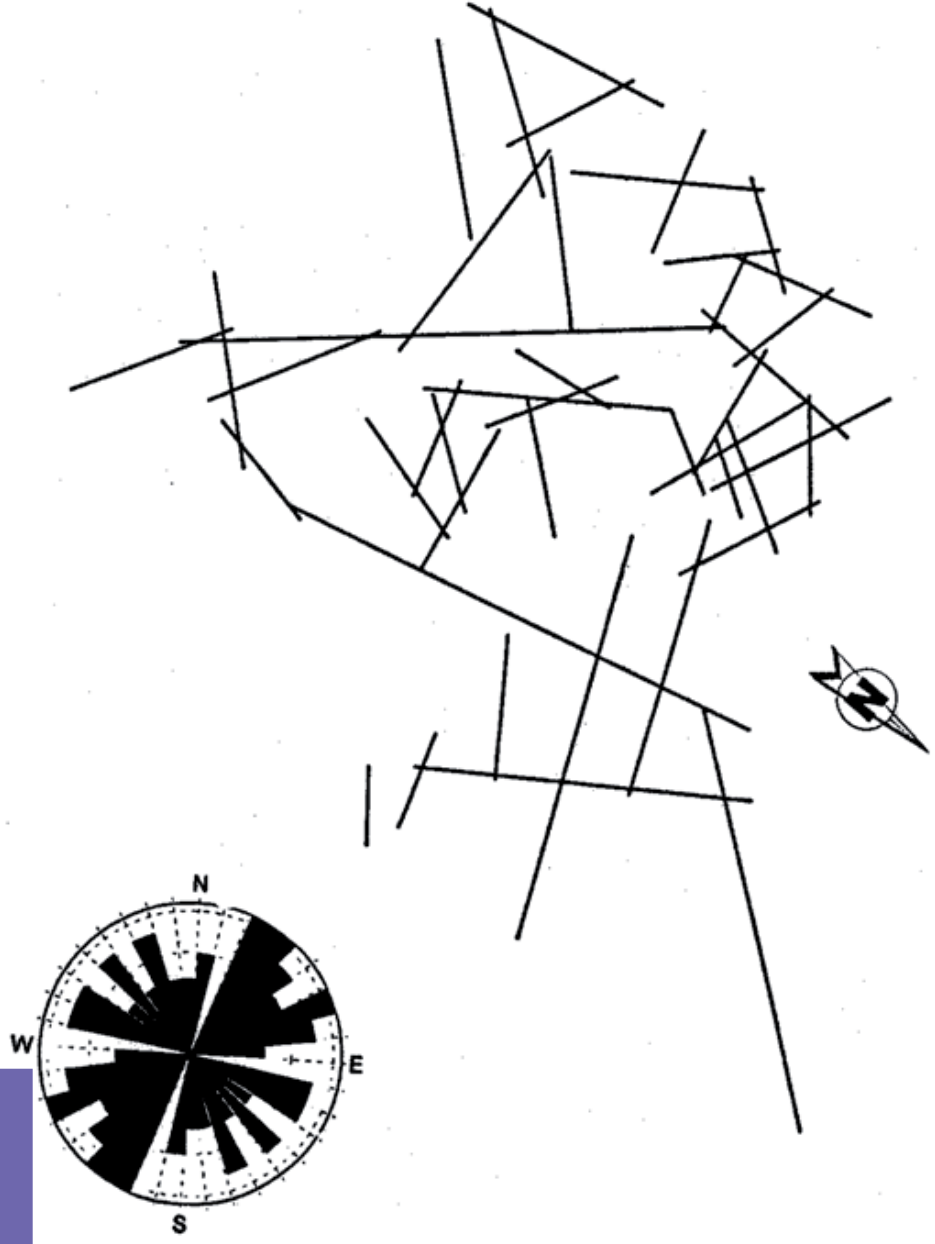


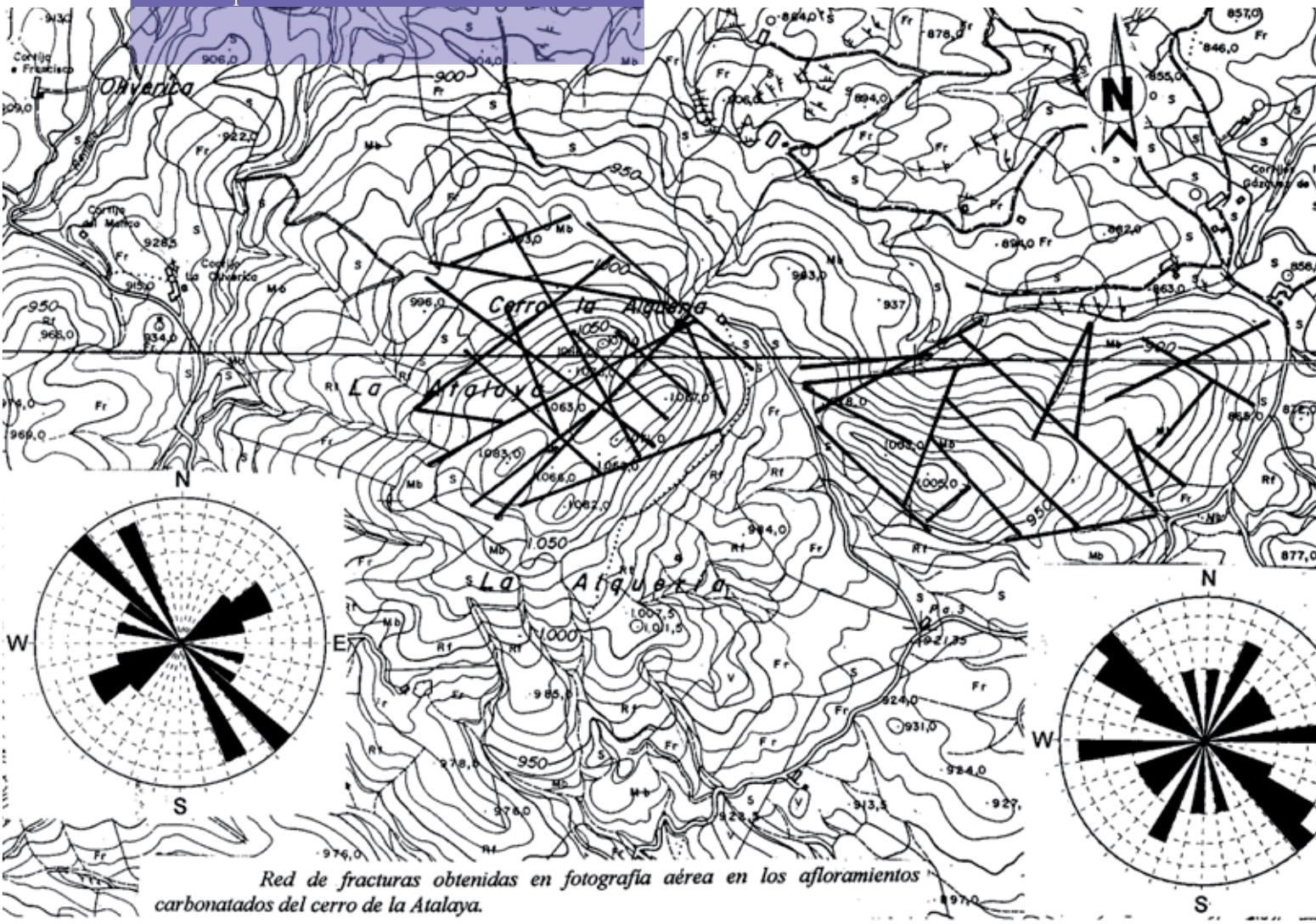
Figura 4. Direcciones de galerías en la Cueva de la Alquería.

se 16 fracturas que presentan una longitud media de 382,5 m. y una longitud total acumulada de 6120 m. lo que corresponde a una densidad superficial de fracturación de 2 x 10^{-2} m^{-1}, entendiendo este parámetro como la longitud total de las lineaciones por unidad de área. En el sector oriental se han interpretado 18 fracturas, su superficie es de 0,35 km^2 siendo la longitud total acumulada de fracturas de 4940 m con una media de 274,4 m, la densidad superficial de fracturación es de 1,4 x 10^{-2} m^{-1}.

En la figura 5 se presenta el plano de fracturación superficial obtenido, con sus correspondientes diagramas de distribución direccional. Las principales clases de fracturas que aparecen en el sector occidental corresponden a las N130-140E seguidas de las N150-160, y por último un conjunto de fracturas que puede agruparse en las direcciones N50-70E; en el sector oriental las principales familias observadas corresponden a las direcciones N120-140E, N80-90E y la N20-30E.

La reducida superficie estudiada hace que la validez de los datos aportados haya que tomarla con las debidas precauciones, ya que el número de fracturas tratadas estadísticamente es pequeño. Aún así es posible diferenciar las direcciones de fracturación típicas béticas ENE-OSO que corresponden a las clases N50-70E que se observan mucho más nítidamente en el sector occidental y no tanto en el oriental. Las direcciones de los ejes de los pliegues que afectan a la Formación Estancias siguen esta dirección y también el contacto entre las Zonas Externas e Internas o entre el Complejo Alpujárride y Maláguide que se sitúan unos kilómetros hacia el norte. Este sistema abarca con frecuencia un abanico de fracturas de direcciones más cercanas a la E-O (Sanz de Galdeano, 1983; Durán, 1996), por lo que el juego

Figura 5. Red de fracturas obtenidas en fotografía aérea de los afloramientos carbonatados en el Cerro de la Alquería



Red de fracturas obtenidas en fotografía aérea en los afloramientos carbonatados del cerro de la Atalaya.

de fracturas N80-90E puede incluirse dentro del mismo. Las familias de fracturas incluidas en las direcciones N120-160E constituyen otro de los principales juegos de fracturas béticos (Sanz de Galdeano, 1983), coinciden con las direcciones de juegos de fallas escarpadas subverticales que aparecen muy extendidas en la zona, siendo una de ellas la responsable de la separación existente entre los bloques de afloramiento occidental y oriental.

La familia N20-30E, que aparece claramente representada en el sector oriental, se integra en la tercera gran familia de fracturas béticas, que a nivel regional suelen constituir fallas de pequeña magnitud pero muy numerosas, en las que son patentes, sobre todo, movimientos en la vertical pero también existen los de desgarre sinistroso (Sanz de Galdeano, 1983). Otros autores como Vidal (1986 en Durán, 1991) o Martín Algarra (1987), distinguen en las Cordilleras Béticas cuatro sistemas de fracturas prácticamente idénticos a los aquí observados. Por otra parte, un estudio realizado en las cercanas sierras de la Muela y Gigante (González-Ramón, 1986) sobre 503 fracturas trazadas a partir de fotografía aérea a escala 1:18.000 muestra unas direcciones preferenciales de fracturación semejantes a las descritas, ya que las familias predominantes obtenidas fueron la N80-100E, N140-160E y N40-60E.

Durán (1996), describe la cronología de estos sistemas, sobre la base de los trabajos de Sanz de Galdeano (1983) y Benavente y Sanz de Galdeano

(1985), como sigue:

•Máximo eje de esfuerzos en dirección ONO-ESE, durante el Mioceno inferior y medio, con generación del sistema N70-100E y movimientos dextrosos.

•Con posterioridad en el Mioceno superior cambio en la orientación del eje de máximo esfuerzo, hacia NNO-SSE, con aparición de los sistemas N130-160E y N5-35E, con movimientos dextrosos y sinistrosos, respectivamente. Esta orientación se alterna con la N-S, posiblemente más tardía.

•Por último, el eje de máximo esfuerzo ha podido situarse en ocasiones cercano a la vertical con rejuegos muy importantes de estos sistemas de fracturas según movimiento como fallas normales.

En el análisis de las direcciones de galerías en la Cueva de la Alquería, que se expone en la figura 4, es posible observar dos familias de fracturas principales que se agrupan en las direcciones N20-40E y N60-80E. La primera de ellas aparece en las familias de fracturas superficiales observadas en el sector oriental, pero no en el occidental que es en el que se sitúa la cavidad. El otro juego de fracturas corresponde a las direcciones de los ejes de plegamientos principales, direcciones béticas como ya se ha referido anteriormente. Otras clases de fracturas secundarias son las N100-120E, N130-140E y N150-160E. Como puede observarse, aparecen las tres principales familias de fracturas béticas, que también se interpretan en fotografía aérea. La familia N20-40E condiciona

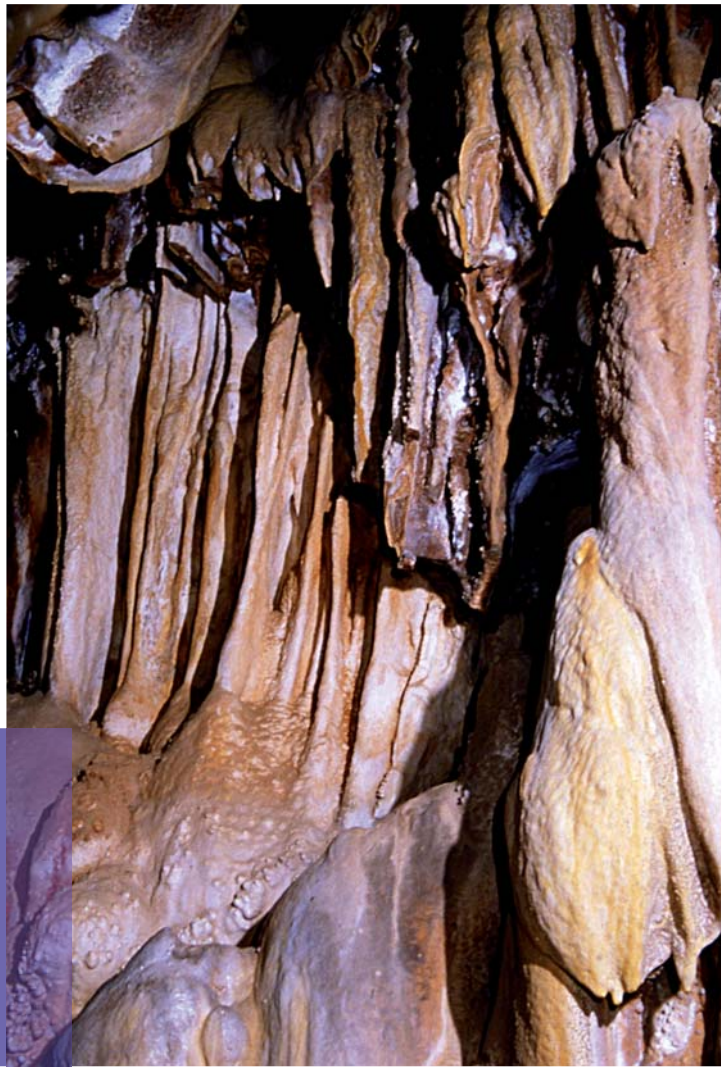


Foto 5. Diaclasa que aparece tras el paso descubierto en el año 1980, la foto fue realizada poco después de su descubrimiento. (Foto Martínez-García, J.).

de manera muy importante los desarrollos de las galerías y sin embargo no se observa en fotografía aérea más que en el sector oriental. Esto puede ser debido a que se trate de un juego de fracturas de pequeña magnitud y por tanto de difícil observación a escala mesoscópica, además se trata probablemente del más tardío por lo que ha podido condicionar en mayor medida la karstificación.

Formaciones kársticas

En el sector occidental es posible observar diversas formaciones exokársticas entre las que se encuentran las dolinas y el lapiaz. Las dolinas se desarrollan a favor de las grandes fracturas superficiales existentes, se trata de dolinas en artesa que presentan una forma elíptica alargada según la dirección de fracturación. Las paredes suelen ser suaves y el fondo puede aparecer relleno de brechas sueltas que recubren un suelo limoso de color marrón rojizo, en ocasiones aparece el fondo rocoso en el que a veces se observan estructuras de desplome con fracturas abiertas pero impenetrables. El lapiaz se encuentra poco desarrollado y cuando aparece suele ser de tipo estructural dominado por las microfisuras existentes.

En cuanto a las formaciones endokársticas, las principales que se observan en el interior de la cueva corresponden fundamentalmente a coladas y banderas asociadas a las paredes de determinadas fracturas; la mayoría presenta un notable desarrollo y formas a veces espectaculares, como la que hemos denominado el Órgano que se encuentra

Foto 6. La Gran Sala, situada en las zonas más profundas de la cavidad que fueron descubiertas en 1980 (Foto. González-Ramón, A.).

en una galería cercana a la entrada de la cavidad. Generalmente las formaciones aparecen secas y descalcificadas y en ocasiones han sido fracturadas posteriormente a su depósito e incluso giradas como consecuencia del movimiento de los bloques que tapizan. Su génesis se ha producido en medios vadosos y en condiciones climáticas en que las precipitaciones eran superiores a las actuales (hemos de recordar que nos encontramos en una zona donde las precipitaciones anuales medias no superan los 300 mm anuales). En la Galería del Río es posible observar dos formaciones de espeleotemas diferentes que muestran que la parte inferior de la galería se encontraba inundada, ya que aparecen morfologías de carácter freático que recubren las zonas más bajas, mientras que el resto aparece recubierto por morfologías de carácter vadoso.

Las estalactitas y estalagmitas son otra forma frecuente aunque en menor grado que coladas y banderas. Las estructuras graviclásticas se pueden observar en numerosas zonas de la cueva por desprendimiento de techos y generación de caos de bloques. En la Gran Sala existen enormes bloques desprendidos que han quedado encajados entre el techo y las paredes sin llegar a caer por completo.

Consideraciones sobre la génesis de la cavidad

La cavidad se desarrolla siguiendo una red de diaclasas y fracturas bien definidas cuyas direcciones principales se ajustan en parte a las observadas en fotografía aérea. Las diversas galerías recorren en ocasiones diferentes niveles de una misma fractura a favor de las áreas que los rellenos de bloques, brechas y limos dejan libres. En el grupo de galerías que parten de la sima es posible diferenciar hasta 4 niveles desarrollados sobre una misma fractura. Las salas más amplias se han formado en áreas donde dos o más diaclasas principales se entrecruzan, y han crecido en base a desprendimientos en el techo de la cavidad.

Los rellenos de espeleotemas en ocasiones recubren toda la superficie abierta y se han generado fundamentalmente en condiciones vadosas, en etapas de mayor pluviometría y probablemente con presencia de una cobertera vegetal de mayor densidad que la actual sobre los materiales carbonatados. En la actualidad en determinadas zonas aún es posible observar la génesis de estos procesos en las pocas coladas activas existentes. Algunas de las coladas secas han podido quedar inactivas como consecuencia del relleno total de la fractura por precipitados de CO_3Ca, esto es lo que puede haber ocurrido en la fractura a favor de la cual se ha generado el órgano, o por rellenos de la misma por brechas y limos. En cambio, determinadas coladas han seguido funcionando hasta la actualidad, aunque ralentizando considerablemente su actividad.

El origen de las fracturas es sin duda tectónico, en relación con los juegos de esfuerzos existentes. Las diferencias observadas en el diaclasado en los dos sectores de afloramientos podrían haber sido generadas por procesos de deslizamientos a favor de la base filítica impermeable. La mayor parte de las principales fracturas aparecen, por lo menos en superficie, rellenas de depósitos paleokársticos lo que demuestra la existencia de importantes procesos de karstificación antiguos.

La apertura de diaclasas por procesos de deslizamientos en los bordes podría haberse desarrollado más ampliamente en el sector occidental debido especialmente a su situación topográfica y estructural, en la que las dolomías aparecen parcialmente colgadas sobre el substrato filítico con fuertes pendientes, especialmente en su borde norte. El sector oriental presenta unas direcciones en los juegos de fracturas semejantes, lo que demuestra una misma génesis en la fracturación de ambos sectores pero, por el contrario, en este sector la amplitud de las diaclasas es considerablemente menor debido probablemente a su disposición estructural ocasionada por la fractura de borde de dirección NE-SO que ha hundido este sector, lo que ha permitido una mayor preservación ante el tipo de procesos descritos. La profusión de bloques deslizados observados en el sector occidental frente a los escasos existentes en el sector oriental demuestra la importancia que este tipo de procesos ha debido jugar durante la historia geológica más reciente.

Bibliografía

Benavente, J. y Sanz de Galdeano, C., 1985. Relación de las direcciones de karstificación y del termalismo con la fracturación en las Cordilleras Béticas. Estudios Geológicos, 41: 177-188.

Duran, J.J., 1996. Los sistemas kársticos de la provincia de Málaga y su evolución: contribución al conocimiento paleoclimático del Cuaternario en el Mediterráneo occidental. Tesis Doctoral Univ. Complutense de Madrid. 409 p.

Durán, J.J.; Grun, R y Soria, J.M., 1988. Aportación del estudio geocronológico de espeleotemas y travertinos al conocimiento paleoclimático del Cuaternario en la Península y Baleares. II Congreso Geológico de España. Vol. I: 383-386. Granada.

González-Ramón, A., 1986. Estudio hidrogeológico de la sierra del Gigante. Memoria inédita. 81 p.

González-Ramón, A. y Martínez-Gea, J. A., 1999a. El karst de la Alquería (Vélez Rubio, Almería). Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico:77-93. Andreo, B.; Carrasco, F. y Durán (eds). Patronato de la Cueva de Nerja, Instituto de Investigación. Nerja, Málaga.

González-Ramón, A. y Martínez-Gea, J. A., 1999b. Las cuevas de la Alquería. Vélez Rubio (Almería). Revista Velezana nº 18: 131-142. Ayunt. de Vélez Rubio - Instituto de Estudios Almerienses. Vélez Rubio (Almería).

Llopis Lladó, N., 1955. Observaciones geológicas y morfológicas en el N. de Almería. Consejo superior de investigaciones científicas. Patronato "Alonso de Herrera". Archivos del instituto de aclimatación. Volumen IV 7-55. Almería.

Martín Algarra, A., 1987. Evolución geológica alpina del contacto entre las zonas internas y las zonas externas de la Cordillera Bética. Tesis Univ. Granada, 1171 p. Granada.

Sanz de Galdeano, C., 1983. Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. Estudios Geológicos, 39:157-165.

Vidal, F., 1986. Sismicidad de la región Béticas-Mar de Alborán. Tesis Doctoral Univ. de Granada, 450 p.

Voermans, M.; Geel, T. y Baena, J., 1979. Memoria y Mapa geológico de España . Escala 1:50.000. Hoja 974. Vélez- Rubio. IGME. Ministerio de Industria y Energía.

Vries, W. C. P. de, y Zwann, K. B., 1967. Alpujárride succession in the central Sierra de las Estancias, province of Almería, S. Spain. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Amsterdam, 70, 443-453.