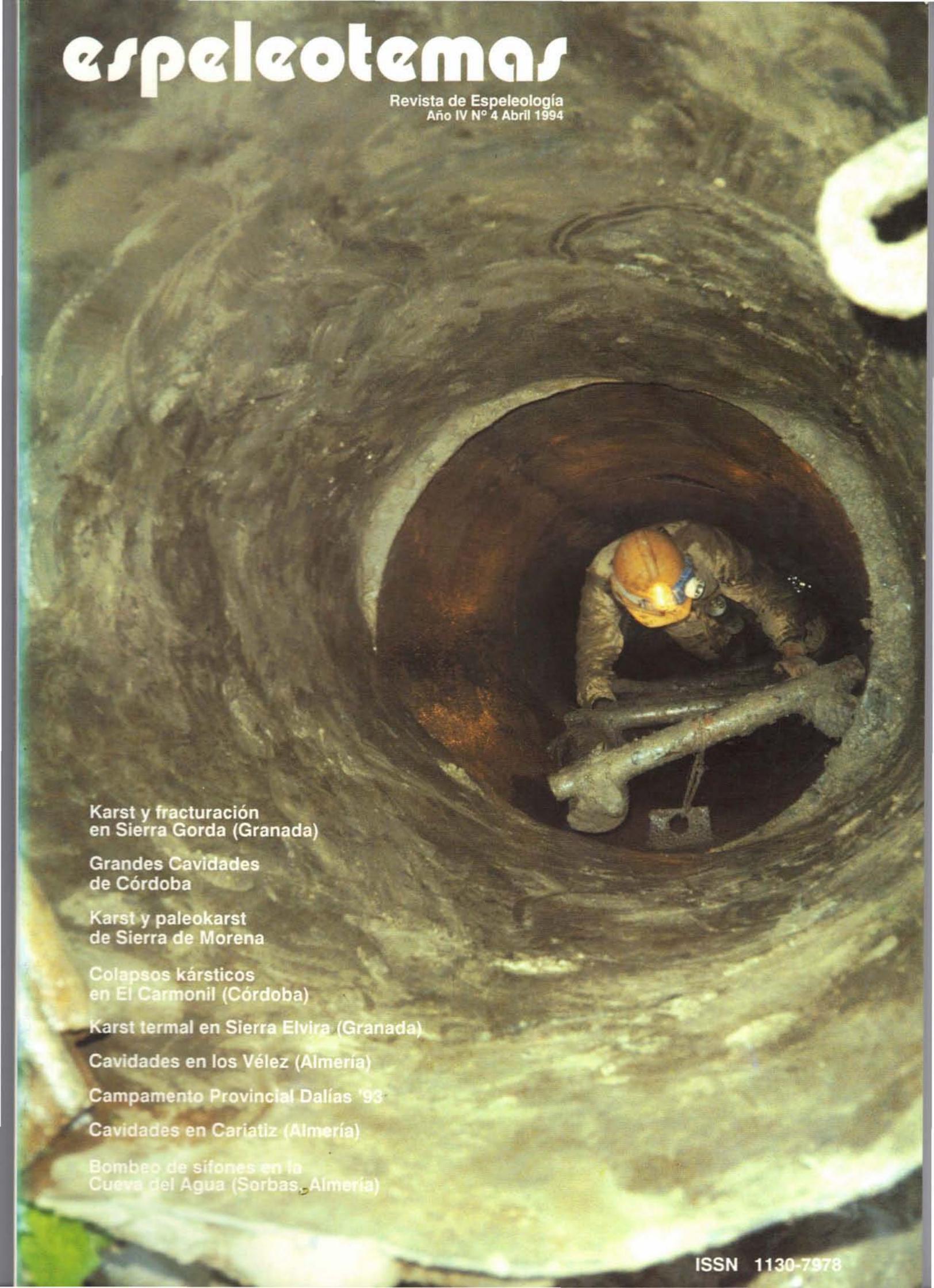


espeleotemas

Revista de Espeleología
Año IV N° 4 Abril 1994



Karst y fracturación
en Sierra Gorda (Granada)

Grandes Cavidades
de Córdoba

Karst y paleokarst
de Sierra de Morena

Colapsos kársticos
en El Carmonil (Córdoba)

Karst termal en Sierra Elvira (Granada)

Cavidades en los Vélez (Almería)

Campamento Provincial Dalías '93

Cavidades en Caríatiz (Almería)

Bombeo de sifones en la
Cueva del Agua (Sorbas, Almería)

el murciélago



un animal beneficioso

Agencia de Medio Ambiente

JUNTA DE ANDALUCIA

Asociación Cultural
ECA

**ESPELEO-CLUB
"ALMERIA"**

Redacción

C/ Santa Bárbara, 67
04009 Almería

Director

José María Calaforra

Coordinación

Francisco Sánchez Martos

Comité de Redacción

Inmaculada Ayuso Campos

José Benavente Hernández

Ángel López González

Luis Molina Sánchez

Ángel Torres Palenzuela

Intercambios

Manuel García Sánchez

Suscripciones

Aurelio López Miralles

Traducciones

Alain Thibault

Imprenta y fotomecánica

T.G. ARTE, Juberías & Cia S.A.

Maracena, Granada

Depósito legal

AL-68-1991

ISSN

1130-7978

**ORGANISMOS
COLABORADORES**

Vicerrectorado de
Extensión Universitaria
Universidad de Almería

Agencia de Medio Ambiente
Almería

Federación Andaluza de
Espeleología

Departamento de Hidrogeología
y Química Analítica
Universidad de Almería



espeleotemas

Revista de Espeleología

Año IV Nº 4 Abril 1994

INDICE

López Chicano M., Pulido-Bosch A. Estudio comparativo entre fracturación y karstificación en Sierra Gorda (Granada y Málaga)	3
Díaz del Olmo F., Baena R., Álvarez G. Karst y paleokarst de Sierra Morena (Sector Ossa-Morena, Hespérico Meridional)	15
López Chicano M., Ortega Gómez, J.A., Ranchal J.A. El Carmonil (Cabra, Córdoba). Rápida evolución de una cavidad en yesos triásicos	25
González-Ríos M.J., López Chicano M., Moreno A. Grandes cavidades de la provincia de Córdoba	31
Martín W., Martínez Alarcón J.M., Pérez Villanueva J.D., Morillas J. El karst de Sierra Elvira (Granada)	43
Moral Tello A. La sima de Lemus VJ-17 (Valdepeñas de Jaén)	61
Porcel Caro E. Comarca de los Vélez (Almería). Notas sobre cuatro cavidades	65
Benavente J. Cavidades en los materiales arrecifales de Cariatiz (Almería)	71
Ayuso I., López Miralles A. Experiencias en el bombeo de sifones (Cueva del Agua, Sorbas)	75
Torres Palenzuela A. IV Campamento Provincial Dalías '93 (Almería)	79
Álvarez G. Karst del parque natural de Vercors (Alpes Occidentales)	83
Planells M. Las telecomunicaciones en espeleología	85
ACTIVIDADES	86
CATALOGO	87
NOTICIAS	89

Sólo los autores son responsables de las ideas vertidas en sus artículos. Está permitida la reproducción parcial o total de los artículos contenidos en esta revista, siempre que se cite su procedencia. "Espeleotemas" es una revista de temática espeleológica. No existe interés lucrativo.

Portada: Entrada artificial a la cavidad Ozernaja (Karst en yesos de Ucrania).
Foto: Ángel Torres Palenzuela

Editorial

Desde el descubrimiento de la Cueva del Agua de Sorbas en 1974 el interés por la exploración de esta cavidad ha aumentado progresivamente a través de los años. En su primera década, la cavidad alcanzó un desarrollo cercano a 2000 metros, y actualmente la longitud total de galerías topografiadas se aproxima a los 8000 m. El Espeleo Club Almería ha dedicado, desde su fundación en 1985, sus mayores y mejores esfuerzos en profundizar en el estudio de este importantísimo complejo kárstico en yesos, con una minuciosa y constante labor de investigación espeleológica, centrada actualmente en los proyectos de exploración y topografía. Las grandes satisfacciones que nos ha proporcionado la práctica de la Espeleología en esta bella y singular cavidad nos impulsó a abordar la fascinante empresa de colocar al Sistema de la Cueva del Agua (Karst en Yeso de Sorbas, Almería) como la primera cavidad en desarrollo de toda Andalucía y la de mayor desarrollo en yesos de España. ESPELEOTEMAS, que dedica en todos sus números un perfil de la realidad actual del Karst de Sorbas, celebra desde estas páginas, la segunda década de la Cueva del Agua como la mayor cavidad de Andalucía.

ESPELEO-CLUB ALMERÍA

NORMAS PARA LOS AUTORES

La revista ESPELEOTEMAS publicada por el ESPELEO CLUB ALMERIA recibirá todos los trabajos sobre investigación espeleológica, siempre y cuando reúnan unas condiciones mínimas de calidad.

Los trabajos estarán escritos en castellano, inglés, francés o italiano y deberán estar precedidos por un resumen en inglés. En el caso de que el trabajo original no esté escrito en castellano, el Comité de Redacción elaborará un resumen en castellano lo más próximo al texto original que, por otra parte será transcrito íntegramente en la lengua original.

Los trabajos serán inéditos, salvo en el caso de que a petición del autor, el Comité de Redacción considere oportuno su nueva publicación dado el alto interés del trabajo.

Los artículos se presentarán mecanografiados a doble espacio en formato DIN A-4 y acompañados, siempre que sea posible, por un diskette (MSDOS) con el texto en cualquier procesador comercial o formato ASCII-8bits.

La bibliografía se reseñará al final del artículo. En el texto aparecerán referencias a la misma del modo: AUTOR (AÑO) y al final: Autor P. (AÑO): Artículo.—Revista, número: primera pág.—última pág.

Las figuras tendrán un tamaño máximo A-3 e irán reproducidas en tinta china sobre papel blanco o vegetal. El tamaño final de la reproducción lo determinará el Comité de Redacción. El texto a pie de figura se remitirá en hoja aparte, situando en el artículo su posición aproximada.

Las fotografías publicadas deberán remitirse en formato diapositiva 35 mm o papel. El texto a pie de foto se remitirá en hoja aparte, situando en el artículo su posición aproximada. El tamaño y número de las fotografías lo determinará el Comité de Redacción de acuerdo con las necesidades de la edición.

El autor recibirá cinco separatas de su artículo.

Los autores son los únicos responsables de las ideas vertidas en los artículos aquí publicados.

Bibliografía:

Escribir al final del artículo las referencias bibliográficas de acuerdo con el formato:

BÖGLI, A. (1964). *Mischungskorrosion ein Beitrag zum Verkarstungsproblem*. Erdkunde 18(2): 83-92

PUBLISHING RULES

The magazine ESPELEOTEMAS published by ESPELEO CLUB ALMERIA will receive all the works about speleological research always collecting minimum of quality conditions. The articles/reports must be written/typed in English, Spanish, Italian or French and will have to be preceded by an abstract in English. In the case that original article had not been written/typed in Spanish, the redaction committee would make an abstract in Spanish as close possible to the original one and also transcribing the complete original text. The report must be unpublished previously except in the case the redaction committee considers appropriately to include an article which has already been published in any other review and with a previous solicitude of the author.

The articles must be typed to double space in the size DIN A-4 and if it possible with a diskette (MS DOS) with the text in any commercial program or in ASCII-8 bits format.

The references will be written up at the end of the report. References like author, year will appear in the text. The figures must have a maximum size of A-3 and will have to be reproduced in Indian ink on white or vegetable paper. The final size of the reproduction will be determined by redaction committee. The text below figures/photograph must be sent in a different sheet, placing in the article the approximate position. The published photography will be sent in slide format 35 mm or paper copy.

The author will receive five copies of the article. The authors are the only ones responsible for the ideas appearing in the published articles.

References:

Write the references in the format of the example:

BÖGLI, A. (1964). *Mischungskorrosion ein Beitrag zum Verkarstungsproblem*. Erdkunde 18(2): 83-92

Estudio comparativo entre fracturación y karstificación en Sierra Gorda (Granada y Málaga)

Comparative study between jointing and karst in Sierra Gorda massif (Granada and Málaga)

López Chicano M.*,**; Pulido-Bosch A.*

* Departamento de Geodinámica (Univ. Granada)

** Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (CSIC - Univ. Granada)
Grupo Alpino Espeleológico Lucentino (GAEL, Lucena, Córdoba)

Resumen

El estudio de la fracturación del macizo kárstico de Sierra Gorda (Zonas Externas o Margen Sudibérico de las Cordilleras Béticas) se lleva a cabo con ayuda de datos tomados en campo y sobre fotografía aérea. Las medidas de campo son tratadas de acuerdo con métodos microtectónicos. El mapa de fracturación, realizado a partir de fotografías aéreas, se analizó con ayuda de métodos computerizados una vez digitalizado.

Estas técnicas permiten caracterizar la intensidad direccional de la fracturación y su relación con los diferentes estados de esfuerzo. Las principales familias de fracturas encontradas son: N 0-10 E, N 40-50 E, N 90-100 E y N 140-150 E. El análisis microtectónico distingue claramente al menos dos fases de fallamiento, una compresiva con el máximo esfuerzo en posición E-O y otra de distensión radial, pero con máxima extensión en dirección NE-SO.

El estudio estadístico de las direcciones principales de desarrollo de galerías kársticas conocidas en el macizo refleja una coincidencia casi perfecta con los sistemas de fracturas, si bien, la máxima intensidad de karstificación obtenida corresponde a las fracturas E-O, tratándose de un paleokarst desarrollado en la franja no saturada del karst. Según el modelo evolutivo que se propone, las familias N 140-150 E y N 0-10 E serían las últimas que han podido actuar en distensión, por lo que su papel en la karstificación actual del macizo debe ser importante.

Palabras clave: Fracturación, mapa de fracturas, microtectónica, karstificación, direcciones de galerías kársticas.

Abstract

The study of the fracturing in the Sierra Gorda karstic massif (External Zones or South-Iberian Domain of the Betic Cordillera) has been carried out with data gathered in the field and from aerial photographs. In handling the field measurements, microtectonic methods have been used. The fracture map, drawn from aerial photographs, was first digitalized and then analysed by computer aided methods.

These techniques provide a characterization of the fissural directional intensity and its relation to the different stress states. The major orientation classes of fractures found are: N 0-10 E, N 40-50 E, N 90-100 E and N 140-150 E. The analysis of tectonic micro-structures show clearly a minimum of two faulting phases. The first one is compressive with the greatest stress near the E-W strike. The second one implies a general radial extension, although with a dominant extension in the NE-SW strike.

The statistical study of directions of known karstic galleries in the massif show a near perfect coincidence with the systems of fracture above mentioned, nevertheless the fractures E-W are the most karstified corresponding to a paleokarst developed in the unsaturated zone of the karst. According to the evolution model

proposed, the sets N 140-150 E and N 0-10 E appear to be the last to have extended, and would therefore play an important role in the present karstification.

key words: Fracturing, fracture map, microtectonic, karstification, direction of karstic galleries.

INTRODUCCIÓN

Situado en el extremo occidental de la provincia de Granada y en el límite con la de Málaga, Sierra Gorda constituye uno de los macizos kársticos más extensos de Andalucía (293 km² de afloramientos carbonatados). Desde el punto de vista geográfico comprende las sierras de Loja, Gorda (s.str.) y parte de la de Alhama. Su morfología plana, la gran pureza de las calizas, la intensa fracturación y una pluviometría relativamente alta, son factores que han contribuido al desarrollo de un bello y diversificado paisaje kárstico. Cabe señalar la existencia de varios poljes, entre los que destaca el de Zafarraya, funcional y uno de los más extensos de la Península Ibérica. Asimismo, existen varios miles de dolinas o torcas de pequeñas dimensiones, y una decena de manantiales con caudales medios superiores a 100 l/s. Se conoce más de un centenar de cavidades, algunas de las cuales se encuentran entre las más profundas de la provincia de Granada (GONZÁLEZ RÍOS, 1992).

La porosidad y permeabilidad "primarias" que manifiestan los materiales rocosos carbonáticos de Sierra Gorda son, por regla general, muy bajas. La karstificación en profundidad sólo es posible a favor de las discontinuidades presentes en esas rocas. Estas discontinuidades capaces de contener y transmitir el agua son fundamentalmente superficies de estratificación y, sobre todo, fracturas de origen tectónico.

Las superficies de estratificación son planos de discontinuidad de las rocas que se extienden, en general, sobre grandes distancias y hasta los límites de las masas carbonatadas. En condicio-

nes favorables de exposición pueden actuar como lugares de entrada efectiva de agua (infiltración) y de circulación profunda (DREYBRODT, 1988), siempre que presenten una permeabilidad suficiente como para permitir el inicio de la circulación del agua y, por tanto, el comienzo de la corrosión. Se conoce muy poco sobre el papel que pueden llegar a jugar estas superficies en la karstificación. Globalmente, su importancia en regiones fuertemente plegadas y fisuradas, debe ser pequeña y más limitada frente a la de las discontinuidades de origen tectónico, cuyos efectos destacan sobre los de las primarias.

Las fracturas son la respuesta frágil de las rocas ante determinados esfuerzos tectónicos. Son superficies de discontinuidad de dimensiones muy variables, desde la escala microscópica hasta la escala del centenar de kilómetros. Su disposición, frecuentemente vertical, favorece notablemente la penetración y la circulación del agua; no obstante, el comportamiento varía según los tipos de fracturas, el funcionamiento, su orientación, etc.

En este artículo pretomos dar a conocer los resultados del análisis de la fracturación del macizo de Sierra Gorda, entendiendo por fracturación el conjunto de discontinuidades, esencialmente de origen tectónico, hayan tenido o no movimiento (fallas o diaclasas, respectivamente). Este tipo de estudios presenta un gran interés, ya que el agua se mueve a través de fracturas, a favor del gradiente hidráulico, y parece lógico pensar que la karstificación se verá facilitada a través de aquel o aquellos juegos cuya disposición y condiciones de abertura sean más favorables. Más adelante se detallarán los procedimientos empleados en la adquisición de la información fisural, basados esencialmente en un análisis puntual de las direcciones de fractura en estaciones de medida y en un análisis global de los campos de fracturas interpretados a partir de fotografías aéreas. La identificación de las etapas de fallamiento y de los campos de esfuerzos que las caracterizaron se ha llevado a cabo mediante el análisis microestructural, utilizando, fundamentalmente, estrías de fallas y diaclasas de tensión medidas en estaciones sobre el terreno. Todos los datos son integrados en el contexto geodinámico regional, en orden a establecer una cronología para las fases de fracturación.

La karstificación en los macizos carbonáticos es un fenómeno que se sobrepone a las superficies de discon-



Foto 1
Paso en oposición en una fractura ensanchada por la circulación del agua
Complejo Sima Rica-Redil (Sierra Gorda). Foto: M. López Chicano

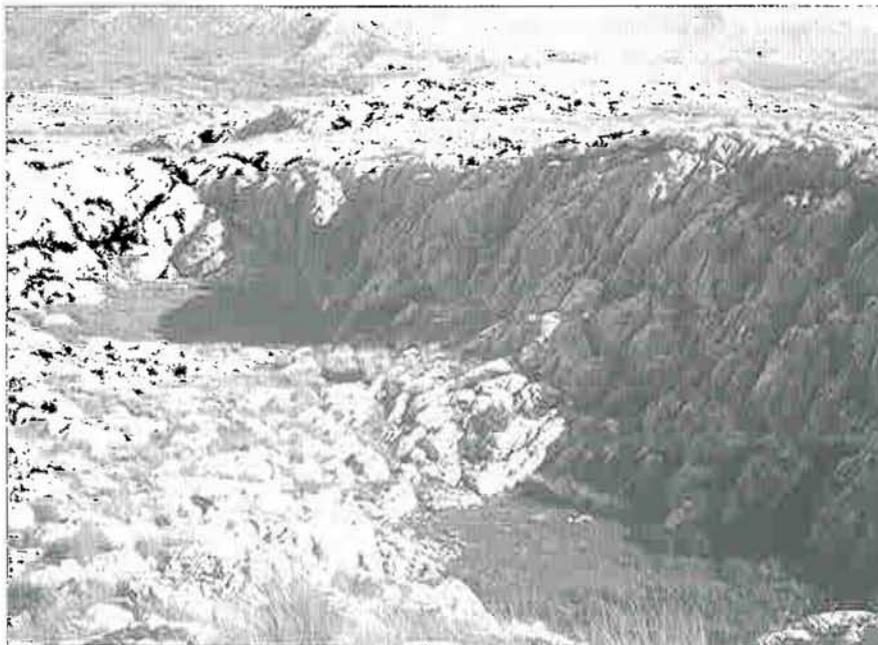


Foto 2
Dolinas asimétricas alineadas según una fractura en Sierra Gorda
Foto: M. López Chicano

tinuidad antes mencionadas, ensanchándolas por el efecto de corrosión que ejerce el agua infiltrada sobre la roca encajante (foto 1). El resultado es la aparición de una "nueva estructura" en el macizo, en el sentido de que amplía la estructura fisural previa de manera selectiva. El estudio de la organización espacial de las redes kársticas subterráneas permite aproximarse al conocimiento del modo en que se produce la circulación del agua subterránea en el Karst, puesto que estas redes están ligadas a "ejes" de mayor permeabilidad.

A partir de los trabajos de KIRALY (1969), diversos estudios ponen de manifiesto la estrecha relación existente entre la orientación de cavidades kársticas y la estructura geológica (GUE-RIN, 1973; GRILLOT, 1979) (Foto 2). Algunos autores llegan incluso a proponer el análisis de las redes kársticas topografiadas como método utilizable en los estudios puramente tectónicos (JASKOLLA y VOLK, 1986). La naturaleza, organización y distribución de la red de fracturas original controla en buena medida el desarrollo preferencial y selectivo de la estructura kárstica de los macizos carbonatados (KIRALY y SIMEONI, 1971). Determinados juegos de fracturas pueden ser, por su apertura y por su densidad (DREYBRODT, 1988), favorables a la penetración y circulación del agua, facilitando la disolución y karstificación de la roca almacén.

Por todo ello se deduce que el análisis direccional de las cavidades de Sierra Gorda puede aportar datos interesantes para el conocimiento del desarrollo y evolución de la karstificación del macizo. Este análisis ya fue objeto de una comunicación al II Congreso Geológico de España (LÓPEZ CHICANO y PULIDO BOSCH, 1988), si bien, en aquella ocasión los resultados fueron interpretados a la luz de los conocimientos tectónicos regionales que existían, y no fueron comparados con datos de fracturación propios de Sierra Gorda, cuestión que fue abordada por LÓPEZ CHICANO (1989 y 1992) y que será sintetizada de nuevo en este trabajo.

MARCO GEOLÓGICO GENERAL

Desde el punto de vista geológico, Sierra Gorda se sitúa en el sector central de las Cordilleras Béticas, concretamente en las Zonas Externas o Margen Sudibérico, muy próxima al contacto con las Zonas Internas o Dominio de Alborán (figura 1). El macizo está constituido por dos unidades estratigráfica y tectónicamente distintas (VERA, 1966):

la unidad de Sierra Gorda (s.str.), perteneciente al dominio Subbético interno, y la unidad de Zafarraya, difícil de asignar a un conjunto geológico concreto (MARTÍN ALGARRA, 1987). Ambas unidades tienen, como rasgo común, el disponer de una serie estratigráfica mayoritariamente compuesta por materiales calizos y dolomíticos de edad Trías superior a Lías medio (Formación Gavilán), cuyo espesor real es desconocido, aunque supera los 1000 m con toda seguridad. En el caso de la unidad de Sierra Gorda (la de afloramientos más extensos), sobre todo en su sector meridional (figura 2), el techo de esta formación carbonatada presenta indicios de paleokarstificación de una antigüedad superior a 175 millones de años, con paleocavidades y diques neptúnicos fosilizados (GARCÍA HERNÁNDEZ, et al., 1986-87).

En conjunto, Sierra Gorda se muestra como un gran domo alargado según la dirección N-S, resultado de la superposición de dos sistemas de plegamiento con ejes de dirección N 150 E y N 30-50 E (LUPIANI y SORIA, 1988). La mayoría de los investigadores (VERA, 1966; ELORZA y GARCÍA DUEÑAS, 1979) suponen que la unidad de Zafarraya cabalga sobre la de Sierra Gorda, aunque el contacto estaría retocado por fallas normales que hundirían a la primera respecto a la segunda. Realmente, este contacto es muy vertical, aunque en el sector occidental se aprecia cómo la unidad de Sierra Gorda se superpone ligeramente, mediante fallas inversas y de desgarre, a la unidad de Zafarraya. Ambas unidades aparecen afectadas de una intensa fracturación y karstificación que serán objeto de análisis detallado en este trabajo.

ANÁLISIS DE LA FRACTURACIÓN

Sobre el Terreno

Hemos realizado mediciones de orientación de fracturas en 35 estaciones, repartidas lo más homogéneamente posible, a lo largo del sector de estudio. De éstas, 31 se ubicaron sobre afloramientos carbonatados de las unidades de Sierra Gorda, Zafarraya y Rondaides de los Baños de Alhama; las 4 restantes corresponden a medidas realizadas sobre materiales postorogénicos.

El número total de medidas (principalmente diaclasas o fallas de pequeño salto) fue de 3.289 fracturas. Por estación, el número de datos osciló entre 50 y 177. Las fracturas no verticales (buzamiento menor de 70°) o curvas fueron

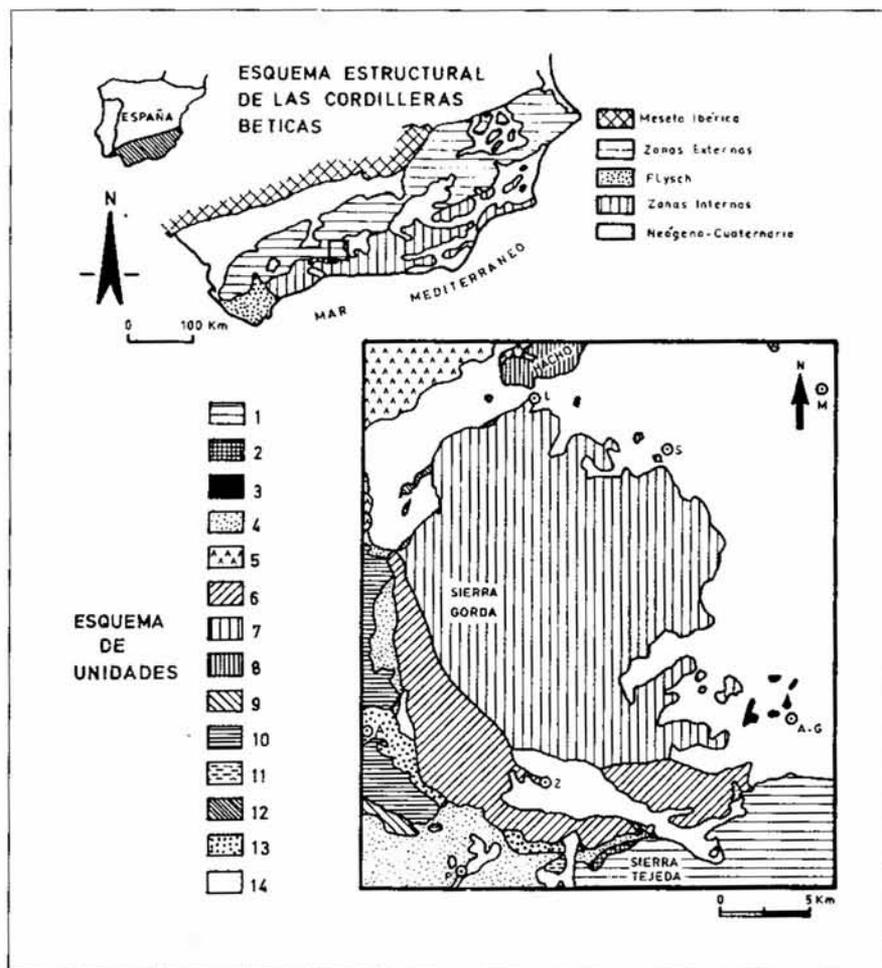


Figura 1 Unidades y dominios geológicos presentes en Sierra Gorda y su entorno: 1, Complejo Alpujárride; 2, Complejo Maláguide; 3, Dorsal Bética o Rondaides; 4, Complejo Colmenar-Periana; 5, Trías de Antequera; 6, Unidad de Zafarraya; 7, Unidad de Sierra Gorda; 8, Unidad del Hacho de Loja; 9, Penibético; 10, Complejo de la Alta Cadena; 11, Unidad de Zalia; 12, Formación Tajea; 13, Formación Santana; 14, materiales neógenos y cuaternarios postorogénicos. Poblaciones: L, Loja; S, Salar; M, Moraleda de Zafayona; A-G, Alhama de Granada; Z, Zafarraya; A, Alfarate; P, Periana.

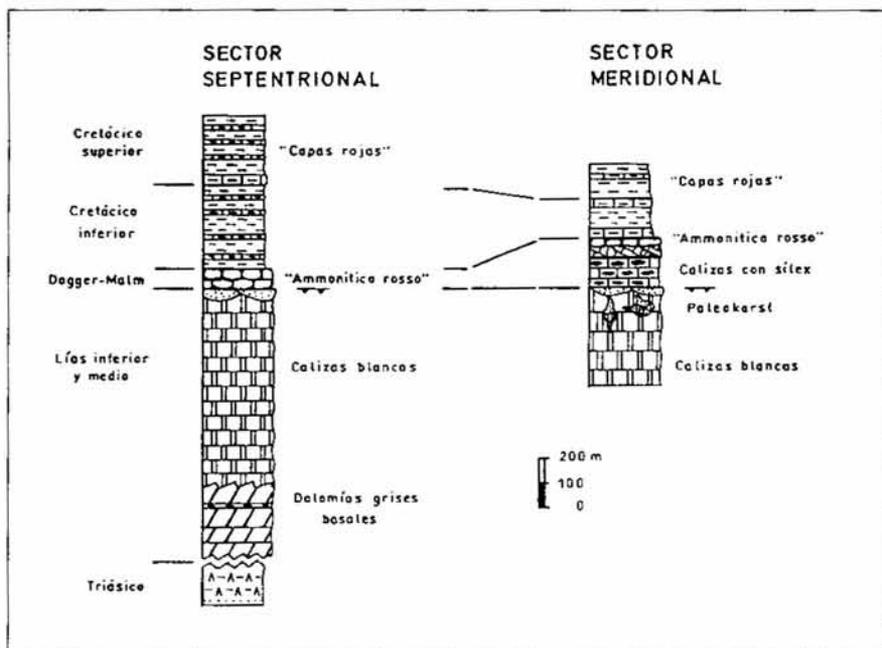


Figura 2 Series estratigráficas sintéticas de los sectores Norte y Sur de la unidad de Sierra Gorda

muy raras. Ambos tipos no fueron utilizados en el tratamiento.

En cada estación se distinguió además la litología, dirección y buzamiento de la estratificación, espesor medio de los estratos, dirección de recorrido, apertura de las fracturas, separación entre fracturas, existencia o no de rellenos y naturaleza de los mismos. Todas las medidas de orientación se hicieron con brújula, descontando 6° de declinación magnética. En la mayor parte de las estaciones, las condiciones de afloramiento impidieron realizar mediciones según dos direcciones ortogonales, como era lo aconsejable (KIRALY, 1969); buena parte de ellas se situaron en cortes subverticales: canteras, taludes de carreteras y ferrocarril, y túneles. En todos los casos se anotó la dirección del itinerario seguido y la longitud del mismo; este último osciló entre 10 m y 50 m. Por regla general no se midieron microfisuras; salvo raras ocasiones la mayoría de las mediciones se realizaron sobre fracturas decamétricas.

La representación de los datos de orientación de fracturas se hizo en todos los casos sobre histogramas circulares tipo "diagramas en rosa", con intervalos de clase de 10°. No se ha abordado, de momento, el estudio de la densidad de fracturación, debido, en parte, a las malas condiciones de la mayoría de los afloramientos, en general desarrollados en una sola dirección.

Se puso de manifiesto una gran variabilidad entre los resultados de cada estación, como cabría esperar en una zona fuertemente deformada donde las estructuras mayores, pliegues y fallas de grandes dimensiones, afectan localmente a la distribución direccional de los máximos relativos de las fracturas medidas. Asimismo, el propio sistema de muestreo elimina aquellos máximos que se pudieran producir en la dirección del recorrido. Por todo ello, la representatividad de los mismos es muy escasa si se consideran de forma aislada. Es conveniente trabajar con los datos agrupados para el conjunto del macizo. Así, observando el diagrama correspondiente al conjunto de las estaciones ubicadas sobre materiales carbonatados mesozoicos (histograma general en la figura 3), se puede deducir la presencia de al menos 4 máximos de orientación de fracturas -frente a un gran "ruido de fondo"-, que son: N-S, ligeramente más marcado hacia N 10-20 E; N 40-50 E, en general, bien definido; N 90-110 E; y N 130-150 E, con una cierta dispersión.

Para el conjunto de las estaciones

ubicadas en las calizas de la unidad de Sierra Gorda, las familias de fracturas más frecuentes coinciden en buena medida con la distribución general, salvo el máximo N-S que aquí aparece desglosado en dos: N 170-180 E y N 10-30 E. El resto de los máximos, N 40-50 E, N 90-110 E y N 130-150 E aparecen, si cabe, con mayor nitidez. Hay que resaltar la gran dispersión existente en este sector entre la dirección N 90 E a N 150 E.

En la unidad de Zafarraya el número de estaciones y el de fracturas medidas (712 fracturas) es considerablemente menor que en la unidad de Sierra Gorda, aunque hay que tener en cuenta que la superficie que ocupa esta última es a su vez mayor que la de aquella. Para la unidad de Zafarraya se observan también 5 familias predominantes: N-S a N 10 E; N 40-50 E; N 80-110 E; N 120-140 E; y N 150-170 E. Salvo los máximos N 40-50 E y N 80-110 E, los 3 restantes se encuentran ligeramente rotados respecto a los equivalentes en la unidad de Sierra Gorda. Esta rotación relativa de ciertas fracturas acompaña en cierta forma a la disposición arqueada en planta de la unidad de Zafarraya, la cual rodea por el Oeste y por el Sur a la unidad de Sierra Gorda, siguiendo direcciones que van desde NO-SE a casi E-O.

Respecto a las fracturas medidas en los materiales postorogénicos, éstas se agrupan en dos máximos principales relativamente bien marcados: N 40-60

E y N 150-170 E; aparece un ligero máximo secundario, N 70-90 E, que denota la influencia de una única estación algo anómala. En general, estos dos sistemas de fracturas, que forman un ángulo agudo de 60° aproximadamente, deben constituir algunos de los sistemas de fracturas de más reciente formación, probablemente de edad Mioceno terminal o posterior.

Sobre fotografía aérea

El análisis de la fracturación visible sobre fotografía aérea ha ocupado una parte muy importante del tiempo utilizado en este estudio. Según GRILLOT (1979 y 1984), la utilización de los datos fotogeológicos se revela como una herramienta indispensable en el conocimiento de las principales familias de fracturas, así como de su longitud, densidad, etc.; y sirven de complemento ideal a las observaciones realizadas sobre el terreno, ya que desde el punto de vista estadístico el número de datos es muy superior.

El paso previo en todo análisis de fracturación sobre fotografía aérea consiste en la realización del **Mapa de Fracturación**, a partir de la interpretación de fotografías aéreas en visión estereoscópica. La escala de las fotografías utilizadas fue la 1:18.000. Para cada fotograma se realizó la interpretación dibujando, sobre un papel superponible de tipo *kodatrace*, la traza de los lineamientos susceptibles de constituir

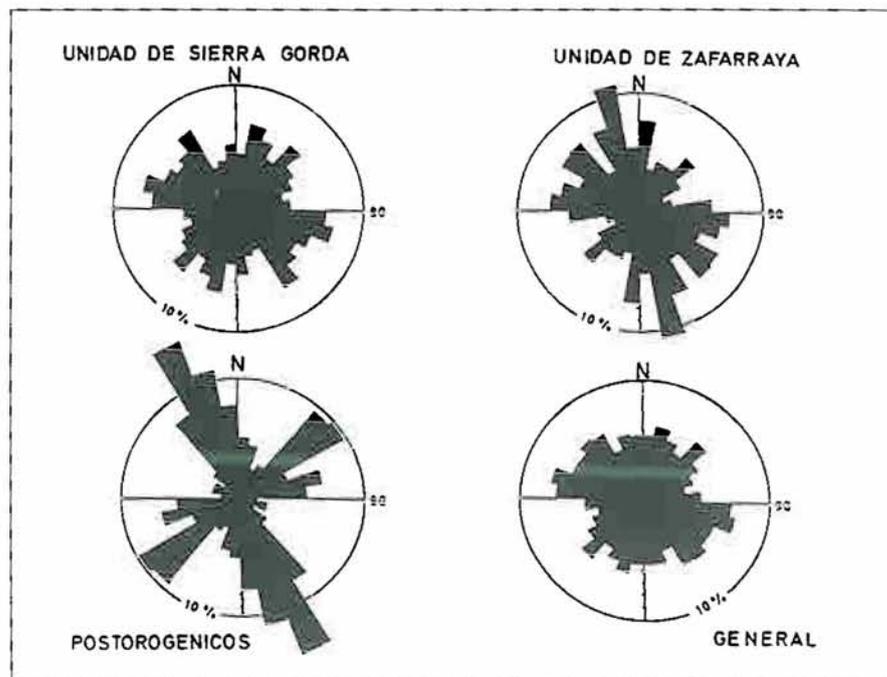


Figura 3
Diagramas de distribución direccional de fracturas en las unidades de Sierra Gorda y Zafarraya, en el conjunto de ambas (General) y para los materiales postorogénicos del entorno, a partir de las medidas de campo

fracturas; solamente se utiliza la parte central de la fotografía, a fin de eliminar los errores introducidos por la distorsión de la imagen hacia los bordes. Seguidamente se realiza el montaje de todos los fragmentos en un único documento que constituiría el mapa de fracturación.

Posteriormente se procedió a digitalizar el mapa (con un tamaño aproximado de 1,20 m por 1,50 m), obteniéndose un total de 42.352 trazas o lineaciones. Este proceso consiste en la numerización de las fracturas, recogiendo sobre un sistema de coordenadas de ejes ortogonales previamente definido el valor de la abscisa y de la ordenada de cada extremo de las mismas. De esta forma, cada fractura tiene definida su longitud y su situación espacial mediante un sistema de 4 puntos.

Por último, una versión en lenguaje BASIC del programa RAFRAC (RAZACK, 1984) permitió obtener los parámetros elementales cuantitativos que identifican a la fracturación (orientación y longitud).

En la figura 4 se representa la distribución direccional de las fracturas, según el número de fracturas (A) y según las longitudes acumuladas (B) para el total del macizo carbonatado, así como para las unidades de Sierra Gorda y de Zafarraya. Es llamativo el gran parecido existente entre los histogramas correspondientes a las dos modalidades de expresión de la intensidad de fractura-

ción, indicando, de forma cualitativa, la gran correlación que existe entre los valores expresados en número de fracturas y los expresados en longitudes acumuladas de fracturas, para cada familia direccional. RAZACK (1979), investiga las relaciones entre estos dos modos de expresión mediante métodos estadísticos de regresión lineal, concluyendo en que esta relación es fuertemente lineal y positiva, de forma que el parámetro intensidad de fracturación puede ser expresado de una u otra manera, indiferentemente. En el caso de Sierra Gorda, los coeficientes de correlación lineales eran altos, oscilando entre 0,69 y 0,97, para intervalos de confianza del 95 %. Los valores más bajos correspondían sistemáticamente a los subsectores con menor número de datos.

Los histogramas circulares que agrupan todos los datos de orientación (General) de fracturas que aparecen en la figura 4 (A y B), son esenciales para el conocimiento de la estructura fisural del macizo de Sierra Gorda. Una observación minuciosa de los mismos pone de manifiesto las principales familias de fracturas que existen en el macizo:

-Fracturas de orientación N-S a NO-10 E. En general, se trata de fracturas largas (175 m de longitud media).

-Fracturas N 50-70 E. Constituye un máximo bien definido y muy uniforme, en cuanto a número de fracturas y longitudes acumuladas.

-Fracturas N 90-100 E. Aunque no son muy frecuentes en la fotografía aérea, suele tratarse de fracturas de grandes dimensiones (longitud media de 183 m).

-Fracturas N 140-150 E. Son fracturas muy abundantes, aunque no especialmente largas. Pueden llegar a confundirse con las fracturas N-S.

Respecto a la unidad de Sierra Gorda, esos máximos direccionales se mantienen idénticos, si cabe más definidos aún, lo que pone de manifiesto el gran peso de la fracturación de esta unidad (29.904 fracturas) sobre el conjunto del macizo. La unidad de Zafarraya (12.304 fracturas) presenta ciertas diferencias respecto a los máximos antes citados: por una parte se observa que está presente el máximo N-S, caracterizado aquí también por grandes fracturas; el máximo N 50-70 E se observa de forma poco clara y presenta una gran dispersión; el máximo N 90-100 E es muy tenue aquí, tanto en número de fracturas como en longitudes acumuladas; se observa un máximo N 140-150 E que pasa gradualmente hacia la dirección N-S, sin que ambos se puedan disociar claramente. En la unidad de Zafarraya, las fracturas N 140-150 E predominan sobre otras familias.

Como ilustración de lo expuesto anteriormente, la figura 5 muestra un fragmento del mapa de fracturación correspondiente al sector más alto del macizo, donde las cuatro familias de fracturas definidas se muestran con gran claridad.

Comparación entre los datos de campo y de fotografía aérea

Dado el carácter del tratamiento que se ha realizado sobre los datos de campo y de foto aérea, la comparación de los mismos hay que hacerla teniendo en cuenta los histogramas de distribución de la intensidad de fracturación expresada en número de fracturas, tanto para el conjunto de materiales carbonatados, como para las unidades de Zafarraya y de Sierra Gorda. En general, los diagramas correspondientes a los datos de foto aérea (figura 4 A) muestran un mayor "ruido de fondo" que los correspondientes a los datos de campo (figura 3), debido a que el número de fracturas empleadas es mucho mayor en el primer caso. Si se compara el histograma general de los datos de campo (figura 3) con los de fotografía aérea (figura 4 A) se observa que no existe una correspondencia de las magnitudes relativas de cada máximo.

Llama la atención, por ejemplo, que

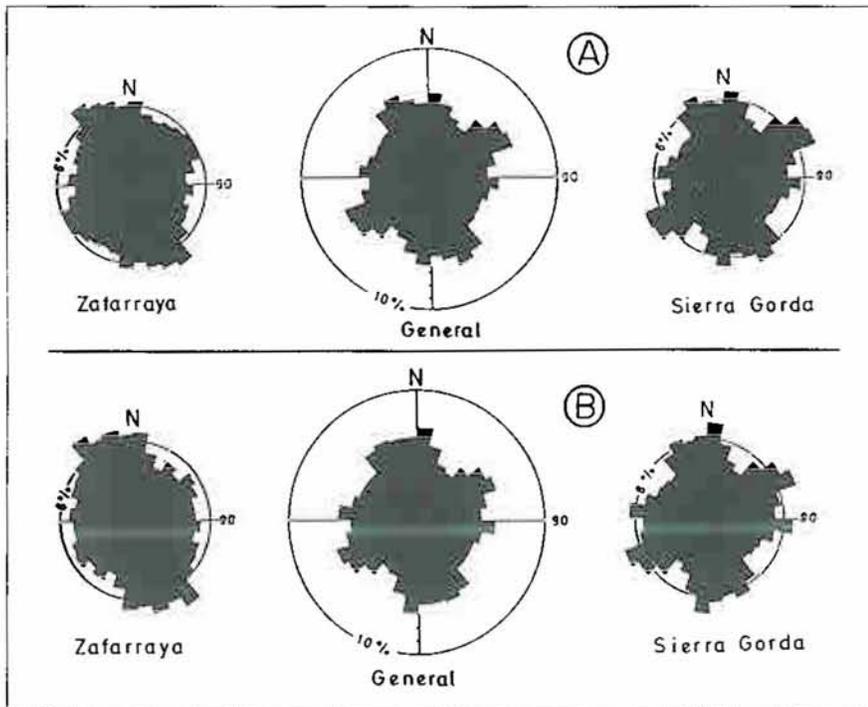


Figura 4
Distribución direccional de las fracturas (A, en número de fracturas; B, en longitudes acumuladas) en las unidades de Sierra Gorda y Zafarraya, y para el conjunto de ambas (General), a partir de los datos de fotografía aérea

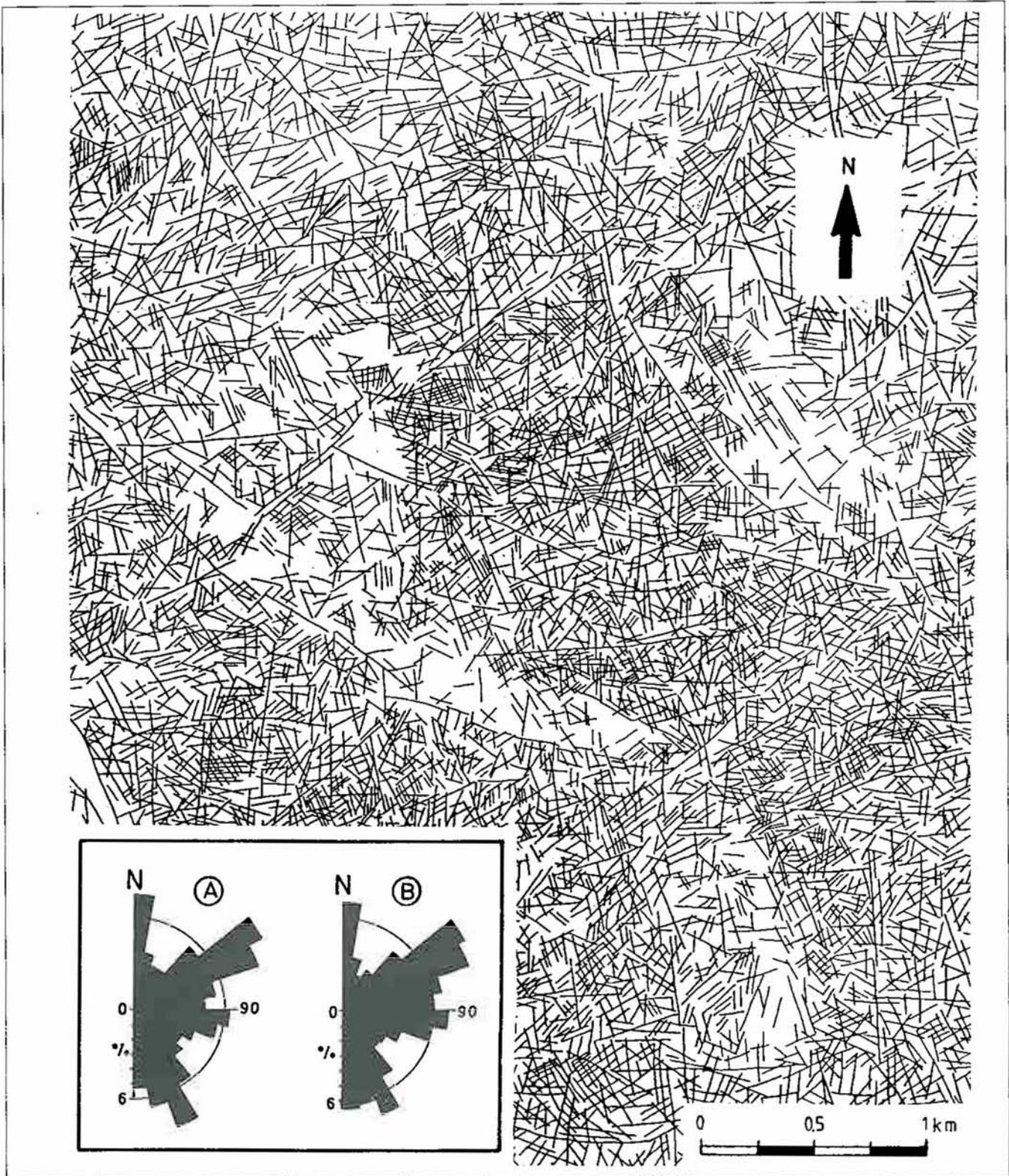


Figura 5

Mapa de fracturación en el sector nororiental del Pico Santa Lucía (Sierra Gorda). Se muestra la distribución direccional de las fracturas (A, en número; B, en longitudes acumuladas)

el máximo N 90-110 E definido en los datos de campo, aunque presente en la fotointerpretación, no tiene en ésta la relevancia y la importancia que adquiere en el primer caso. Este hecho se ha puesto de manifiesto también en estudios realizados en otras áreas (BENAVENTE y SANZ DE GALDEANO, 1985).

El máximo N 130-150 E que aparece en los datos de campo corresponde sin duda al N 140-150 E de los datos de fotografía aérea. Los máximos N 10-20 E para las estaciones de campo y N 0-10 E del mapa de fracturación coinciden aproximadamente, con una decena de grados de desplazamiento. Por últi-

mo, la familia N 50-70 E, bien marcada en la fotografía aérea, podría corresponder "grosso modo" con la N 40-50 E de los datos de campo, aunque existe una desviación notable entre ambos, que bien pudiera ser debida a influencias de la litología. En general se puede considerar que existe una buena coinciden-

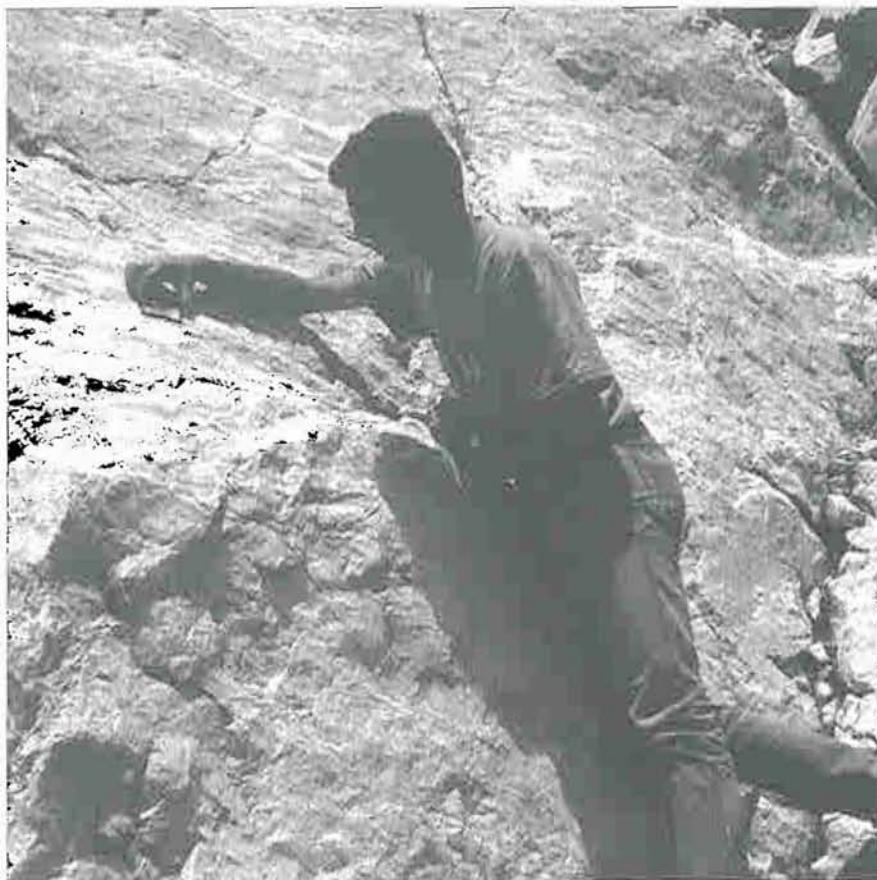


Foto 3

Medición de planos de fallas y estrías para el análisis de las fases de fallamiento, en una cantera próxima a la Venta del Rayo (Sierra Gorda). Foto: J. Galindo Zaldívar

cia en la orientación de las distintas familias de fracturas puesta de manifiesto por ambos métodos.

En lo que respecta a la unidad de Sierra Gorda, se pueden hacer las mismas consideraciones que para el conjunto del sector estudiado; únicamente cabe destacar un pequeño pico de dirección N 170-180 E, que se individualiza en los datos de campo, pero que debe corresponder a la familia N-S, en sentido amplio.

Para la unidad de Zafarraya, la morfología de los histogramas es considerablemente distinta (figuras 3 y 4 A), del hecho de que la distribución de los datos de foto aérea presenta una gran dispersión. Existe coincidencia en los histogramas, respecto a la aparición de un máximo N-S a N 10 E. Al igual que para el total del área, se manifiesta un desplazamiento entre el máximo N 40-50 E de los datos de campo y el N 50-70 E de los datos de foto aérea. El máximo E-O está presente en ambos diagramas, aunque muy mal definido en el mapa de fracturación. Por último, en los datos tomados sobre el terreno se manifiestan dos picos en la dirección NO-SE (N 120-140 E y N 150-170 E), el primero de los cuales podría corresponder al N 140-150 E de los datos de

fotografía aérea que se presenta aquí en tránsito hacia la dirección N-S.

Estudio microtectónico. Etapas de fallamiento

El análisis de las microestructuras tectónicas permite precisar la naturaleza de los datos de la información foto-geológica y de campo. Con este fin llevamos a cabo un estudio microtectónico en estaciones puntuales de medida. La ausencia casi generalizada de estructuras estilolíticas en el macizo, probablemente debido a la gran pureza de los materiales carbonatados, obligó a considerar principalmente las estrías de falla y los planos que las contenían (foto 3), así como diaclasas de tensión con rellenos calcíticos.

Realizamos un total de 114 medidas de planos de falla y sus correspondientes estrías, sobre 9 estaciones de campo distribuidas a lo largo del macizo de Sierra Gorda (figura 6). En los casos en que fue visible se anotó el sentido de movimiento de las estrías. La mayor parte de las estaciones se ubicó en cortes frescos de canteras, trincheras de carretera o ferrocarril, túneles, etc.; las medidas para cada estación se realizaron en sectores muy concretos y

puntuales, con distancias de recorrido muy cortas, a fin de evitar el tomar medidas en áreas con distinto elipsoide de esfuerzos. Las medidas de orientación de diaclasas de tensión se realizaron de forma sistemática en aquellas estaciones en que fueron visibles; asimismo, se han utilizado otras medidas dispersas, tomadas, fundamentalmente, a lo largo de las campañas de medición de orientación de fracturas sobre el terreno.

El método seguido en la determinación del campo de esfuerzos asociado a cada fase de fallamiento es el propuesto por GALINDO y GONZÁLEZ LO-DEIRO (1988). Estos autores describen suficientemente el fundamento de la metodología, por lo que no nos extenderemos aquí sobre este tema. Simplemente se puede indicar que se trata de un método que identifica los estados de esfuerzos correspondientes a etapas de fallamiento, mediante una red de búsqueda entre todas las combinaciones posibles que existen de las variables que definen dichos estados.

Para cada estación se obtuvieron los diagramas de densidad, tanto de planos de fallas como de estrías, como ayuda a la diferenciación y determinación de fases de fallamiento. En la tabla 1 se resumen los principales resultados del análisis microestructural para cada una de las estaciones de medida.

Considerando el conjunto de las estaciones de medida se puede llegar a la conclusión de que existe una fase de fallamiento, más o menos generalizada, con razones áxicas menores de 0,5 -, y, en general, menores de 0,3-, en la que el máximo eje de esfuerzos se situaría próximo a la dirección E-O, con oscilaciones desde la dirección ENE-OSO a ESE-ONO. Se asigna a esa dirección el máximo eje de esfuerzos, ya que en algunas estaciones (números 1, 3, 6, 8 y 9) está contenido en el plano de las diaclasas de tensión con rellenos calcíticos o de espeleotemas. Se trata, pues, de una etapa claramente compresiva.

Existe otra etapa de fallamiento caracterizada por un eje de máximos esfuerzos subvertical (fase 2 en la estación nº 1, y estación nº 7). Esta etapa implicaría una distensión radial generalizada, aunque el predominio de diaclasas de tensión, orientadas en el intervalo que va desde la dirección N 90 E hasta la dirección N-S (cuadrantes NO y SE), parece indicar una tensión preferente en dirección NE-SO. También se observa que existen otras etapas de fallamiento, aunque, por falta de datos asignados o por la mala calidad de éstos, no las hemos tenido en cuenta.

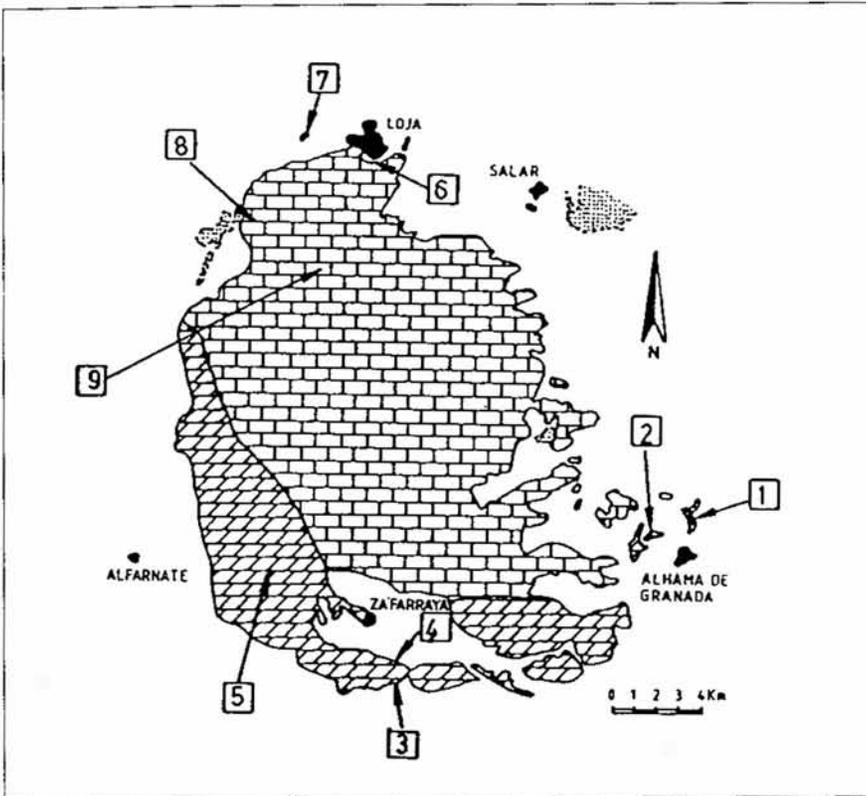


Figura 6

Localización de los puntos en los que se realizaron medidas microtectónicas

Síntesis de resultados

En este apartado intentaremos realizar una síntesis de todos los datos estructurales obtenidos en el macizo de Sierra Gorda, integrando también los datos que se poseen sobre el contexto

regional. Este intento debe ser considerado como aproximado, ya que existen muchas lagunas de información que no son más que el reflejo de la gran complejidad de la evolución geodinámica del sector.

Anteriormente hemos distinguido 4

familias principales de fracturas en Sierra Gorda: N-S a N 0-10 E, N 40-50 E, N 90-100 E y N 140-150 E. Algunas de estas familias coinciden en gran medida con los sistemas definidos a escala regional por diversos autores (SANZ DE GALDEANO, 1983 y 1985; BENAVENTE y SANZ DE GALDEANO, 1985). Los datos obtenidos en el estudio microtectónico no han proporcionado datos definitivos sobre las etapas de deformación del sector, por el contrario, han demostrado una gran complejidad en este sentido. La atribución de una determinada familia de fracturas a un estado de esfuerzos concreto es difícil en muchos casos; ello se complica aún más debido a los juegos de estas fracturas ante los sucesivos cambios de la posición del elipsoide de esfuerzos.

En general, se puede considerar que las primeras fases de fracturación de los materiales son las que se produjeron durante el Lías medio y buena parte del Jurásico superior, las cuales ocasionaron la ruptura de la gran plataforma carbonatada en la que se depositaron los carbonatos del Lías inferior y medio. Estas paleofracturas marcan el comienzo de un rift intracontinental que individualizó bloques, algunos de los cuales llegaron a emerger y se karstificaron parcialmente.

La primera fase de deformación alpina constatada en Sierra Gorda, viene caracterizada por pliegues de dirección N 30-50 E, lo que indica que el máximo eje compresivo se situaba en una posi-

ESTACION		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	
NOMBRE		Baños de Alhama	Alhama de Granada	Boquete de Zafarraya	Ventas de Zafarraya	Zafarraya	Loja	Plines	Venta del Rayo	Charro del Negro	
FASE 1	AJUSTE	Malo	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Malo	Bueno	
	RAZON AXICA	0,49	0,16	0,28	0,42	0,03	0,26	0,09	0,39	0,05	
	σ_1	N 90 E, 60°	N 82 E, 6°	N 277 E, 1°	N 144 E, 44°	N 73 E, 22°	N 282 E, 5°	N 192 E, 74°	N 260 E, 12°	N 145 E, 4°	
	σ_2	N 357 E, 2°	N 351 E, 6°	N 11 E, 68°	N 28 E, 24°	N 282 E, 65°	N 19 E, 50°	N 295 E, 4°	N 146 E, 47°	N 236 E, 9°	
	FALLAS DOMINANTES	NNE-SSO, 70° al O	normales y dexas, N 80 E, subvert.	normales, N-S, subverticales				NO-SE, 60° al NE			
	CARACTER	Distensiva	Compresión E-O	Compresión E-O	Compresión o distensión (?)	Compresiva	Compresiva	Extensión radial o ENE	Compresiva	Compresiva	
OBSERVAC.	Triaxial	Estrías subhoriz. o inclinadas 40° al NE	Diaclasas N 120 E, 60° al SO		estrías E-O subhorizontales	Diaclasas N 120-160 E	Diaclasas N 150-160 E, subverticales		Diaclasas coincidentes con σ_1		
FASE 2	AJUSTE	Bueno	Malo		Bueno				Bueno		
	RAZON AXICA	0,59	0,66		0,68				0,66		
	σ_1	N 223 E, 74°	N 284 E, 16°		N 78 E, 12°				N 126 E, 4°		
	σ_2	N 326 E, 4°	N 29 E, 42°		N 180 E, 45°				N 34 E, 22°		
	FALLAS DOMINANTES	normales y sinistras N 60 E, 70° al SE									
	CARACTER	Distensión, radial o NO-SE									
OBSERVAC.		Pocos datos		Sólo 6 datos					Pocos datos		

Tabla 1

Resumen de los resultados obtenidos en el análisis microtectónico, para cada estación de medida

ción SE-NO. Junto a estos pliegues, el sistema de esfuerzos es compatible con la creación de fallas de desgarre, con componente vertical, de dirección E-O (familia N 90-100 E) que actuarían como fallas dexas. También sería posible que se hubieran generado en esta fase algunas de las fracturas de dirección N 140-150 E que actuarían bien en distensión o como fallas de desgarre sinistras (BENAVENTE y SANZ DE GALDEANO, 1985), dependiendo de la exacta orientación del eje de máximos esfuerzos. Una nueva fase de carácter frágil-dúctil dio lugar a la formación de pliegues de orientación N 150 E, con el máximo eje de esfuerzos en dirección N 60 E y sentido hacia el SO, lo cual daría lugar a la formación de: los pliegues antes citados, cuya expresión más clara es la inversión de la serie de la unidad de Sierra Gorda que se observa en los alrededores del pico Cabras; las fallas inversas asociadas a esa estructura y las del contacto entre la unidad de Zafarraya y la de Sierra Gorda; las fracturas de dirección N 50-70 E que actuarían en distensión, probablemente según juegos conjugados de fallas normales que delimitarían fosas como la del Rincón de Alcaudique o la depresión de Pilas Dedil.

Una ligera oscilación hacia la dirección E-O del máximo eje compresivo (fase compresiva E-O, manifestada en el estudio microtectónico) pudo hacer que las fracturas E-O, antes formadas, actuaran ahora de forma distensiva. Por otra parte, en este estado de esfuerzos es posible que el juego de fracturas de dirección N 140-150 E sufriera una reactivación y funcionara como un sistema de fallas de desgarre sinistras (MARTÍN ALGARRA, 1987); asimismo las fracturas N 50-70 E pudieron rejugarse como fallas de desgarre dexas, aunque no existe ninguna evidencia de ello.

Estas fases de deformación son anteriores al comienzo del Mioceno superior. A partir de ese momento y hasta la base del Cuaternario, domina una etapa de distensión radial a NE-SO, en la que las fracturas N 140-150 E actúan como distensivas. Esta distensión puede estar asociada a un acortamiento generalizado NNO-SSE (SANZ DE GALDEANO, 1983 y 1985; BENAVENTE y SANZ DE GALDEANO, 1985) con oscilaciones hacia N-S, que explicaría la aparición de fracturas N 0-10 E y que haría funcionar las fracturas N 140-150 E como fallas de desgarre dexas; no obstante, estas fracturas han podido caer dentro de un campo distensivo por la oscilación del máximo eje de esfuerzos.

ANÁLISIS DE LAS DIRECCIONES PREFERENCIALES DE KARSTIFICACIÓN

El paleokarst mesozoico

El techo de la formación carbonatada del Lías inferior y medio de la unidad de Sierra Gorda constituye una importante discontinuidad estratigráfica de extensión regional. LUPIANI y SORIA (1988) reconocen la discontinuidad por un cambio notable de la litología, así como por los siguientes rasgos: *hard grounds* (sobre todo en el sector Norte), relieve paleokárstico, diques neptúnicos y otros rellenos de cavidades y fisuras, brechas sinsedimentarias y heterocronía de los materiales. GARCÍA HERNÁNDEZ *et al.* (1986-1987) distinguen 4 discontinuidades más desde ésta y hasta el techo del Jurásico, siendo la intracarixense y la ruptura de la base del Dogger las que presentan los principales rasgos paleokársticos. Entre estos últimos, dominan los diques neptúnicos encajados en las calizas blancas.

El relleno de las paleocavidades está constituido por brechas formadas por cantos de calizas blancas liásicas principalmente; rara vez por crinoiditas y calizas pelágicas del Lías superior. Tapizando la pared de estas paleocavidades aparecen espeleotemas de espesor centimétrico. Se observa frecuentemente un primer sedimento de material limoso-calcáreo laminado por decantación, que es interpretado como material de origen continental (GARCÍA HERNÁNDEZ *et al.*, 1986-87; VERA *et al.*, 1988). El resto del relleno de los diques o la matriz de las brechas es un sedimento pelágico de probable edad Jurásico medio.

Las morfologías se ven claramente a lo largo del carril que cruza Sierra Gorda desde Zafarraya hasta Loja, especialmente en el tramo situado al suroeste del pico Cazadores. Se pueden observar grandes bolsadas de material brechiforme o limoso-calcáreo de color amarillento, que interrumpen, localmente, la continuación de la estratificación. No obstante, las formas predominantes son las de fisuras con desarrollo vertical, perpendiculares frecuentemente a la estratificación, las cuales llegan a observarse incluso a 100 m por debajo del techo de la formación de calizas blancas. Esta gran abundancia de diques verticales invitaba a realizar un estudio sistemático de la orientación de los mismos, en orden a tener una idea de las direcciones de paleokarstificación que dominaron. A este respecto, realizamos

medidas de orientación de los diques así como de la estratificación, cada vez que ésta última cambiaba por efecto de pequeñas fallas.

La mayoría de los planos de los diques se disponían perpendicularmente a la estratificación, siendo raros aquellos que formaban un ángulo menor de 60° con ésta. Sobre falsilla de Wulff se llevaron a la horizontal los planos de la estratificación y se rotaron los planos de los diques neptúnicos contenidos en la misma. Se midió la nueva orientación de los diques en esta posición y se representaron los datos relativos a porcentajes en un histograma circular (figura 7). El número total de medidas realizadas fue de 119. A la vista del diagrama consideramos los siguientes máximos de orientación de diques neptúnicos:

-N 60-70 E, constituido por planos con buzamientos originales entre 40° al SE y verticales.

-N 130-140 E, de planos verticales; forma un ángulo de 70° con el anterior.

-N 100-110 E, muy bien marcado, constituye la bisectriz del ángulo formado por los dos juegos anteriores. Los planos eran subverticales.

Otros picos que se observan en el diagrama -como el N 80-90 E - pueden ser debidos a posibles errores de medida, dadas las dificultades que conllevaba obtener la orientación real midiendo sobre un plano vertical (trinchera del camino). Estas direcciones preferentes de paleokarstificación irían asociadas a un sistema de paleofracturas congruente con un régimen de desgarre en el que los ejes de esfuerzo máximo y mínimo se dispondrían subhorizontales con direcciones N 105 E y N 15 E, respectivamente.

En el histograma de la figura 7 se observa una cierta coincidencia con los sistemas de fracturas principales determinados para el conjunto de Sierra Gorda. Es posible que determinados accidentes paleogeográficos antiguos hayan condicionado el emplazamiento de la fracturación durante la etapa orogénica alpina, como sugiere MARTÍN ALGARRA (1987). De aquí se deriva el interés del estudio de la orientación de estas "paleofracturas".

El karst subactual. Orientación de cavidades

A fin de comparar la tectónica de fractura con el desarrollo de la karstificación subactual, realizamos un estudio estadístico sobre la dirección de las galerías de las cavidades kársticas conocidas en el sector de Sierra Gorda.

El método empleado (GUERIN,

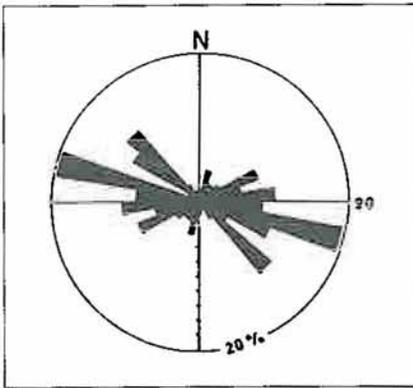


Figura 7
Direcciones preferentes de paleokarstificación de Sierra Gorda durante el Jurásico medio (diques neptúnicos).

1973; GRILLOT, 1979; JASKOLLA y VOLK, 1986) consiste en dibujar la red de galerías -tramos rectilíneos o ejes de galerías con desarrollo especialmente en la horizontal- a partir del dibujo "en planta" de las topografías espeleológicas de las cavidades publicadas (GONZÁLEZ RÍOS *et al.*, 1982 y 1983; MARIN MALDONADO *et al.*, 1983, MENJÍBAR *et al.*, 1989; GONZÁLEZ RÍOS, 1992) o cedidas por la SGEG, el GES de la SEM y el GEI, a quienes quisiéramos mostrar nuestro agradecimiento. En la figura 8 se muestra un ejemplo de trazado de la red kárstica correspondiente al complejo Sima Rica-Redil; esta cavidad presenta el mayor desarrollo horizontal conocido hasta el momento (511,7 m).

El trazado de tramos rectilíneos se realizó tras la observación minuciosa de cada topografía, atendiendo especialmente al aspecto de las secciones transversales (foto 4), forma del contorno de la cavidad, presencia o ausencia de formaciones secundarias (depósitos

estalactíticos, sedimentos arenosos, derrumbes, etc.). No fueron interpretados los pasos en espiral, pasos meandriformes y grandes salas con hundimientos. Fue necesario orientar los planos según el Norte geográfico, descontando la declinación magnética correspondiente a la fecha de ejecución de los mismos. Se utilizaron 77 topografías de otras tantas cavidades. Se midió la longitud y la dirección de 219 tramos rectilíneos de las correspondientes redes kársticas establecidas.

La longitud total acumulada del conjunto de tramos rectilíneos es de 2.920,7 m, lo que da una densidad media teórica de la red kárstica muy pequeña, del orden de 10 m de galerías por km², si se considera toda la superficie del karst (293 km²). Pese a todo, hemos realizado un estudio estadístico teniendo en cuenta, por un lado, los datos puntuales de direcciones, y por otro, las longitudes acumuladas de galerías por intervalo direccional, y representando los datos en forma de histogramas circulares (figura 9).

Respecto a las características de las cavidades utilizadas en el análisis estadístico, hay que señalar que presentan una distribución irregular a lo largo del macizo. La mayoría se localiza en la unidad de Sierra Gorda, en una banda central de dirección E-O. La altitud media de las bocas de entrada es de 1325 m s.n.m., con desviación típica de 182 m. La máxima profundidad penetrada es de 149 m, en la Sima de los Machos. Ninguna cavidad alcanza el nivel freático del macizo y no existen cursos de agua subterránea perennes o temporales, exceptuando algunos de los sumideros penetrados en el polje de Zafarraya (foto 5). Por lo tanto, se trata de una

red inactiva, fósil. Dominan las cavidades verticales excavadas a favor de diaclasas de 1 m de abertura media, sumideros de dolinas y cavidades desarrolladas a favor de la estratificación, aunque estas últimas siempre con un marcado control estructural.

Los resultados del análisis estadístico de las direcciones y longitudes acumuladas de las galerías kársticas (figura 9) muestran una repartición fraccionada en varios máximos, agrupados como sigue:

-N 0-10 E: presenta un pico poco marcado pero bien individualizado.

-N 50-60 E: es un máximo relativamente bien individualizado. Presenta una gran homogeneidad en cuanto a equilibrio entre número de galerías (figura 9 A) y longitud acumulada de las mismas (figura 9 B).

-N 80-100 E: en el histograma de longitudes acumuladas muestra un máximo muy marcado, siendo el sistema de mayor longitud relativa penetrable.

-N 110-140 E: la dispersión angular es muy grande y no existe una alta correlación entre el histograma de longitudes acumuladas y el de número de galerías. Nuestra opinión es que debe corresponder, esencialmente, a un sistema de dirección N 140 E, pero que presenta desviaciones hacia la posición E-O, mostrando grandes galerías en ese sentido.

CONCLUSIONES

LÓPEZ CHICANO y PULIDO BOSCH (1988) comparan las direcciones preferentes de karstificación antes expuestas con los datos de fracturación a escala regional. En este momento, es posible realizar la comparación de la karstificación preferente con la fracturación predominante en el mismo macizo de Sierra Gorda.

Si se comparan los histogramas de distribución de las fracturas obtenidas a partir de la fotografía aérea (histogramas generales de la figura 4) con los histogramas de distribución de orientación de las galerías kársticas (figura 9), se observa una coincidencia casi perfecta en lo que a sistemas de fracturas y sistemas de redes kársticas se refiere. Veamos caso por caso:

a) Comparación del diagrama de intensidad de fracturación, expresada en número de fracturas (figura 4 A, diagrama general) con el diagrama de intensidad de karstificación, expresada en número de galerías kársticas (figura 9 A): se observa que el máximo de fracturación N 0-10 E presenta una cierta karstificación, aunque no es la dominante;

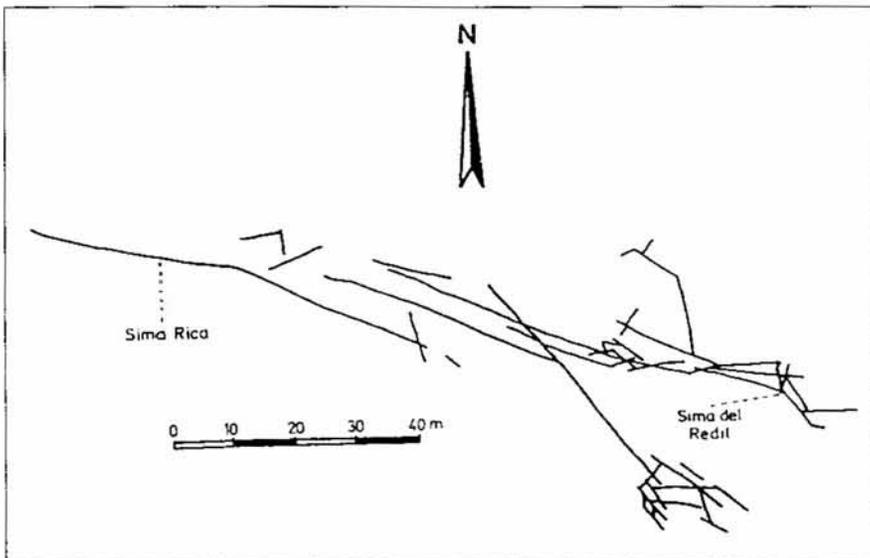


Figura 8
Red de galerías kársticas del Complejo Sima Rica-Redil

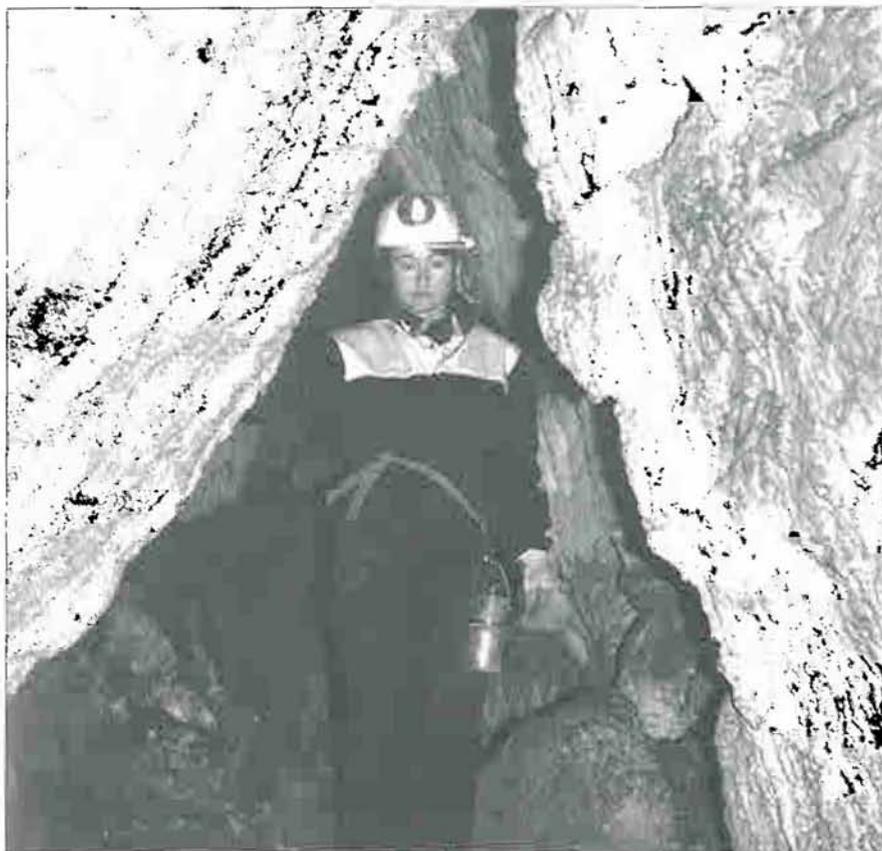


Foto 4

Galería de sección subtriangular, desarrollada a favor de una fractura, en el Complejo Sima Rica-Redil (Sierra Gorda). Foto: M. López Chicano

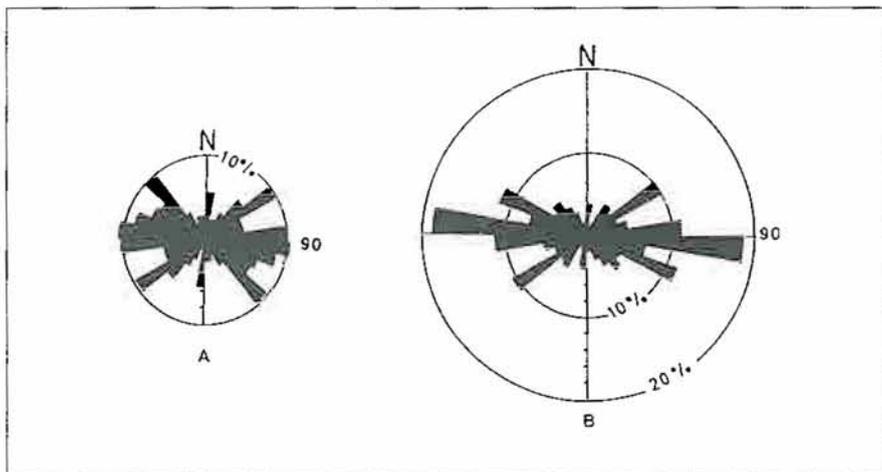


Figura 9

Distribución de las galerías kársticas conocidas en Sierra Gorda, según número de galerías (A) y según la longitud acumulada de las mismas por familia direccional.

las fracturas N 50-70 E desarrollan asimismo una intensa karstificación, al igual que ocurre con las fracturas N 90-100 E y las N 140-150 E. Las desviaciones de los máximos de karstificación respecto a los de fracturación son mínimas.

b) Comparación del diagrama de intensidad de fracturación, expresada en longitudes acumuladas de fracturas (figura 4 B, diagrama general) con el diagrama de intensidad de karstificación, expresada en longitudes acumuladas

de galerías kársticas (figura 9 B): en este caso se observa que las fracturas N 0-10 E presentan un grado muy bajo de karstificación; las fracturas N 50-70 E muestran un pico bien definido de intensidad de karstificación; las fracturas N 90-100 E que constituyen una familia tímidamente individualizada en cuanto a intensidad de fracturación, presentan, sin embargo, el máximo de karstificación. El sistema de fracturas N 140-150 E, en sentido estricto no muestra karstificación notable, al menos no

se desarrollan grandes galerías; sin embargo, aparece un máximo de karstificación N 110-120 E. La explicación de este máximo de karstificación es difícil; tal vez se deba a que algunas fracturas de dirección N 140-150 E sufran una inflexión hacia posiciones E-O y éstas se encuentren bien karstificadas. Por otra parte, podría corresponder a fracturas del sistema E-O, algo desplazadas (10°) del máximo. Por último podría tratarse de un ligero error en los datos topográficos de base.

De todo lo dicho hasta ahora hay que resaltar que el máximo de karstificación lo presentan las fracturas N 90-100 E. Este hecho merece ser considerado detenidamente, ya que BENAVENTE y SANZ DE GALDEANO (1985) consideran que las fracturas E-O serían en las Béticas las que tendrían menor relevancia en la karstificación. En primer lugar, se trata de una red kárstica inactiva, por lo que hay que considerar que se desarrolló en épocas pasadas. La coincidencia con las fracturas N 90-100 E, el sistema de fallas más antiguo creado durante la orogenia alpina, lleva a pensar en qué momento este sistema actuó de forma distensiva. Efectivamente, parece ser que en las últimas etapas compresivas de la orogenia, el máximo eje de esfuerzos se encontraba aproximadamente en posición E-O, favorable a la apertura de las fracturas de igual orientación. Esta situación se mantendría aproximadamente hasta el Mioceno terminal, cuando una nueva fase de deformación produce una discordancia Mio-pliocena en el marco de un nuevo sistema de esfuerzos.

Durante el Mioceno superior, los sistemas de fracturas N 140-150 E y N 50-70 E ya estaban creados, siendo el segundo el sistema probablemente más distensivo, cuya formación supuso un cierre de las fracturas N 140-150 E. Durante las últimas etapas compresivas alpinas estos dos sistemas eran susceptibles de karstificarse, pero el máximo de karstificación se situaría, de todas formas, según la dirección E-O (máxima distensión). Los rasgos morfológicos del macizo, así como el carácter de los materiales que se depositaban en la depresión de Granada (calizas lacustres) parecen apoyar la idea de esta karstificación en el Mioceno superior (LÓPEZ CHICANO, 1992).

A partir del final del Mioceno no se conocen evidencias de cómo se desarrolló la karstificación en el macizo. El sistema de esfuerzos propuesto para este período y hasta el Cuaternario parece indicar una tendencia a la apertura de las fracturas N 140-150 E y las N-S,



Foto 5
Sumidero de El Calar en plena actividad (Polje de Zafarraya, macizo de Sierra Gorda).
Foto: M. López Chicano

menos intensa en los sistemas N 90-100 E y N 50-70 E. Es muy probable que la red kárstica se haya encajado progresivamente durante el Plioceno y durante el Cuaternario (por el progresivo levantamiento del macizo), a favor de las fracturas "más abiertas", en dos o más etapas de máxima intensidad de la karstificación.

Si se considera la juventud que presenta el relieve de este sector de las Cordilleras Béticas, es lógico pensar que la red kárstica actual se encuentre en plena fase de desarrollo. En tanto no se consiga penetrar una red espeleológica activa, la determinación de sus características debe ser investigada por otros métodos geológicos o hidrogeológicos indirectos, de forma que se comprueben o rechacen las hipótesis planteadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.
DREYBRODT, W. (1988). *Processes in Karst Systems. Physics Chemistry, and Geology*. Springer Series in Physical Environment, 4, 288 p.
ELORZA, J.J. y GARCÍA DUEÑAS, V. (1979). *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1040 (Zafarraya) del Mapa Geológico*

de España a escala 1:50.000. I.G.M.E.
GALINDO, J. y GONZÁLEZ LODEIRO, F. (1988). *Faulting phase differentiation by means of computer search on a grid pattern*. *Annales Tectonicae*, 2 (2): 90-97.
GARCÍA HERNÁNDEZ, M.; LUPIANI, E. y VERA, J.A. (1986-1987). *Discontinuidades estratigráficas en el Jurásico de Sierra Gorda (Subbético Interno, provincia de Granada)*. *Acta Geol. Hisp.*,
GONZÁLEZ RÍOS, M.J. (1992). *Grandes cavidades de la provincia de Granada*. *Espeleotemas*, 2: 19-36.
GONZÁLEZ RÍOS, M.J.; CALVO RODRÍGUEZ, M.; TORICES, S.M. y DÍAZ, M. (1983). *Cavidades del sector Alhama de Granada (Complejo de Sierra Gorda)*. *Spes*, 3: 59-74.
GONZÁLEZ RÍOS, M.J.; MARIN, J.C.; CALVO, J.A. y CALVO, M. (1982). *Cavidades del sector de Sierra Blanquilla (Sierra Gorda)*, Granada. *Spes*, 2: 58-76.
GRILLOT, J.C. (1979). *Structure des systèmes aquifères en milieu fissuré. Contribution méthodologique à cette connaissance*.-Thèse Doct., U.S.T.L., Montpellier, 212 p.
GRILLOT, J.C. (1984). *Photo-interprétation à différentes échelles et relevés de terrain: exemples de corrélations structurales dans le Bassin Méditerranéen et sur le socle Ouest africain*. *Geologische Rundschau*, 73 (2): 787-808.
GUERIN, R. (1973). *Un exemple du rôle de la tectonique et de la microtectonique dans la géométrie des écoulements karstiques fossiles et actuels: le Bas-Vivarais calcaire*. Thèse 3ème Cycle, U.S.T.L., Montpellier, 104 p.
JASKOLLA, F. y VOLK, P. (1986). *Use of*

cave-maps for tectonic surveys.- *International Journal of Speleology*, 15: 15-40.
KIRALY, L. (1969). *Statistical analysis of fractures (orientation and density)*.- *Geologische Rundschau*, 59: 125-151.
KIRALY, L. y SIMEONI, C.P. (1971). *Structure géologique et orientation des cavités karstiques: la grotte de Chez le Brandt (Jura Neuchâtelois)*. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.*, 94: 91-97.
LÓPEZ CHICANO, M. (1989). *Geometría y estructura de un acuífero kárstico perimediterráneo: Sierra Gorda (Granada y Málaga)*. Tesis de Licenciatura, Univ. Granada, 77 p.
LÓPEZ CHICANO, M. (1992). *Contribución al conocimiento del sistema hidrogeológico kárstico de Sierra Gorda y su entorno (Granada y Málaga)*.- Tesis Doctoral, Univ. Granada, 429 p.
LÓPEZ CHICANO, M. y PULIDO BOSCH, A. (1988). *Aproximación al conocimiento de las direcciones preferenciales de karstificación en el acuífero carbonático de Sierra Gorda (Granada)*. II Congreso Geológico de España, 2 (comunicaciones): 403-406.
LUPIANI, E. y SORIA, J. (1988). *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1025 (Loja) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000*.- I.G.M.E.
MARÍN MALDONADO, J.C.; TORICES, S. y CALVO, M. (1983). *Cavidades del sector de Santa Lucía (Sierra Gorda)*. *Spes*, 2: 77-87.
MARTÍN ALGARRA, A. (1987). *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 1171 p.
MENJÚBAR, J.L.; CASTRO, J.A. y MORENO, F. (1989). *El Torcón del Hoyo Hondo (Loja, Granada)*. *Andalucía Subterránea*, 9: 17-21.
RAZACK, M. (1979). *Approche numérique et quantitative de l'étude sur clichés aériens de la fracturation des réservoirs en roches fissurées*. *Rev. Inst. Fr. Petr.*, 34 (4): 547-574.
RAZACK, M. (1984). *Application de méthodes numériques et statistiques à l'identification des réservoirs fissurés carbonates en Hydrogéologie*. Thèse Docteur d'Etat, U.S.T.L., Montpellier, 257 p.
SANZ de GALDEANO, C. (1983). *Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas*.- *Estudios geol.*, 39: 157-165.
SANZ de GALDEANO, C. (1985). *La fracturación del borde Sur de la Depresión de Granada (Discusión acerca del escenario del terremoto del 25-12-1884)*.- *Estudios geol.*, 41: 59-68.
VERA, J.A. (1966). *Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes*.- Tesis Doctoral, Univ. Granada, 191 p.
VERA, J.A.; RUIZ ORTIZ, P.A.; GARCÍA HERNÁNDEZ, M. y MOLINA, J.M. (1988). *Paleokarst and Related Pelagic Sediments in the Jurassic of the Subbetic Zone, Southern Spain*.- In JAMES, N.P. and CHOQUETTE, P.W. (Eds.): *Paleokarst*. Springer Verlag: 364-384. ■

Karst y Paleokarst de Sierra Morena (Sector Ossa-Morena, Hespérico Meridional)

*Karst and Paleokarst of Sierra Morena
(Ossa-Morena sector, southern hesperic)*

Díaz del Olmo F.; Baena R.; Álvarez G.

Departamento de Geografía Física, Facultad de Geografía e Historia.
Universidad de Sevilla. 41004 SEVILLA.

Sociedad Espeleológica GEOS. Apartado de Correos, 4275. 41080 SEVILLA.

Grupo de Investigación "Cuaternario y Geomorfología" (PAI, 4079).

Resumen

Se presenta una síntesis del karst y paleokarst del sector Ossa-Morena en Sierra Morena, desarrollado sobre calizas y dolomías del Cámbrico Inferior. Su distribución, abarca sectores de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba. Entre los elementos más significativos destacan las superficies corrosivas, modelados de mogotes kársticos, paleopoljes y paleovalles, junto con formaciones superficiales tipo terra rossas y travertinos. En todos los casos sobresale la estrecha relación entre la estructura tectónica y la compartimentación de las manifestaciones kársticas, con especial notoriedad en la constitución y desarrollo del endokarst (galerías, simas, conductos, etc.). Dos sistemas espeleológicos destacan en el contexto de la Sierra: la Gruta de las Maravillas (Huelva) y el Complejo de Santiago (Sevilla), ambas con desarrollo longitudinal superior a 1000 m.

Palabras Clave: Paleokarst, Superficies corrosivas, Paleopoljes, Mogotes, Dolinas, Travertinos, Ossa Morena, Hespérico.

Abstract

In the present work a synthesis about karst and paleokarst on limestone and dolomite of cambrian age in Ossa-Morena zone is carried out. Its distribution is located in different area of Huelva, Sevilla and Cordoba province (Spain). Among other important elements are, weathering surfaces, paleopoljes, "mogotes", paleovalleys and other superficial deposits (tufas and terra-rossa). In all the cases studied, there is a important relationship between tectonic structure and different karst and endokarst processes (caves, pit, gallery, pipeline, etc.). Two principal system underground (1000 m.) have massif of Sierra Morena: Maravillas cave (Huelva) and Santiago complex (Sevilla).

Key Words: Paleokarst, Weathering surface, Paleopoljes, Mogotes, Dolinas, Travertines, Ossa-Morena, Hesperic.

INTRODUCCIÓN

La presencia de materiales carbonatados en el Macizo Hespérico se relaciona con las series del Precámbrico (VEGAS, 1977), Cámbrico (LOTZE, 1961-69; JULIVERT, 1978; ZAMARREÑO, 1978), Devónico (VÁZQUEZ GUZMÁN, 1967) y Carbonífero (MARQUÍ-

NEZ, 1978). Excepción hecha de las formaciones que componen las series cámbricas, el resto se presenta de manera intercalada entre las unidades sedimentarias, con débil espesor y poca extensión espacial.

La organización más continua de dichos materiales se localiza en la denominada zona de Ossa-Morena (LOTZE, 1945; JULIVERT et al., 1972), que se caracteriza por la presencia de Precámbrico y Paleozoico Inferior, y abarca desde el Alto Alentejo toda la zona central de Sierra Morena, principalmente en las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba (Fig.1).

La caracterización geomorfológica de la karstificación es en el momento actual exigüa. Así se recoge en la síntesis elaborada para el Hespérico en general por DEL VAL y HERNÁNDEZ (1989), principalmente los estudios dedicados al levantamiento topográfico de los principales sistemas endokársticos: Gruta de las Maravillas (Huelva), Cueva del Rey Cintolo (Lugo), etc.

En las formaciones cámbricas de la Zona de Ossa-Morena, se pueden reconocer dos grupos de manifestaciones karstológicas. De una parte un extenso modelado kárstico con formaciones superficiales (BAENA y DÍAZ DEL OLMO, 1988; DÍAZ DEL OLMO et al., 1989), y de otra una importantísima metalogénesis asociada con procesos metamórficos (VÁZQUEZ y FERNÁNDEZ, 1976; GARCÍA VELEZ, 1979), aunque sin olvidar su vinculación con el desarrollo de paleosuperficies y procesos de alteración preneógenos (DÍAZ DEL OLMO et al., 1989).

Otras referencias al karst del Hespérico meridional han sido recogidas para el Devónico de Cáceres y la Aliseda (GURRIA y SANZ, 1979), donde se describen someramente lapiaces y un importante complejo hidrogeológico.

KARST VINCULADO A SUPERFICIES CORROSIVAS Y RELIEVES RESIDUALES

La marcada evolución policíclica regradativa del zócalo Hercínico, propicia en Sierra Morena la aparición de un destacado modelado de aplanamiento, tradicionalmente entroncado con el fundamental de la Meseta.

Un análisis más detallado de este modelado, revela la existencia de toda una gama de superficies escalonadas que se suceden desde los altos relieves residuales areniscosos y carbonatados, hasta los fondos de las principales arterias fluviales de la Sierra. De entre ellas destacaremos dos series de carácter fundamental, dado su desarrollo regional y papel geomorfológico preponderante como punto de partida en la evolución del relieve actual.

Definición y localización

Ambas superficies presentan continuidad geográfica en dos situaciones: en torno a los relieves residuales de primera magnitud (orden kilométrico), **aplanamientos del N. de Constantina** (BAENA, 1988), **Santa Olalla del Cala** (DÍAZ DEL OLMO y GUTIÉRREZ ELORZA, 1983), **Entorno del Hamapega**; o en segundo lugar, ocupando los interfluvios principales de la sierra, caso de la **Superficie del entorno de Cazalla** (DÍAZ DEL OLMO, 1982) entre el Huéznar y el río Viar, en la provincia de Córdoba los **Arrasamientos del Ronquillo-Llanos del Conde** (CABANAS, 1980), o **Santa María de Trassierra-Las Ermitas** entre los ríos Guadiato y Guadalquivir.

Se trata siempre de aplanamientos desarrollados sobre sustratos petrográficamente heterogéneos, predominando las pizarras, esquistos, granitos, calizas y dolomías. Es sobre estas últimas, integrantes fundamentales del Complejo carbonatado del Cámbrico Inferior, sobre las que los aplanamientos adquieren caracteres de **superficies de corrosión** (BAENA y DÍAZ DEL OLMO, 1988), con un ondulado frente de corrosión criptokárstica con rundkarrrens y variadas manifestaciones kársticas tipo dolinas evolucionadas, paleopoljes, conductos subterráneos, valles secos, lapiaces, chicots, etc.

En su análisis se constata una doble generación de formas corrosivas, denominadas por nosotros **SK1** (680-660 m.) y **SK2** (640-630 m.) en el sector Cazalla-Constantina, pero igualmente, aunque a otras cotas, presentes en otros sectores de la Sierra, tal es el caso

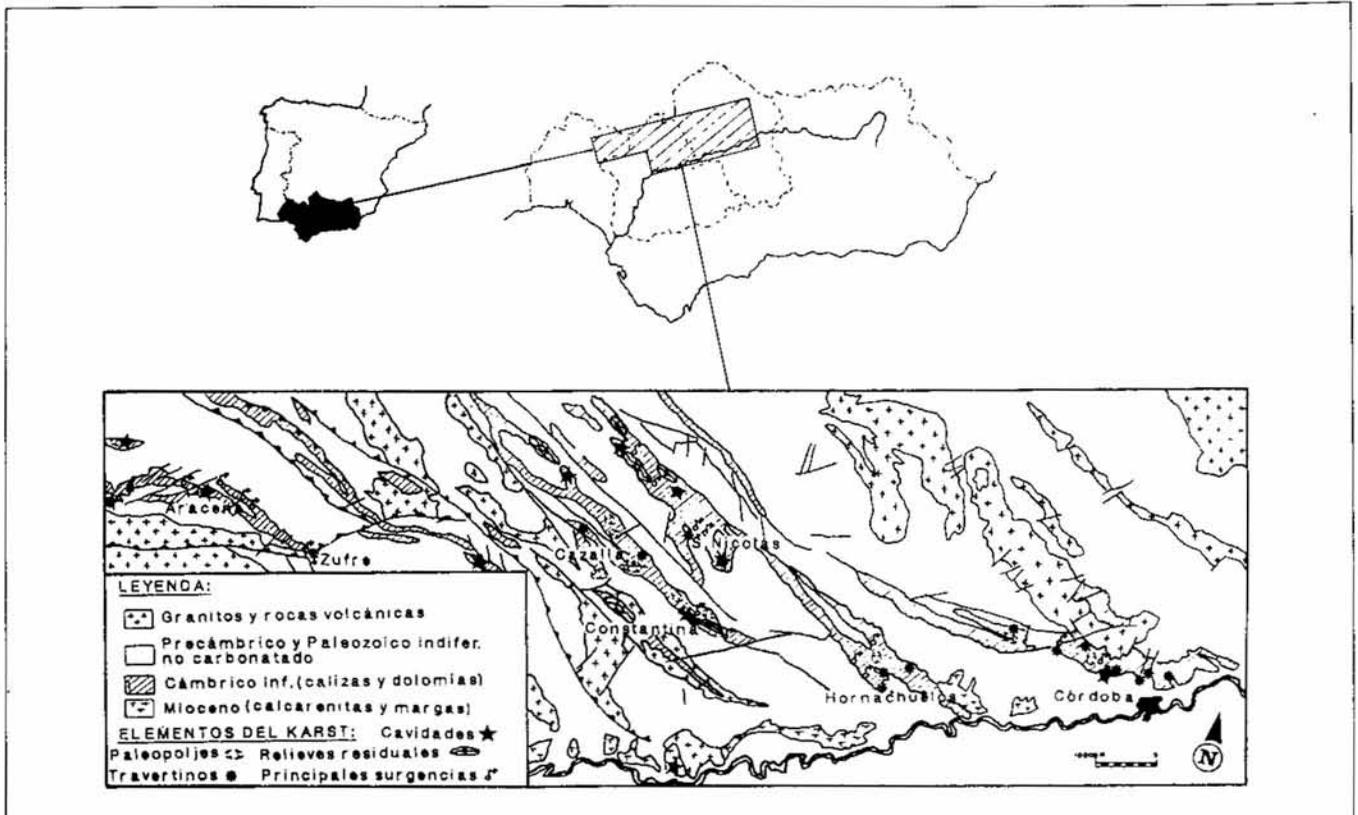


Figura 1
Contexto geológico de Ossa-Morena y localización del karst (Huelva, Sevilla, Córdoba)

de Santa María de Trassiera en Córdoba (RECIO et al., 1991) y siempre con similares características, esto es:

- el enlace entre ambos niveles, se efectúa a través de cortos pero frescos taludes como corresponde a una sucesión de formas distintas, y probablemente elaboradas unas a expensas de las otras merced al descenso continuado de los niveles de base regionales.

- el nivel inferior sustenta un interesante modelado de paleopoljes relacionados con movimientos tectónicos, evolución compleja y actualmente abiertos.

Condicionantes geológicos y estructurales

Geológicamente ya hemos mencionado la exclusividad de la karstificación dentro del dominio de Ossa-Morena, con monótonas series de pizarras y esquistos así como importantes afloramientos del Cámbrico Inferior, integrado por margocalizas, pizarras y areniscas alternantes con dolomías, calizas acintadas, nodulosas y cristalinas con potencias variables entre los 200-1000 m. (LOTZE, 1961; BARD, 1964).

Esta serie, nivel karstificable fundamental de la sierra, sólo verá limitado su desarrollo disolutivo al alcanzar los es-

quistos y pizarras arcillosas infrayacentes, sin que en ningún momento, las intercalaciones margosas de la formación repercutan en las formas mayores del relieve.

Desde el punto de vista estructural, los materiales cámbricos se presentan en apretada alternancia de ejes anticlinales y sinclinales separados por fracturas. Los primeros, carentes de papel geomorfológico a escala regional, dada la larga evolución del zócalo, sí que, a media escala pueden manifestarse, en tanto entra en juego la erosión diferencial sobre las heterogéneas formaciones litológicas. Por contra, la intensa tectónica de fractura, se erige en el verdadero responsable geomorfológico del sector a través de dos familias de lineamientos principales:

- El primero, de componente NW-SE y con menor intensidad WNW-ESE y E-W, corresponde a fallas inversas de largo recorrido (kilómetros a decenas de kilómetros.) y marcada linealidad, atribuibles al hercínico en su fase Sudética (FABRIES, 1963; ANGOLOTTI, 1975; FONTBOTE, 1980). Su acción repercute en la compartimentación del zócalo, la formación de escarpes de erosión así como en el basculamiento de ciertos tramos de las superficies fundamentales.

- El segundo corresponde a fallas

locales, de menor significado geológico, al no suponer prácticamente discontinuidad en las series estratigráficas a las que afectan, conjugan una doble componente en su orientación, WNW-ESE y W-E. Espacialmente su impacto se manifiesta en el karst, donde dirigen las elongaciones de poljes y dolinas, junto con la aparición de laderas afacetadas a pie de lineamientos tectónicos. Igualmente condicionan importantes cambios de dirección en la red fluvial, así como basculamientos e incisiones fluviales, en combinación con las fracturas regionales. Toda esta actividad tectónica reciente, se entiende para la Sierra Morena occidental correlacionable con momentos del Neógeno y del Plio-Pleistoceno (BAENA y DÍAZ DEL OLMO, 1988).

Relieves residuales

Los relieves residuales están constituidos por las series carbonatadas en posición morfoestructural de crestas monoclinales (DÍAZ DEL OLMO, 1982). Fuertemente levantadas y vergentes al S. o SW., dejan pasillos de pizarras deleznable que favorecen la conformación de un modelado de tipo apalachiano.

Esta disposición no favorece la génesis de un karst profundo, y sí, por

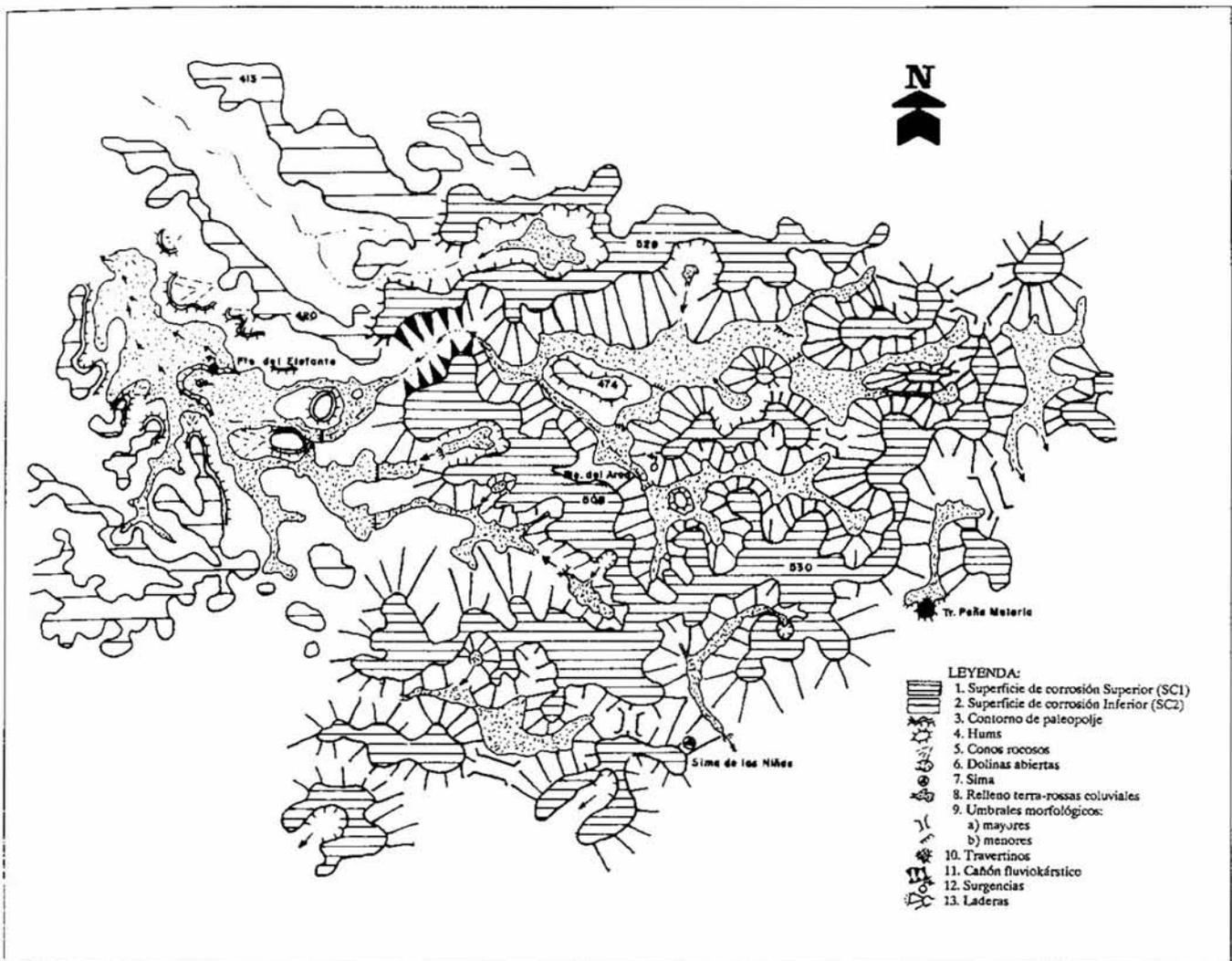


Figura 2

Detalle del paleokarst de la sierra de Córdoba: sector Trassierra-Las Ermitas. Por debajo de las superficies corrosivas se aprecia el paleopolje de Escarabita, abierto y drenado hacia el río Guadiato

contra, un interesante sistema de lapia-ces con desarrollo de pequeños con-ductos laterales, ajustados al dispositi-vo de la estratificación y diaclasas, relle- nos de terra-rossas y mineralizaciones de óxidos de hierro, así como surgencias y troplein. Las más importantes manifestaciones se encuentran en la provincia de Sevilla, en relieves mono- clinales tales como los del Gibarrayo (Constantina), Hamapega (Guadalca- nal), Sierra del Viento, Sierra de la Gra- na, Loma de la Urbana (Guadalcanal), y el sinclinal levantado de la Sierra de San Miguel (El Pedroso).

KARST Y FORMACIONES SUPERFICIALES

Vinculadas a las superficies de co- rrosión, se pueden reconocer una varia- da gama de formas kársticas y forma- ciones superficiales desigualmente re- partidas por toda Sierra Morena. Centrán- donos únicamente en las de

mayor entidad, destacaremos: mogotes, paleopoljes, dolinas, paleovalles, terras rossas y travertinos.

Mogotes y formaciones metalogénicas

La explotación minera del Cerro del Hierro (Sevilla), ha puesto de manifiesto la existencia de un modelado de mogotes kársticos, desarrollados a partir de las superficies corrosivas. Conforman pináculos o mogotes de dimensiones y altitudes variables, en torno a 40 m., limitados preferentemente por corredores kársticos (bogaz) que explotan fracturas, con presencia de simas verticales.

La existencia de mineralizaciones de hierro y metalogénicas en general, asociadas a las formaciones residuales de la karstificación, plantea la génesis y evolución de este "karst cubierto", que para nosotros responden a mineraliza- ciones de un paleokarst con bauxitas

lateríticas elaboradas in situ (F.D.O., c.o.). Otras investigaciones han formu- lado planteamientos de origen metasom- ático o hidrotermal (VÁZQUEZ y FER- NÁNDEZ, 1976; GARCÍA VELEZ, 1979).

Estas características orientan el mo- delado de pináculos del Cerro del Hierro hacia una génesis de tipo tropical (turmkarst, DÍAZ DEL OLMO et al., 1989), habiendo sido reseñado este pa- leokarst, igualmente, por NICOD et SA- LOMON (1990, p.24) en su inventario de relieves kársticos residuales (mogotes) de la zona templada de Europa.

Paleopoljes y terras rossas

Se trata de las formas de mayor di- mensión superando en todos los casos el kilómetro de longitud. En su distribu- ción destaca el sector de Cazalla-Constan- tina al N. de la provincia de Sevilla, dado su número y tamaño (Paleopoljes de San Antonio, San Sebastián, La Au- rora, Fuente la Reina, Las Monjas, El

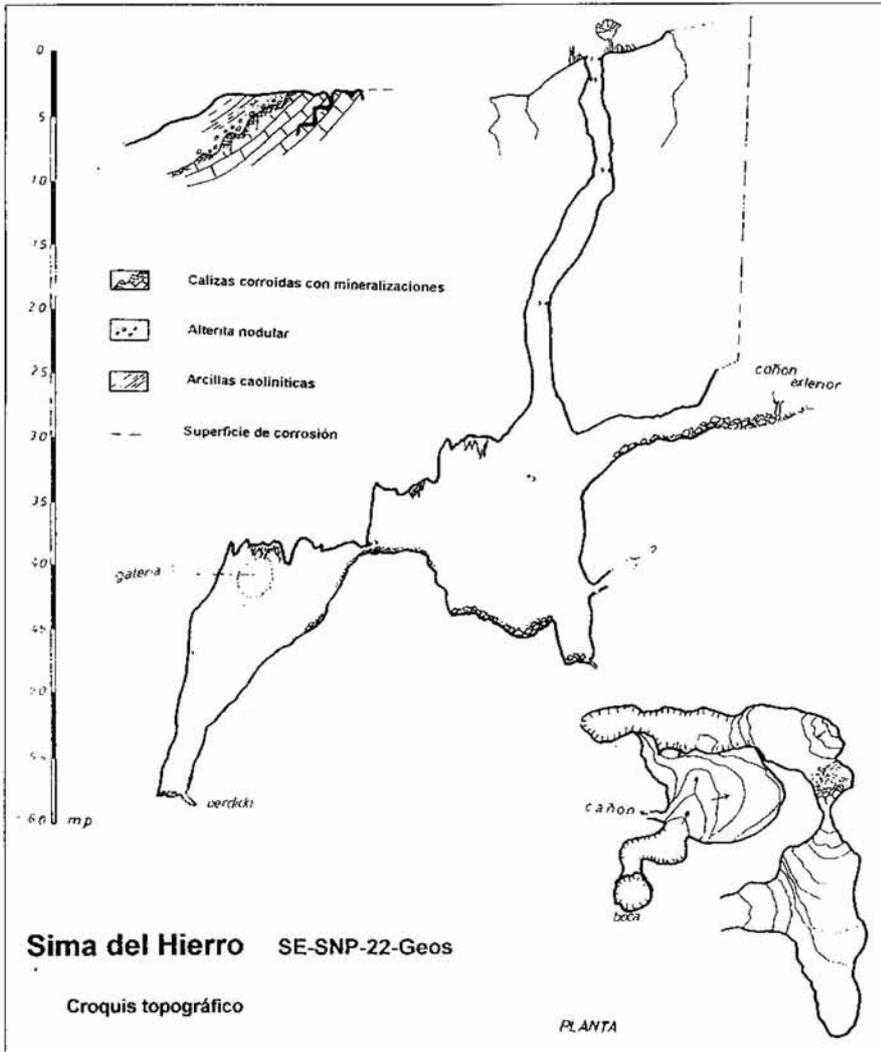


Figura 3
 Croquis topográfico de la Sima del Hierro (San Nicolás del Puerto, Sevilla) (SE-SNP-22-GEOS), y su posición a techo de las calizas del Cerro del Hierro, mostrándose en esquema, la secuencia lateral de alteración

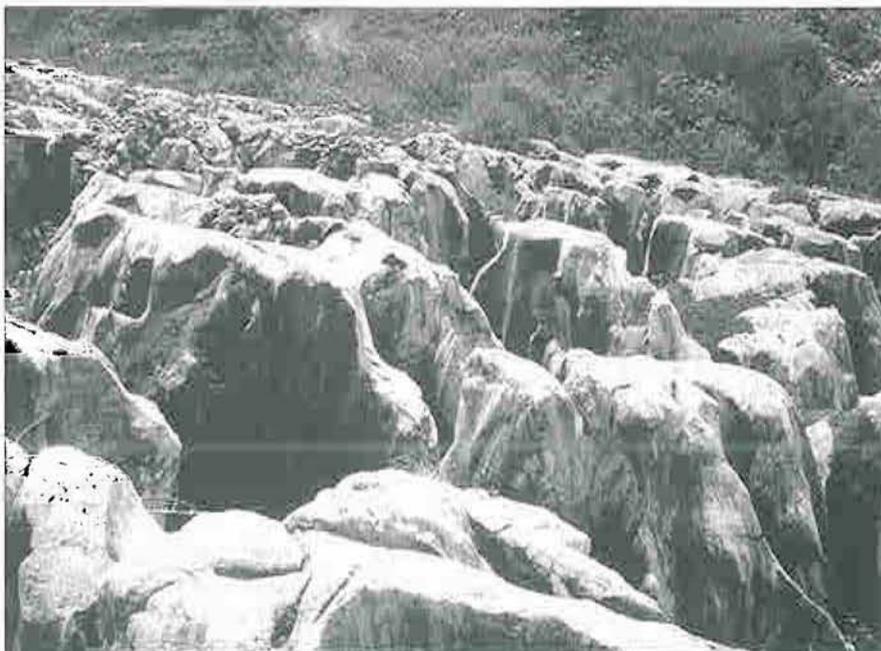


Foto 1
 Lapiaz de cripto-corrosión a techo de mogotes en el Cerro del Hierro. Entorno de la boca de acceso a la Sima del Hierro

Duende, etc.). También se han identificado este tipo de manifestaciones en Córdoba (paleopolje de Escarabita), N. de Hornachuelos y N. de la provincia de Huelva (Navahermosa) (Fig.2). Siempre se presentan abiertos y drenados, pudiendo tener más de una salida, aunque no todas funcionales y colapsadas de terra-rossa coluvionada. En su desarrollo, controlado siempre por la estructura geológica de la sierra, se aprecia el fuerte influjo de la tectónica de fractura imponiendo siempre un mismo rumbo en sus elongaciones.

Hasta ahora se han identificado en sus fondos hasta tres tipos de terra-rossa coluvionada: antiguas terras rossas de carácter caolinítico en ocasiones con concreciones férricas; terra rossas detríticas con canales de gravas y evolución hacia fases coluviales con suelos; y terra rossas limo-arenosas de carácter reciente débilmente edafizadas.

La compleja evolución pleistocena de estos paleopoljes, se constata tanto en la variedad tipológica de terra-rossas, como en la profusión y variedad de elementos morfológicos relacionados con ellos: conos rocosos laterales, pequeños hums, escalonamientos de los fondos, ponors colgados, así como una serie de valles secos en su orla, en cuyas inmediaciones son frecuentes las surgencias y acumulaciones de travertinos asociados a ellas.

Paleovalles y dolinas

Poco encajados sobre los aplanamientos, se presenta una densa red de valles secos. En su desarrollo se manifiesta una doble relación: con la organización de los paleopoljes y con la trama estructural dominante. En el primer caso, la red labrada sobre las series carbonatadas presenta un trazado dendrítico, con perfiles transversos en artesa o media caña y directamente sustentada sobre las superficies de corrosión, en cuyas dolinas abiertas inscriben sus cabeceras. Se trata pues, de un dispositivo fluviokárstico en estrecha vinculación con los paleopoljes, donde encontrarían su nivel de base, evacuando los aportes hídricos a través de sus ponors (BAENA, 1988).

Las dolinas, aunque desarrolladas sobre los dos niveles corrosivos, alcanzan mayor profusión sobre el inferior. Sus formas muy evolucionadas y abiertas en el caso de las superiores constituyen, a través de marcados umbrales de terra rossa, el arranque de numerosos valles secos que desembocan en los paleopoljes o, en otros casos, que-

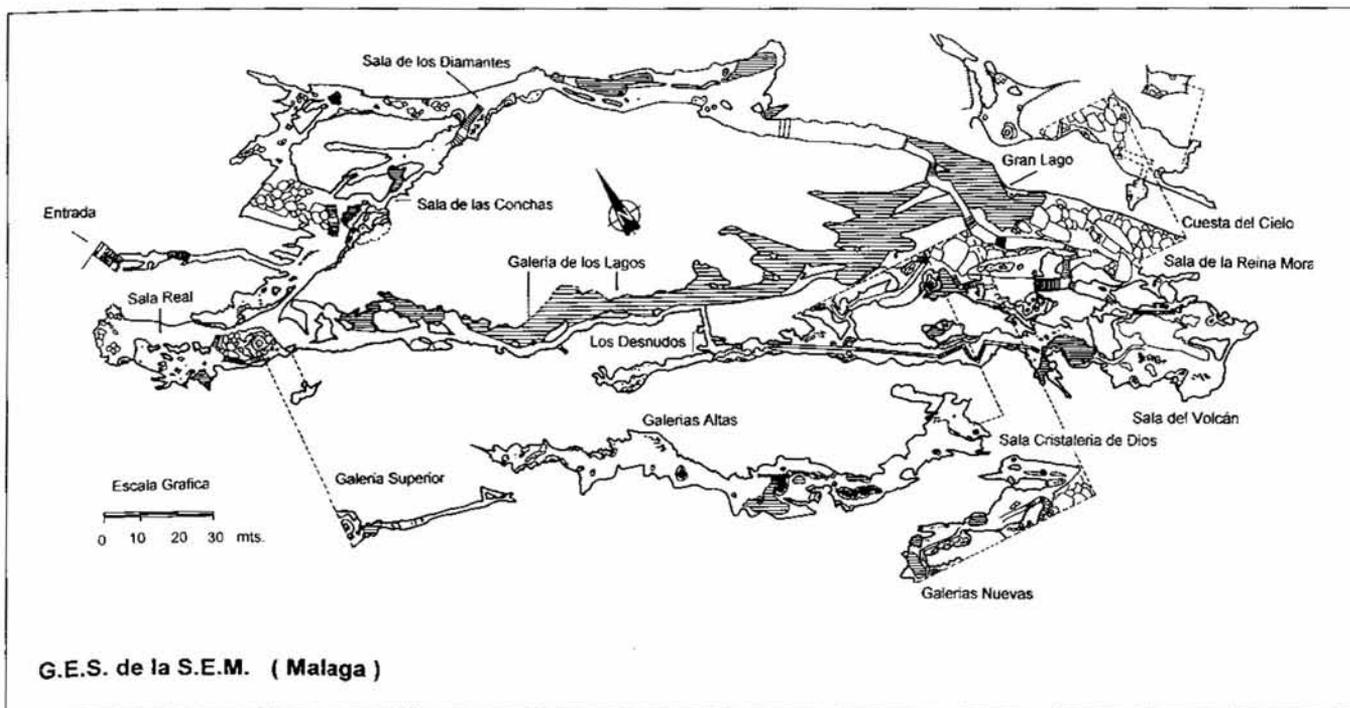


Figura 4
Desarrollo topográfico de la Gruta de las Maravillas (Aracena, Huelva), destacándose la zona inundada y el conjunto de galerías en tres niveles (GES de la SEM, Málaga)



Foto 2
Interior de la Sima de San Paulino (San Nicolás del Puerto, Sevilla), donde se aprecia el cono de bloques procedente del hundimiento parcial del lapiaz superficial. Al fondo modelados erosivos en las paredes

dan truncados por el retroceso de los escarpes, estén asociados o no a fracturas removilizadas o al contacto zócalo-cuenca. Para las dolinas inferiores, predominan los fenómenos de coalescencia junto con las formas alargadas siguiendo la pauta de la fracturación dominante. Sus fondos cubiertos de terra-rossa, se presentan igualmente capturados en dirección a los paleopoljes, siendo frecuente la aparición de surgencias en sus laterales.

Travertinos

Tobas y travertinos son relativamente frecuentes en relación con los afloramientos de calizas de Ossa-Morena, poniendo de manifiesto con su presencia los últimos periodos de actividad kárstica en estos ámbitos. Su posición morfológica, junto con el análisis de sus facies nos permite agruparlos en tres conjuntos principales en relación con los mecanismos responsables de la acumulación (BAENA y DÍAZ DEL OLMO, 1989):

- **Vinculados a fuentes y surgencias:** se trata del grupo más numeroso, presentándose siempre en forma de nítidas plataformas sobre pendientes pronunciadas y escarpes marcados. Entre los más significativos destacan los edificios de Alájar y Zufre en la provincia de Huelva, Fuente del Ángel en Cazalla de la Sierra (Sevilla) y los de Hornachuelos, Mirador de Cruz Conde, Los Arcos y Valdehuelas en la provincia de Cór-

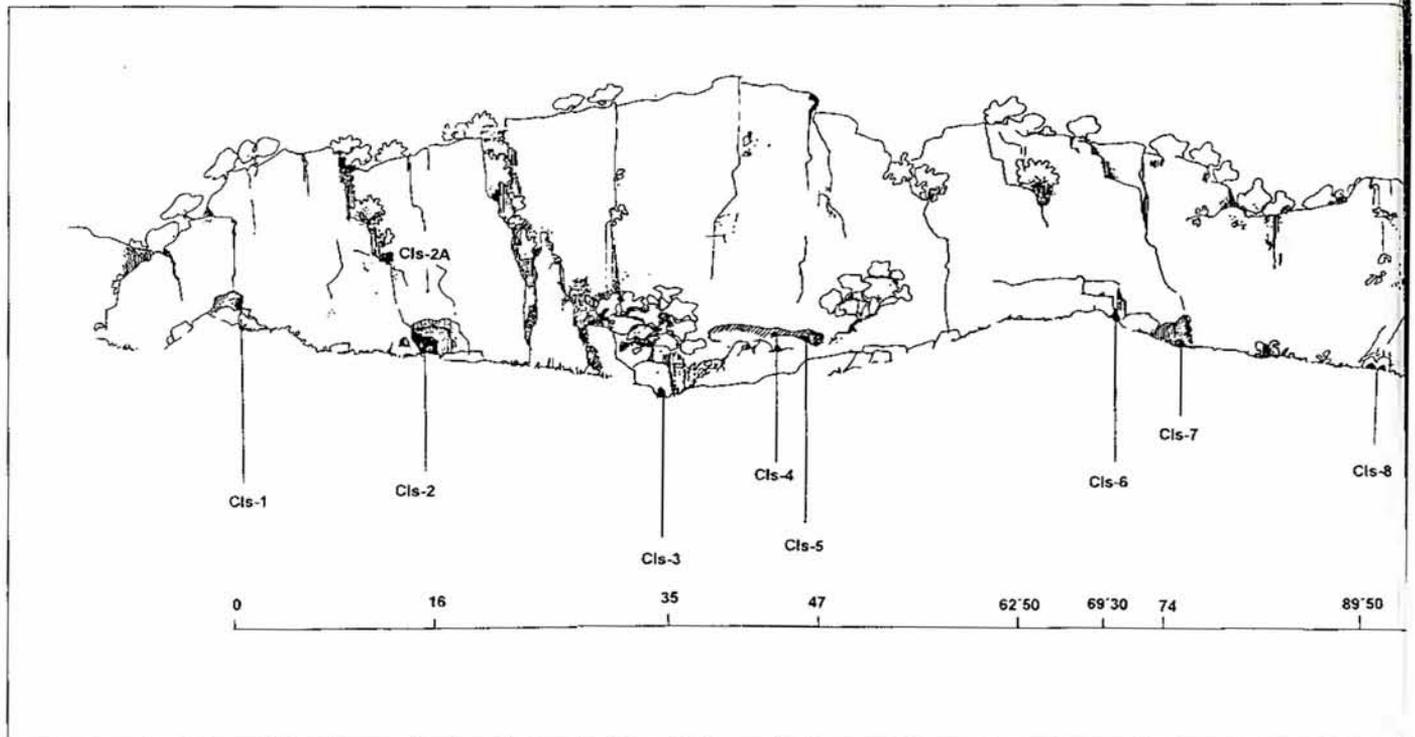


Figura 5
Esquema de localización de las distintas bocas de acceso al complejo endokárstico del cerro de Santiago (Cazalla de la Sierra, Sevilla) (E.Arias y G. Álvarez).

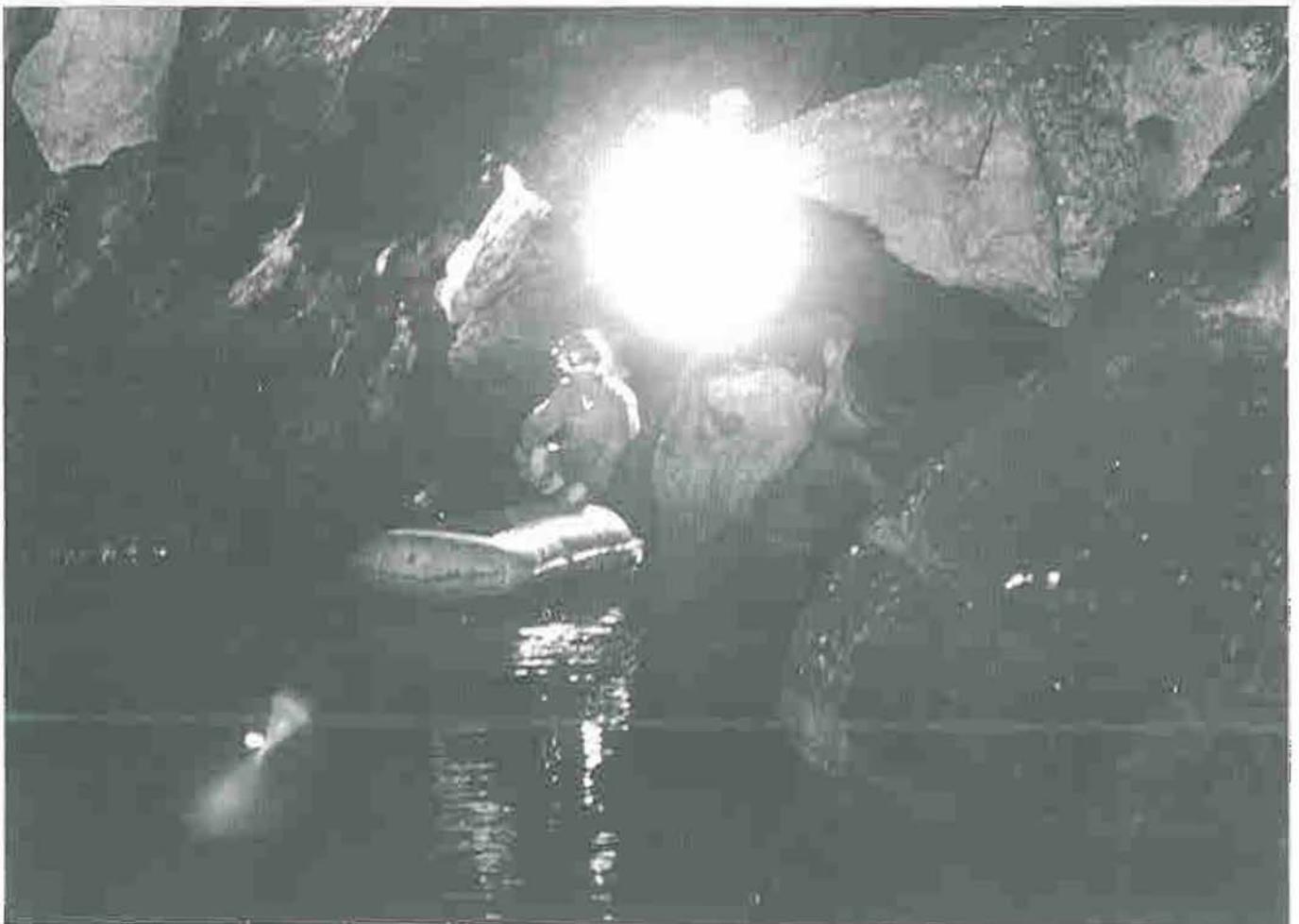
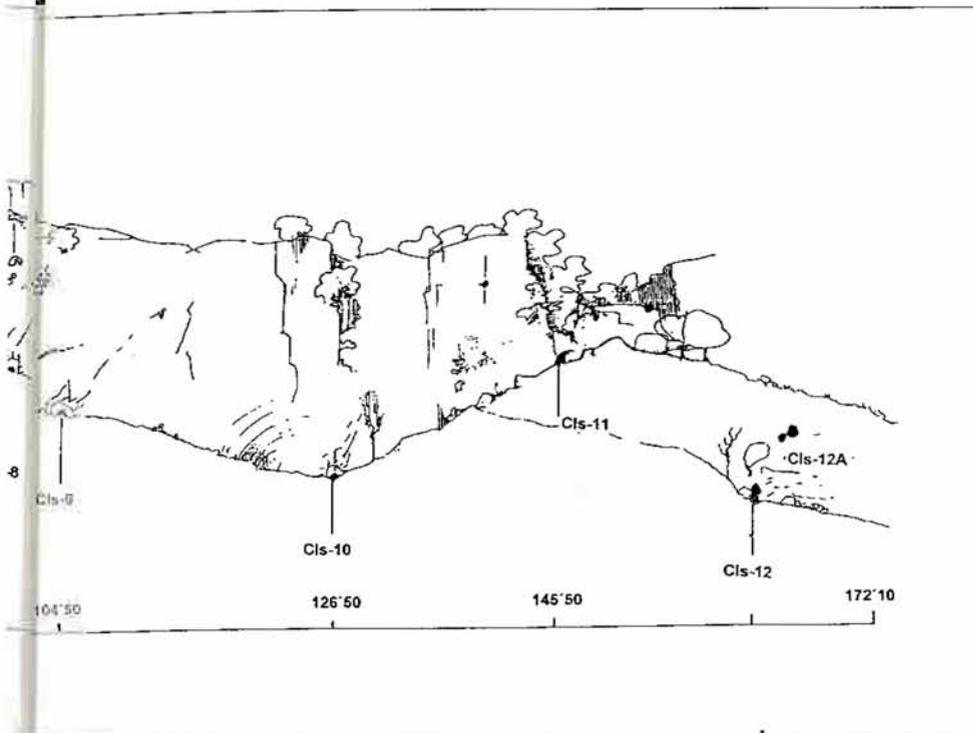


Foto 3
Galerías inundadas del complejo de Santiago (Cazalla de la Sierra, Sevilla), en el interior del acceso CLS-12 (Febrero, 1986)



doba (RECIO et al., 1991). Todos ellos medianamente concrecionados, presentan facies variadas, predominando las masivas, brechoides y limosas con desarrollo en cascada y conteniendo conductos y oquedades. Igualmente resaltar que este grupo compone el principal registro geoarqueológico de todo el conjunto, con numerosos restos Calcolíticos y del Bronce.

- **Vinculados a ríos:** sedimentados por corrientes fluviales, podemos encontrarlos en dos situaciones.

a) Directamente sobre el cauce, actualmente en formación y con facies muy limosas y poco concrecionadas, en cascadas y domáticas. Su desarrollo es frecuente en aquellos parajes donde se mantienen la cubierta vegetal y escorrentías poco polucionadas. Son los casos de la Rivera de Huéznar (Sevilla), el Arroyo de la Huerta del Rey en Hornachuelos o el Arroyo del Molino, en Córdoba.

b) Disectados y colgados sobre el cauce, presentan sucesivas unidades sedimentarias que van desde las facies de tallos y musgos muy concrecionadas en los niveles superiores, hasta las detríticas poco cementadas alternantes con oolitos para las terrazas más próximas al cauce. Ejemplos significativos encontramos en la Rivera de Huéznar, aguas abajo de San Nicolás del Puerto, el Arroyo de la Villa en Constantina, ambos en la provincia de Sevilla, o el Arroyo del Molino en su desembocadura en el río Guadiato (Córdoba).

- **Vinculados a paleorredes fluvio-kársticas:** corresponden a edificios in-

sertos en la red de paleovalles que recorren las superficies corrosivas, en aquellos puntos donde estos quedan truncados por el retroceso de las vertientes. Se trata pues, de plataformas en posiciones culminantes que lateralmente pueden pasar a estar alimentadas por surgencias al modo de las del primer grupo, como sucede en la Cartuja de Cazalla (Sevilla) o Peña Melaria (Córdoba), ambas entre 300 y 400 m. por encima de los niveles de base actuales. Entre sus características destacan, su alto y medio grado de concrecionamiento, la homogeneidad de sus facies de carácter estromatolíticas y su karstificación, pudiéndose apreciar conductos, cavidades y frecuentes reconstrucciones estalagmíticas.

Cronológicamente los travertinos estudiados muestran su constitución en diferentes etapas y condiciones ambientales del Cuaternario.

Los que están ubicados en relación geomorfológica con las paleotopografías culminantes y antiguas surgencias, arrojan cronología que abarcan el Pleistoceno Inferior y Medio, representados en episodios paleomagnéticos positivos y negativos de la época inversa **Matuyama** (700.000 BP) (R.B.E., c.o.). Por su parte los implantados en cursos fluviales, tienen las cronologías más recientes, arrancan desde fases del Pleistoceno Medio, con un importante desarrollo en los estadios isotópicos del **Pleistoceno Superior y Tardiglaciar** (Constantina, 50.000 a 20.000 BP, U/Th, F.D.O., c.o.). Por último, la sierra mantiene una importante gama de **travertinos**

holocenos, vinculados a fuentes, surgencias y fondos de arroyos, particularmente activos en aquellos lugares donde las condiciones de los geosistemas kársticos han sido poco alteradas.

ENDOKARST Y ESPELEOTEMAS

El endokarst de Sierra Morena presenta un importante número de manifestaciones heredadas y activas, con presencia de complejos sistemas espeleológicos, junto a simas y conductos monoespecíficos.

A nivel regional una valoración espeleomorfológica del endokarst, permite una sistemática en tres tipos de manifestaciones: mogotes kársticos; relieves residuales y paleopoljes.

Los mogotes calizos y calco-dolomíticos implantados por debajo de las superficies corrosivas, concentran las principales manifestaciones del endokarst mariánico.

En el Cerro del Hierro, la karstificación profunda ha progresado orientada por el sistema de fracturas, favoreciendo la conformación de corredores kársticos (bogaz), conductos y simas verticales con un fuerte taponamiento de arcillas caoliníticas. El catálogo espeleológico del Cerro supera los 100 enclaves, destacando la **Sima del Hierro**, una vertical de -60 mp. abierta sobre una diaclasa con lapiaces de criptocorrosión (kluftkarren) (Fig.3 y Foto 1), y la de **San Paulino** (-32,5 mp. y 230 m. de recorrido), con hundimiento parcial del lapiaz superficial (Foto 2). Aprovechando el buzamiento de las calizas, han sido reconocidos algunos sistemas laterales con galerías-diaclasas de paredes concrecionadas (Cueva de los Murciélagos-Sima de Polea Saloma, en conjunto unos 200 m. de recorrido y un desnivel de -13 mp.).

La **Gruta de las Maravillas** (Aracena, Huelva) y el **Complejo de Santiago** (Cazalla, Sevilla), constituyen, por su desarrollo espeleométrico y diversidad de manifestaciones endokársticas, los sistemas espeleológicos más significativos de los conocidos en la actualidad en Sierra Morena. En ambos casos sus recorridos superan los 1.000 m. y los sistemas de galerías se organizan en varios niveles.

La de Aracena está implantada sobre un relieve residual de caliza cámbrica. Su desarrollo está guiado por un sistema de galerías (2.130 m. de recorrido) a tres niveles topográficos, inferior o zona inundable (Galerías de los Lagos), intermedio (tramos visitables) y superiores (Fig.4). Todas las galerías se caracterizan por prolongados conductos-

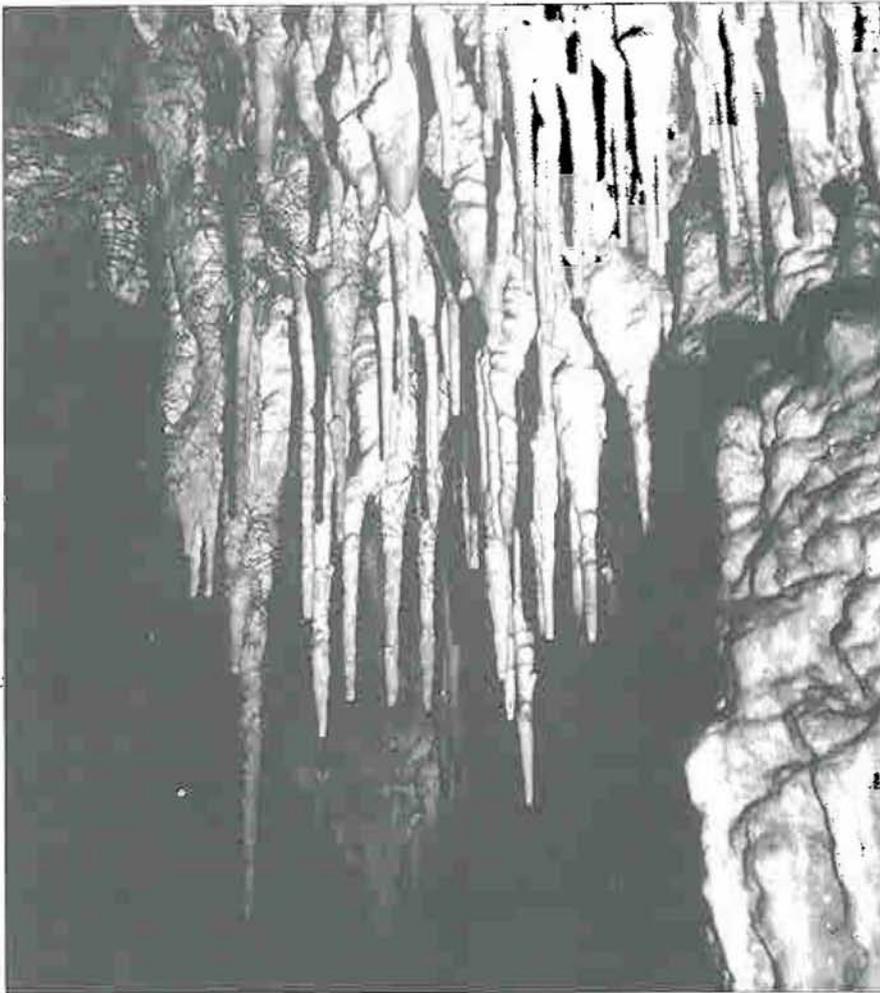


Foto 4
Conjunto de estalactitas con terminación aguda en el interior de la galería-sala de la Sima del Paro (Alanís, Sevilla), con sucesión de episodios acumulativos

galerías con abundantes reconstrucciones y numerosas generaciones de espeleotemas.

Por su parte el Complejo de Santiago, actualmente en estudio por la Sociedad Espeleológica GEOS (1.004,68 m. topografiados en Noviembre de 1993 (1) **Catálogo Nacional de Grandes Cavidades Españolas 1993**), está relacionado con la evolución de las superficies corrosivas del entorno de Cazalla de la Sierra (Cerro de Santiago) (Fig.5). En él son evidentes los fenómenos superpuestos de inundación-erosión. Las galerías inundadas reflejan la estacionalidad climática (Foto 3), mientras que la presencia de espeleotemas en las galerías altas con micro y macrogours, apoyan la antigüedad de estos sistemas. Hasta la fecha, no se han realizado estudios espeleo-genéticos o cronométricos sistemáticos en estas formaciones.

En Santa Ana la Real (Huelva) y Alanís (Sevilla) respectivamente, se localizan los conductos monoespecíficos de los Moros y el Paro, con desarrollos de más de 50 y 317,5 m. y desniveles entre 20 y 45 mp (Fig.6 y Foto 4). Ambos ejemplos ilustran la mayoría de las manifestaciones conocidas tanto en la provincia onubense (Pájara, Cantera de Navahermosa, Cueva-Nacimiento de Galaroza, etc.); como en Córdoba (Piquín, Niñas, etc.); o los klippes calizos de Almadén de la Plata, en Sevilla, representada por Los Covachos con 251 m. de recorrido y -20 mp. (Fig.7). En el

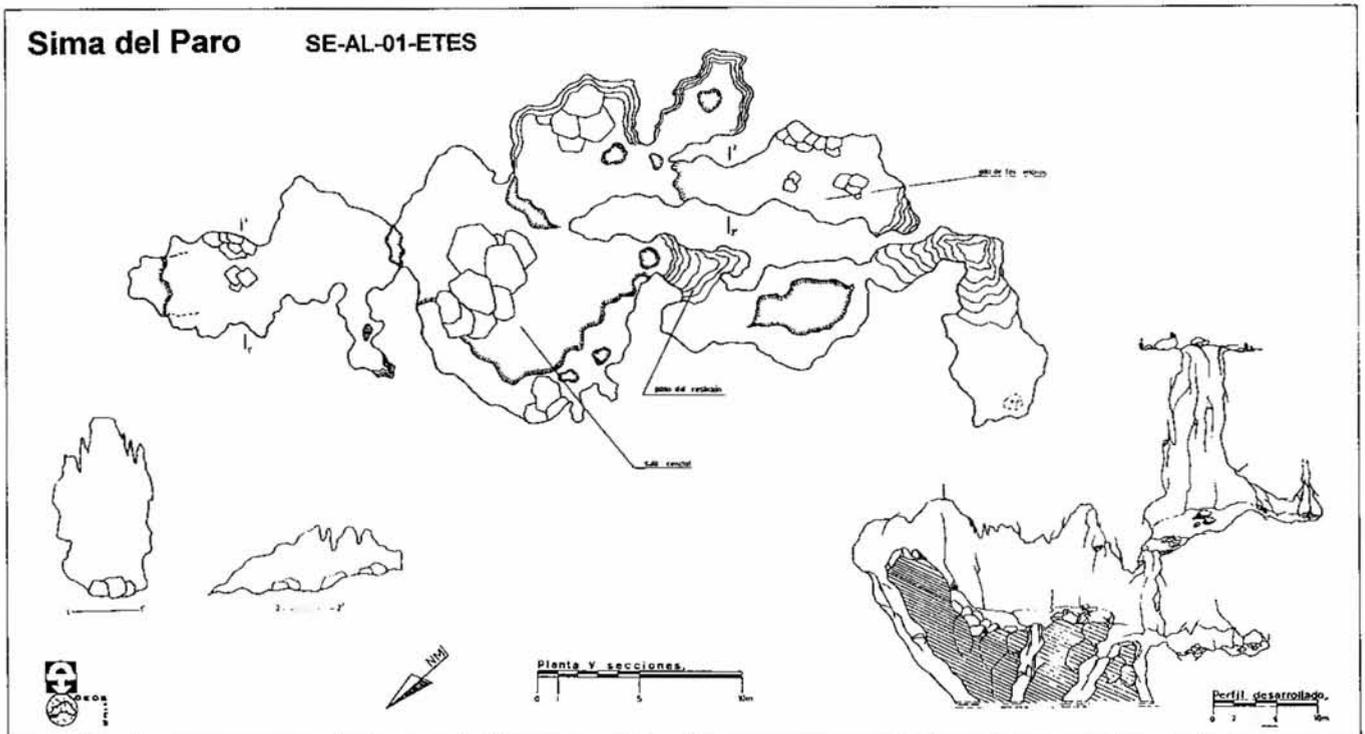


Figura 6
Planta y sección de la Sima del Paro (Alanís, Sevilla), pozo vertical de entrada, galería-sala con grandes bloques y sistemas

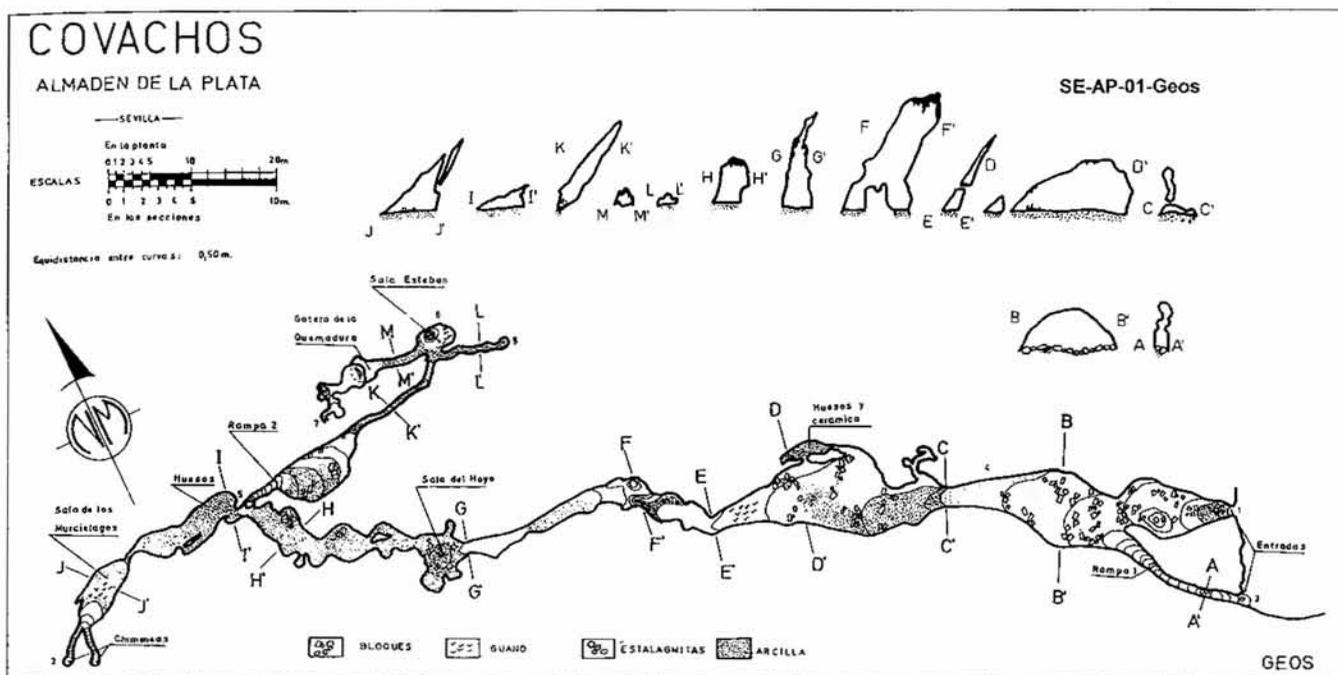


Figura 7
Topografía de la cueva de Los Covachos (Almadén de la Plata, Sevilla). Importante desarrollo longitudinal con secciones transversales condicionadas por el diaclasado del klippe calizo de Almadén (SE-AP-01-GEOS) (E.Arias y J.Andrada)

paleopolje de La Aurora, sobre un pequeño cono rocoso, ha podido estudiarse un antiguo ponor constituido por un conducto monoespecífico descendente hasta -12 mp., con las paredes recubiertas de coladas estalagmíticas de débil espesor.

La Cueva del Agua (150 m. de recorrido y actualmente en estudio) y la Cueva-Sima Geos (aprox. 100 m. de recorrido y -17 m.p.), ambas en Fuentes de León (Badajoz), constituyen ejemplos del endokarst inundable en la prolongación de los relieves residuales carbonatados de Aracena.

HIDROGEOLOGÍA ACTUAL

La complejidad tectónica junto con la compartimentación geológica de las series carbonatadas de Ossa-Morena, dan como resultado la diversificación y proliferación de acuíferos por toda Sierra Morena. Estos, con sus niveles impermeables sobre las pizarras y esquistos paleozoicos, presentan caracteres de acuíferos kársticos libres y fisurados, si bien localmente pueden encontrarse también confinados.

En conjunto, suponen unos recursos medios estimados de 63 Hm³/año, repartidos entre sus 9 unidades hidro-

geológicas fundamentales (IGME, 1986). Destacan en caudal las de Guadalcanal-San Nicolás (292 l/s), Galaroza-Zufre (Sierra de Aracena, 230 l/s), Santa M^a. de Trassierra-Córdoba (219 l/s), Las Navas-Hornachuelos (123 l/s) y Constantina-Cazalla (114 l/s). En ellas se encuentran inventariados cerca de un centenar de puntos de surgencia de agua (IGME, 1986), cuyas características hidroquímicas (Fig.8), ponen de manifiesto un predominio de las aguas bicarbonatadas cálcicas, a veces con influencia magnésica, como corresponde al tipo de material calizo-dolomítico karstificado en el que se insertan.

Se trata siempre de aguas aptas para el consumo y el riego con inapreciables proporciones de sales y baja conductividad eléctrica. Igualmente es de destacar el predominio de las saturadas en carbonatos, correspondiendo los pH más bajos a las surgencias próximas a los afloramientos graníticos, caso de las existentes en la unidad hidrogeológica de Galaroza-Zufre.

En cuanto a los caudales, por lo general constantes a lo largo del año, se presentan muy dispares en sus aforos, oscilando entre los 0.5 l/s. y 150 l/s. según el emplazamiento de las surgencias. Así, los valores máximos se obtie-

nen para aquellas situadas muy próximas a los talwegs actuales, cuando estos inciden los fondos de paleopoljes y paleovalles. Es igualmente en estos ámbitos sobre las superficies corrosivas, donde se concentran más del 70% de los manantiales de la sierra, correspondiendo los valores mínimos de caudal a los emplazados sobre vertientes y/o fracturas, a través de las cuales se ponen en contacto las series carbonatadas con las rocas impermeables.

OTROS KARST

Fuera de las series del Cámbrico Inferior, cabe también señalar el karst modelado a partir de litofacies calcareníticas del Mioceno en el contacto del zócalo con la Depresión inferior del Guadalquivir.

Se trata de un karst superficial de frecuentes lapiazes, pozas y kameinitzas, que en los escarpes de las plataformas suelen presentar cavidades de génesis polifásica. En el Mioceno de Lora del Río (Sevilla) (Cueva de la Mazmorra, 110 m. de recorrido y -8 mp.), algunos abrigos kársticos abiertos hacia el Guadalquivir, contienen en su interior rellenos aluviales constatando su relación con la evolución del río.

(1). El complejo de Santiago ha sido uno de los enclaves de interés espeleológico permanente por parte de la Sociedad Espeleológica GEOS. desde 1963. En 1975 y 1982 se realizaron sendas campañas de exploraciones y topografías, habiéndose completada una primera fase de investigación en Noviembre de 1993, al alcanzarse un recorrido superior al kilómetro de galerías. En el curso de 1994, se tiene previsto dar a conocer las características espeleológicas y geomorfológicas de este complejo, así como continuar con los trabajos de exploración que ampliarán el recorrido actual. Los trabajos topográficos se están llevando a cabo por G. Alvarez y J. Molina.

Nombre municipio	Alt (m)	Q (l/s)	T (°C)	CO ₃ H (meq/l)	Cl (meq/l)	SO ₄ (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	Na (meq/l)	K (meq/l)	Cond (mmho/cm)	SAR	pH	Posición
Fte. Plaza S. Francisco (Constantina)	600	50	14	2.16	0.28	0.1	1.72	0.52	0.24	0.01	0.243	0.23	8.4	Paleo- valle
Lagar del Inquinador (Cazalla S.)	600	7	15	2.18	0.18	0	1.76	0.32	0.55	0.06	0.470	0.54	8.3	Paleopolj e
S. Nicolás de Puerto	500	150	—	5.10	0.35	0.02	5	0.20	0.35	0.05	0.510	0.22	6.8	Paleo- valle
Fuente del Moral (Guadalcanal)	660	2	14	3.61	0.51	0.6	1.84	2.12	0.80	0.10	0.43	0.57	8.2	Vertiente calizo- esquist.
Fuente del Castaño (Aracena)	600	25	—	5.1	0.50	0.1	3.7	1.4	0.2	0	0.43	0.1	8.0	Fractura calizo- esquist.
Jabuguillo	625	5	—	6.0	0.60	0.3	3.8	2.3	0.3	0	0.6	0.2	7.9	Borde caliza
Zufre	420	2	—	6.9	0.50	0.6	4.4	2.7	0.2	0	0.68	0.1	7.4	Vertiente

Figura 8

Datos hidroquímicos y emplazamientos geomorfológicos de las principales surgencias de Sierra Morena

Agradecimientos

Al GES de la SEM de Málaga por la documentación de la Gruta de las Maravillas; al Espeleo-Club "Karst" de Dos Hermanas (Sevilla) por los datos espeleométricos de la Sima del Paro; a la Delegación Provincial del ITGME en Sevilla, por la información hidrogeológica aportada; y al Prof. J.M. Recio de la Universidad de Córdoba, por sus indicaciones sobre el paleokarst de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGOLOTI, J.M.; MUELAS, A.; GARCÍA VELEZ, A. (1975). *Mapa geológico de España, E.1:50.000. Constantina*, I.G.M.E., Madrid.
- BAENA ESCUDERO, R. (1988). *Estudio geomorfológico del Norte de Constantina (Sierra Morena, Sevilla)*. Programa de Doctorado en Geografía Física, Universidad de Sevilla, 92 pp + Cart. (inédito).
- BAENA ESCUDERO, R.; DÍAZ DEL OLMO, F. (1988). *Paleokarst de Sierra Morena (Sector Cazalla-Constantina, Hespérico Meridional). superficies de corrosión y poljes*. Cuaternario y Geomorfología. vol.2 (1-4). 13-22.
- BAENA ESCUDERO, R.; DÍAZ DEL OLMO, F. (1989). *Edificios tobáceos en Andalucía occidental: secuencias de piedemonte*. El Cuaternario en Andalucía occidental, AEQUA Monografías, 1: 89-97.
- BARD, J.P. (1964). *Note préliminaire sur l'âge des terrains de l'Estrato cristalline affleurant au NW de la province de Huelva (Espagne)*. C.R.S. Ac. Sc. Paris, t. 258: 2.129-2.130
- CABANAS, R. (1980). *Geología cordobesa (Guía del sector Norte)*. Ed. Escudero. Córdoba, 179 pp.
- DÍAZ DEL OLMO, F. (1982). *Geomorfolo-*

gía de Sierra Morena. Estudio del interfluvio de las cuencas fluviales Viar-Rivera de Huelva. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 503 pp. + Cart. (inédita).

DÍAZ DEL OLMO, F.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1983). *Observaciones sobre la geomorfología del batolito de Santa Olalla del Cala (Sevilla, Huelva, Badajoz)*. Bol. Geol. y Min., 94 (3). 179-186.

DÍAZ DEL OLMO, F.; BAENA ESCUDERO, R.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1989). *Paleokarst de Sierra Morena (Massif Hespérique)*. en Réunion franco-espagnole sur les karsts méditerranéens d'Andalousie Occidentale, Livret-Guide: 183-218.

FABRIES, J.M. (1963). *Las formaciones cristallines et métamorphiques du Nord-Est de la province de Séville (Espagne)*. Sciences de la Terre, Nancy, Mém., 4: 270 pp.

FONTBOTÉ, J.M. (1980). *Mapa Geológico de España, E.1:200.000, Córdoba, Hoja nº76*. I.G.M.E., Madrid.

GARCÍA VÉLEZ, A. (1979). *Estudio de las mineralizaciones de origen hidrotermal en la región de Guadalcanal-Cazalla (Sevilla)*. Bol. Geol. y Min. 90 (3). 285-293.

GURRIA GASCÓN, J.L. y SANZ TAMAYO, M. (1979). *Los fenómenos kársticos en los calerizos de Cáceres y Aliseda*. Actas VI Coloquio de Geografía. Palma de Mallorca, AGE (Publicación 1983). 47-55

I.G.M.E. (1986). *Investigación y Evolución de los Recursos hidráulicos subterráneos de los sectores N. de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba*. Documento Interno. Delegación I.T.G.M.E. Sevilla. 3 Tomos + Cart.

LOTZE, F. (1945). *Zur gliederung der Varisciden der Iberischen Meseta*. Geotk. Forsch., 6:78-92 (Trad. esp. por J.M. Ríos, Publ. Extr. sobre Geol. de España, T.V.:149-166, Madrid, 1950).

MARQUÍNEZ, J.L. (1978). *Estudio geológico del Sector SE de los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NW de España)*. Tra-

bajos de Geología, 10: 295-315.

NICOD, J.; SALOMON, J.-N. (1990). *Les Mogotes: des reliefs karstiques résiduels litho-structuraux et/ou hérités. Comparaison des karsts tempérés et tropicaux*. Revue Géomorphologie Dynamique, 39,1: 15-38.

JULIVERT, M. (1978). *Algunas bases para una correlación paleogeográfica entre los Macizos Hercinianos del Occidente de Europa*. en: Geología de la parte Norte del Macizo Ibérico (Homenaje a I. Parga Pondal), Cuadernos del Sem. de Est. Cerámicos de Sargadelos, 27: 159-191.

RECIO ESPEJO, J.M.; BAENA ESCUDERO, R.; y DÍAZ DEL OLMO, F. (1991). *Evolución reciente del Karst de la Sierra de Córdoba*. III Simposio sobre el Agua en Andalucía. ITGME, T II: 575-583.

VAL, del J.; HERNÁNDEZ, M. (1989). *El karst en el Macizo Hespérico*. en: El Karst en España, Monografía 4, S.E.G.: 217-229.

VÁZQUEZ GUZMÁN, F. (1967). *Nuevas áreas devonianas en la zona occidental de Sierra Morena*. Notas y comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España: 97-98.

VÁZQUEZ GUZMÁN, F.; FERNÁNDEZ POMPA, F. (1976). *Contribución al conocimiento geológico del Suroeste de España en relación con la prospección de depósitos de magnetitas*. Memoria del Inst. Geol. y Min. de España, 89: 130 pp.

VEGAS, R. (1977). *Le précabrien supérieur de la chaîne varisque de la Peninsule Iberique*. en: La chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale, Coll. Inter. CNRS. Rennes, nº 243: 89-96.

ZAMARREÑO, I. (1978). *Tipos y distribución de facies en el nivel carbonatado del Cámbrico de España*. en: Geología de la parte Norte del Macizo Ibérico (Homenaje a I. Parga Pondal), Cuadernos del Sem. de Est. Cerámicos de Sargadelos, 27: 289-311. ■

El Carmonil (Cabra, Córdoba). Rápida aparición y evolución de una cavidad en yesos triásicos

"El Carmonil" (Cabra, Córdoba). Sudden opening and quick growth of a triassic gypsum cave

López Chicano, M. (*) (**), Ortega Gomez, J.A. (**), y Ranchal Avila, J.A. (**)

(*) Departamento de Geodinámica (Univ. Granada) e IAGM (CSIC - Univ. Granada).
(**) Grupo Alpino Espeleológico Lucentino (GAEL, Lucena, Córdoba).

Resumen

Las intensas lluvias acontecidas en el sur de Córdoba los pasados meses de Octubre y Noviembre de 1993 han originado la repentina aparición y rápida evolución de una pequeña cavidad en materiales yesíferos y limoso-arcillosos triásicos, en el paraje denominado El Carmonil (Cabra, Córdoba).

En este artículo se describen y analizan los principales rasgos morfológicos de la cueva, las distintas etapas de su desarrollo, las condiciones geológicas del lugar y las posibles causas que la han originado. Se concluye que la formación de la cavidad es consecuencia de la mezcla de dos procesos distintos, bien diferenciados en el tiempo y el espacio: disolución de los materiales evaporíticos y *piping* en los materiales detríticos.

Palabras clave: karst en yeso, arrastre mecánico, sufusión, evaporitas triásicas.

Abstract

Heavy rainfalls occurring on the south of Cordoba (Spain) during the last October and November 1993 had given rise to the sudden opening and quick growth of a little cavity in triassic gypsum, silt and clay, in a site named El Carmonil (Cabra, Cordoba).

In this paper, the main morphologic characteristics of the cavity, the different phases of its development, the geologic conditions of the site and the possible causes of formation are showed and analyzed. It is concluded that the cavity is a mixed consequence of two different process, well located in time and space: dissolution of the evaporitic materials and piping in the detritic ones.

Key words: gypsum karst, subsurface mechanical erosion, piping, karstic collapses, triassic evaporites.

INTRODUCCIÓN

En España no son raros los fenómenos de colapso kárstico, producidos a gran velocidad dentro de la escala humana. Son abundantes las descripciones morfológicas superficiales en los sectores más problemáticos, especialmente aquellos ligados a la existencia de un substrato evaporítico con fuerte extracción de aguas subterráneas (BENITO, 1987) o con explotación de sales cloruradas mediante inyección y recu-

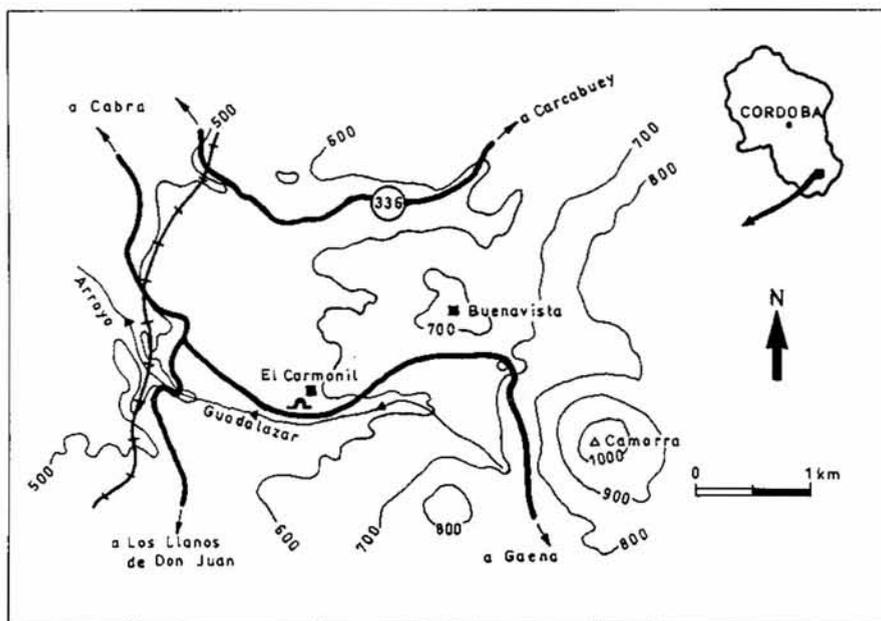
peración de agua (RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1993), así como los análisis de las causas y riesgos geológicos asociados (DURÁN, 1987; DURÁN y BURILLO, 1989). Sin embargo, en lo que respecta al endokarst ligado a los colapsos, las referencias bibliográficas bien documentadas, con ejecución de topografía de la cavidad y realización de un seguimiento de su evolución son mucho más escasas, siendo destacables los trabajos de GARAY (1986 y 1990), tanto en materiales carbonatados como yesíferos, en el levante español.

En este trabajo se describe y analiza un nuevo caso de aparición de una cavidad de "hundimiento" reciente en materiales triásicos de facies Keuper. Pese al escaso desarrollo espeleométrico de la cueva y a la nula existencia de espeleotemas, su estudio presenta un gran interés, en el sentido de que nos permite comprender algo mejor los mecanismos de formación de muchas de

las cavidades catalogadas en materiales equivalentes, especialmente en los sectores de Antequera (MOLINA MUÑOZ, 1991; DURÁN y MOLINA MUÑOZ, 1986) y País Valenciano (IBÁÑEZ, 1983). La génesis de las cavidades en las evaporitas triásicas es, desde nuestro punto de vista, mucho más compleja que en las neógenas, habida cuenta de la gran diversidad de litologías involucradas (areniscas, arcillas, carbonatos, yesos, halita, rocas subvolcánicas, etc.) y de la caótica mezcla que existe entre las mismas por causas tectónicas y halocinéticas, llegando incluso a encontrarlas resedimentadas sobre sí mismas o en otros sectores como auténticos olistostromas (PÉREZ LÓPEZ, 1991).

SITUACIÓN DE LA CAVIDAD

La cavidad se localiza en el término municipal de Cabra (Córdoba), unos 4 km al sureste de la población y a 7 km en dirección noreste desde Lucena, en una zona dedicada al cultivo del olivo. El paraje recibe el nombre de El Carmonil, o yesar y molino de yesos de Pacheco (nombre del actual dueño de la finca), al cual se accede tomando un desvío que parte desde la carretera que une Cabra con Los Llanos de Don Juan, y que se dirige a la aldea de Gaena. Su boca, de 1.65 por 2.17 m se abre en el talud que delimita el borde septentrional de esta carretera, a cota 565 m sobre el nivel del mar y con las siguientes coordenadas UTM: 7487 de longitud W y 4476 de latitud N; dentro de la hoja 1:50.000 nº 989 (Lucena). Ha sido siglada como CA-48, de acuerdo con el ca-



Localización geográfica de la cueva del Carmonil



Boca de entrada a la cueva del Carmonil. Foto: J.A. Ortega Gómez

tólogo que viene realizando el GAEL (Lucena, Córdoba) desde 1988.

CONTEXTO GEOLÓGICO

El área se localiza dentro del sector central de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas, concretamente en el dominio Subbético externo. En el entorno más inmediato de la cavidad predominan los afloramientos de materiales triásicos y cretácicos del Subbético externo meridional o unidad de Gaena. Estos materiales se superponen al Subbético externo septentrional o unidad del Camarena-Lanchares, mediante un contacto de cabalgamiento situado algo más al norte.

Los materiales cretácicos están constituidos por margas y margocalizas blancas de muy baja permeabilidad. HERNALIZ HUERTA *et al.* (en edición) cartografiaron un contacto mecánico indiferenciado entre éstos y el Trías. En las proximidades de la cavidad existe una dolina de bordes suaves muy pequeña, que se inunda en época de lluvias, implantada sobre las margas y margocalizas blancas, lo que indica que estos materiales *-a priori inkarstificables-* se superponen a los de edad triásica, en los que sí se producen fenómenos pseudokársticos.

Según FELGUEROSO y COMA (1964), el Trías del sector se compone principalmente de dos formaciones cartografiadas: dolomías y carniolas del Supra-Keuper o Infralías y, sobre todo,

yesos blancos o grises y arcillas de colores rojos y verde-azulados vivos. En estos últimos es donde se ha excavado la cavidad.

La observación detallada de los yesos, tanto en una cantera próxima como en el interior de la cavidad, pone de manifiesto que se trata de materiales pobremente estratificados, con texturas laminares y porfiroblásticas locales, y, sobre todo, nodulares de tipo *chicken wire* (literalmente, "alambrada de gallinero"). Los materiales pelíticos, de tonos rojos dominantes, consisten en limolitas y argillitas laminadas.

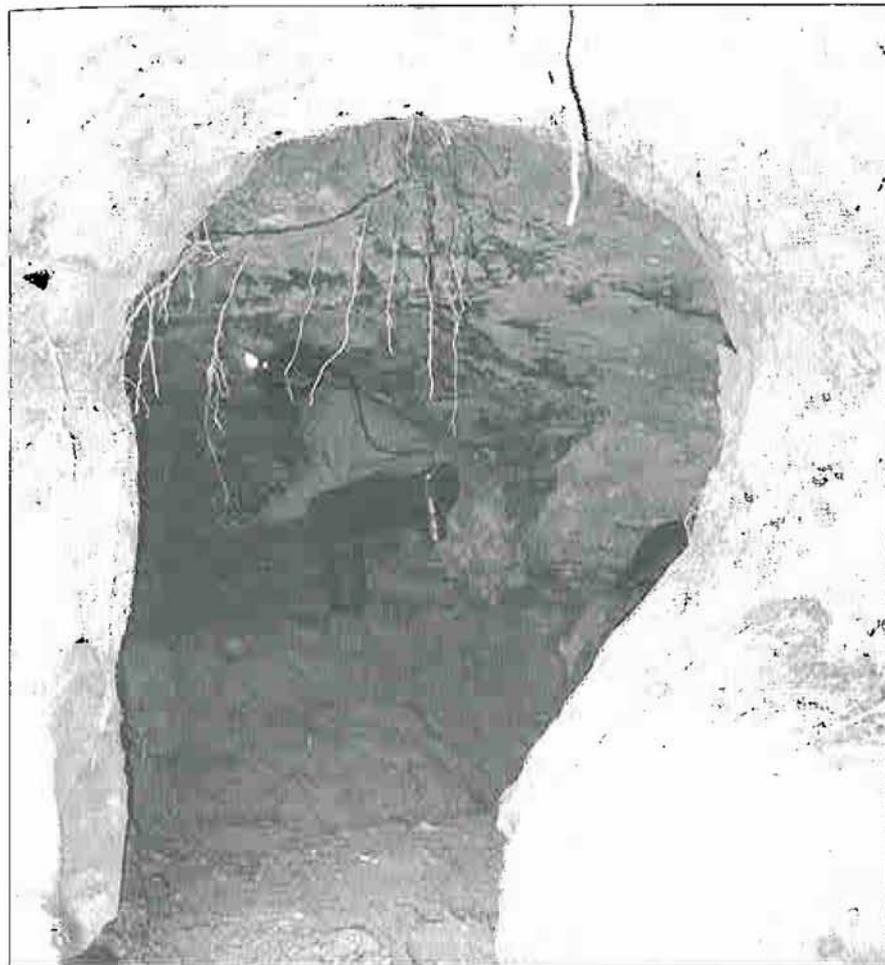
La abundancia de recubrimientos aluviales y coluviales cuaternarios, el desarrollo de suelos y los terrenos de labor impiden el seguimiento lateral de los afloramientos y de la estructura de los materiales triásicos, por lo que es difícil correlacionarlos con las formaciones distinguidas por ORTÍ CABO (1974) para el Keuper del levante español. Las limitadas observaciones que pueden realizarse en la cueva y en la cantera parece indicar que todo el conjunto detrítico-evaporítico corresponde a las formaciones K5 (yesos de Ayora) y K4 (arcillas yesíferas de Quesa) de dicho autor, e incluso, las argillitas podrían corresponder a la formación K3 (arcillas de Cofrentes). Las investigaciones de PÉREZ LÓPEZ (1991) sobre el Trías de facies germánicas del sector central de las Cordilleras Béticas indican la dificultad que existe en este área a la hora de distinguir entre las formaciones K4 y K5,

por lo que él las agrupa en una sola, con varios miembros diferentes que pueden estar o no presentes. En cualquier caso, parece claro que los materiales representados en el interior de la cavidad corresponden a la parte superior de las facies Keuper.

La estructura de los materiales triásicos es bastante caótica por demás, dada su gran plasticidad de conjunto. En el interior de la cavidad se pueden apreciar yesos nodulares blanquecinos y arcillas y limos rojos, ambos conjuntos con una disposición subhorizontal y separados entre sí por un contacto de falla normal verticalizado.

HISTORIA DE LAS EXPLORACIONES

La cavidad fue descubierta para los ámbitos espeleológicos por uno de nosotros, casualmente en el transcurso de una excursión que no tenía como objetivo concreto la exploración subterránea, el día 1 de Noviembre de 1993. El avistamiento de la boca no presentaba ningún problema, ya que se encuentra al borde mismo de la carretera por la que discurría el itinerario. Era evidente que se había originado por colapso o hundimiento del terreno, a partir de la infiltración del agua que había corrido, en época de lluvias, por la propia cuneta de la carretera, y en la cual no se había tenido la precaución de llevar a cabo un revestimiento de cemento. Su formación se produjo, sin duda, durante el



Sección abovedada o campaniforme a la entrada de la galería superior de la cueva del Carmonil. Se aprecia el contacto entre los yesos blancos triásicos y el material arenoso-limoso aluvial que los cubre, así como las raíces procedentes del olivar suprayacente. Foto: J.A. Ortega Gómez

mes de Octubre de 1993, periodo que fue pródigo en precipitaciones en todo el sur de Córdoba.

Se procedió a una primera inspección de la cueva, comprobando que tras el pequeño resalte de la entrada se extendía una única galería (más adelante nos referiremos a ella como galería superior), parcialmente excavada en yesos, hacia cuyo interior había discursado el agua infiltrada. Las dimensiones de esta galería invitaban al optimismo en lo concerniente a su larga continuación, extremo que no pudo ser comprobado en aquel momento por falta de equipo de iluminación.

Avisados el resto de los compañeros del GAEL, el día 3 de Noviembre de 1993 algunos componentes realizan una rápida visita a la cavidad, provistos del adecuado equipo, para investigar las posibilidades de continuación. Se comprueba que la galería termina unos pocos metros más allá del punto alcanzado el día anterior, dándose por concluida la exploración.

Temiendo que la cavidad desapareciera por hundimiento natural –sabido

es de todos que estas formas se obtienen rápidamente (AVIAS y DUBERTRET (1975)– o que fuera cerrada artificialmente, bien por parte del dueño de la finca (es práctica común en la región el tapado de simas para evitar la caída del ganado) o por el servicio local de mantenimiento de carreteras, el día 7 de Noviembre se decidió realizar el levantamiento topográfico de la cavidad. Previamente, el día 5 había caído un fuerte aguacero en todo el sector.

Nada más entrar en la cavidad nos sorprendió observar que se había generado una nueva galería (la que llamaremos galería inferior), sin duda a consecuencia de las lluvias del día 5, de mayor desarrollo longitudinal y proporciones superiores en su último tramo que la anterior. Pese a que en la galería superior había aumentado ligeramente el relleno detrítico, en ese momento había quedado desconectada del flujo hídrico, habiendo actuado como colector principal la galería inferior que presentaba una cota de base más baja.

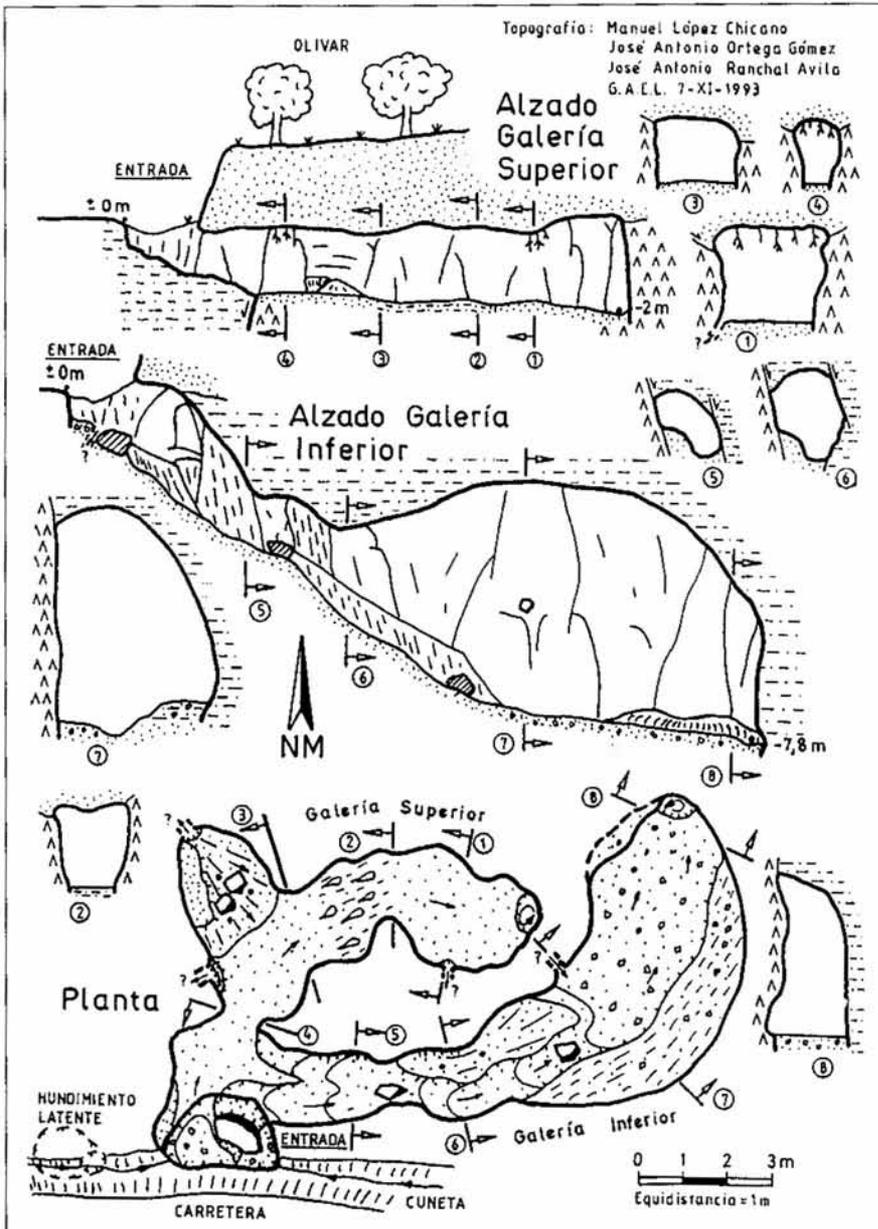
Aunque la exploración de la cavidad

no representaba excesivo riesgo (sólo se extremaron las precauciones en el primer tramo de la galería inferior), durante el transcurso de las labores de topografía fuimos recriminados por el dueño de la finca por no haber pedido permiso para entrar allí, ya que él se consideraba responsable de los percances que pudieran ocurrir en su propiedad. Tranquilizado después de unas palabras incluso se animó a visitar con nosotros la cavidad. Otros curiosos que se acercaron al vernos trabajar en la zona nos indicaron la existencia de una sima profunda en yesos, cerca del lugar, que había sido tapada. Efectivamente, en el lugar donde se suponía que se situaba la sima se observaba una superficie de unos 100 m² cubierta por escombros y tierra, lamentablemente sin rastro alguno de la misma. También nos informaron que el año anterior (1992), en el lugar en que ahora se abre la boca de la cueva del Carmonil existía una cierta subsidencia del terreno y un pequeño orificio, no penetrable, por el que ya se infiltraba el agua de escorrentía que circulaba por la cuneta.

DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD

En su estado actual, y tras superar el pequeño escalón vertical de la entrada, la cueva del Carmonil está constituida esencialmente por dos galerías que hemos denominado **galería superior** (galería vieja o septentrional) y **galería inferior** (galería nueva o meridional). Ambas muestran morfologías bien diferenciadas, como consecuencia de la actuación de procesos espeleogénicos distintos en cada caso. El desarrollo total de la cavidad es de 30,4 m (DH= 29,2 m) y el desnivel -7,8 m.

La galería superior, con un desarrollo de unos 11,4 metros desde la entrada, es la más pequeña. En planta sigue inicialmente una dirección SW-NE para luego girar hacia la WNW-ESE. El desnivel máximo que alcanza es de -2 m, si bien se mantiene prácticamente horizontal en la mayor parte de su recorrido, con una inclinación casi inapreciable hacia el interior. La altura del techo se mantiene también bastante constante en todo el trayecto, entre 1,5 y 2 m. El piso está compuesto por un relleno poco espeso de arenas muy finas, limos y arcillas muy pegajosas, que muestran esporádicamente huellas de corrientes (*ripple marks*), indicando un sentido del flujo hídrico hacia el interior de la galería. En el primer tramo se observan secciones típicas con formas de "cúpulas" o "campanas", algún conducto impenetrable que parece conec-



Topografía de la cueva del Carmonil. Topografía: GAEL

tar con un hundimiento latente del terreno visible en el exterior junto a la entrada, restos de terrazas y un abanico aluvial que parte de un orificio impenetrable procedente del NW. La galería termina en una pequeña sala donde se observa un pequeño conducto embrionario impenetrable y el sumidero final que viene marcado por una leve depresión subcircular excavada en el relleno detrítico.

Uno de los rasgos más característicos de la galería superior es que las paredes siempre están constituidas por yesos nodulares blanquecinos, mientras que en el techo se observan materiales detríticos de tonos ocres o blanco-rojizos discordantes sobre aquéllos. Se trata de una formación arenoso-arcillosa cuaternaria que cubre y fosiliza un antiguo paleorrelieve excavado en los

yesos infrayacentes, alcanzando un espesor de unos 2 metros en la vertical de la galería y hasta la superficie del terreno donde se instaura el olivar. Por cierto, en varios puntos del techo de la galería afloran las raíces procedentes de los olivos plantados en el exterior.

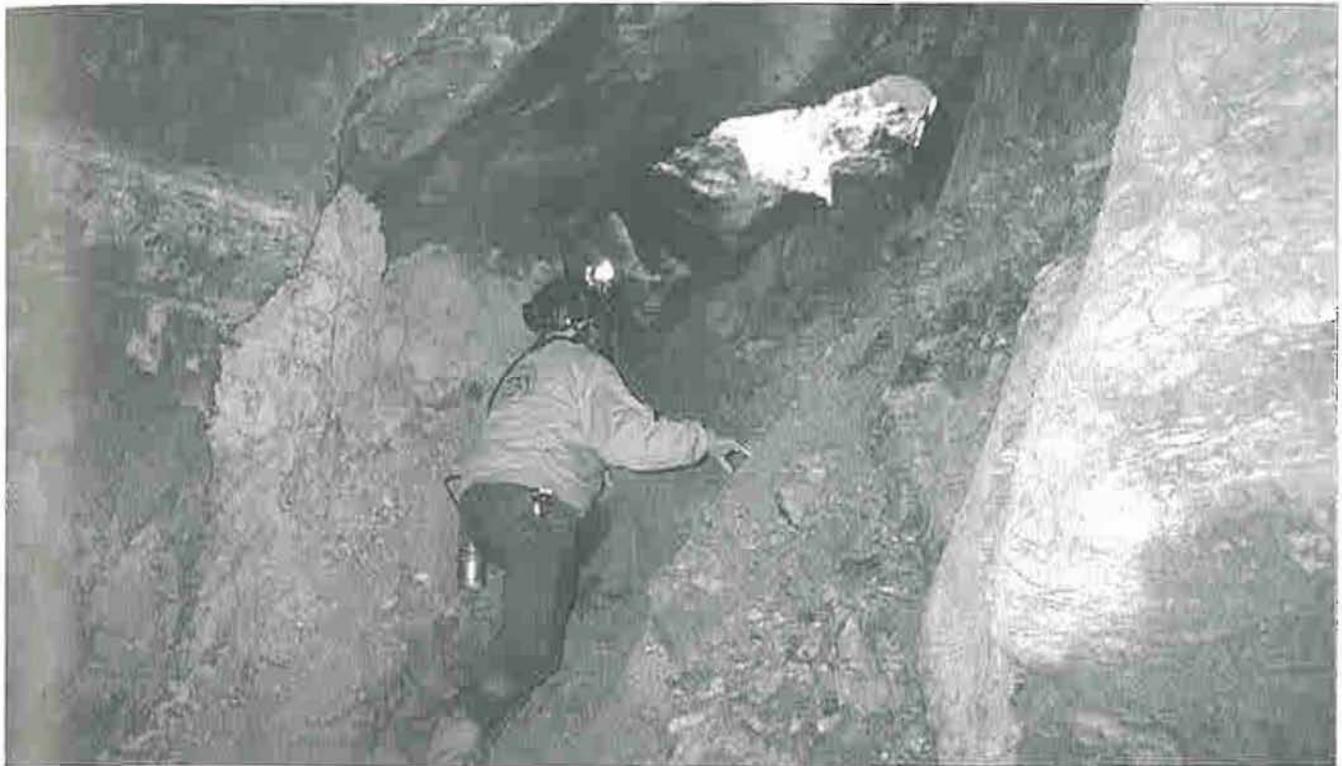
La galería inferior tiene un desarrollo total de unos 15,5 m y en ella se alcanza la cota más profunda de la cavidad. Al principio sigue una dirección W-E, girando paulatinamente hasta disponerse casi S-N. Consta de dos tramos bien diferenciados entre sí. El tramo inicial es una rampa con unos 30° de inclinación, donde encontramos los pasos más estrechos, y donde son frecuentes los bloques caídos del techo y paredes de la galería; aparece un depósito de gravas, arenas y arcillas, a modo de abanico aluvial que ha sido parcialmente des-

mantelado por la incisión y excavación de un cauce torrencial. El tramo final de la galería consiste en una sala meandri-forme relativamente amplia, con anchos de 3,5 m y altura máxima de unos 5 m. El piso de este tramo es subhorizontal, estando cubierto por gravas y arenas arrastradas desde el interior y el exterior de la cueva, así como por un resto de terraza formada por arcillas muy plásticas. En la pared septentrional se observa un pequeño conducto embrionario excavado en yesos que, según la proyección en planta de la cavidad, parece corresponder al drenaje de la galería superior. Al igual que ésta, la galería inferior finaliza en un sumidero marcado por una suave depresión subcircular en los sedimentos que cubren el fondo.

La galería inferior se ha desarrollado en el contacto entre los yesos nodulares en los que encaja la galería superior y unas argilitas rojas también triásicas que los jalonan por el sur y sureste. Los yesos sólo son visibles en la pared norte de la galería. En el techo y en la pared meridional afloran las argilitas. El contacto entre estas litologías es mecánico y muy vertical. En el primer tramo es fácil observar planos muy pulidos y estriados que corresponden al espejo de una falla normal de dirección N 75° E y buzamiento de 78° hacia el sur. Ocasionalmente, la pared meridional de la galería también presenta espejos de falla de este tipo, afectando únicamente a los materiales pelíticos rojos. En un principio pensamos que estos planos de falla tan "frescos" eran recientes y consecuencia de la inestabilidad del terreno ocasionada por el socavamiento de la cavidad, sin embargo, las personas del lugar negaron que se hubiesen producido subsidencias en el olivar, al menos en la última década.

DISCUSIÓN

Es evidente que la cueva del Carmonil se ha generado principalmente a partir de la infiltración del agua de lluvia recogida por la cuneta de la carretera en un sumidero o pérdida, en presencia de un flujo temporal y en régimen vadoso. El caudal de infiltración estimamos que no ha podido ser nunca superior a unos 30 l/s, ya que caudales mayores probablemente excederían la capacidad de conducción del canal que se desbordaría por encima de la carretera. Sin embargo, las dos galerías que configuran la cavidad muestran morfologías totalmente distintas, se han desarrollado en periodos no coincidentes, encajan en litologías diferentes y son, por tanto, el



Primer tramo de la galería inferior de la cueva del Carmonil (al fondo se observa la entrada). A la derecha de la fotografía se aprecian yesos blanquecinos nodulares, mientras que la parte izquierda de la galería está formada por arcillas y limos rojos laminados. El contacto entre estas litologías, ambas de edad triásica, se lleva a cabo mediante un plano de falla muy verticalizado, a veces incluso estriado. Foto: J.A. Ortega Gómez

producto de procesos independientes.

En una primera fase, que pudo durar sin duda varios años, se crea la galería superior, a partir de un conducto embrionario generado en el contacto entre materiales cuaternarios y yesos, por la disolución del substrato yesífero, gracias al agua que se infiltraba de forma difusa en la cuneta y también en la formación detrítica suprayacente (la existencia de un abanico de derrubios en esta galería obliga a considerar otras procedencias del agua). El conducto subterráneo fue ensanchándose y creciendo por disolución de los yesos, pero también por transmisión hacia la superficie del techo de la cavidad –formado por materiales poco consolidados– en forma de "campanas" (en el sentido de AVIAS y DUBERTRET, 1975) o por fenómenos de succión (en el sentido de DURÁN, 1987) favorecidos por un encharcamiento completo del vacío y posterior descenso de un nivel de agua que debe ser considerado como nivel colgado, nunca piezométrico. Estos procesos son similares a los invocados por BENITO (1987) para explicar la formación de dolinas aluviales en la depresión del Ebro.

En el año 1992 se detecta subsidencia (hundimiento latente) en el lugar donde ahora se sitúa la entrada de la cueva; también, las dimensiones del sumidero de la cuneta son suficientes

como para permitir una infiltración apreciable a simple vista, aunque debió ser poco importante dada la sequedad del año. Por fin, las intensas lluvias de Octubre de 1993 aceleran el proceso, produciéndose el fallo estructural de la bóveda de la cavidad en el punto de pérdida, con el consiguiente hundimiento y apertura hacia el exterior de la cavidad. En este momento, la galería superior actúa de colector único del agua que transporta la cuneta en los días lluviosos de ese mes. La existencia de restos de terrazas en la galería indica que existieron diversas etapas de relleno y erosión en ese período.

La galería inferior, o al menos un conducto escasamente desarrollado que contribuyera al drenaje de la galería superior, ya debió de comenzar a formarse en la fase anterior. Sin embargo, su evolución es muy rápida coincidiendo con las fuertes precipitaciones del día 5 de Noviembre de 1993, las cuales debieron originar un flujo de gran caudal (el máximo que podría conducir la cuneta) imposible de ser evacuado por la galería superior. El poder erosivo del torrente ocasionó un espectacular ensanche de la galería inferior aprovechando una zona de debilidad física (fracturas en el contacto yeso-argilitas) y la existencia de materiales poco consolidados. Todo el proceso constituye un magnífico ejemplo de *piping* o sufo-

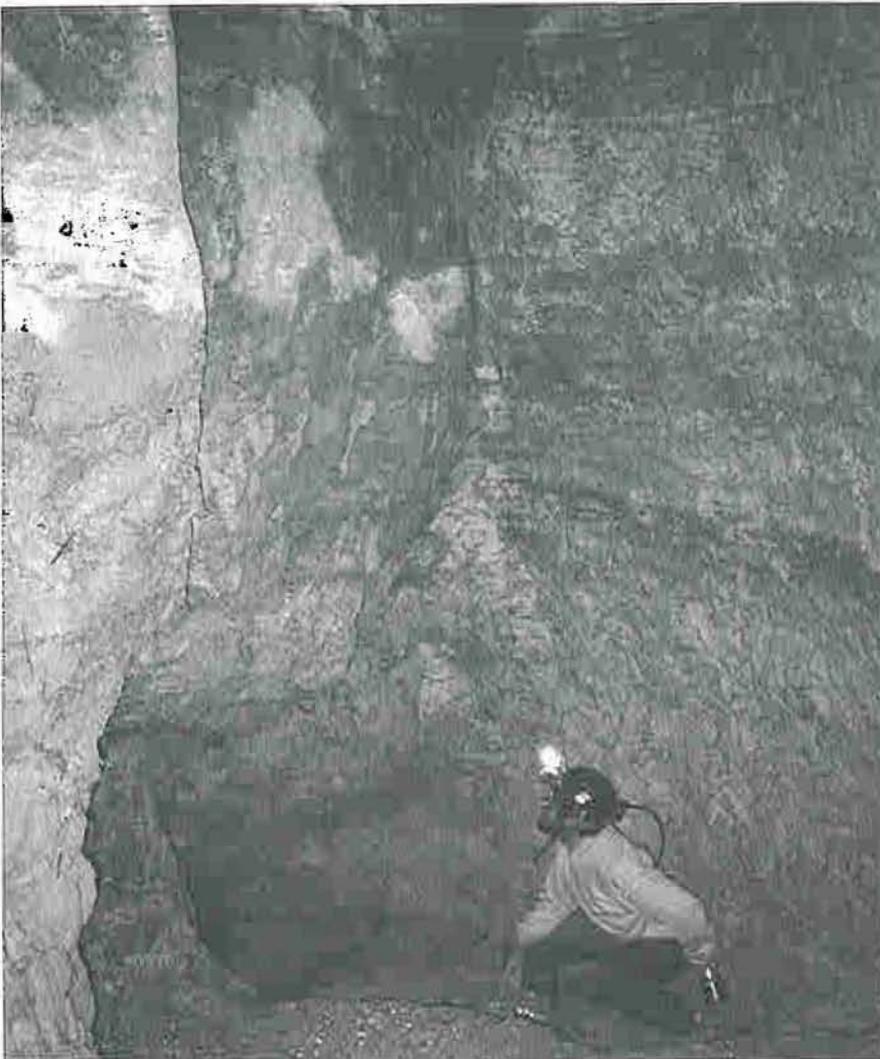
sión, es decir, lavado, arrastre mecánico o erosión subsuperficial.

Tras su formación, la galería inferior constituye el colector principal de las pérdidas que se producen en la cuneta, evolucionando en régimen vadoso hacia una galería meandriforme, con distintas fases de relleno y erosión, y con rasgos claros de haberse encontrado inundada en gran medida. La galería superior permanece como una galería fósil al quedar desconectada de la actividad hídrica.

CONCLUSIONES

La mayoría de las cavidades desarrolladas en materiales triásicos de facies germánicas de España responde al tipo de sumideros o pérdidas, con una actividad hídrica temporal o permanente, circulación vadosa, desarrollo subhorizontal, presencia de terrazas fluviales, niveles superiores fósiles o colgados, desarrollo de galerías meandriformes (MOLINA MUÑOZ, 1981; IBÁÑEZ, 1983; DURÁN y MOLINA MUÑOZ, 1986). El caso del Carmonil corresponde a este tipo de cavernamiento, si bien, la cavidad se ha generado a partir de un hundimiento reciente en el que, al igual que en muchos colapsos kársticos (GARAY, 1990), el agua ha jugado un papel determinante.

El estudio de esta cavidad, en cuya



Sala final de la galería inferior de la cueva del Carmonil. Se trata del sector más amplio de toda la cavidad, con techos que superan los 5 metros de altura. Tras las lluvias de principios de Noviembre, la altura alcanzada por la lámina de agua embalsada en este punto ha sido superior a 2 metros
Foto: J.A. Ortega Gómez

generación confluyen factores hidrológicos (parcialmente activados de forma antrópica), litológicos (comportamiento geomecánico y solubilidad de las rocas) y estructurales (existencia de fracturas), nos ayuda a comprender mejor la génesis del endokarst en los materiales triásicos.

Hay que resaltar que son dos los procesos que han originado la cavidad: disolución en los materiales yesíferos y *piping* o sufosión en los detríticos. El primero ha dominado en la formación de la galería superior y el segundo en la de la galería inferior. Pese a que la solubilidad del yeso es relativamente alta, hay que tener en cuenta que los fenómenos de arrastre mecánico son mucho más rápidos, y sus resultados a menudo mucho más espectaculares, como ocurre en El Carmonil. No obstante, las formas creadas en materiales poco competentes son inestables y tienden a desaparecer también muy rá-

pidamente, por lo que no suelen ser visibles en muchas de las exploraciones.

* Nota complementaria

Finalizada la confección de la topografía de la cavidad y la redacción de este trabajo, el día 9 de Enero de 1994 se realizó una nueva visita a la cavidad para inspeccionar su estado tras las lluvias acontecidas en el período navideño. Se observaron modificaciones en la entrada, con socavamiento de unos 2 metros del fondo en la vertical de la misma; asimismo, el gran bloque de yeso que figura en la topografía había sido desplazado algunos metros hacia el interior, fundamentalmente por descalce, y aparecían otros bloques nuevos desprovistos de su cubierta arcillosa.

En el primer tramo de la galería inferior se observaban numerosos bloques

limoso-arcillosos desprendidos de la pared meridional de la galería y, en menor cuantía, del techo. En el suelo de la sala final, el depósito de gravas y arenas había aumentado ligeramente.

La entrada a la cavidad había sido balizada por el MOPT, con dos vallas reflectantes que advierten del peligro y evitan la aproximación de los vehículos a la cuneta de la carretera.

BIBLIOGRAFÍA

- AVIAS, J. y DUBERTRET, L. (1975): *Phénomènes karstiques dans les roches non carbonatées*. In: BURGER, A. and DUBERTRET, L. (Eds.). *Hydrogeology of Karstic Terrains*. IAH: 31-40.
- BENITO, G. (1987): *Karstificación y colapsos kársticos en los yesos del sector central de la Depresión del Ebro (Aragón, España)*. *Cuaternario y Geomorfología*, 1: 61-76.
- DURÁN J.J. (1987): *Riesgos asociados al Karst*. In: *Riesgos Geológicos*. Serie Geología Ambiental, IGME: 261-283.
- DURÁN, J.J. y BURILLO, F.J. (1989): *Riesgos geológicos ligados al Karst en España*. In: DURÁN J.J. y LÓPEZ MARTÍNEZ, J. (Eds.) *El Karst en España*, monografía 4, SEG: 347-359.
- DURÁN, J.J. y MOLINA MUÑOZ, J.A. (1986): *Karst en los yesos del Trías de Antequera (Cordilleras Béticas)*. *Karstologia mémoires*, 1: 37-46.
- FELGUEROSO, C. y COMA, J.E. (1964): *Estudio geológico de la zona sur de la provincia de Córdoba*. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 75: 111-209.
- GARAY, P. (1986): *Informe geológico sobre la sima de hundimiento de Pedreguer (provincia de Alicante)*. *Jornadas sobre el Karst en Euskadi*, 1: 323-333. San Sebastián.
- GARAY, P. (1990): *Simas de hundimiento reciente en el País Valenciano*. *Actas del V Congreso Español de Espeleología*. Camargo - Santander: 436-441.
- HERNAIZ HUERTA, P.P.; DÍAZ de NEIRA SANCHEZ, J.A.; ENRILE ALBIR, A. y LÓPEZ OLMEDO, F. (en edición): *Mapa y memoria explicativa de la hoja nº 989 (Lucena) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000*. Segunda edición, serie MAGNA. ITGE.
- IBAÑEZ, P.A. (1983): *Cavidades en yesos del País Valenciano*. *Lapiaz*, 11: 21-36.
- MOLINA MUÑOZ, J.A. (1981): *Los karst en yesos de la provincia de Málaga*. *Sociedad Excursionista de Málaga*, 75 Aniversario: 95-112.
- ORTI CABO, F. (1974): *El Keuper del levante español*. *Estudios Geológicos*, 30: 7-46.
- PÉREZ LÓPEZ, D.A. (1991): *El Trías de facies germánica del sector central de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 400 p.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1993): *Existencia de un karst antrópico en yesos, ligado al acuífero aluvial de Salinas, en Fuentealbilla (Albacete)*. *Hidrogeología*, 9: 35-49. ■

Grandes cavidades de la provincia de Córdoba

Large caves of the Córdoba province

* González Ríos M.J., ** López Chicano M., *** Moreno Rosa A.

* Sociedad Grupo de Espeleólogos Granadinos; Museo Andaluz de la Espeleología

** Departamento de Geodinámica (Univ. Granada) e IAGM (CSIC-Univ. Granada); Grupo Alpino Espeleológico Lucentino

*** Grupo de Exploraciones Subterráneas de Priego

Resumen

Se describen en este trabajo los rasgos geológicos y las cavidades de la provincia de Córdoba con un desnivel superior a los 100 m. o con un desarrollo superior a los 1000 m. Cabe destacar por su importancia histórica la Sima de Cabra, con referencias escritas desde el siglo X hasta nuestros días; con especial mención en obras clásicas de la literatura como *El Quijote* de M. Cervantes; o bien el descenso efectuado en 1683 para rescatar el cadáver de D. Pedro Ochoa.

Palabras Clave: catálogo espeleológico, grandes cavidades, karst en yesos, historia de la Espeleología

Abstract

In this work we described the main geological karst features and caves over 1000 m or deepest of 100 m from the Córdoba province. From the historic point of view the famous Sima de Cabra pit is remarkable. There are some written references from the 10th century about this cave, special in "El Quijote" by M. Cervantes and also the history of a rescue in 1683 to recover Pedro Ochoa body.

Key Words: speleological catalogue, great caves, carbonate karst, gypsum karst, speleological history.

INTRODUCCIÓN

La investigación espeleológica dentro del campo de las grandes cavidades en la provincia de Córdoba, se remonta a los comienzos de la «Espeleología» en España. La especial morfología de la Sima de Cabra, atrajo por su curiosidad a numerosos visitantes, siendo conocida desde siempre. En el año 1683 D. Fernando Muñoz Romero, se presenta voluntario para descender la gran vertical absoluta de 116 metros de esta cavidad, con el propósito de comprobar si en su interior se encontraba el cuerpo de D. Pedro Ochoa, al parecer arrojado a la sima.

Fernando Muñoz, es descendido al interior mediante un torno de cuerda, localiza el cadáver, lo prepara para ser sacado al exterior y narra fielmente una descripción de la cavidad (GONZÁLEZ RÍOS, M.J. y MORENO ROSA, A.,

1987).

En 1841 de nuevo se realiza un descenso a la Sima de Cabra; en esta ocasión un grupo de profesores del Colegio de Humanidades de Cabra, con la intención de estudiar y desvelar la formación geológica de dicha cavidad, convirtiéndose en una de las primeras expediciones científicas realizadas en el territorio andaluz (GONZÁLEZ RÍOS, M.J. 1988).

Posteriormente, Manuel de Góngora y Martínez (1868), narra sus impresiones sobre la Cueva de los Murciélagos de Zuheros.

Con la creación a principio de los años 60 de varios grupos de Espeleología en la provincia (Gulmont, G.E.C. en Córdoba; en Priego, en Cabra, etc.) se da un empuje importante al conocimiento del subsuelo cordobés, y como no, al descubrimiento de nuevas cavidades clasificadas dentro de las dimensiones de más de 1000 metros de desarrollo o 100 metros de profundidad.

Así aparece, entre otras, la Cueva de las Palomas (CORTES, P.A. 1969), conocida también con el nombre de Cueva del Yeso; la Sima del G.E.C. en Fuente Alhama con un desnivel estimado en 210 m. (según datos realizados recientemente por el G.A.E.L. de Lucena -155 m.)

Sin duda alguna las nuevas generaciones de espeleólogos aportarán novedosos descubrimientos en el subsuelo de esta provincia.

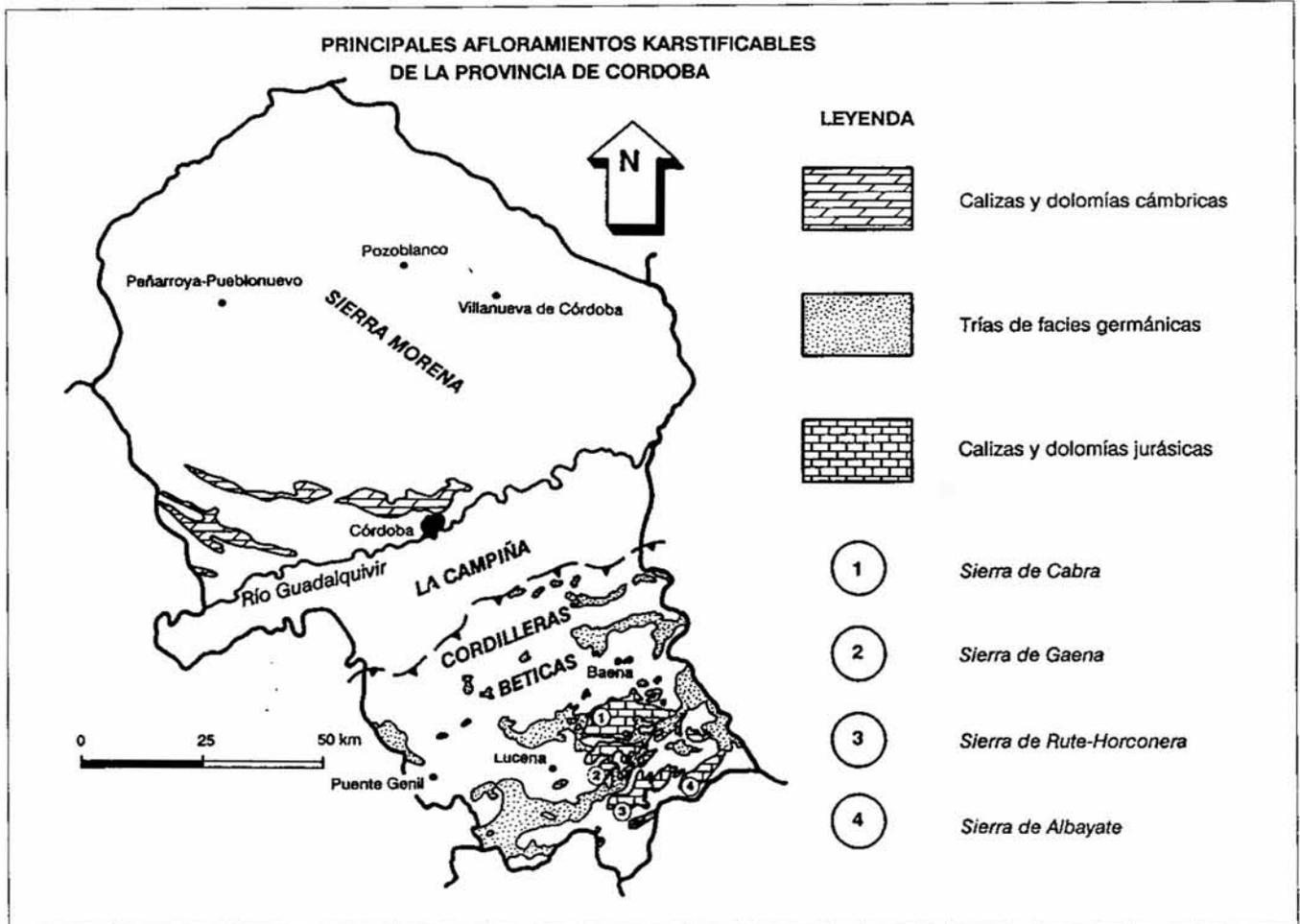
ASPECTOS GEOLÓGICOS DEL KARST DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

Desde el punto de vista geográfico-paisajístico, y también geológico, la provincia de Córdoba se puede subdividir, de norte a sur, en tres grandes conjuntos: Sierra Morena, La Campiña y Cordilleras Béticas.

La parte de **Sierra Morena** correspondiente a la provincia de Córdoba se incluye en el Macizo Hespérico o Ibérico; dentro de éste, la zona mejor repre-

sentada es la de Ossa-Morena, separada de la zona Centroibérica -al NNE de la provincia- por el batolito de los Pedrosches. Esta zona se caracteriza por la abundancia de afloramientos del Precámbrico y Cámbrico y por la frecuencia de las manifestaciones ígneas (JULIVERT *et al.*, 1980). Sierra Morena se extiende ampliamente al norte de la capital de la provincia, estando muy bien delimitada hacia el sur por el río Guadalquivir. En esta región, los materiales dominantes corresponden a afloramientos del Precámbrico y Paleozoico afectados fundamentalmente por la orogenia hercínica, así como escasos afloramientos discordantes de materiales poco o nada deformados posteriormente por la orogenia alpina, de edad Triásico, Mioceno superior y Plioceno-Cuaternario. Los materiales karstificables se reducen a pequeños afloramientos aislados de calizas y dolomías cámbricas, devónicas y carboníferas (Paleozoico), de escaso espesor (menor de 50 m) y poco susceptibles a la karstificación por las frecuentes intercalaciones de materiales metapelíticos (AYALA *et al.*, 1986). Sólo en el dominio Zafra-Alanís, al norte y oeste de la ciudad de Córdoba, existen importantes afloramientos de calizas y dolomías cámbricas, que pueden alcanzar espesores de varios cientos de metros. No tenemos noticias de la existencia de cavidades importantes en estas calizas, aunque, dada la posible gran antigüedad de la karstificación (la mayor parte de los terrenos se encuentran emergidos desde hace más de 200 millones de años) constituyen áreas de cierta potencialidad que podrían desarrollar cavidades de gran belleza, con frecuentes concreciones, si se toma como ejemplo la Gruta de las Maravillas de Aracena (Huelva) y otras de este entorno, situadas en un contexto geológico parecido.

Con el nombre de **La Campiña** se denomina comúnmente en Córdoba a los relieves planos, suaves o alomados de la Depresión del Guadalquivir, al sur de Sierra Morena. Aunque el término es extensible a una gran parte de las zonas con escaso relieve situadas hacia el sur de la provincia, hemos preferido limitarlo a los materiales de relleno de la fosa que no incluyen masas alóctonas de rocas emplazadas por deslizamiento gravitacional (a modo de grandes olistolitos), procedentes del frente de cabalgamiento de las Cordilleras Béticas. Es decir, esta región está constituida por afloramientos de areniscas (a veces calcáreas), margas y lutitas marinas de edad Mioceno, así como por materiales detríticos aluviales del Cuaternario, liga-



Principales afloramientos karstificables de la provincia de Córdoba

dos a la dinámica fluvial del río Guadalquivir y sus principales afluentes en este sector. Los materiales karstificables son, por lo tanto, muy poco significativos.

El sur de la provincia de Córdoba está ocupado por materiales pertenecientes a las Zonas Externas o Margen Sudibérico de las **Cordilleras Béticas**, los cuales, dependiendo de su menor o mayor grado de consolidación, configuran un paisaje suave (prolongación de La Campiña) o un paisaje montañoso de gran vigor (especialmente en el extremo suroriental). El límite norte de este sector viene marcado por la desaparición de grandes olistolitos de rocas triásicas, englobados en los materiales miocenos (ligeramente plegados) de relleno autóctono de la Depresión del Guadalquivir. Se distinguen dos grandes dominios o conjuntos de unidades geológicas: las *Unidades del Guadalquivir* y la *Zona Subbética*. Las primeras afloran en el borde meridional de la depresión de igual nombre, en transición con las segundas, y están constituidas por materiales olistostrómicos de edad Mioceno medio y superior, con olistolitos de materiales triásicos, jurásicos,

cretácicos y paleógenos. La zona Subbética incluye diversas unidades geológicas, con materiales de edad comprendida entre el Triásico y el Mioceno inferior, correspondientes a los subdominios de las Unidades Intermedias, el Subbético externo y el Subbético medio. La estructuración de éstas se hace principalmente en mantos de corrimiento y escamas, según una tectónica de despegue, en la que el Triásico constituye el nivel a partir del cual se produce la individualización y el desplazamiento de las mismas. Las principales áreas karstificables coinciden con los materiales triásicos, ya pertenezcan a las Unidades del Guadalquivir o a la Zona Subbética y, sobre todo, con los materiales jurásicos de esta última. Si bien, en la región existen otros afloramientos de interés puntual, como, por ejemplo, las calcarenitas tortonienses de Iznájar y los travertinos cuaternarios de Priego de Córdoba.

Los materiales triásicos del sur de Córdoba afloran, bien en grandes masas aisladas, o en bandas más o menos continuas de dirección SO-NE que desarticulan los relieves carbonatados subbéticos. Entre las primeras desta-

can las de los sectores de Puente Genil, Montilla, Cabra y Baena-Castro del Río, mientras que entre las segundas es notable la que se extiende entre el embalse de Malpasillo y Zamoranos. En cualquiera de los casos, su estructura es bastante caótica, con escasa continuidad de las formaciones, lo que conlleva una gran dificultad en su estudio. Desde el punto de vista litológico se reconocen dos de los tres tipos de facies que constituyen el Trías Germánico (PÉREZ LÓPEZ, 1991): el Muschelkalk, formado por dolomías, calizas, margas y margocalizas; y el Keuper, constituido por una sucesión de arcillas, areniscas, niveles carbonatados y yesos (en profundidad también existen masas halíticas). De forma dispersa, también afloran pequeños enclaves de rocas subvolcánicas (ofitas). Desde el punto de vista de la karstificación, el mayor interés lo presentan los materiales calizo-dolomíticos del Muschelkalk, que a veces afloran en gran extensión (como en el Morrón Grande), y, sobre todo, los niveles yesíferos del Keuper, asociados a los cuales se observan auténticos poljes con sus ponors o sumideros de drenaje (cortijo de Argamasilla), dolinas, pérdi-

das y resurgencias (río Zagrilla), lagunas someras (Amarga, Zóñar, del Conde), hundimientos y colapsos kársticos, etc. El fenómeno más significativo del endokarst en yesos de la provincia lo constituye la Cueva del Yeso de Baena.

El área kárstica por excelencia del sur de Córdoba, y también de toda la provincia, corresponde a los afloramientos carbonatados de edad jurásica pertenecientes a la Zona Subbética, concretamente al Subbético externo y medio. Estos materiales forman importantes relieves montañosos, con las máximas cotas de la provincia, en los que se presentan condiciones muy favorables para la karstificación (PEZZI, 1977): gran potencia de los materiales carbonatados, disposición frecuentemente subhorizontal de las capas, existencia de calizas de gran pureza, intensa fracturación de los macizos y alta pluviometría (mínimos de 800 mm para el año medio y más de 1000 mm en las partes somitales). Los grupos espeleológicos de Cabra, Priego de Córdoba, Puente Genil, Baena y Lucena, conocen en este sector del orden de entre uno y dos centenares de cavidades, la mayoría de ellas exploradas aunque no topografiadas. Ninguna de las cavidades alcanza el nivel freático regional de estos importantes macizos kársticos, los cuales son drenados mayoritariamente por unos pocos manantiales de gran caudal, como son Fuente del Río, Fuente Alhama, Nacimiento de Zagrilla, Fuente de Marbella, Fuente de Jarcas, Nacimiento de Zambra o del río Anzur, Nacimiento de la Salud o Fuente del Rey, y Nacimientos del río de la Hoz. Aunque el relieve se muestra bastante desarticulado y son muy diversas las toponímias de las sierras, se puede hacer la siguiente agrupación en macizos: **Sierra de Cabra, Sierra de Gaena, Sierra de Rute-Horconera y Sierra de Albayate.**

La **Sierra de Cabra** constituye el macizo mejor individualizado y de mayor extensión. Incluye los relieves de las sierras de Alcaide (I y II), Sierra de la Lastra, Abuchite, Cerro de la Camarena, El Picacho, Lobatejo, Abrevia, Sierra del Pelpitre y Los Lanchares, entre otros. Esta gran mole está formada por la superposición de dos grandes mantos de corrimiento, que según MOLINA CÁMARA (1987) incluyen las siguientes unidades geológicas: la unidad del Camarena-Lanchares (en el manto inferior) y las unidades de Gaena y del Lobatejo-Pollos (en el manto superior), todas ellas pertenecientes al Subbético externo. La primera unidad incluye en su serie estratigráfica dos potentes for-

maciones carbonatadas, la Formación Gavilán y la formación Camarena, separadas por otra de carácter margoso o margolizado de espesor reducido (10 a 40 m) que puede llegar a faltar por laminación tectónica. La formación Gavilán, compuesta por dolomías y calizas de edad Lías inferior y medio, puede llegar a tener espesores de más de 300 m. La Formación Camarena, de edad Dogger o Jurásico medio (s.l.), consiste principalmente en calizas oolíticas masivas (FELGUEROSO y COMA, 1964), de tonos muy blancos en los cortes frescos de las canteras que la explotan, y cuyo espesor medio oscila entre 200 y 300 m. Las unidades de Gaena y del Lobatejo-Pollos incluyen un único paquete carbonatado de interés espeleológico, equivalente en todas sus características a la Formación Gavilán antes descrita. Vemos, por tanto, que en la Sierra de Cabra se superponen en la vertical tres grandes conjuntos que pueden totalizar un espesor próximo a 1000 m de materiales kársticos-carbonatados, especialmente en los sectores donde las intercalaciones margosas de la unidad Camarena-Lanchares y la base triásica de las unidades del manto superior se encuentran laminadas por la tectónica. Todos los factores que favorecen la karstificación, antes expuestos, convergen en la Sierra de Cabra. El resultado es la existencia de varios poljes abiertos de considerables dimensiones (La Nava, Fuenseca, Vertiente de la Nava), de numerosas formas de lapiaz, varias superficies de aplanamiento kárstico, la dolinización (cerro de Las Melladas), la formación de cañones (Hoz del río Bailón en Zuheros y Vertiente de la Nava) y de grandes cavidades (Cueva de los Murciélagos, Sima de Cabra, etc.).

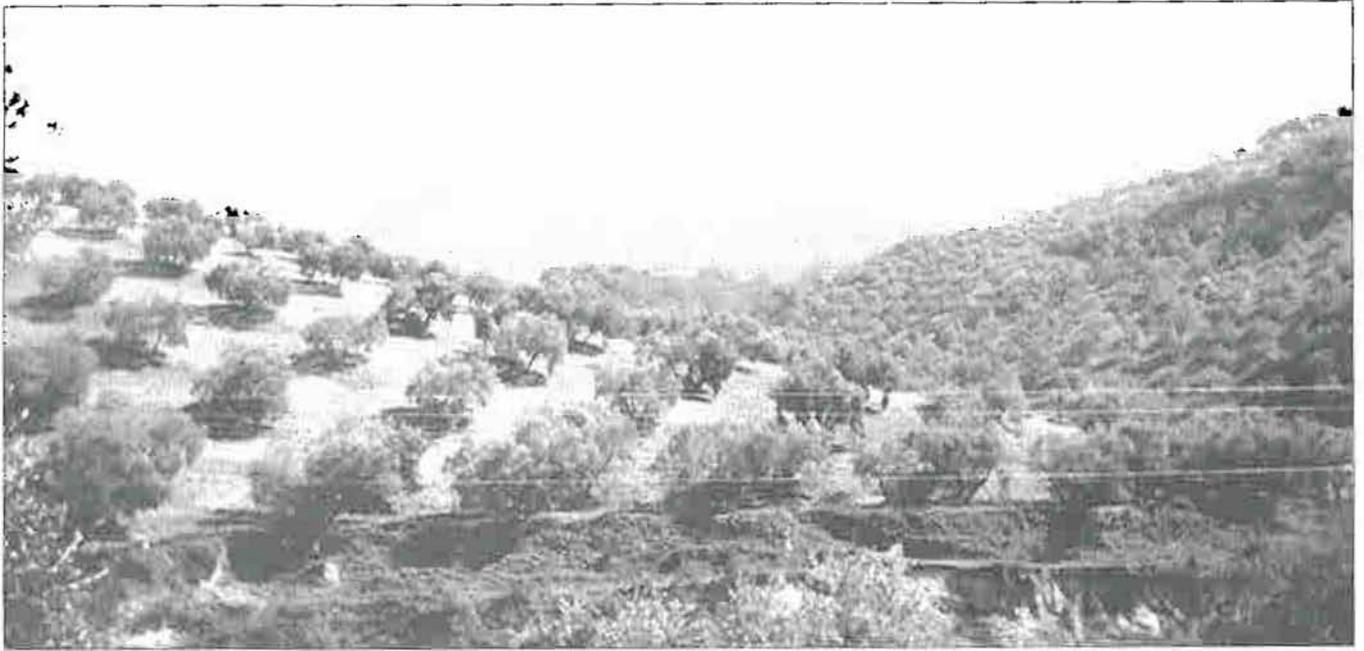
La **Sierra de Gaena** incluye numerosos relieves afines entre sí, como la sierra de Gaena (s.str.), Cerro de Jarcas, Los Hoyones, Sierra de la Cabrera, la Camorra, Cerro Lóbrego, la Camorrilla y los Cerros del Palojo. Desde el punto de vista geológico, estos relieves forman parte del Subbético externo y, concretamente de la unidad de Gaena, antes descrita. Por lo tanto, los afloramientos karstificables más interesantes corresponden a las dolomías y calizas del Lías inferior y medio (formación Gavilán), cuyo espesor máximo puede superar los 250 m en este sector. Estos materiales cabalgan sobre la unidad del Camarena-Lanchares, actuando el Triás basal como nivel que ha facilitado el deslizamiento. La disposición de los materiales, frecuentemente tabular y horizontal, la intensa fracturación que les afecta y la densa cubierta vegetal

han favorecido los procesos de karstificación, destacando la existencia de espectaculares dolinas, a veces con varias decenas de metros de profundidad, en el paraje significativamente denominado como Los Hoyones.

La **Sierra de Rute-Horconera** comprende los relieves de Sierra Alta, Morrón del Salvador, Camorrilla, Bermejo, Loma de las Chozas y Tiñosa (el pico más elevado de la provincia, con 1570 m). Se extienden entre Priego de Córdoba, al NE, y Rute, al SO, configurando un macizo montañoso de crestas afiladas y vigorosas, alternantes con valles profundos y encajados. Este paisaje abrupto es la consecuencia de la estructuración de los materiales en pliegues apretados, fallados en sus flancos, de manera que los anticlinales y las parte más elevadas coinciden con los afloramientos de calizas y dolomías de la Formación Gavilán (Lías inferior y medio), tallados por la erosión favorecida por las grandes pendientes. En este macizo se produce el tránsito entre el Subbético externo (al cual habría que atribuir las series estratigráficas más occidentales) y el Subbético medio (en los sectores más orientales). La karstificación está menos desarrollada que en los macizos anteriores, aunque cabe destacar la existencia de diversos tipos de lapiaz, el desarrollo de curiosos monolitos alargados y aislados en las dolomías basales, algunas cavidades verticales excavadas a favor de profundas diaclasas y simas monopoza y, sobre todo, la larga y profunda garganta excavada por el río de la Hoz entre la Sierra de Rute y la Camorrilla.

La **Sierra de Albayate**, con casi 1300 m de cota pertenece ya claramente al Subbético medio, caracterizado por la existencia en sus series de un Jurásico medio y superior con potentes formaciones margosas y radiolaríticas, y coladas volcánicas basálticas. El Jurásico inferior (Lías inferior y medio) aflora principalmente en la vertiente NO de la sierra, de carácter más abrupto que la SE gracias a su constitución calizo-dolomítica (Formación Gavilán). La macroforma kárstica más importante es la garganta u hoz formada por el río Almedinilla en el extremo nororiental del macizo (El Salto del Caballo).

En este repaso geológico del Karst de Córdoba no se puede olvidar hacer mención de otros relieves carbonatados pertenecientes a la Zona Subbética, no citados anteriormente por su menor extensión o por su aislamiento, aunque no carentes de interés espeleológico y karstológico. Dentro del Subbético externo hay que incluir,



Vista del Cerro de la Camorra. Foto: M. González-Ríos

también, la Sierra de Mascuna y Loma de Juan Mateo, Sierra de Lucena o de Araceli, La Gallinera, Sierra de Pollos o de Jaula y Sierra de los Leones; en el Subbético medio se incluyen, además, la Sierra de los Judíos, Sierrecilla de la Trinidad, Loma de las Ventanas y Sierra de Cuevas de San Marcos.

LAS CAVIDADES

Sima de la Camorra (Cabra,)

Desnivel: -172 m

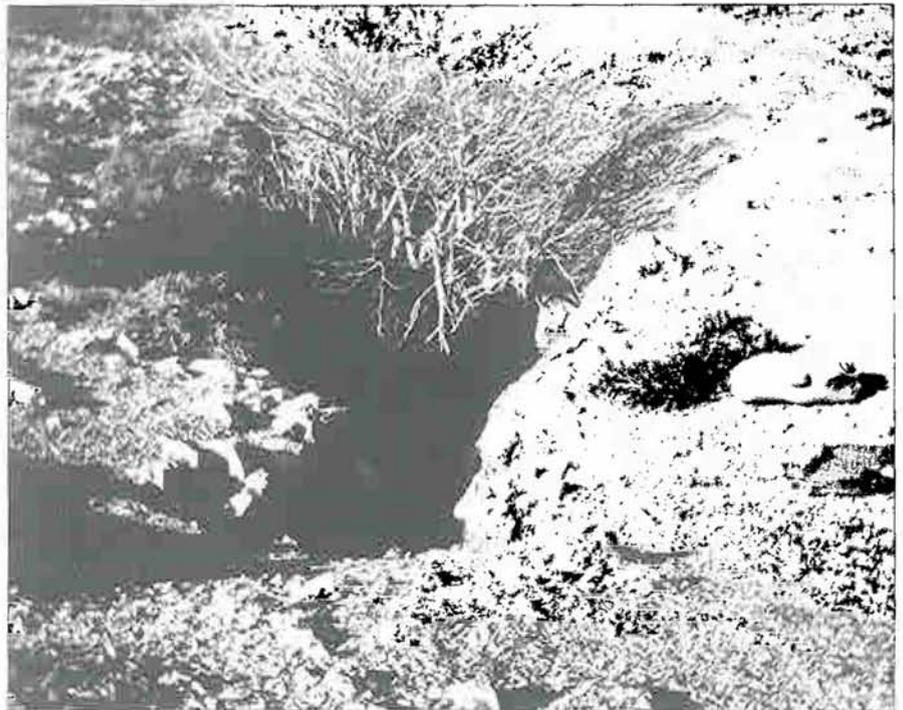
Conocida también con el nombre de Sima del Tesoro, se localiza en el Cerro de la Camorra, en las coordenadas UTM - 37775 414430, a una altitud de 990 m. en la hoja 17-40 (989) Lucena.

No se tienen noticias de las primeras exploraciones que sin duda alguna fueron realizadas por miembros del grupo de espeleólogos de Cabra. En 1977 el equipo de espeleosocorro del Comité Regional Sur de Espeleología, acude a la cavidad a rescatar a varios espeleólogos de Málaga y Córdoba.

El primer plano topográfico se realiza el 6 de noviembre de 1977 por miembros del Grupo de Exploraciones Subterráneas de Málaga, descienden por la vía directa a la cota -172 m.

Al año siguiente el G.E.G. de Granada, conjuntamente con espeleólogos de Cabra, realizan el levantamiento topográfico de una nueva vía de descenso, consiguiéndose una profundidad de 165 metros.

La sima presenta una serie de verticales con profundidades entre los 9 y



Boca Sima de la Camorra. Foto: M. González-Ríos

30 m. intercalados con rampas, en la base del P-26 y al Norte, se abre una vía alternativa con verticales similares en profundidad que alcanzan la cota -165 m.; dadas las grandes dimensiones de este sector, existe la posibilidad de nuevos pozos, más al Norte, paralelos a éstos, (G.E.G, 1978).

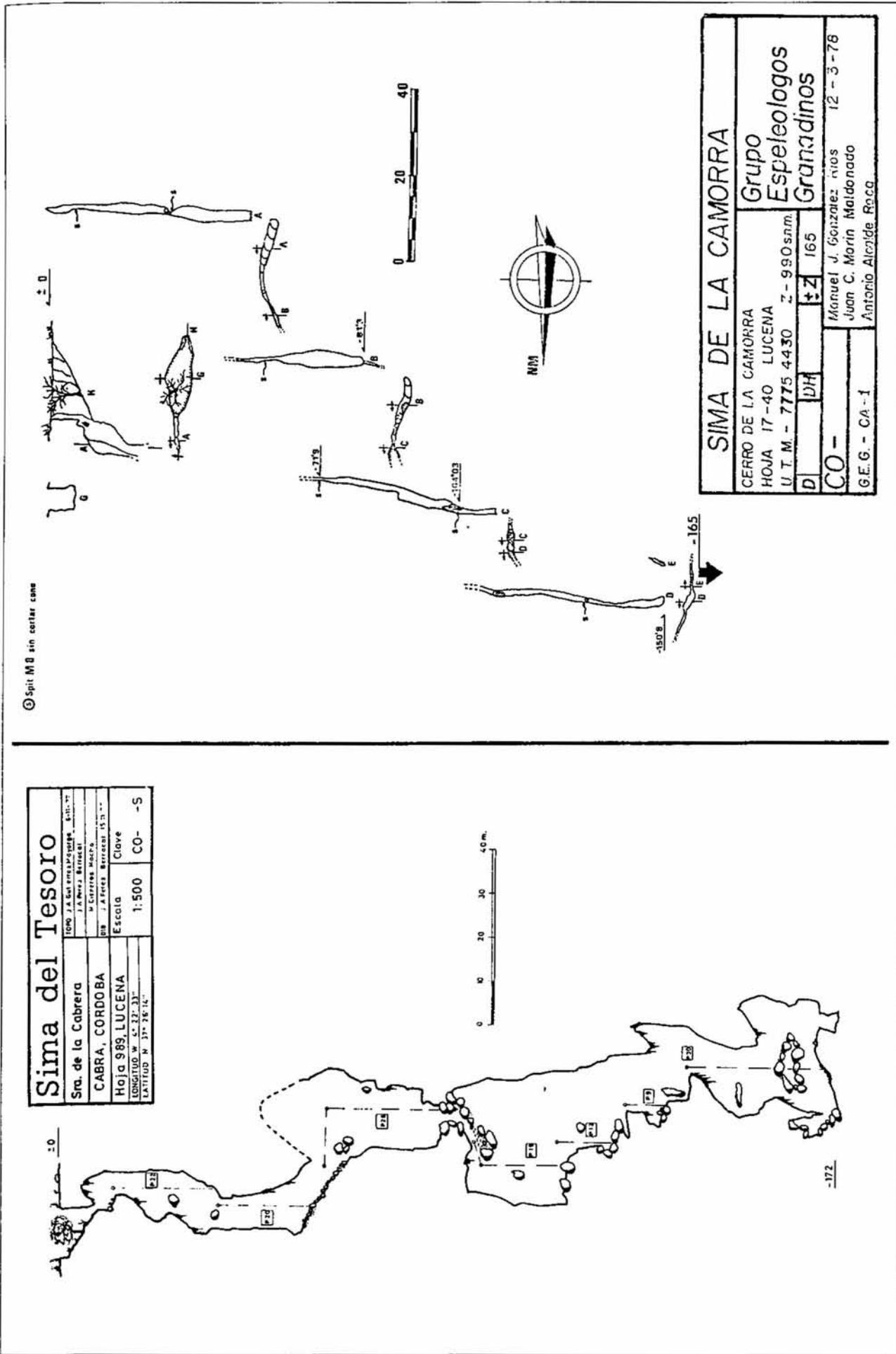
Sima del G.E.C. o de Fuente Alhama (Luque)

Desnivel: -155 m.

Se localiza en el extremo oriental de la Sierra Alcaide a unos 500 metros al Oeste del nacimiento de Fuente Alhama, en las coordenadas UTM - 9367 5277 y a una altitud sobre el nivel del mar de 658 m., en la hoja 17-39 (967) Baena.

Las primeras referencias que se tienen de esta cavidad datan, al parecer del año 1968, el G.E.C. de Córdoba penetra en esta cavidad estimando una profundidad de 210 m.

Toma el relevo en las exploraciones el G.A.E.A. de Baena, quienes realizan



Planos topográficos de la Sima del Tesoro, conocida también con el nombre de Sima de la Camorra. Cortesía G.E.S. de la S.E.M. de Málaga y G.E.G. de Granada.

DIFICULTAD	CUERDAS	ANCLAJES	OBSERVACIONES
P-9	10 m	1 spit nuevo + 1 spit viejo con mosquetón de hierro	Pozo de la escala
P-28	40 m	1 spit + 3 parabolts 1 spit a -20 m	Pasamanos de acceso placa Padilla Cornisa en gran bloque empotrado
RAMPA	13 m	1 spit	40 °, Acceso a gran sala
P-10	15 m	1 spit 1 spit 1 spit a -4 m	Pasamanos de acceso Péndulo
P-25	30 m	1 spit 1 spit a -4 m	Repisa, spit en pared opuesta
P-12	15 m	1 spit 1 spit a -4m	Pozo de la explosión 73 °
P-15	18 m	1 spit	62 °
P-10	20 m	1 spit 1 spit a -3 m	Rampa de acceso. 27° 70 °, Acceso a galerías finales

Ficha técnica de la Sima del G.E.C. o de Fuente Alhama (GAEL, Lucena)

nuevos trabajos, lamentablemente no hemos podido disponer de ningún tipo de información al respecto.

En abril de 1981 sufre un accidente mortal F. Padilla del G.E.S. de Priego.

El 2 de enero de 1994 el G.A.E.L. de Lucena penetra de nuevo en la cavidad, con la intención de acometer los trabajos topográficos de la misma y realizar una poligonal hasta el fondo, en la que se alcanza la cota -155.7 metros; no habiéndose completado el croquis integral de la cavidad.

Evoluciona la cavidad a base de rampas, rellanos y sobre todo pozos, los cuales muestran verticales absolutas sólo en los primeros 50 m. de profundidad. Estas dificultades se encuentran en fracturas de dirección NE-SO, que controlan decisivamente el desarrollo de la sima, y en menor grado en otras NNO-SSE.

Las concreciones litoquímicas son muy escasas, destaca la existencia de unas bellas banderas y colgaduras teñidas de rojo por óxidos de hierro en las galerías más bajas. Las posibilidades de continuación son buenas, habida cuenta de la apertura de las diaclasas finales, aunque se requiere una labor de desobstrucción importante.

Al no poder ofrecer la topografía, se adjunta un cuadro con la ficha técnica de esta cavidad.

Ficha técnica:

El equipamiento de la cavidad, realizado por el GAEL (2-1-1994), consistió en la colocación de 17 nuevos anclajes (3 parabolts y 14 spits). Sólo un spit antiguo, con chapa acodada y mosquetón de hierro se encontraba útil y fue



Sima de Fuente Alhama (cabecera del 2º pozo)
Foto: José Antonio Ortega (G.A.E.L.)

usado para el descenso; en total fueron necesarios 160 metros de cuerda.

Se recuerda que en la cavidad existen otros pasajes secundarios, algunos de los cuales mostraban viejos anclajes.

Sima de los Pelaos (Priego de Córdoba)

Desnivel: 123 m (-116 +7)

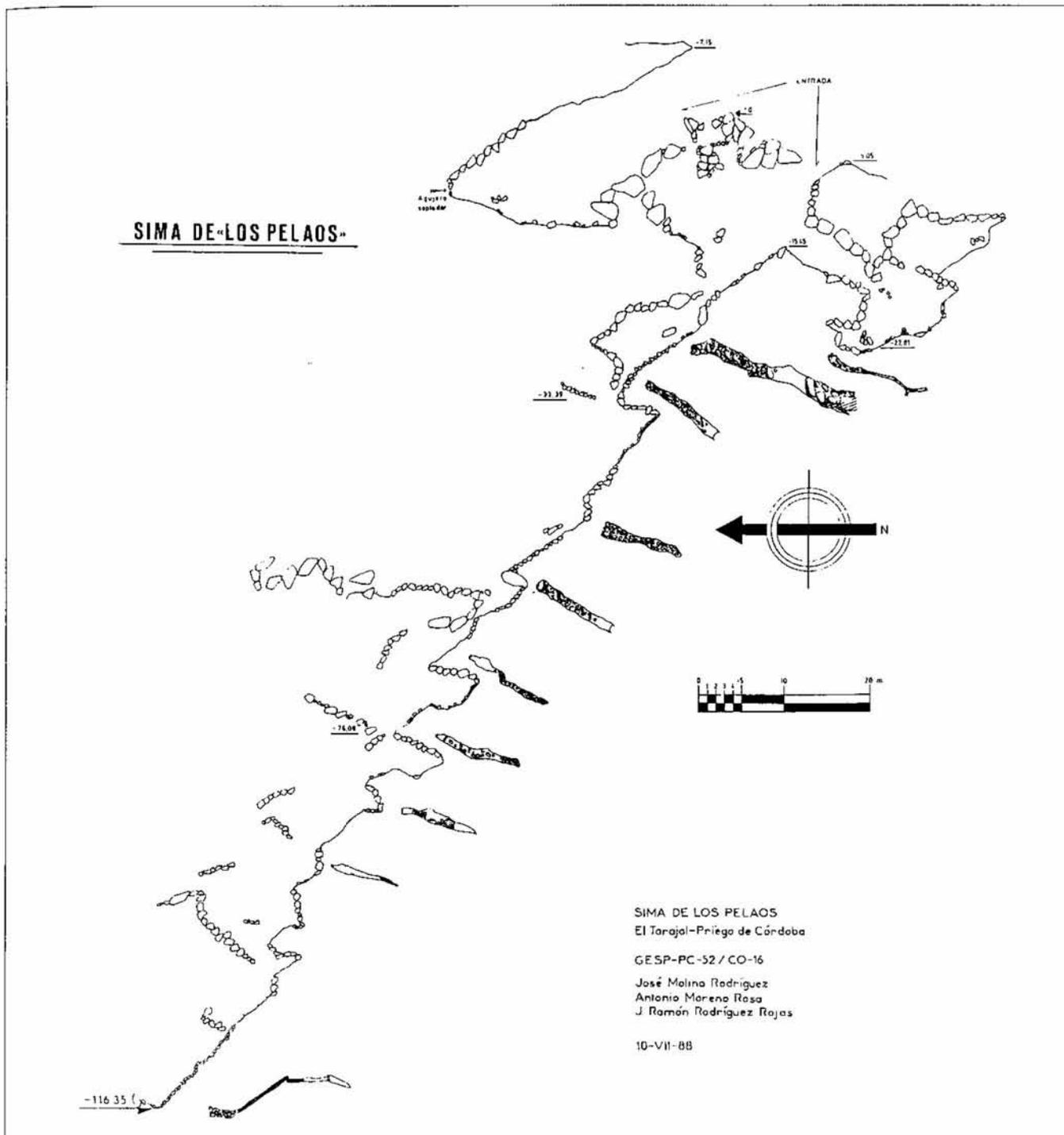
Desarrollo: 402 m

Esta sima se localiza en las estriba-

ciones de la Sierra de los Judíos, a una altitud de 650 m., en las coordenadas UTM - 3952 41504 de la hoja 18-40 (990) Alcalá la Real.

Los primeros descensos se realizarían en el año 1968 durante el campamento "Fuente-Alhama", organizado por el Grupo Gulmont y G.E.C. ambos de Córdoba, dando una profundidad de 160 m. En el año 1980 el G.E.S. de Priego toma el relevo de las exploraciones, topografiándose en julio de 1988.

Se abre a favor de una gran diaclasa con dirección SO-NE. Una serie de pequeños resaltes (dos de ellos de unos



Sima de los Pelaos. Topografía cortesía Grupo de Exploraciones Subterráneas de Priego (Córdoba)

10 m. que se recomienda equipar) y rampas cubiertas de bloques, fáciles de superar en oposición.

Sima de Cabra (Cabra)

Desnivel: -116 m

Se localiza a unos 200 m. del Cortijo de la Sima, en los montes conocidos por La Sierra, a una altitud de 740 m., en las coordenadas UTM - 3762 41514, de la hoja 17-40 (989) Lucena.

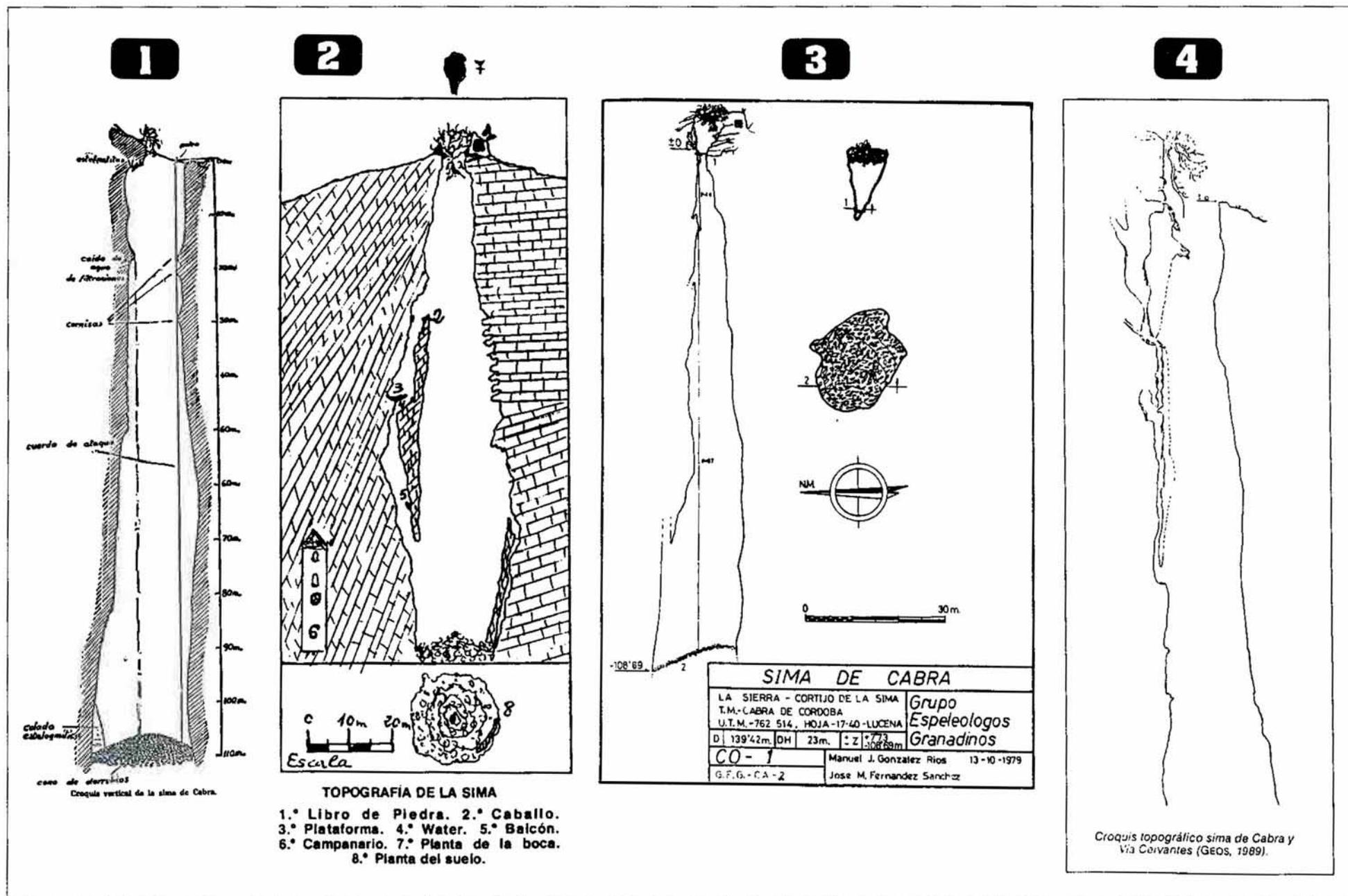
Como se ha comentado en el preám-

bulo, esta cavidad es conocida desde siempre, resultando una de las cavidades andaluzas con más bibliografía histórica.

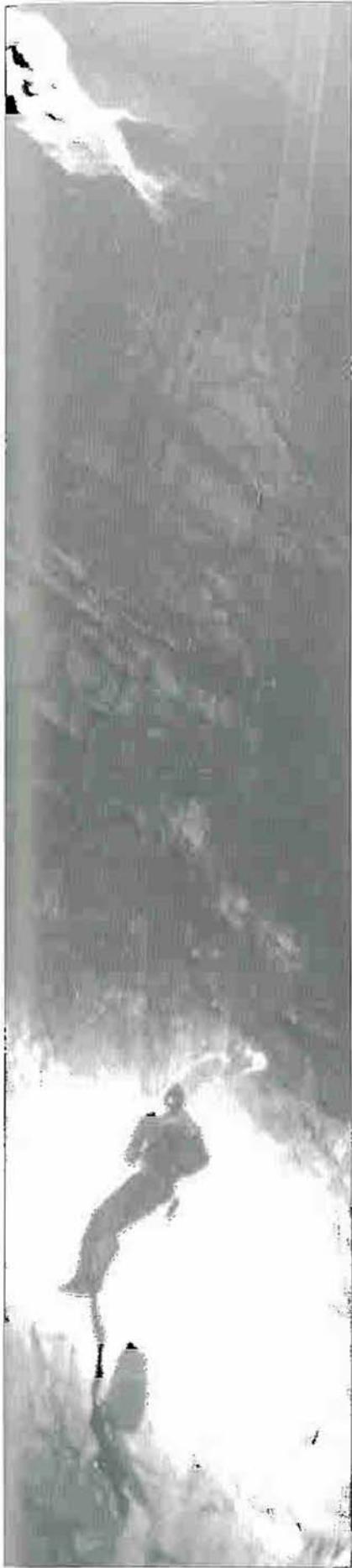
No se tienen fechas concretas sobre los primeros espeleólogos que descienden a la misma, debiendo producirse en los años 60 por miembros del G.E.C. de Córdoba o Gulmont, quienes realizan el primer plano de la cavidad, publicado en el diario *Córdoba*; el 21 de agosto de 1977 el grupo G.E.A.L. de Cabra desciende a la sima, para realizar una nueva topografía en la que se inclu-

ye como novedoso la Vía Oscura, formada por la sucesión de varias verticales paralelas al pozo principal (MORENO ROSA, J. 1977); localizadas en la pared Norte del pozo a unos 30 m. del primer anclaje de descenso. En octubre del 79 el G.E.G. de Granada realiza un nuevo levantamiento topográfico del gran pozo (G.E.G. 1979).

En 1989 el Geos de Sevilla localiza una nueva vía paralela al pozo, bautizándola Vía Cervantes (DÍAZ DEL OLMO, F. *et al*, 1989), ésta se caracteriza, al igual que la Vía Oscura, por una



Sima de Cabra: 1 - Plano realizado por el G.E.C. de Córdoba sobre los años 60; 2 - Topografía de la Vía Oscura, realizada por el Grupo de Cabra en el año 1977; 3 - Topografía realizada por el G.E.G. de Granada en el año 1979; 4 - Croquis de la Vía Cervantes, realizado por el GEOS de Sevilla en 1989.



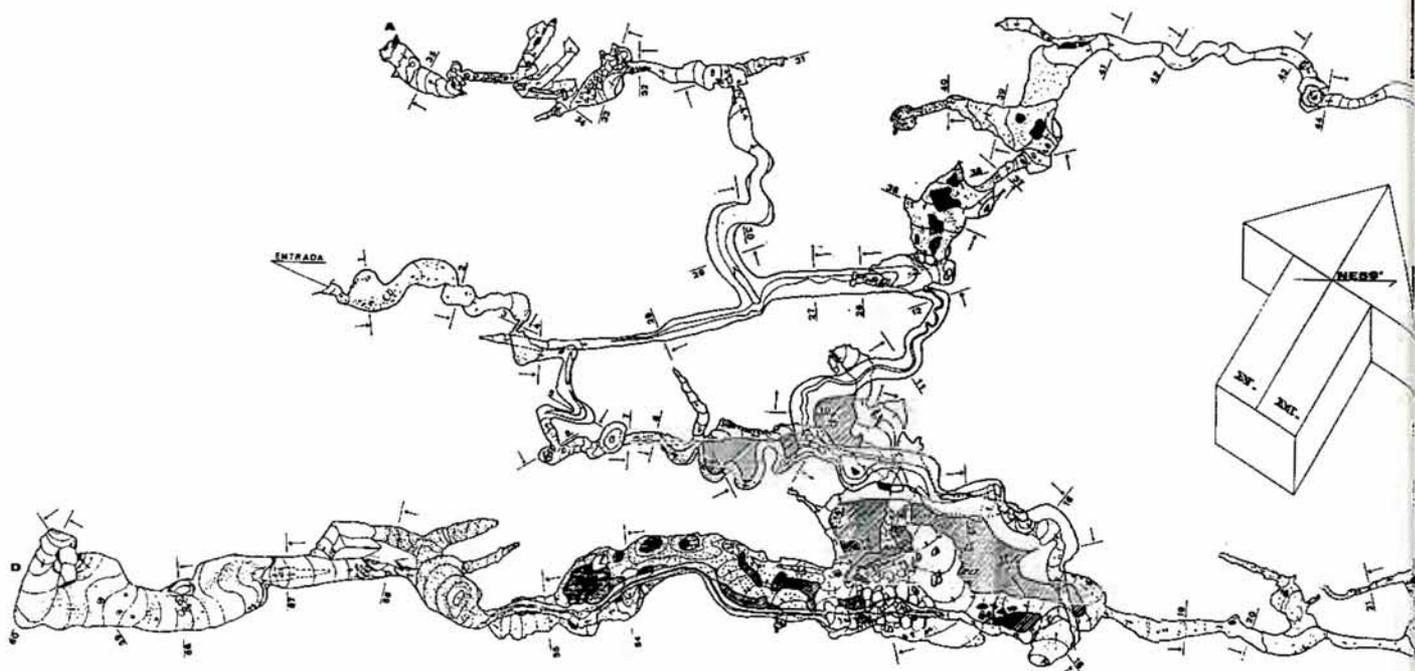
Vista parcial del pozo de la Sima de Cabra. Foto Genaro Álvarez (Geos)



Entrada Sima de Cabra. Foto: M. González-Ríos



Vía Cervantes (Sima de Cabra)
Foto: Genaro Álvarez (Geos)



Plano topográfico de la Cueva del Yeso, cortesía del G.E.S. de la Soc. Exc. de Málaga

serie de verticales paralelas al gran pozo. La entrada a esta nueva vía se localiza debajo de la gran higuera localizada al Este de la boca y conecta con el pozo a una profundidad de unos 85 m. Posteriormente El grupo de Priego de Córdoba localiza otra vía alternativa de las mismas características que las anteriormente descritas.

La sima presenta un gran pozo de 108 m. con una media de unos 12 de diámetro, con la base completamente colmatada por bloques y sin continuación. Paralelas al pozo se abren tres vías alternativas que se accede a ellas por ventanas en la vertical, para volver a conectar en el mismo pozo algunos metros más abajo.

Cueva del Yeso o de las Palomas (Baena)

Desarrollo: 1.843 m

Desnivel: -47 m

Esta importante cavidad excavada en materiales evaporíticos, se localiza en las inmediaciones de la carretera comarcal que va de Baena a la salina de Cuesta Paloma, pasado el Río Guadajoz, en las coordenadas (aproximadas) UTM - 806 710 y una altitud de unos 310 m., en la hoja 17-38 (945) Castro del Río.

Las primeras referencias a exploraciones realizadas en esta cavidad, datan de mediados de los 60; el G.E.C de Córdoba comienza las exploraciones, dándole un nuevo impulso al conoci-



Entrada Cueva del Yeso
Foto: José M. Fernández Sánchez

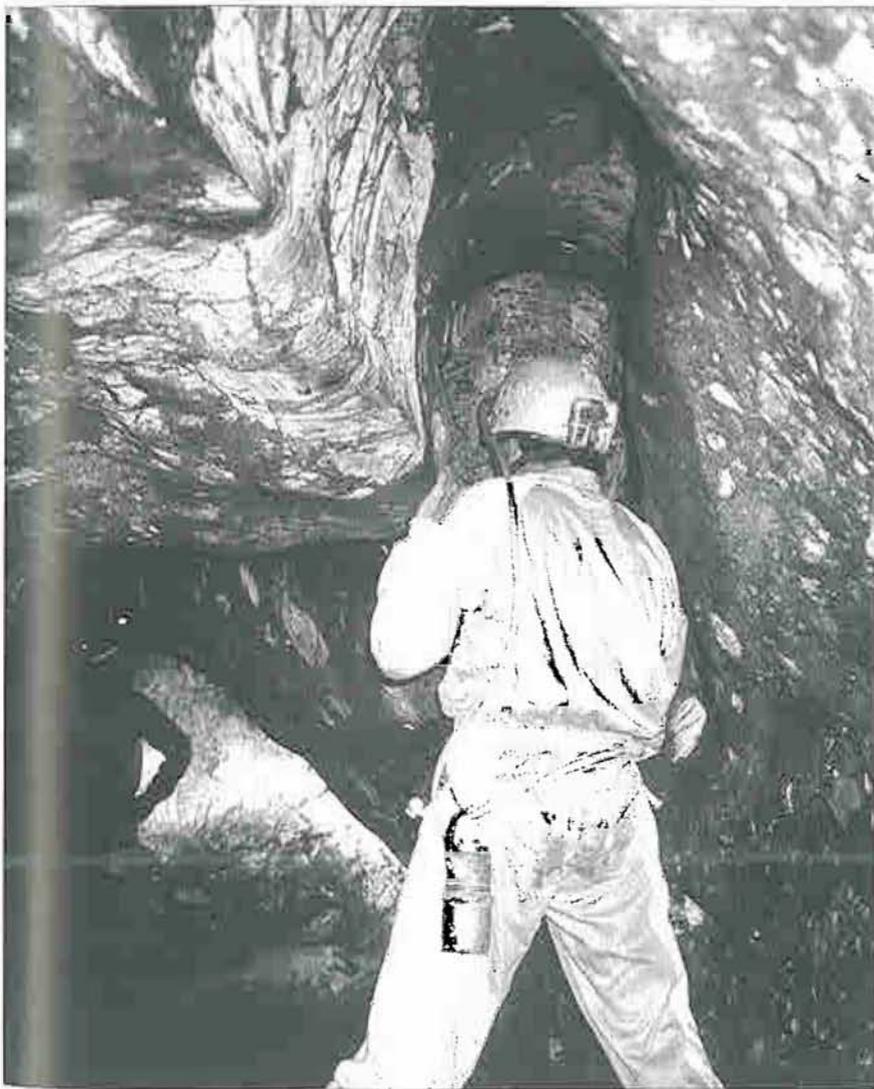
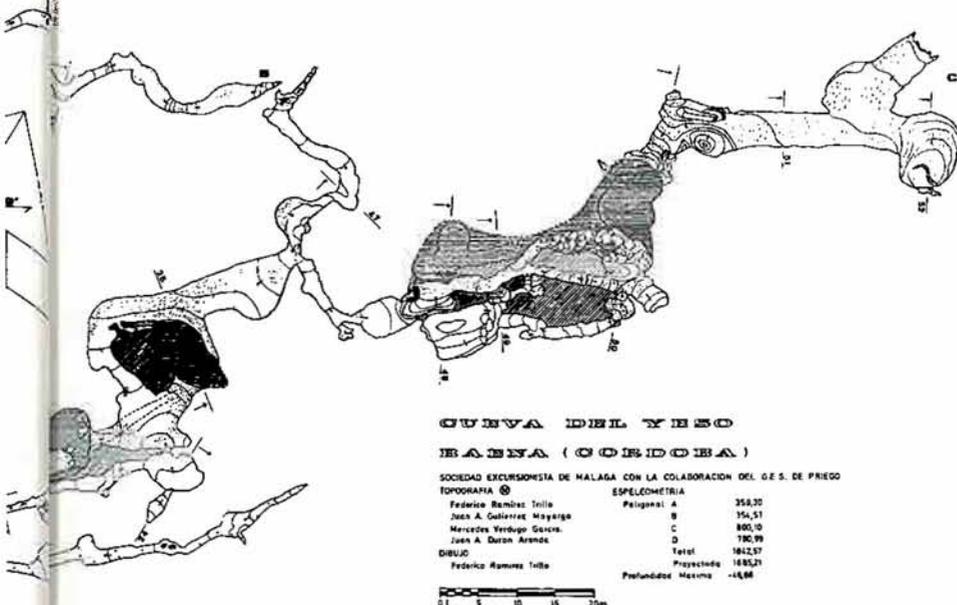
miento de la misma durante un campamento celebrado en Fuente Alhama en el año 1966, en el que participaron espeleólogos del G.E.C. y Gulmont de Córdoba y Edelweiss de Burgos. Posteriormente en el 69 un nuevo campamento, en esta ocasión con carácter regional e igualmente en Fuente Alhama, donde se continuaron con los trabajos topográficos y de exploración de las zonas inundadas de la cavidad.

En 1971 el Grupo de la Cruz Roja de Córdoba, durante las fechas de Semana Santa comienzan un nuevo levantamiento topográfico de la cavidad, al parecer sólo topografían las galerías prin-

cipales.

Un nuevo campamento, en este caso organizado por el Comité Regional Sur de Espeleología, en Zagrilla. Se penetra de nuevo en la cueva y se topografían algunos sectores de la cavidad. El conocimiento integral de la misma viene de manos del Grupo de Exploraciones Subterráneas de Málaga, actualmente integrado en la Sociedad Excursionista de Málaga, quienes realizan una nueva topografía de toda la red subterránea.

Se caracteriza por una sucesión de conductos freáticos de medianas proporciones con zonas inundadas.



Conglomerados yesíferos en la Cueva del Yeso
 Foto: Ángel López Palenzuela (ECA)

Cueva de los Murciélagos (Zuheros)

Desarrollo: 1016 m

Desnivel: -65 m

Esta cavidad se localiza a unos 1600 metros del pueblo de Zuheros en el Cerro de Los Murciélagos, en las coordenadas UTM - 8505 5590 y a una altitud sobre el nivel del mar de 1000 m., en la hoja 17-39 (967) Baena.

Se accede a ella desde Zuheros por una pista que lleva hasta la entrada de la cavidad. Actualmente se encuentra urbanizada y abierta para el turismo.

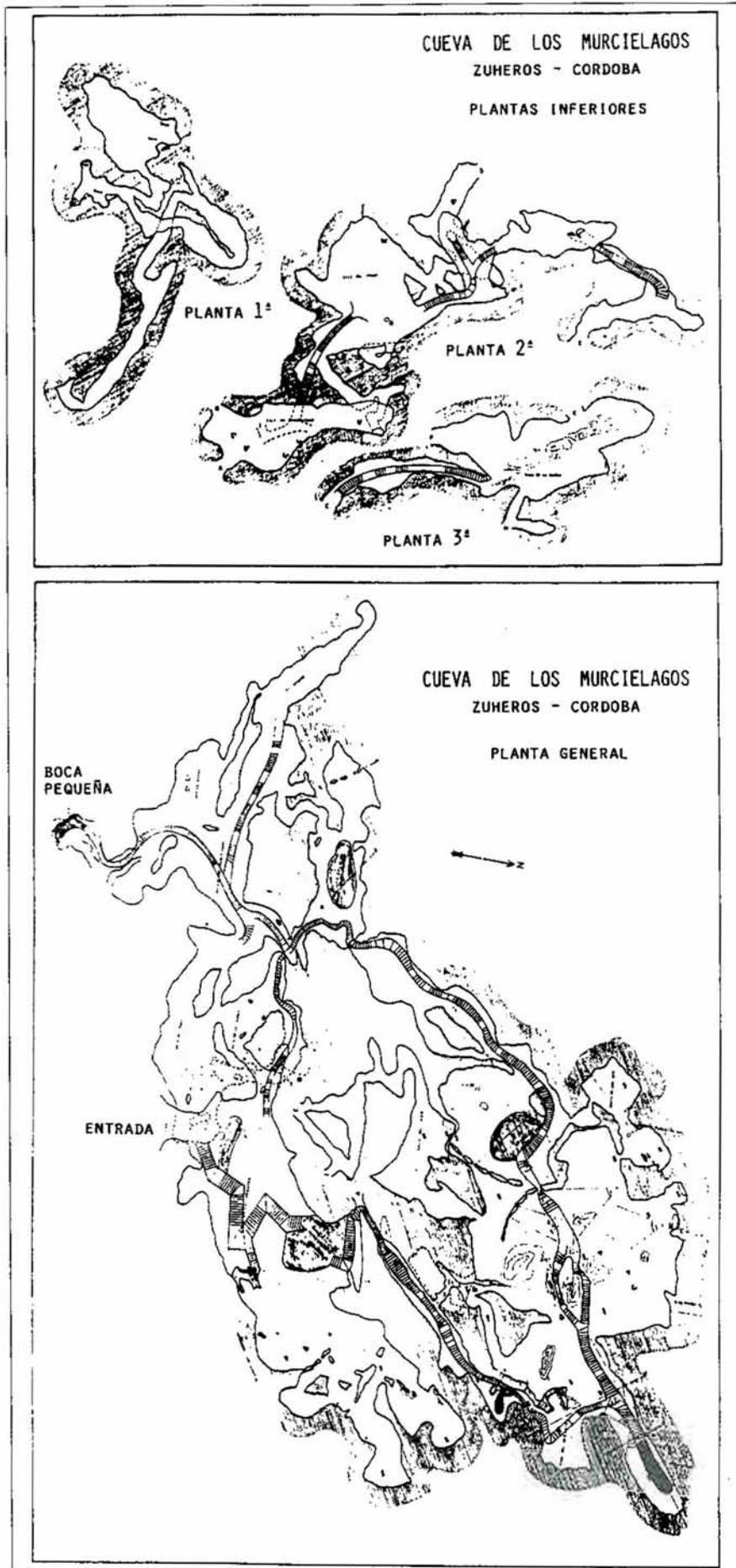
Junto con la Sima de Cabra, esta cavidad es una de las más conocida de toda la geografía cordobesa, las primeras referencias escritas la encontramos en la obra de Manuel de Góngora y Martínez (1868), hace referencia en su famosa obra *Antigüedades Prehistóricas de Andalucía*, de la Cueva de los Murciélagos, refiriéndose a la misma con las siguientes palabras: «casi a un cuarto de legua al Este, en la Cañada de Malos Vientos. Forma su entrada y boca una apariencia de agiméz, sostenido por rudo muñón en medio: el suelo muy pendiente y resbaladizo; la capacidad grandísima; la bóveda, cubierta de estalactitas y estalagmitas; recortados arcos á manera de bambalinas de teatro; montecillos que se elevan aquí y allí; repugnante la suciedad de la murciélaguina; racimos de estos animales pendientes del techo y sin cesar chirriando;...». No sería hasta el año 1938 y de mano de Francisco Segovia García, cuando se descubren las partes profundas de la cavidad y los restos de un esqueleto humano en el fondo de un gour (SEGOVIA GARCÍA, F. 1989).

En noviembre de 1962, se acometen una serie de trabajos arqueológicos en la cavidad, encontrándose culturas desde el Neolítico hasta nuestros días. Cabe destacar la localización en su interior de pinturas prehistóricas esquemáticas (ARJONA CASTRO, A. 1991).

Presenta dos bocas al exterior, conectadas entre sí por una sucesión de salas abiertas a favor de una gran fractura con un buzamiento de unos 40°. Destaca entre ellas la Sala de las Estalactitas con unas dimensiones de unos 70 x 25 m. en ella se encontró junto a un gour un esqueleto recubierto de concreción.

BIBLIOGRAFÍA

ARJONA CASTRO, A. (1991). *Historia de la Villa de Zuheros y de la Cueva de los Murciélagos*. 80 p. Baena.



Cueva de los Murciélagos. Cortesía de J.J. Durán Valsero

AYALA, F.J.; RODRÍGUEZ ORTIZ, J.M.; DEL VAL, J.; DURÁN VALSERO, J.J.; PRIETO ALCOLEA, C.; RUBIO AMO, J. (1986). *Memoria del Mapa del Karst de España*. IGME, 68 p.

CORTÉS, P.A. (1969). *Durante la Semana Santa se celebró el segundo campamento "Fuente Alhama"*. Diario Córdoba, de fecha 15 de abril. Córdoba.

DÍAZ DEL OLMO, F. et al. (1989). *Karst du Massif de Cabra (Subbétique Externe). Et Travertin de Priego (Sierra Horconera, Subbétique Moyen (Córdoba))*. Reunión Franco-Españole sur les karsts Méditerranéens d'Andalousie Occidentale. Actas Reunión. 29-62. Delannoy, J.J; Díaz del Olmo, F.; Pulido Bosch, A.; eds. Sevilla.

DÍAZ DEL OLMO, F.; ÁLVAREZ GARCÍA, G. (1989). *Formaciones kársticas, espeleogénesis y morfoclimas fríos (Béticas Occidentales) Episodios cuaternarios*. El Cuaternario en Andalucía Occidental AEQUA, Monografías, 1: 67-86.

FELGUEROSO, C.; COMA, J.E. (1964). *Estudio geológico de la zona sur de la provincia de Córdoba*. Bol. Inst. Geol. Min. España, 75: 111-209.

GÓNGORA y MARTÍNEZ, M. (1868). *Antigüedades Prehistóricas de Andalucía*. 158 pp. Madrid.

GONZÁLEZ RÍOS, M.J.; MORENO ROSA, A. (1987). *La Sima de Cabra, Cabra (Córdoba)*. Fernando Muñoz Romero "El primer espeleosocorrista" (1683). Boletín del Museo Andaluz de la Espeleología, 1: 5-14. Granada.

GONZÁLEZ RÍOS, M.J. (1988). *La Sima de Cabra. Nuevos datos para el conocimiento de las exploraciones de 1841*. Boletín del Museo Andaluz de la Espeleología, 2: 15-19. Granada.

GRUPO DE ESPELEÓLOGOS GRANADINOS. (1978). *La Sima de la Camorra o del Tesoro, Cabra de Córdoba -165 m*. Memoria actividades 1978: 12-18. Granada.

GRUPO DE ESPELEÓLOGOS GRANADINOS (1979). *La Sima de Cabra. (ficha de ejemplo insertada en el trabajo: Normas y conceptos para el...)* Andalucía Subterránea, 1: 6-27. Granada.

JULVERT, M.; FONTBOTÉ, J.M.; RIBEIRO, A.; CONDE, L. (1980). *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. IGME, 113 p.

MOLINA CÁMARA, J.M. (1987). *Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (Provincia de Córdoba y Sur de Jaén)*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 518 p.

MORENO ROSA, J. (1977). *El Grupo G.E.A.L. explora la Sima de Cabra*. El Ega-brense, 27 de agosto. Cabra.

PÉREZ LÓPEZ, D.A. (1991). *El Triás de facies germánica del sector central de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 400 p.

PEZZI, M. (1977). *Morfología kárstica del sector central de la Cordillera Subbética*. Tesis Doctoral, Univ. Granada. Cuadernos de Geografía Univ. Granada, s.m. 2, 289 p.

SEGOVIA, F. (1989). *La Cueva de los Murciélagos, Zuheros (Córdoba)*. Bol. del Museo Andaluz de la Espeleología, 3: 9-18 ■

El Karst de Sierra Elvira (Granada)

The karst of Sierra Elvira (Granada)

Martín Rosales, W. (*), (**); Martínez Alarcón, J.M. (*);
Pérez Villanueva, J.D. (*); Morillas, J. (*)

(*) Grupo Espeleológico Ilíberis (G.E.I.), Granada.
(**) Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada

In memoriam Luís Ávila Alba

Resumen

Se describen los principales factores condicionantes de la espeleogénesis en el karst de Sierra Elvira, abordándose aspectos morfoestructurales, bioclimáticos, hidrogeológicos, así como el papel jugado por la fracturación en el desarrollo del endokarst. Asimismo se expone un resumen de los trabajos llevados a cabo en el área por el Grupo Espeleológico Ilíberis desde su fundación, en 1973, hasta la actualidad.

Palabras clave: catálogo de cavidades, endokarst, fracturación, karst termal.

Abstract

In this study principal factors conditioning the speleogenesis of the karst of Sierra Elvira (Granada, Spain) are described, being treated morphostructural, bioclimatic and hydrogeological aspects, as well as the part played by fracturation in the development of the endokarst. Also a summary is expounded of the works performed in the area by the speleological group "Ilíberis" (G.E.I.) since its foundation in 1973 to the present time.

Key words: cave catalogue, endokarst, fracturing, thermal karst.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Sierra Elvira es una elevación montañosa con 18 km² de superficie, situada en la provincia de Granada, a 13 km de la capital. Sus cotas más importantes son el pico Elvira, con 1102 m s.n.m., el cerro del Piorno (1083 m s.n.m.) y el Peñón de las Ventanas, con 938 m s.n.m. El acceso al macizo se realiza a través de la carretera nacional 432 desde el pueblo de Atarfe, o bien desde Pinos Puente (figura 1)

LOS CONDICIONANTES DEL KARST

El cuadro geológico regional

Sierra Elvira constituye uno de los macizos carbonatados pertenecientes al Subbético Medio (GARCÍA DUEÑAS, 1969), incluido en el Dominio o Margen Sudibérico (Zonas Externas) de las Cordilleras Béticas. Los materiales que afloran en el área poseen una edad comprendida entre el Triásico y el Cuaternario, con litologías que van desde las carbonatadas a las arcillosas, eva-

porfíticas o no. Las evaporíticas muestran las mismas facies que las rocas del Trías superior Germano-Andaluz y su posición en Sierra Elvira es muy controvertida. Aunque algunos autores las consideran diapíricas (LUPIANI y SORIA, 1985), otros las interpretan como una unidad alóctona (figura 2) cabalgante sobre la serie subbética (GARCÍA DUEÑAS, com. personal).

El término inferior de la sucesión estratigráfica de Sierra Elvira está constituido por un tramo de dolomías de edad atribuida al Lías inferior y con una potencia cercana a los 200 m. Asociadas a estas dolomías y en las inmediaciones de Pinos Puente aparecen rocas subvolcánicas básicas. Sobre las dolomías se observa un paquete de calizas con sílex y calizas con crinoides (a techo), de edades Sinemuriense y Carixiense (BRAGA, 1979), respectivamente; la potencia del conjunto es de 100 m. El techo de estos carbonatos, sobre el que se ha desarrollado un hard-ground, se encuentra karstificado y relleno de caliza gris pelágica. El tramo siguiente consiste en un conjunto de margocalizas, margas y calizas nodulosas de 90 m de espesor y edad Domerense-Toarciense (Lías superior). Durante el Dogger se depositaron sedimentos

margocalizos, síliceos y radiolaríticos, con una potencia de 30 metros. Culminan la sucesión litológica de Sierra Elvira calizas y calizas margosas con sílex, en ocasiones presentando carácter turbidítico y con un espesor próximo a 40 m, siendo las capas más altas de edad Titónico superior (GARCÍA DUEÑAS et al., 1971).

El conjunto de los materiales descritos anteriormente ha sufrido una deformación tectónica importante en el Neógeno y más recientemente. Durante el Mioceno inferior y medio tuvo lugar la generación de los cabalgamientos subbéticos, acompañados de estructuras retrovergentes, como consecuencia de la colisión del Dominio de Alborán (Zonas Internas), previamente estructurado, con el margen Sudibérico.

Durante el Mioceno medio-superior se produce un adelgazamiento general del edificio contractivo mediante despegues extensionales (GARCÍA DUEÑAS et al., 1992), que posteriormente (Tortonense superior-Plioceno inferior) fueron plegados dando lugar a grandes estructuras de dirección aproximada E-W. Por último, se generan dos sistemas de extensión, con fallas normales, frecuentemente lístricas a juzgar por los basculamientos observables. Dan lugar a alineaciones NE-SW y WNW-ESE, consecuencia de la estructuración en horst y responsables de la morfología actual del macizo.

Datos bioclimáticos actuales

La pluviometría media estimada para el macizo es de unos 500 mm/año, distribuida de forma bastante irregular. La temperatura media es de 15.2 °C con un mínimo en Diciembre (7.5 °C) y un má-

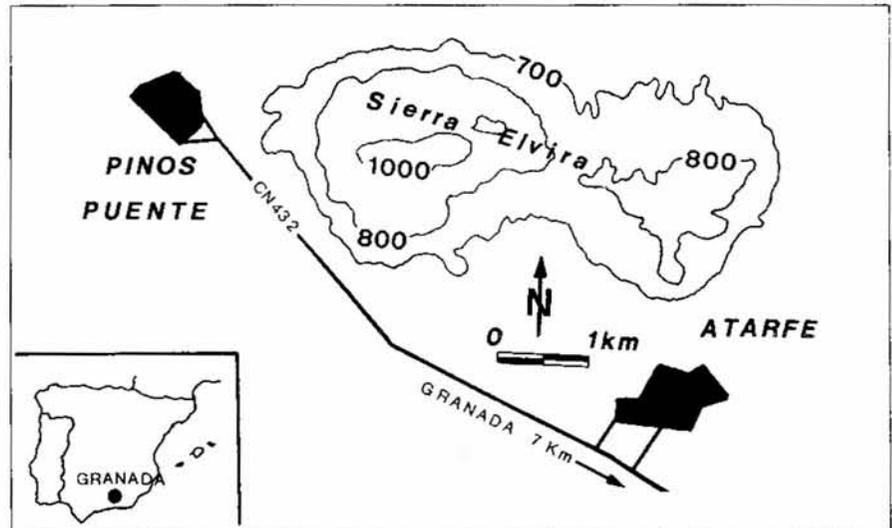


Figura 1
Localización geográfica del macizo de Sierra Elvira

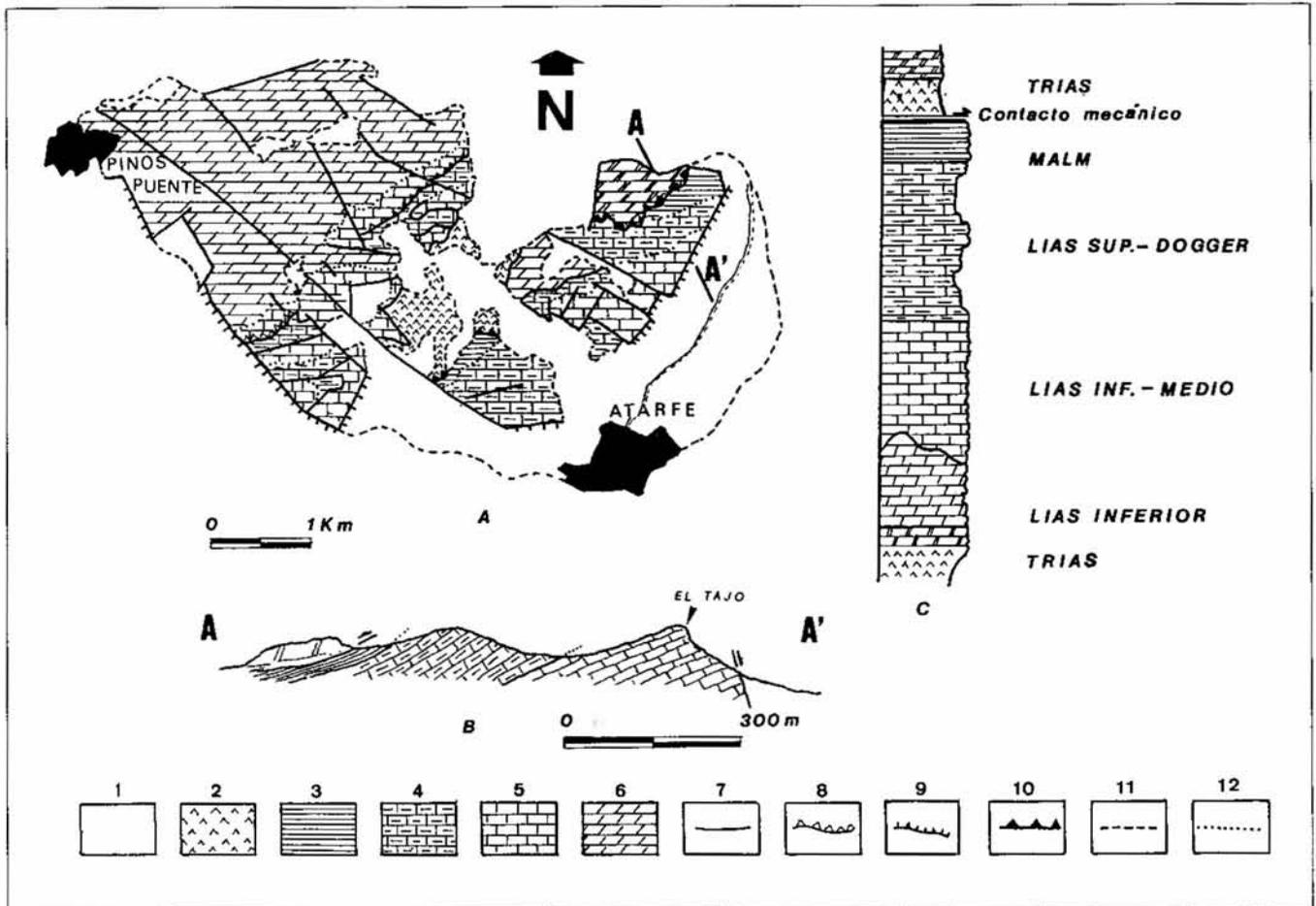


Figura 2

Esquema geológico simplificado (a), (modificado del ITGE, 1988), columna litológica sintética (b) y corte representativo de la secuencia estratigráfica (c) según GARCÍA DUENAS (1967). 1: Depósitos de ladera y derrubios en general (Cuaternario); 2: arcillas, margas, yesos y dolomías (Triás); 3: calizas y calizas margosas con sílex (Malm); 4: margas, margocalizas, margocalizas síliceas y radiolaritas (Lías superior-Dogger); 5: calizas con sílex y calizas con crinoides (Lías inferior-medio); 6: Dolomías (Lías inferior); 7: falla; 8: Falla inversa; 9: falla con indicación del bloque hundido; 10: cabalgamiento; 11: contacto discordante; 12: contacto concordante

ximo en Julio (25.3 °C). La evapotranspiración potencial alcanza un valor de 808 mm y la ETR se ha evaluado entre 414 mm y 449 mm (métodos de Coutagne y Turc, respectivamente).

En las áreas más deprimidas topográficamente la cobertera edáfica presenta un escaso grado de evolución, dadas las condiciones climáticas poco favorables. En los sectores situados a cotas elevadas predominan las rendzinas muy poco desarrolladas y litosoles asociados a rellenos de formas kársticas (terra rossa).

En cuanto a la vegetación, uno de los factores determinantes del desarrollo del Karst, se encuentra en Sierra Elvira en un estadio de desarrollo precario. La mayor parte del macizo está ocupado por matorral poco denso y pastizales que ofrecen escasa protección al suelo frente a la erosión hídrica. Un sector importante está ocupado por olivar de secano y las repoblaciones forestales de pino carrasco (*P. halepensis*) se reducen a sólo 93 ha. La vegetación potencial de este territorio, es decir, la que

se desarrollaría sin la intervención humana sobre los ecosistemas vegetales, es la de un encinar de tipo mediterráneo, basófilo y termófilo (*Quercetum Rotundifoliae*). Probablemente constituyó un gran encinar que se ha ido degradando por la actividad antrópica: talas, cultivos, incendios y, actualmente, la proliferación desordenada de explotaciones para extracción de áridos y roca ornamental. Tal deforestación tuvo lugar, al menos, hace más de dos siglos, ya que en 1741 no existían masas arbóreas de importancia (GÓMEZ CRUZ, 1992).

Características hidrogeológicas: el termalismo de Sierra Elvira.

Del conjunto de materiales que conforman la serie subbética de Sierra Elvira, los carbonatos (calizas y dolomías del Lías inferior-medio) son los únicos con interés acuífero.

El acuífero kárstico aflora en una superficie de 10 km², y el substrato impermeable debe estar constituido por los

materiales margoyesíferos del Triás, desconociéndose actualmente la profundidad a la que se encuentra. Los límites laterales del sistema vienen impuestos por fallas normales de gran salto. La alimentación proviene de la infiltración del agua de lluvia caída sobre su superficie, lo que representa unos 3 Hm³. Existen entradas ocultas adicionales que, al menos, duplican los aportes pluviométricos estimados (CASTILLO, 1986). Aunque resulta complejo conocer la procedencia de tales aportes, responsables de un marcado termalismo de las aguas, la hipótesis más probable, según CASTILLO (1992) es que exista una conexión hidráulica profunda con áreas aflorantes a cotas superiores; una comunicación probable podría darse con el sistema acuífero carbonatado de Sierra Arana, situado a 15 km al Noreste de Sierra Elvira. Este mismo autor indica que los materiales de relleno de la depresión de Granada, muy posiblemente las calcarinitas bioclásticas del Mioceno, podrían constituir el eslabón acuífero de

Muestra	1	2	3
Fecha	24/9/89	1985	1983
Temperatura	31,2-31,1	28	32,4
pH	6,8	7,5	7,1
Conductividad	3240	3500	2391
Cl ⁻	341	373	344
SO ₄ ²⁻	1231	1266	983
HCO ₃ ⁻	244	201	326
Ca ²⁺	360	372	285
Mg ²⁺	102	142	112
Na ⁺	198	235	177

Tabla 1

Análisis químicos de agua; 1: Sima de Raja Santa (LÓPEZ CHICANO, inédito); 2: Sondeo de Atarfe (CASTILLO, 1992); 3: Baños de Sierra Elvira (CASTILLO, op. cit.). Los valores de conductividad vienen expresados en S/cm; la concentración en mg/l y la temperatura en °C

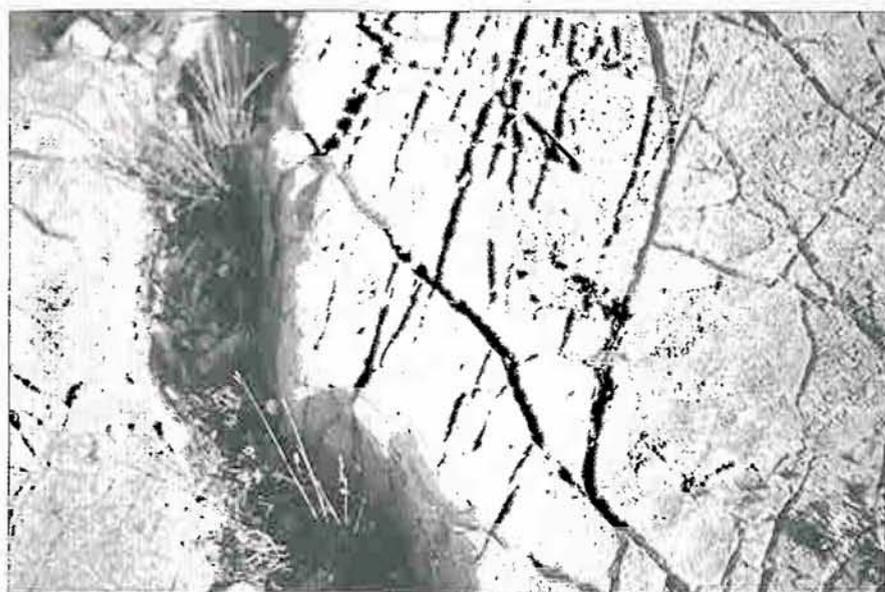


Foto 1



Foto 2

Lapiaz microestructural (foto 1) y karst ruiniforme (foto 2) en Sierra Elvira (Foto: PARDO, 1986)

enlace entre ambos sistemas hidrogeológicos. La comunicación se realizaría merced a la existencia de una fractura profunda, probablemente de dirección NE-SW (CASTILLO, op. cit.).

Las aguas procedentes del acuífero kárstico de Sierra Elvira presentan, como característica más representativa, un claro termalismo (temperaturas de emergencia de 25 a 35 °C), una salinidad total del orden de 2 g/l y facies sulfatada cálcica (tabla 1).

Las formas superficiales: el exokarst

Aunque no son excesivamente abundantes las formas kársticas superficiales, las manifestaciones subterráneas típicas del karst adquieren gran relevancia, desarrolladas merced a la tectónica, la acción del agua y a una importante masa vegetal que debió existir en el pasado. La litología donde adquiere mayor importancia el desarrollo de cavidades corresponde a las calizas con nódulos de sílex y calizas con crinoides, de edades Sinemuriense y Carixiense, respectivamente.

El lapiaz característico de Sierra Elvira es el lapiaz microestructural, desarrollado a partir de un diaclasado apretado y poco profundo, posteriormente ensanchado por la corrosión (fotografía 1). Se observa en tramos con débil inclinación, a favor de fisuras verticales o subverticales.

Otro tipo morfológico de lapiaz, característico del macizo es el rillenkarren. Consiste en pequeños surcos de 1 cm, originados a favor de la pendiente por la acción de las aguas de lluvia. Aunque más raros en Sierra Elvira, se pueden observar el karst ruiniforme (fotografía 2) y las kamenitzas, pequeñas depresiones cerradas cuyo origen está relacionado con la acción corrosiva del agua cargada en CO₂ orgánico (PERNA, 1974 in LÓPEZ LIMIA, 1987). Ambas morfológicas invocan la presencia en el pasado de una cubierta edáfica importante.

Las dolinas constituyen las formas más típicas del karst. En Sierra Elvira se distinguen media docena de ellas con forma preferentemente elíptica (PARDO, 1986). Un ejemplo de este tipo de morfología es la dolina de Cuna Baja. Se trata en general de dolinas en artesa de fondo plano y relleno por materiales insolubles (terra rossa). Hay casos (Cuna Alta y Hoya del Rey), en donde la morfología es muy irregular (figura 3), por tratarse de la coalescencia de varias dolinas (uvalas).

En Sierra Elvira también aparece re-

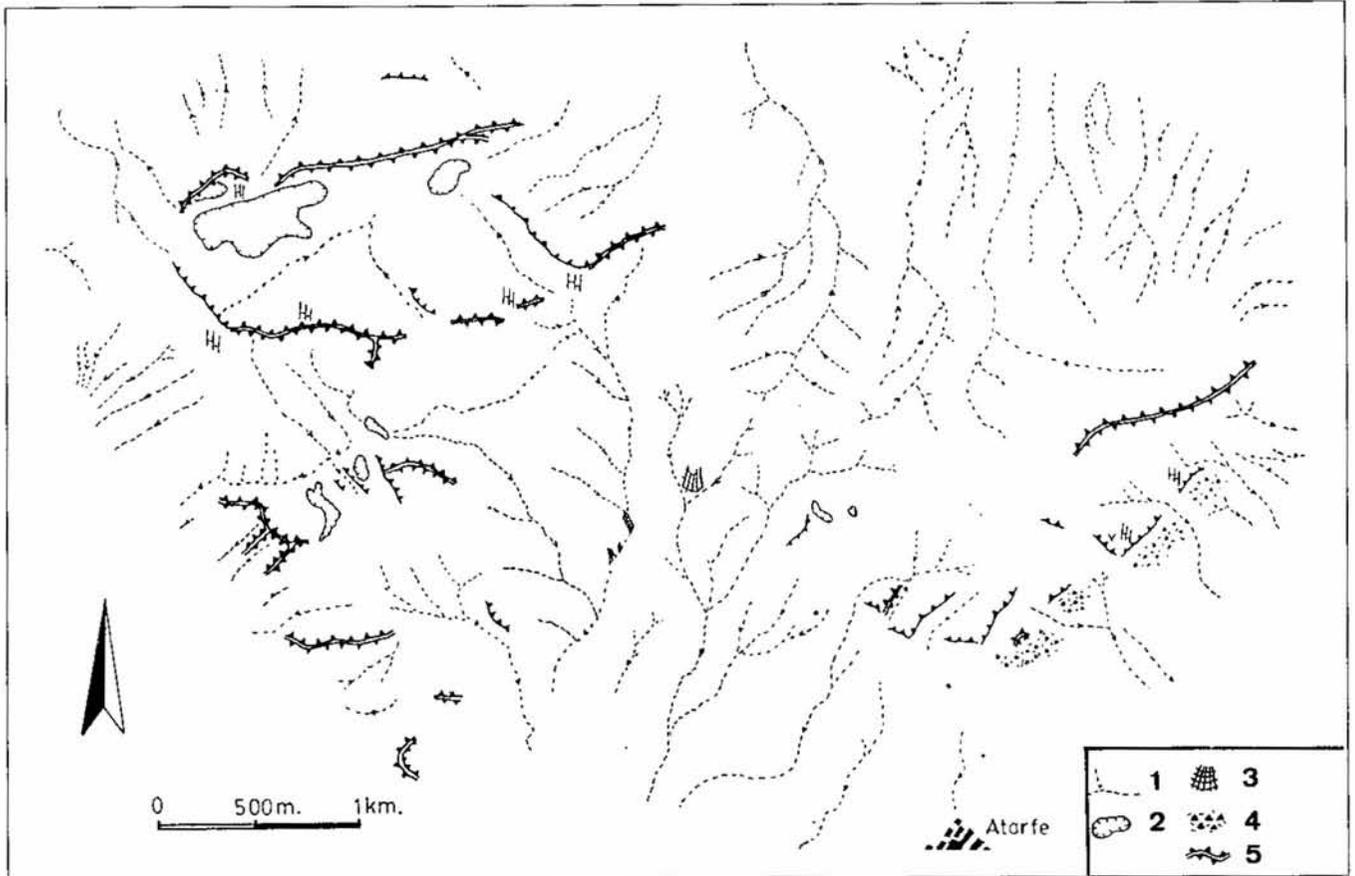


Figura 3
Esquema geomorfológico de Sierra Elvira (PARDO, 1986). 1: cauce; 2: dolina; 3: uvala; 4: "grèzes liteés"; 5: vertientes de derrubios; 6: cresta

resentado el sistema morfogénico de vertientes. En el sector central existen ejemplos de vertientes ordenadas ("grèzes liteés"), constituidas por fragmentos de calizas y dolomías así como una importante fracción de material más fino. Se trata de una morfología típicamente periglacial. En la parte más oriental predominan las vertientes de derrubios dispersos ("éboulis de gravité").

La disposición estructural imprime su sello en los relieves e interviene en la morfología y organización del paisaje. De hecho, una gran parte de los escarpes de Sierra Elvira corresponde a accidentes tectónicos. Las superficies y laderas que coinciden con capas o estratos competentes y cuya pendiente es igual al buzamiento de éstos se definen como superficies estructurales. Tal es el caso de Tajo Colorado (figura 1).

La red de drenaje del área (figura 3), tiende a ser de tipo subparalelo, con una marcada influencia de la fracturación. En las áreas más permeables (sectores oriental y occidental), la densidad de drenaje es notablemente superior a la del área central, ocupada por materiales triásicos y pliocuaternarios, caracterizados por poseer una permeabilidad muy baja.

EL ENDOKARST

Historia de las exploraciones

Las primeras actividades espeleológicas de las que se tiene constancia se remontan a los años 50, durante los cuales el Grupo de Espeleólogos Granadinos alcanzaron el nivel de base de la sima de Raja Santa (G.E.G.- G.E.S. de la S.E.M., 1982), realizando la topografía de una parte de la cavidad.

Durante la década de los 60 son fundamentalmente dos Grupos los que desarrollan la mayor parte de las expediciones: el Grupo Espeleológico Pedro Acuña (GEPa) y el Grupo Alpino 4P (sección Espeleología). El primero de ellos fue el responsable en 1966 del descubrimiento del "Sector o Zona de la Virgen", en la sima Raja Santa (AT-13). En dicho lugar fue depositada una estatuilla de la Virgen y una placa conmemorativa de su V descenso a la Sima. Durante esta época, el Grupo Alpino 4P descubrió las grandes zonas inundadas de Raja Santa, al conseguir franquear el Paso de los Carniceros, llevando a cabo una topografía más completa de la cavidad. Asimismo este grupo realizó el primer descenso a la sima del Águila con 120 m. de profundi-

dad (GONZÁLEZ RÍOS, et al, 1982) y en 1970, topografió la sima de la Virgen (AT-17).

En Febrero de 1972 Juan Antonio Sáez Hernández, a los 14 años de edad, cayó por el pozo P-40 de Raja Santa; fue rescatado con vida gracias a la actuación del Grupo Juvenil de Espeleología de la O.J.E. y el Cuerpo de bomberos de Granada. Este grupo efectuó numerosas expediciones al área, llevando a cabo en 1973 el segundo descenso a la sima del Águila.

En 1973 comenzó su singladura el Grupo Espeleológico Ilíberis integrado por antiguos miembros del Grupo Alpino 4P. En el periodo 1975 - 1981 se topografiaron la práctica totalidad de las simas y cavidades que se citan en el presente artículo. En 1975 un grupo compuesto por miembros del G.E.I. y del G.E.G. realizaron la cartografía completa de la Sima del Águila (GONZÁLEZ RÍOS et al, 1982). Además, el G.E.I. llevó a cabo el levantamiento topográfico de las simas Castro (AT-40), El Pastor (AT-39), La Niña (AT-14), San José (AT-12), Santa Irene (AT-10), Uralito (AT-8), San Juan (AT-4) y sima Gema (AT-16), sima estrecha y vertical con 75 m. de desnivel.

El 25 de Marzo de 1977, el G.E.I.,

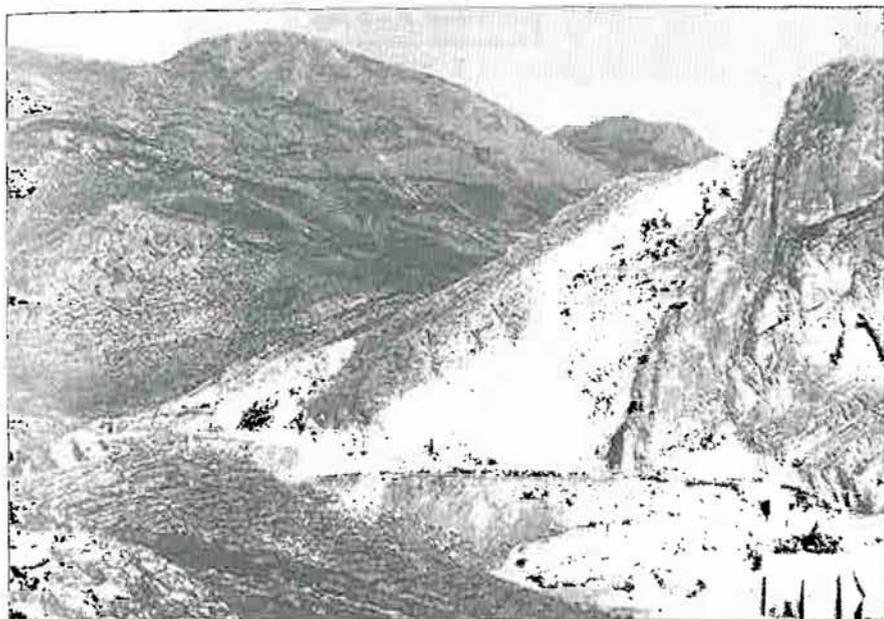


Foto 3
Explotación de áridos en el acceso a Raja Santa en 1974 (Foto: archivo S.G.E.G.)

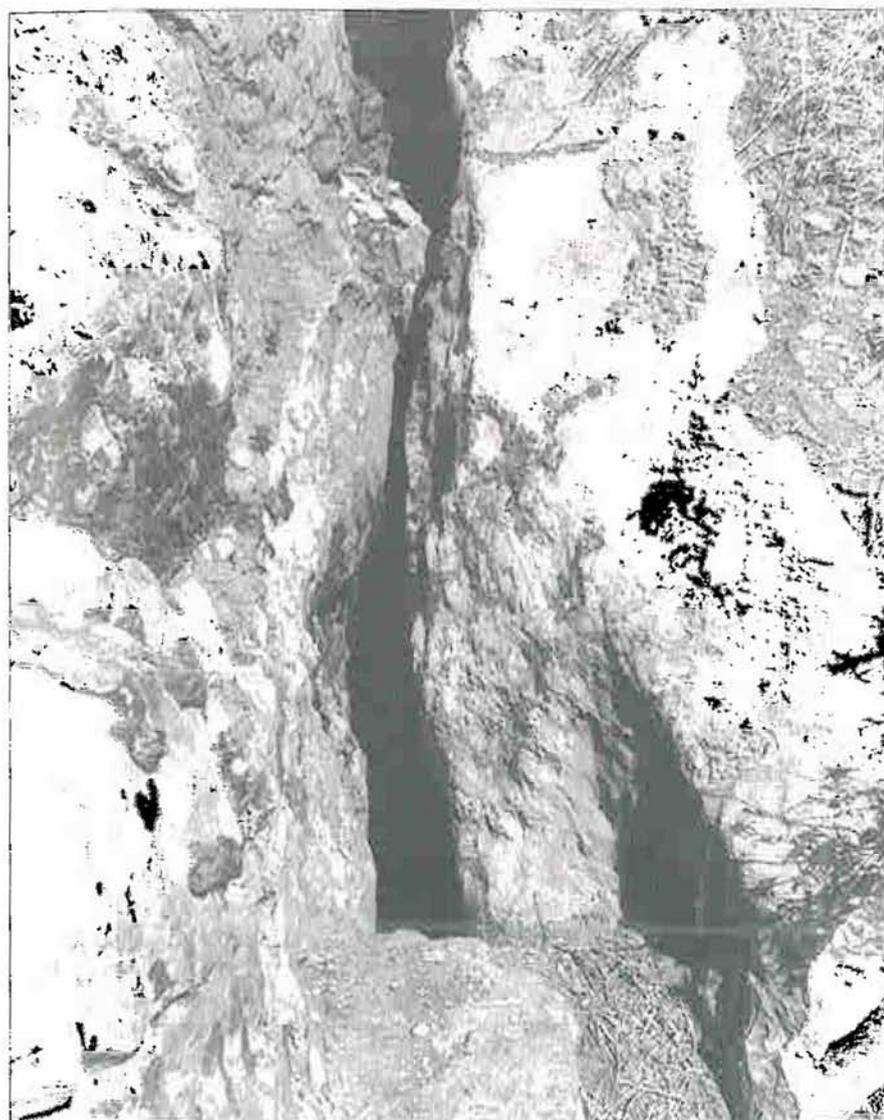


Foto 4
Control estructural en el desarrollo de cavidades: Sima Pisto, AT-11
(Foto: archivo G.E.I.)

logró acceder a Raja Santa, durante varios años obstruida por las continuas voladuras realizadas en una cantera situada justo encima de la cavidad (fotografía 3). En 1980 se llevó a cabo su levantamiento topográfico, quedando por cartografiar el sector o zona de la Virgen. Asimismo se efectuaron algunos ensayos batimétricos en el primer lago, alcanzándose un desnivel máximo de -152 m; constituía, pues, la cavidad más profunda conocida en Granada hasta entonces. En 1981, los grupos G.E.S. de la S.E.M. y G.E.G. realizaron conjuntamente una topografía de esta sima y, gracias a una inmersión, se llega a alcanzar el récord de desnivel en Granada: -163.5 m. (G.E.S. de la S.E.M. y G.E.G., 1982).

El 18 de Octubre de 1981 falleció en trágico accidente durante la exploración de un sifón en Zafarraya (Granada), Luis Ávila Alba, uno de los pilares básicos del G.E.I. y el verdadero impulsor de los trabajos llevados a cabo en Sierra Elvira. El pesimismo reinante tras la muerte de este joven espeleólogo tuvo como consecuencia una recesión y paralización de las actividades espeleológicas en Sierra Elvira, tomando el relevo de los trabajos la S.G.E.G. Este grupo realizó diversas topografías de cavidades en el sector de Cuna Alta, cartografiando también la sima Ahumada, entre otras. Pero cuatro meses después del accidente de L. Ávila Alba, concretamente el 14 de Febrero de 1982, murió ahogado en el primer lago de Raja Santa, Pedro Luis Hernández Rojo, espeleólogo miembro de la S.G.E.G., cuando se disponía, junto con otros compañeros, a equipar con cuerdas fijas las zonas inundadas de la cavidad. Este receso en las exploraciones se prolongaría hasta finales de los 80 y principios de 1990, período en que el Grupo Espeleológico Ilberis comenzó la recuperación de todas las topografías y documentos existentes sobre el área (fotografías aéreas, mapas geológicos y anotaciones de diversa índole). En 1993 la S.G.E.G., junto con el G.E. de Maracena, descubrieron la sima de los Órganos, en el sector de la Ermita de los Tres Juanes. Se trata de una importante cavidad, hoy totalmente destruida por las labores de extracción en las canteras de la zona (GONZÁLEZ RÍOS Y GARCÍA GONZÁLEZ, 1994).

Morfología de las cavidades

La práctica totalidad de las cavidades analizadas presentan su acceso a cotas comprendidas entre 500 y 700 m s.n.m. Su desarrollo horizontal es muy

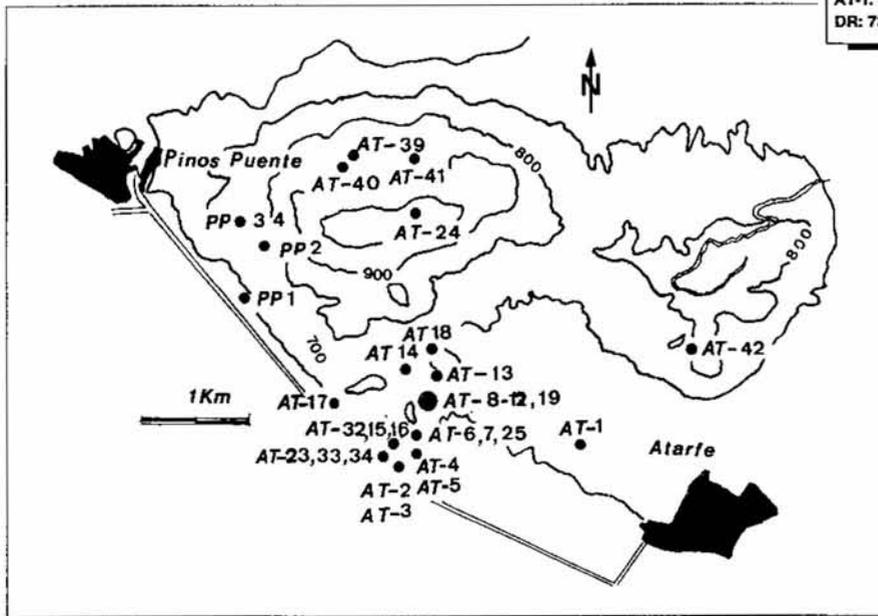
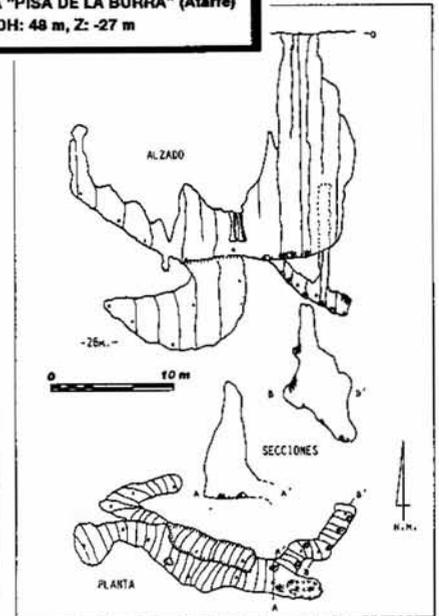


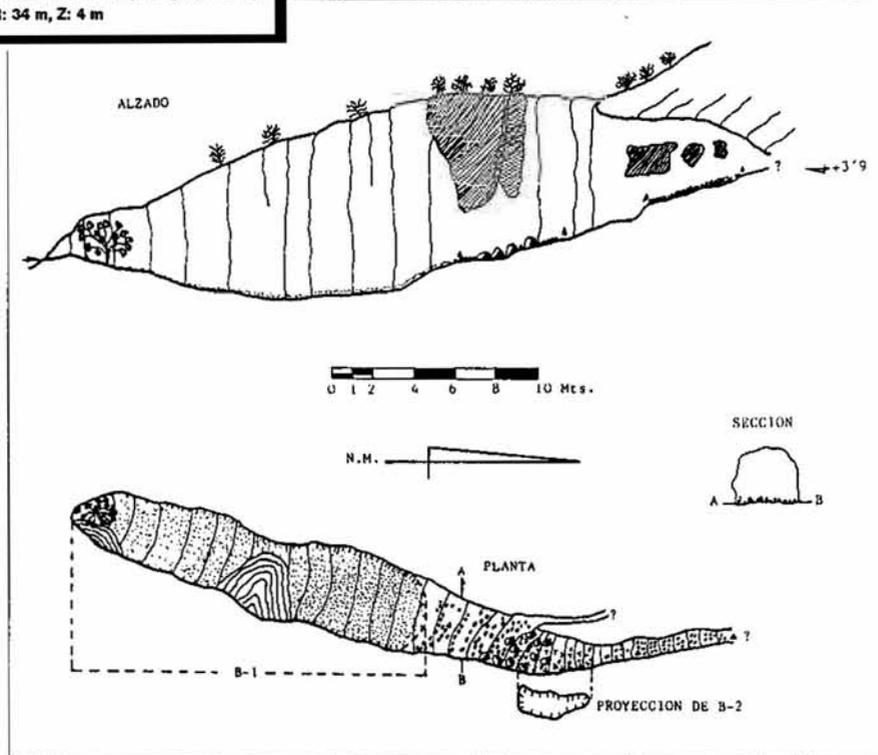
Figura 4
Localización aproximada de las cavidades inventariadas

AT-1. SIMA "PISA DE LA BURRA" (Atarfe)
DR: 73 m, DH: 48 m, Z: -27 m



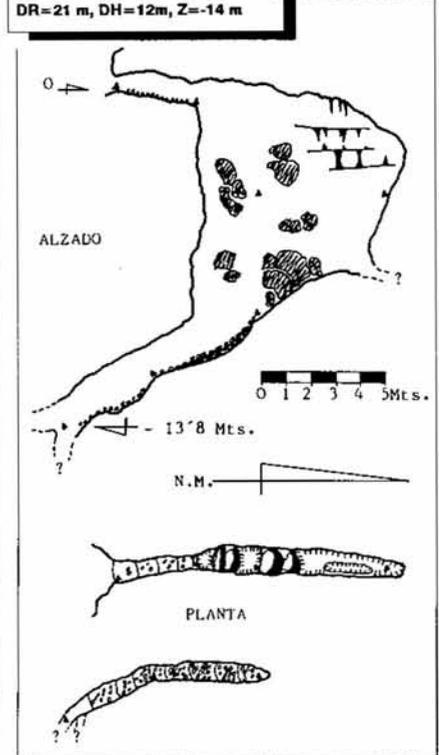
Sima "Pisa de la Burra" (AT-1)
Topografía: G.E.I.

AT-2. SIMA NININI. (El Rajón, Atarfe)
DR: 34 m, Z: 4 m



Sima "Ninini" (AT-2)
Topografía: G.E.I.

AT-3. SIMA "HIGUERETA" (Atarfe)
DR=21 m, DH=12m, Z=-14 m



Sima "Higuereta" (AT-3)
Topografía: G.E.I.

irregular, aunque raramente superan los 40 m, al igual que el desnivel; sólo 12 simas superan una profundidad de 30 m y 6 poseen más de 30 m. Las más espectaculares, en lo que a desnivel se refiere, son Raja Santa (AT-13), La sima del Águila (AT-41) y el Pastor (AT-39), con -163 m, -120 m y -70 m respectivamente.

Todas las simas inventariadas están fuertemente controladas por la fracturación y/o la disposición estructural de los

materiales sobre los que se desarrollan. Así, cavidades como Raja Santa o el Águila están claramente condicionadas por la fracturación (fotografía 4). Otras, como la AT-19 y la AT-20, presentan un desarrollo predominantemente horizontal, coincidente con el buzamiento de las calizas y dolomías sobre las que se han instalado, aunque con cierta influencia de la fracturación en algún caso. Por tanto, desde el punto de vista genético, se podrían clasificar la mayor

parte de las cavidades como vadosas y tectónico-vadosas (NÚÑEZ, 1984), formadas por el tránsito del agua desde la superficie hasta el nivel freático, aprovechando para ello cualquier tipo de discontinuidades que posteriormente han sido ampliadas por la corrosión.

Son relativamente abundantes las morfologías clásticas o de desplome, así como las formas resultantes de la acción de procesos quimioclásticos (aquéllos en cuyo mecanismo genético

intervienen la descalcificación y la fuerza de la gravedad). En las cavidades desarrolladas en las calizas sinemurienses con nódulos de sílex, se pueden observar éstos como elementos insolubles, dando lugar a paredes de morfología muy irregular.

Un rasgo generalizado en las cavidades estudiadas, y bastante común en los macizos carbonatados circundantes, es la ausencia de espeleotemas vadosos, salvo casos muy concretos. Ello puede responder a causas de diversa índole, como la escasez de precipitaciones en el área o la ausencia de una cobertera edáfica capaz de garantizar que el agua de infiltración adquiera el suficiente contenido en CO₂, con la consiguiente ralentización de los procesos espeleogenéticos (FORD Y WILLIAMS, 1989; CALAFORRA et al., 1992).

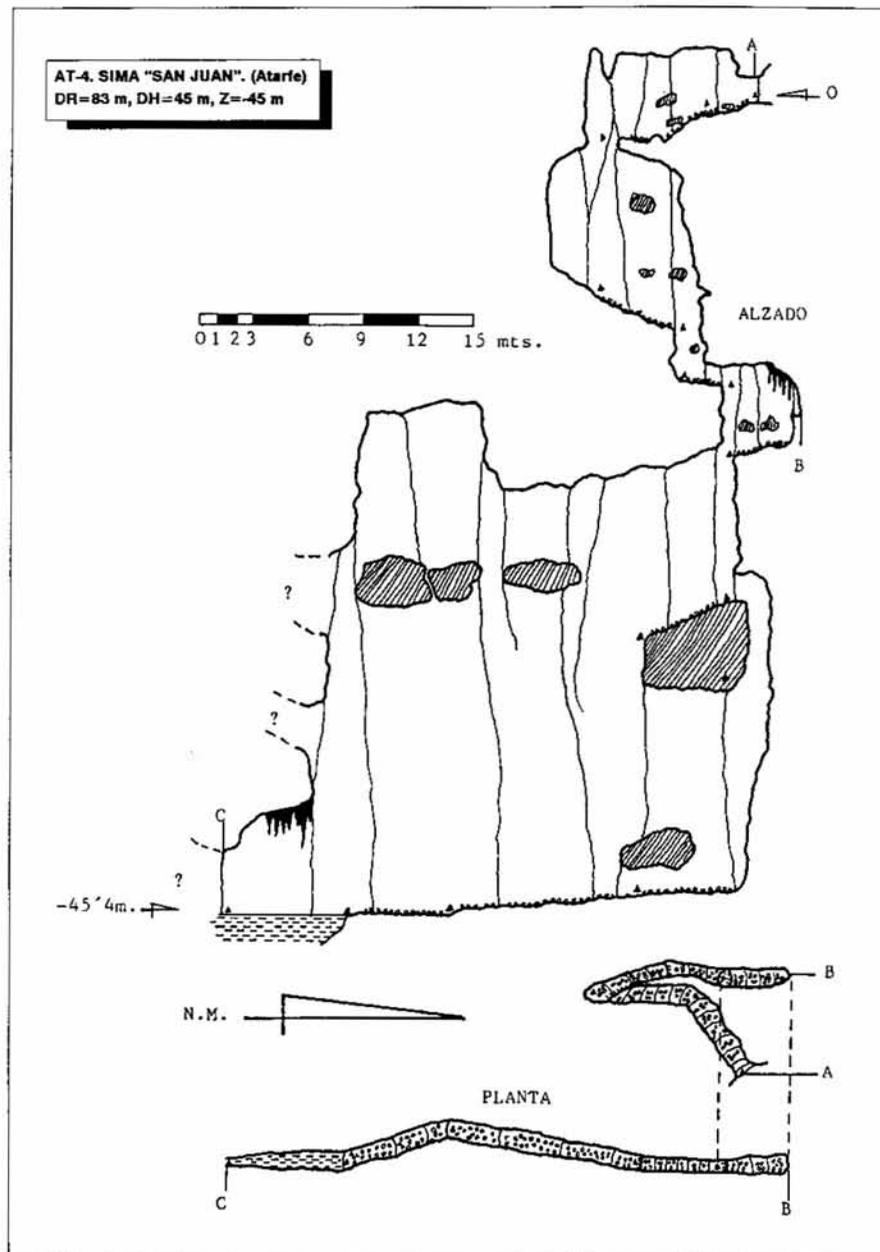
En las simas próximas al nivel piezométrico es posible identificar espeleotemas epiacuáticos, cuyo origen está ligado a la superficie del agua y relacionado con la difusión del CO₂ a través de la interfase agua-aire, lo que implica la existencia de una zona de sobresaturación que coincide exactamente con la superficie del agua (POMAR, 1989). Este tipo de concreciones calcíticas en forma de agregados brotoidales y subredondeados, dispuestos a modo de protuberancias, son observables en cavidades situadas muy por encima del nivel piezométrico actual, como es el caso de la sima Calañas, sima San Juan y la cueva del Gato. Estas cristalizaciones se extienden en forma de bandas con amplitudes que, en algunos casos, superan los 15 metros, lo que implica importantes oscilaciones del nivel piezométrico.

CATÁLOGO DE CAVIDADES

A continuación se describen de forma breve las cavidades más importantes del macizo. Asimismo se ofrece una tabla resumen del inventario de cavidades, con especificación del desarrollo total, profundidad máxima y fecha de topografía (tabla 2). No se indica la ubicación exacta de las mismas, ya que se han detectado algunos errores en algunas, por lo que se está procediendo actualmente a su correcta ubicación. No obstante se ha confeccionado un plano con la localización aproximada de las simas (figura 4)

AT-1. "Pisá de la Burra"

Situada en la vertiente sur del cerro del Almirez, su boca de acceso posee



Sima "San Juan" (AT-4)
 Topografía: G.E.I.

morfología semicircular y cota 659 m s.n.m. Se accede a través de un pozo de 19 metros, al final del cual se desarrollan varias galerías de escasa longitud. El desarrollo total es de 73 m y su profundidad máxima de 26.

AT-4. "Sima de San Juan"

Se trata de una sima tectónico-vadosa de dirección N-S, situada en las inmediaciones de la antigua fábrica de cemento. Con un desarrollo de 83 metros, alcanza un desnivel máximo de 45 m. Posee abundantes espeleotemas epiacuáticos.

AT-5. "Cueva del Gato"

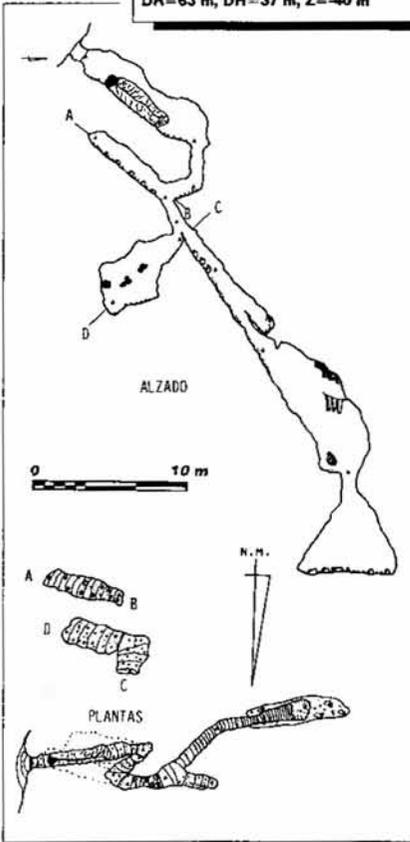
Situada al Este de la fábrica de ce-

mento, se desarrolla merced a una fractura de dirección E-W, visible desde el exterior. Se inicia con una rampa de fuerte inclinación y abundantes bloques sueltos. A 10 metros de profundidad se observan abundantes espeleotemas epiacuáticos, sobre los cuales se han desarrollado diversas cristalizaciones de carácter vadoso. También es posible contemplar superficies lisas con óxidos, probablemente ligados a fenómenos tectónicos.

AT-9. "Cueva de San Andrés"

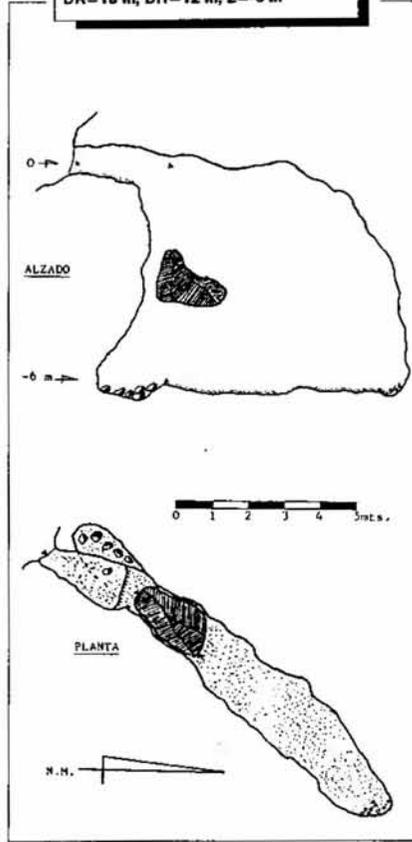
Está situada al Norte del Cerro del Sombrero, próxima a Tajo Colorado. Se desarrolla en calizas con nódulos de sílex, observables en el interior de la cavidad como restos insolubles, junto

AT-5. CUEVA DEL "GATO" (Atarfe)
DR=63 m, DH=37 m, Z=-40 m



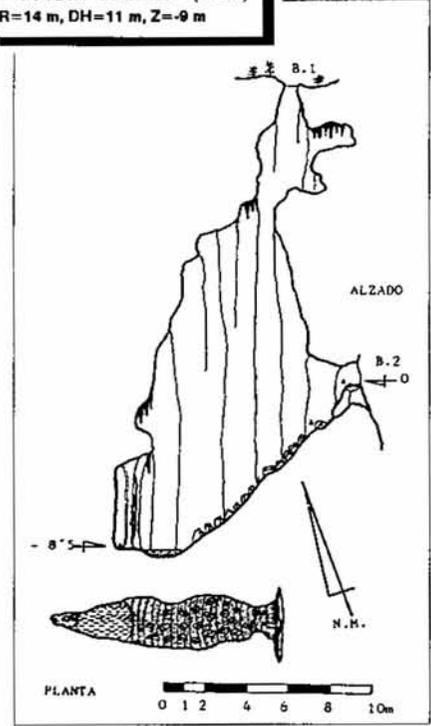
Cueva del "Gato" (AT-5)
Topografía: G.E.I.

AT-6. SIMA "ME DA IGUAL" (Atarfe)
DR=18 m, DH=12 m, Z=-6 m



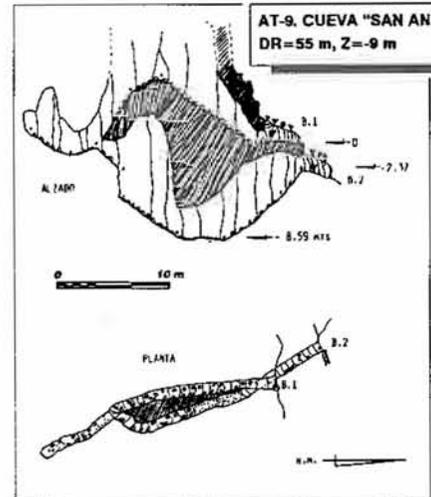
Sima "Me da igual" (AT-6)
Topografía: G.E.I.

AT-7. CUEVA "TOQUERO" (Atarfe)
DR=14 m, DH=11 m, Z=-9 m



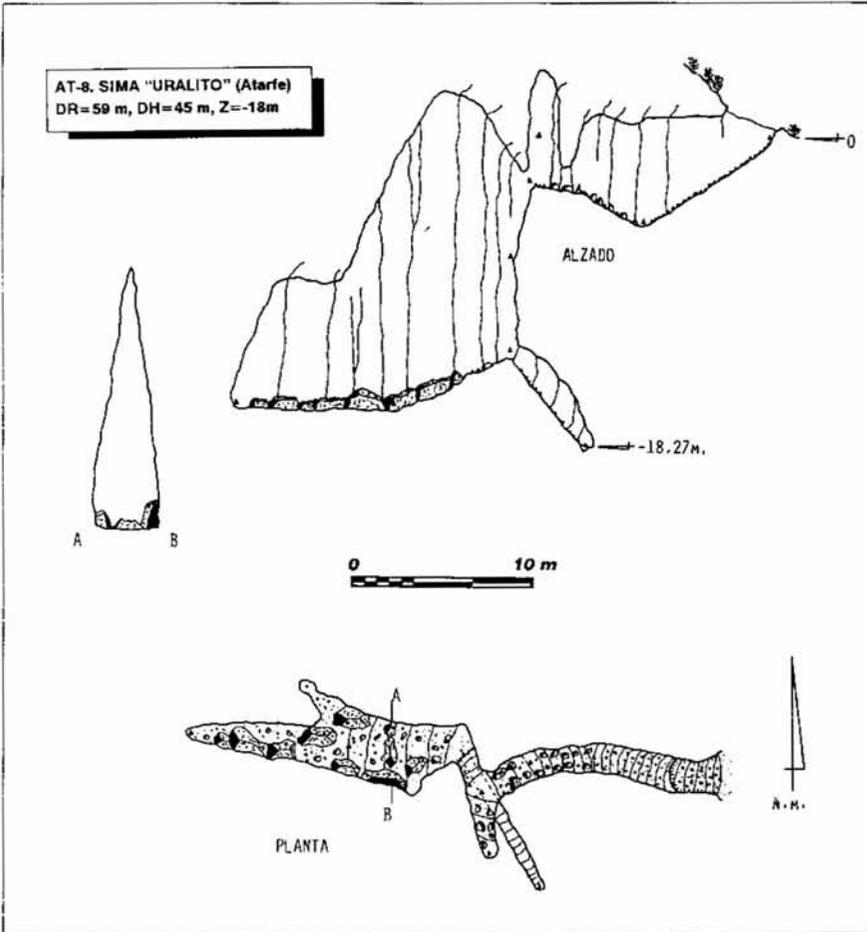
Cueva "Toquero" (AT-7)
Topografía: G.E.I.

AT-9. CUEVA "SAN ANDRES" (Atarfe)
DR=55 m, Z=-9 m



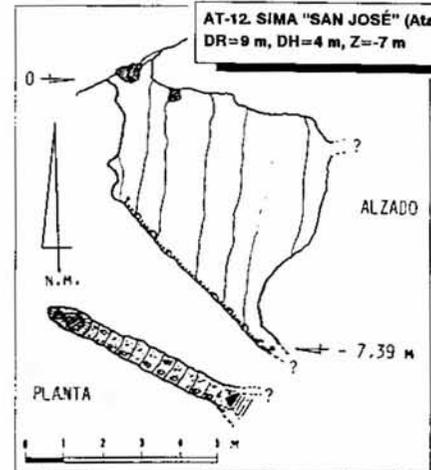
Cueva "San Andrés" (AT-9)
Topografía: G.E.I.

AT-8. SIMA "URALITO" (Atarfe)
DR=59 m, DH=45 m, Z=-18 m

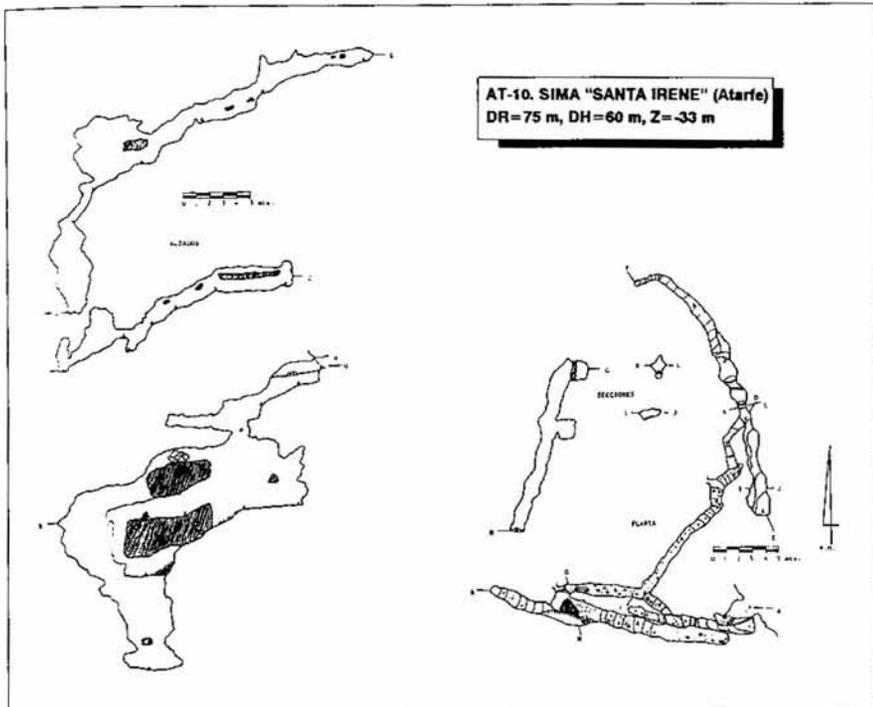


Sima "Uralito" (AT-8)
Topografía: G.E.I.

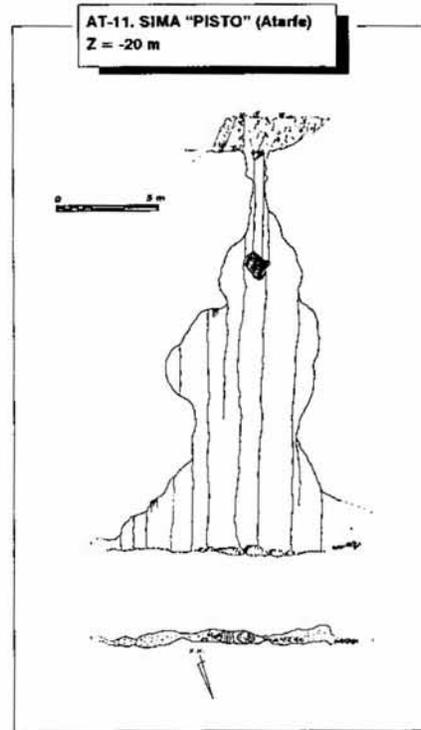
AT-12. SIMA "SAN JOSÉ" (Atarfe)
DR=9 m, DH=4 m, Z=-7 m



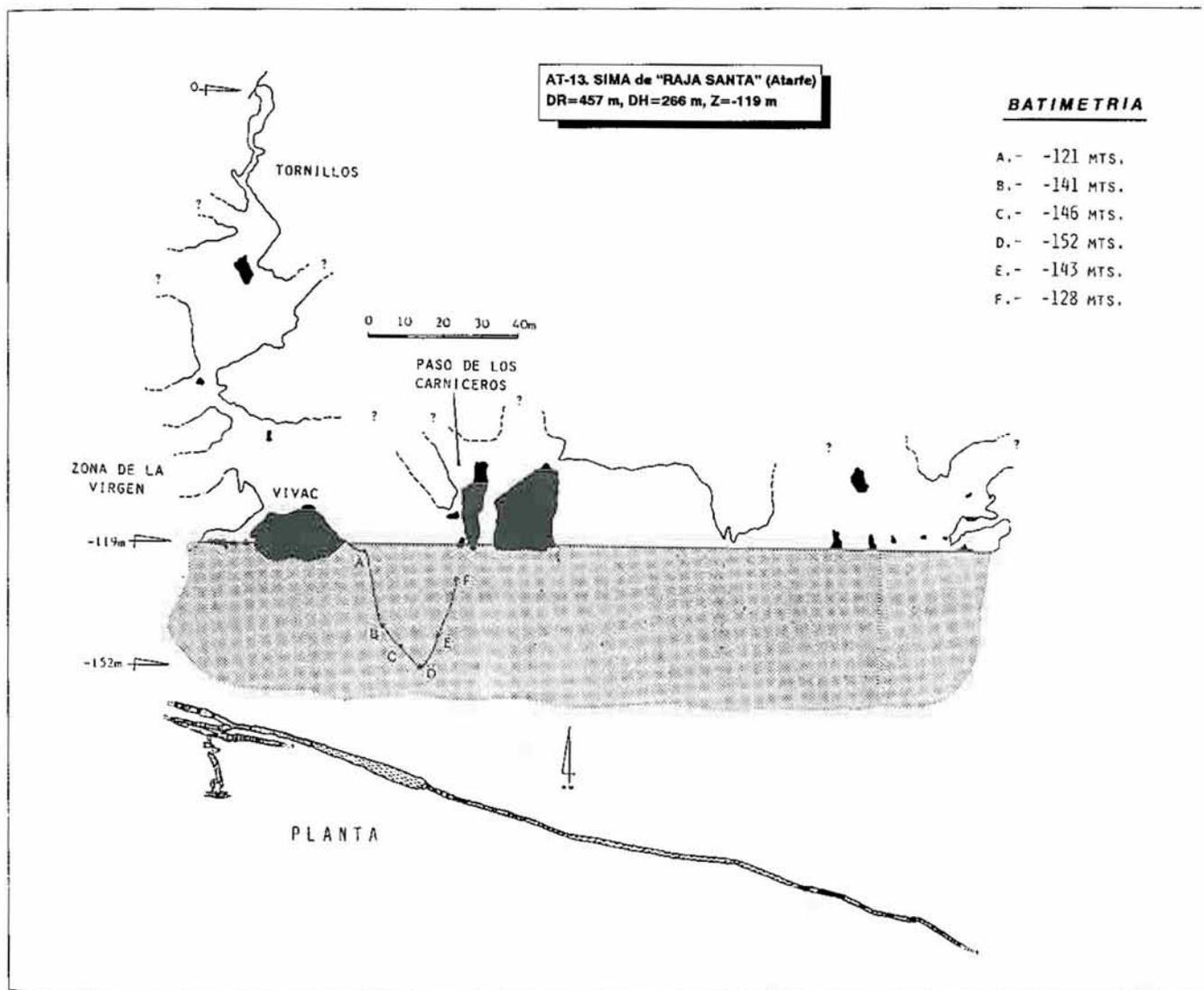
Sima "San José" (AT-12)
Topografía: G.E.I.



Sima "Santa Irene" (AT-10)
 Topografía: G.E.I.



Sima "Pisto" (AT-11)
 Topografía: G.E.I.



Sima "Raja Santa" (AT-13)
 Topografía: G.E.I.

con algunas formaciones parietales. La cavidad posee dos bocas de acceso bastante estrechas, situada una a 11 m de la otra. Es frecuente observar la salida de vapor de agua durante el invierno, lo que facilita su localización, al igual que la mayoría de las cavidades situadas a cota similar.

AT-10. "Santa Irene"

Situada en las proximidades de la AT-9, tiene un desnivel máximo de 33 m, siendo su desarrollo de 74 m. La litología sobre la que se ha desarrollado corresponde a calizas con nódulos de sílex de edad sinemuriense. Fue descubierta en 1967. Durante el año 1977 se llevó a cabo un estudio climatológico de la cavidad, realizándose medidas en diversas épocas del año. La temperatura media es 21 °C, con máximas de 23 °C y mínimas de 20 °C, claramente superiores a la media exterior. Existen formaciones epiacuáticas en el interior, relacionadas con el descenso de antiguos niveles de agua.

AT-13 "Raja Santa"

Es sin duda alguna la cavidad más conocida y famosa del macizo. Posee gran interés espeleológico e hidrogeológico, ya que es una de las pocas cavidades que alcanza el nivel piezométrico, situado a unos 120 metros de profundidad. Otra de sus peculiaridades es el carácter termal de sus aguas, con una temperatura de 32 °C aproximadamente (fotografías 5 y 6). Existe una amplia documentación publicada acerca de esta importante sima (G.E.G. y G.E.S. de la S.E.M., 1982; GONZÁLEZ RÍOS, 1982) e incluso se han efectuado



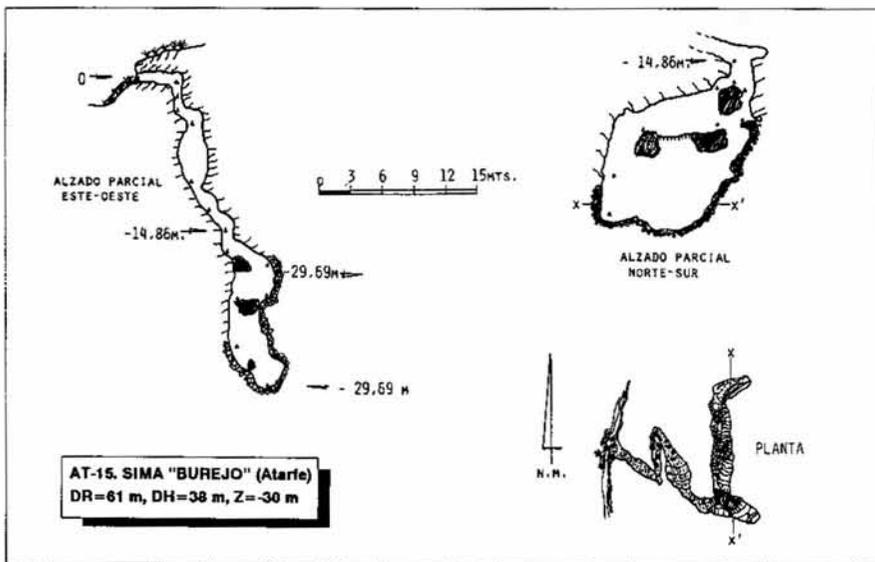
Foto 5
Espeleobuceo en "Raja Santa"
Foto: A. Ávila Alba



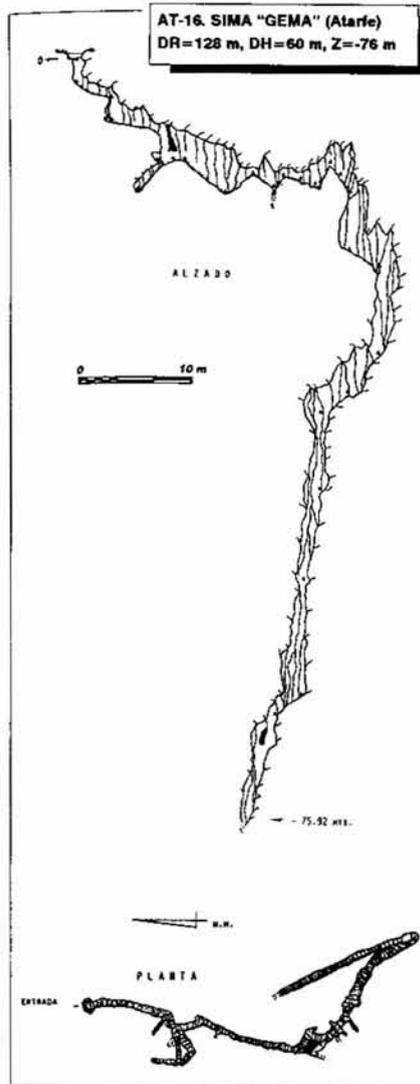
Foto 6
Descenso de la Sima "Raja Santa"
Foto: A. Ávila Alba



Sima de la "Niña" (AT-14)
Topografía: G.E.I.



Sima del "Burejo" (AT-15)
Topografía: G.E.I.



Sima "Gema" (AT-16)
 Topografía: G.E.I.

estudios de carácter climático de la misma (MENJÍBAR et al., 1983).

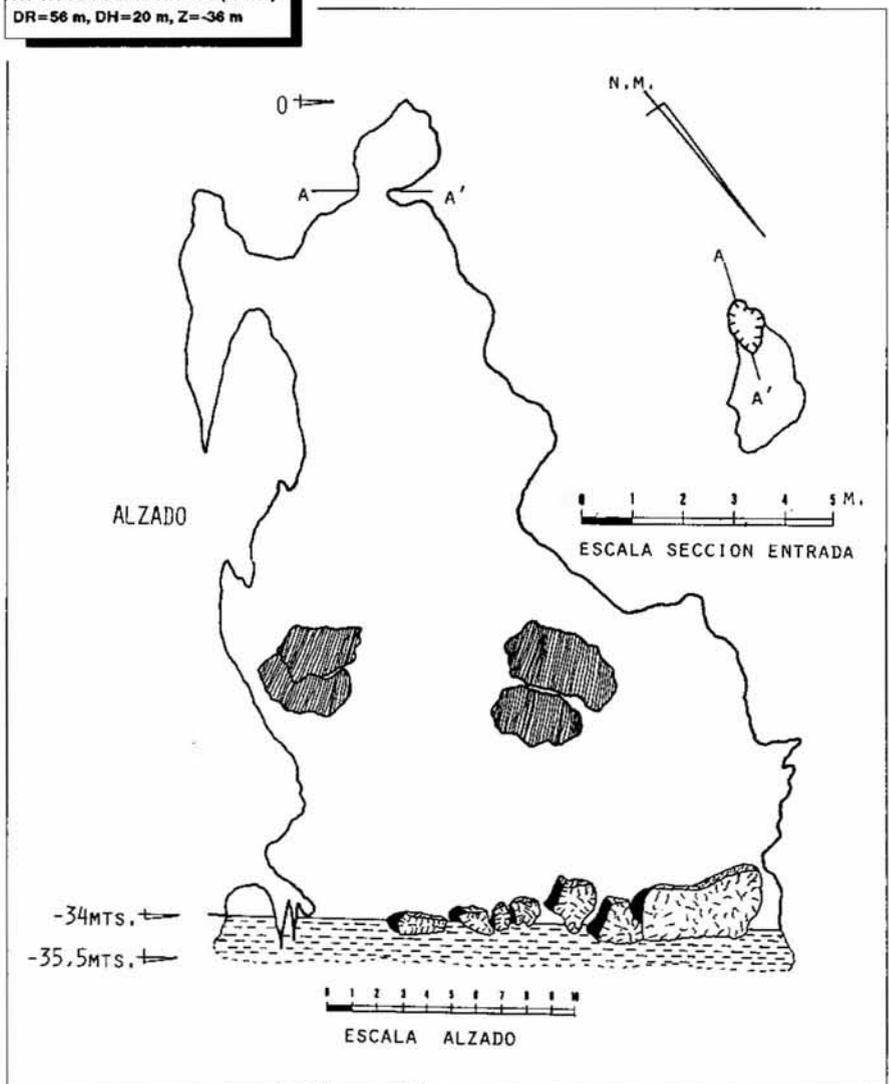
AT-14. "Sima de la Niña"

Se encuentra en las inmediaciones del Cerro del Sombrerete. Presenta morfologías quimioclásticas asociadas a sedimentos de carácter alóctono, así como espeleotemas parietales afectados por procesos de redisolución. Su desarrollo total es de unos 60 m y la profundidad es de 39 m.

AT-15. "Sima del Burejo"

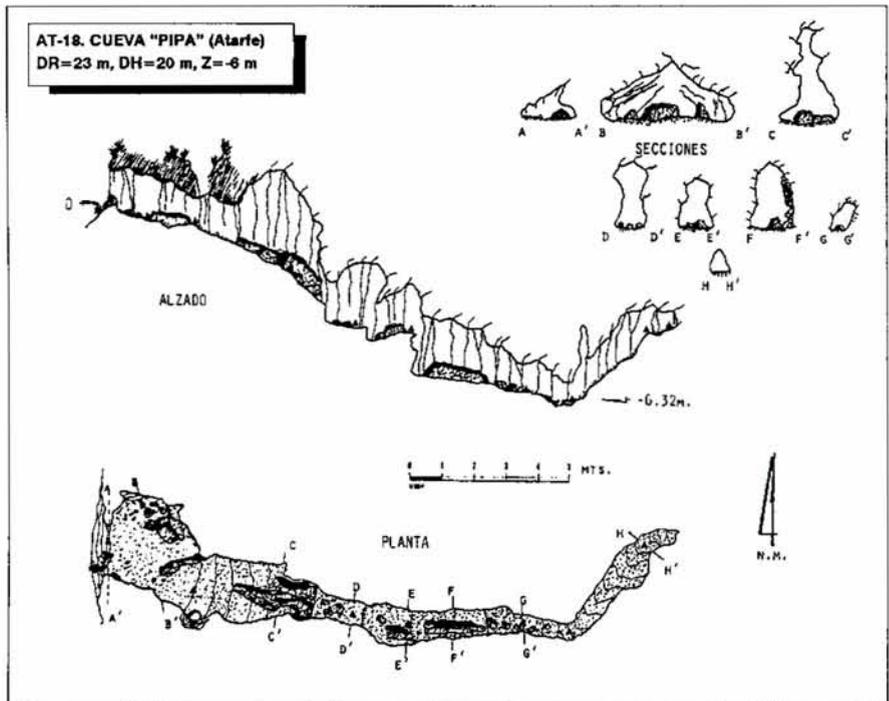
Se localiza en el Cerro de los Mártires, casi en la cumbre del mismo, pudiéndose ver la entrada de la sima desde la carretera nacional. En esta sima se pueden observar numerosas evidencias de procesos graviclásticos, siendo prácticamente anecdótica la presencia de concreciones y espeleotemas. La profundidad máxima es de 30 m, y el desarrollo total 61 m.

AT-17. SIMA de la VIRGEN (Atarfe)
 DR=56 m, DH=20 m, Z=-36 m



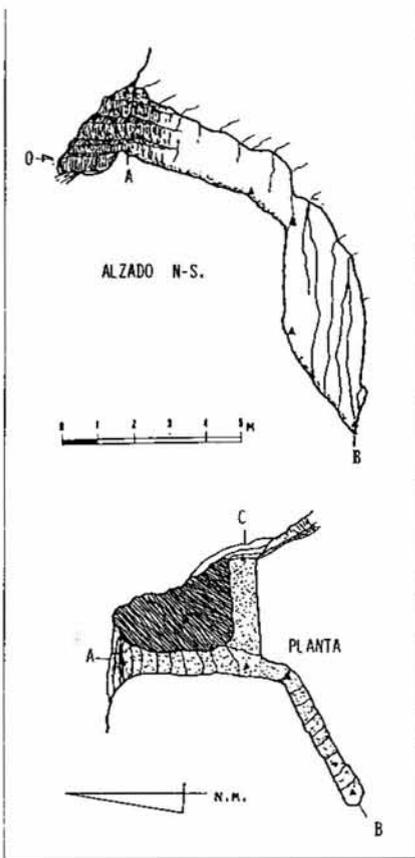
Sima de la Virgen (AT-17)
 Topografía: G.E.I.

AT-18. CUEVA "PIPA" (Atarfe)
 DR=23 m, DH=20 m, Z=-6 m



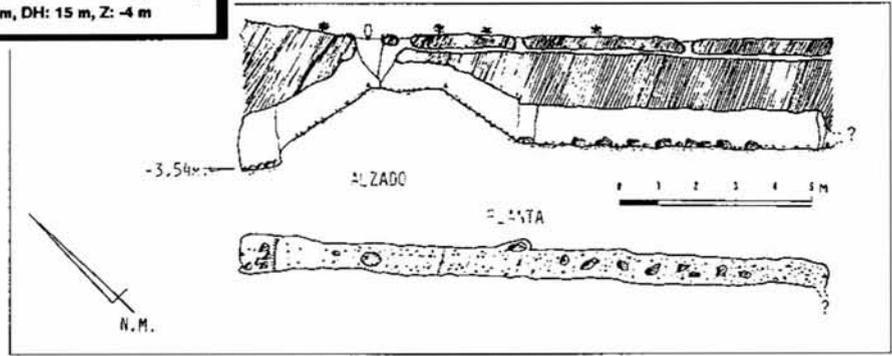
Cueva "Pipa" (AT-18)
 Topografía: G.E.I.

AT-19. CUEVA "QUE NO SE" (Atarfe)
DR: 16 m, Z: -8 m



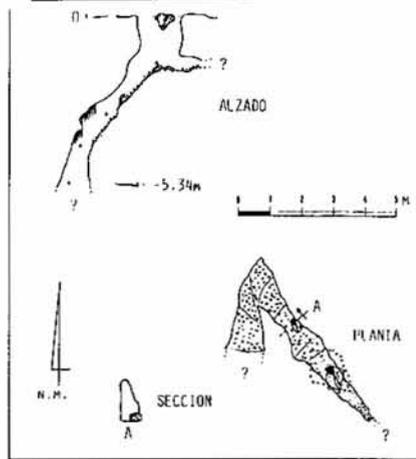
Cueva "Que no se" (AT-19)
Topografía: G.E.I.

AT-20. SIMA "LAPALALA" (Atarfe)
DR: 18 m, DH: 15 m, Z: -4 m



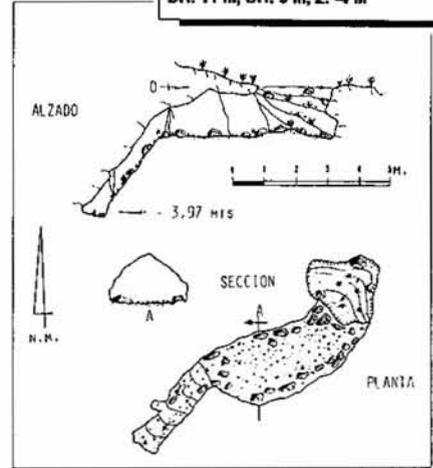
Sima "Lapapala" (AT-20)
Topografía: G.E.I.

AT-21. SIMA "PINGÜINO" (Atarfe)
DR: 8 m, DH: 6 m, Z: -5 m



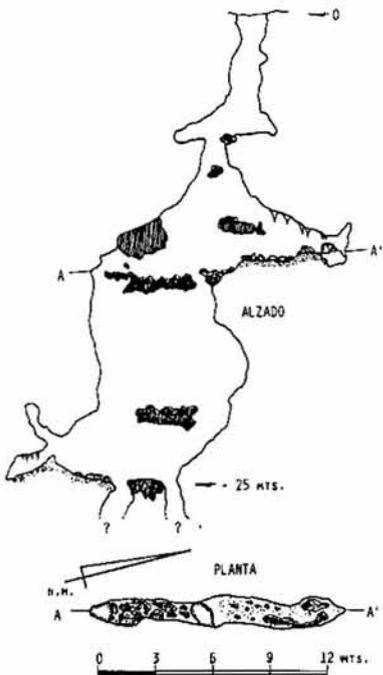
Sima "Pingüinos" (AT-21)
Topografía: G.E.I.

AT-22. CUEVA "NO ME LLUEVE" (Atarfe)
DR: 11 m, DH: 9 m, Z: -4 m



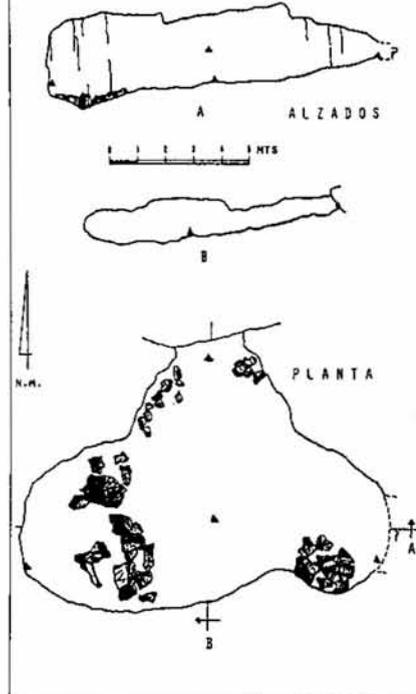
Cueva "No me llueve" (AT-22)
Topografía: G.E.I.

AT-24. SIMA "TOSTANCIEGOS" (Atarfe)
DR: 48 m, DH: 23 m, Z: -25 m



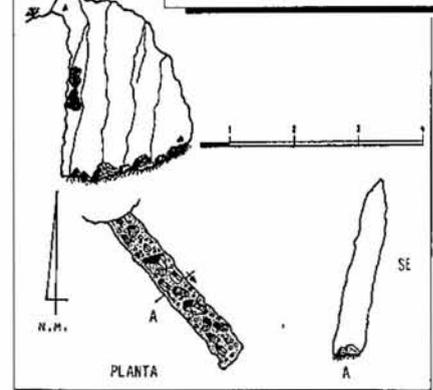
Sima "Tostanciegos" (AT-24)
Topografía: G.E.I.

AT-25. CUEVA "AQUELARRE" (Atarfe)
DR: 19 m, DH: 19 m, Z: -1 m



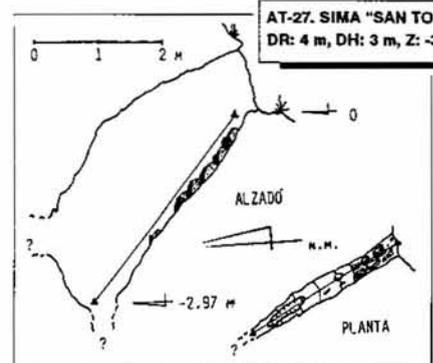
Cueva "Aquelarre" (AT-25)
Topografía: G.E.I.

AT-26. SIMA "SANTA CHICA" (Atarfe)
DR: 4 m, DH: 3 m, Z: -2 m



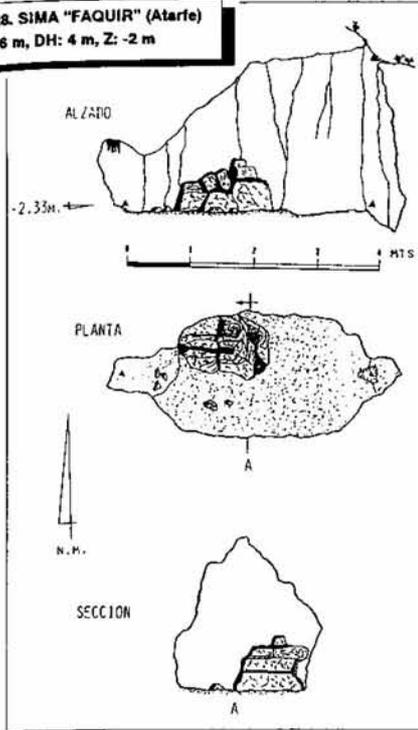
Sima "Santa Chica" (AT-26)
Topografía: G.E.I.

AT-27. SIMA "SAN TODOY" (Atarfe)
DR: 4 m, DH: 3 m, Z: -3 m

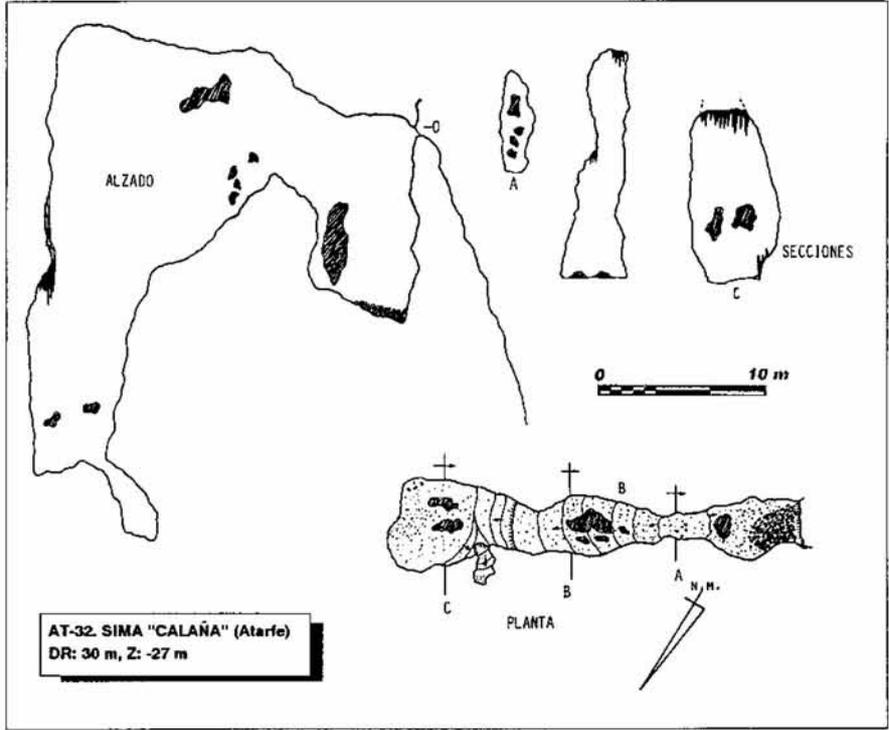


Sima "San Today" (AT-27)
Topografía: G.E.I.

AT-28. SIMA "FAQUIR" (Atarfe)
 DR: 6 m, DH: 4 m, Z: -2 m



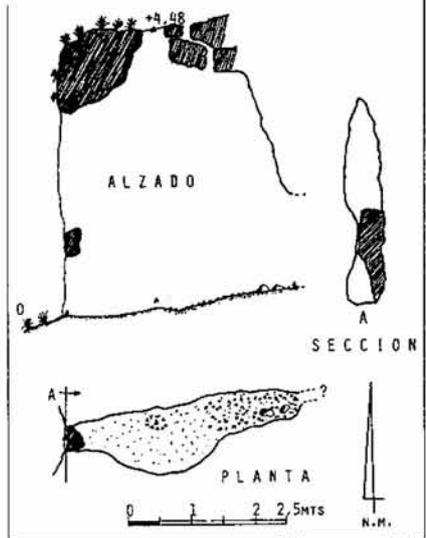
Sima "Faquir" (AT-28)
 Topografía: G.E.I.



AT-32. SIMA "CALAÑA" (Atarfe)
 DR: 30 m, Z: -27 m

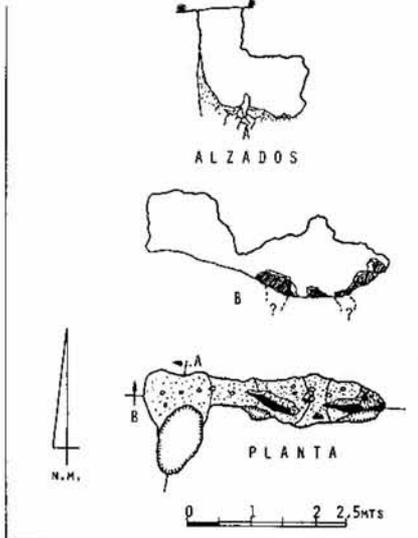
Sima "Calañas" (AT-32)
 Topografía: G.E.I.

AT-36. ABRIGO "GROTTA" (Atarfe)
 DR: 8 m, DH: 4 m, Z: +4 m



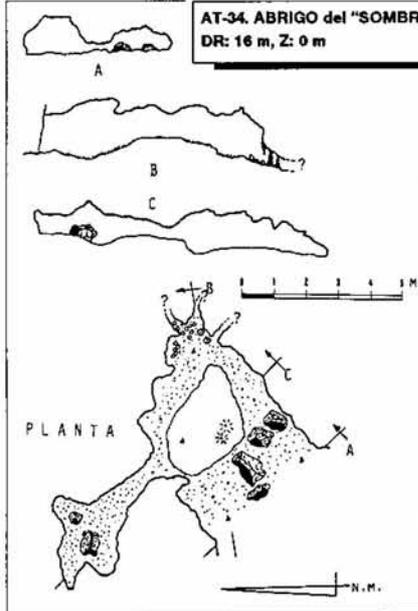
Abrigo "Grotta" (AT-36)
 Topografía: G.E.I.

AT-31. SIMA "ARTI" (Atarfe)
 DR: 4 m, Z: -3 m



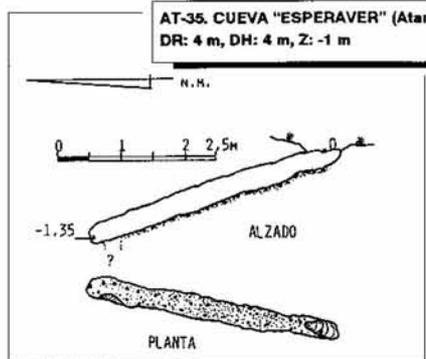
Sima "Arti" (AT-31)
 Topografía: G.E.I.

AT-34. ABRIGO del "SOMBRERETE II" (Atarfe)
 DR: 16 m, Z: 0 m



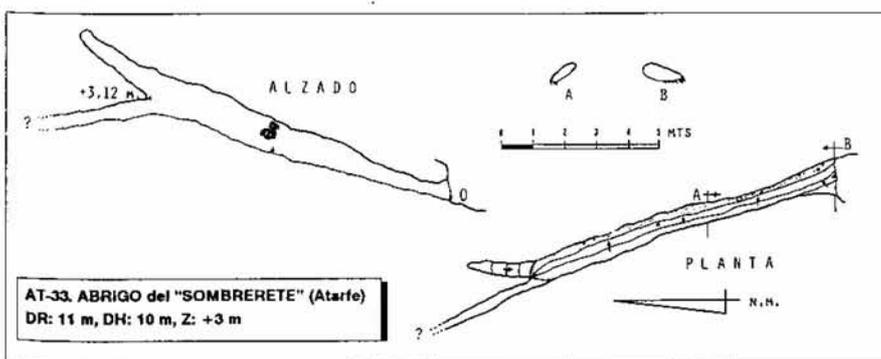
Abrigo del "Sombrero II" (AT-34)
 Topografía: G.E.I.

AT-35. CUEVA "ESPERAVER" (Atarfe)
 DR: 4 m, DH: 4 m, Z: -1 m

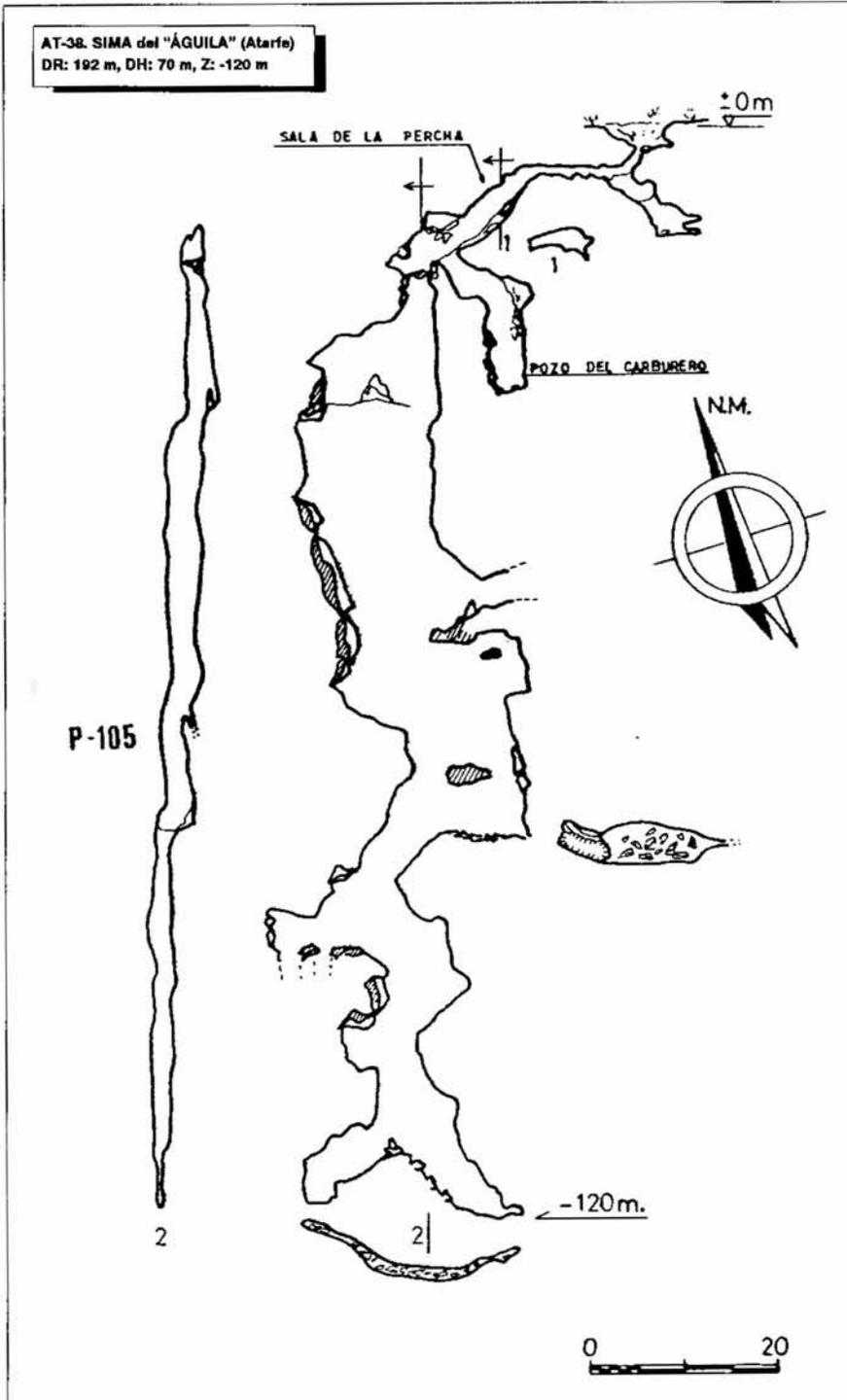


Cueva "Esperaver" (AT-35)
 Topografía: G.E.I.

AT-33. ABRIGO del "SOMBRERETE" (Atarfe)
 DR: 11 m, DH: 10 m, Z: +3 m



Abrigo del "Sombrero" (AT-33)
 Topografía: G.E.I.



Sima del "Águila" (AT-38, AT-1 GEG)
Topografía: G.E.G.

AT-16. "Sima Gema"

Es una de las cavidades con mayor profundidad (76 m), superando los 120 m de desarrollo. Está situada en las inmediaciones de la AT-15 y son características de esta sima su estrechez y la ausencia de concreciones y espeleotemas.

AT-17. "Sima de la Virgen"

Se localiza en las inmediaciones de una cantera próxima al km 430 de la

carretera nacional CN-342. Su profundidad máxima es de 35.5 m y el desarrollo supera los 56 m. Fue topografiada en el año 1970 por el Grupo Alpino 4P (Sección de Espeleología).

AT-38. "Sima del Águila"

Se trata de la segunda vertical más importante del macizo (-120 m). Situada en la vertiente norte de Sierra Elvira, próxima a otras cavidades de notables dimensiones (simas del Castro y el Pastor), ha sido objeto de publicación en



Foto 7
Descenso de la Sima del Águila
Foto: A. Ávila Alba

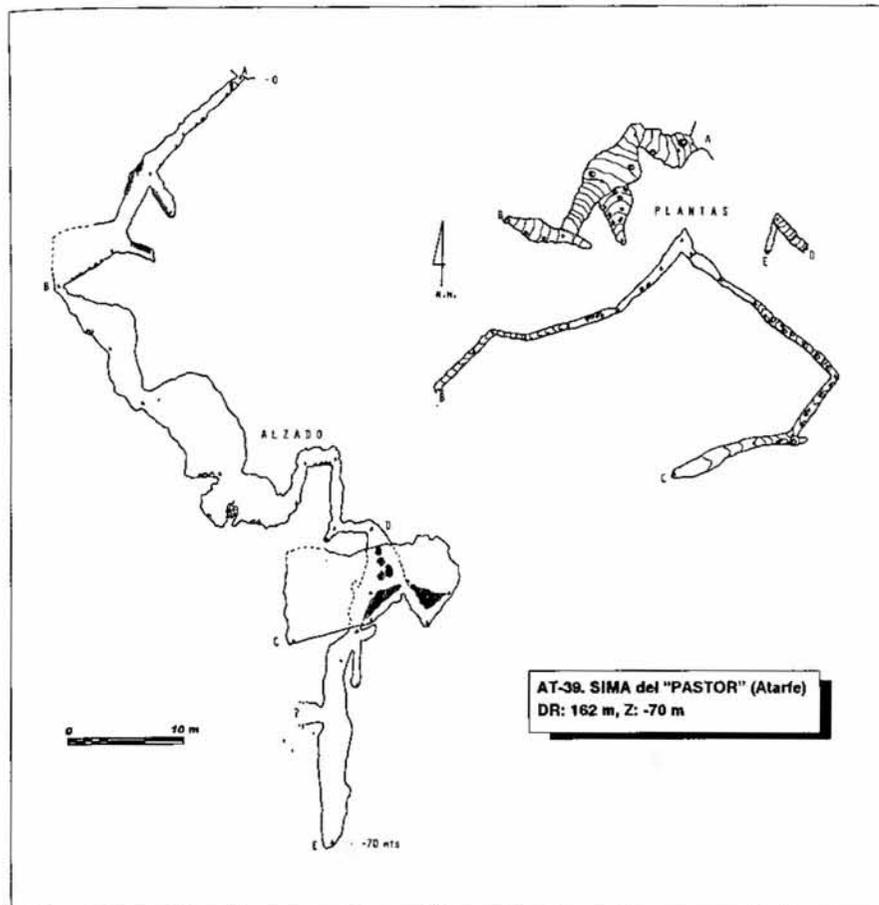


Foto 8
Sima del Águila. Foto: A. Ávila Alba

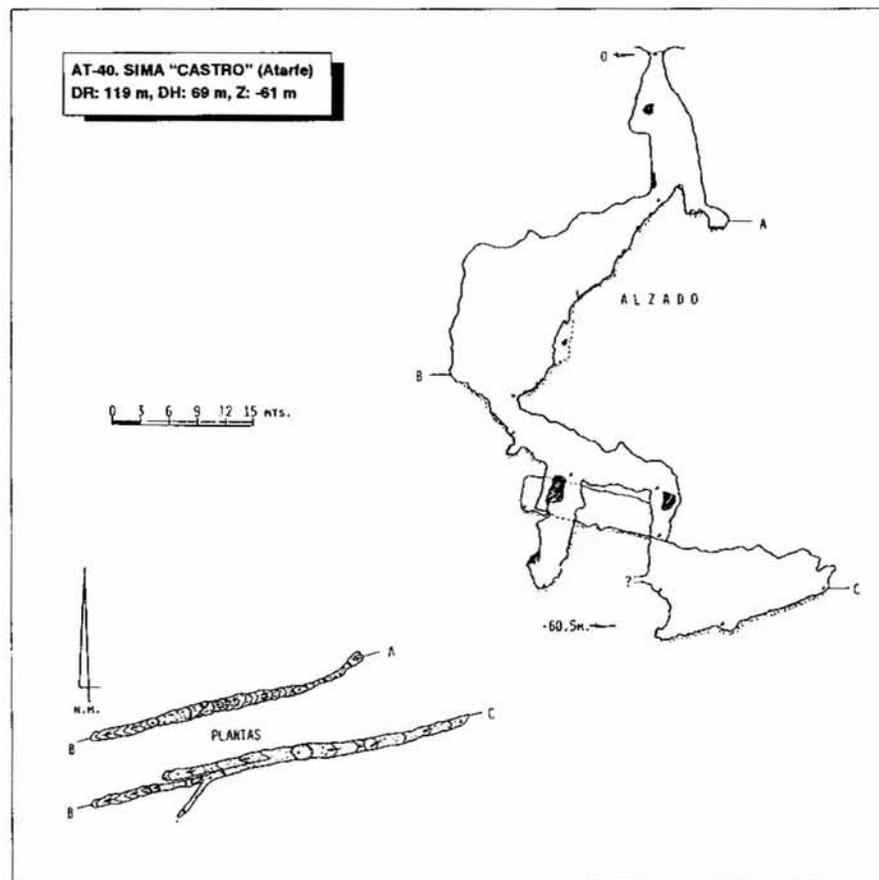
varias ocasiones (GONZÁLEZ RÍOS, 1982; GONZÁLEZ RÍOS, 1992). Se trata de una sima de origen claramente tectónico, sin apenas concreciones ni espeleotemas, aunque sí abundan los procesos graviclásticos. Posee gran interés deportivo, con verticales absolutas que superan los 90 m (fotografías 7 y 8).

AT-39. "Sima del Pastor"

Al igual que en el caso anterior, esta cavidad tiene también un gran interés



Sima del "Pastor" (AT-39)
 Topografía: G.E.I.



Sima "Castro" (AT-40)
 Topografía: G.E.I.

espeleológico, ya que su descenso se realiza prácticamente a oposición (-70 m). Está situada en la vertiente norte del macizo, próxima a las simas del Águila (AT-38) y del Pastor (AT-40).

AT-40. "Sima del Castro"

Es otra de las cavidades emblemáticas de Sierra Elvira, con una profundidad de 60 m y un desarrollo de 119 m. Su boca de acceso está situada en la vertiente norte del pico Piorno, a 920 m s.n.m. Son abundantes las morfologías graviclásticas ("caos de bloques") y en algunos puntos se pueden observar formaciones parietales. Según datos tomados en el año 1975, la temperatura media es de 15,1 °C, valor casi idéntico a la media exterior calculada. Ello indica que esta cavidad no estaría afectada por procesos de termalismo, lo cual es comprensible dada la cota a la que se encuentra.

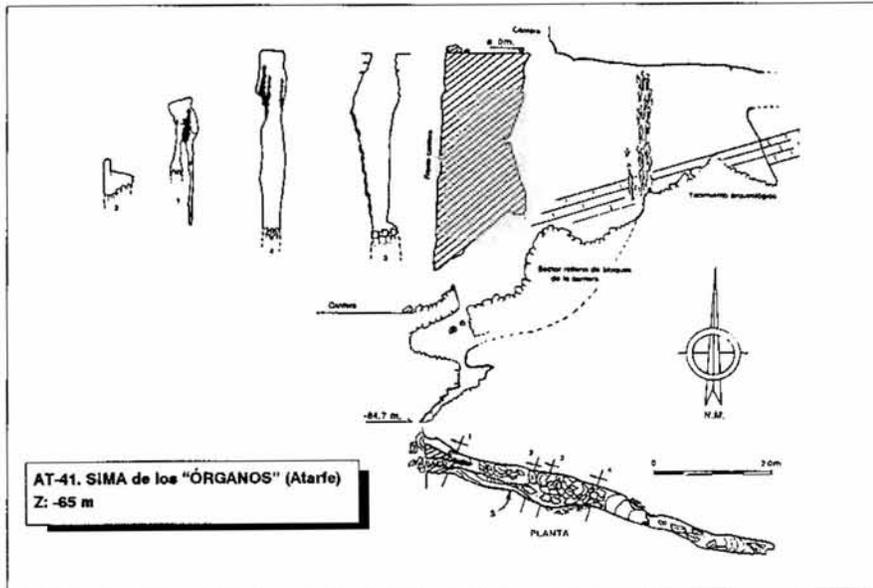
PP-2. "Sima de los Plomos"

Conocida desde 1946, fue explorada por primera vez en 1977. Está situada en el término municipal de Pinos Puente. Su profundidad máxima es de 26 m, y su desarrollo supera los 67 m. El valor medio de su temperatura es 14.5 °C, según se desprende de los datos tomados durante los años 77 a 79.

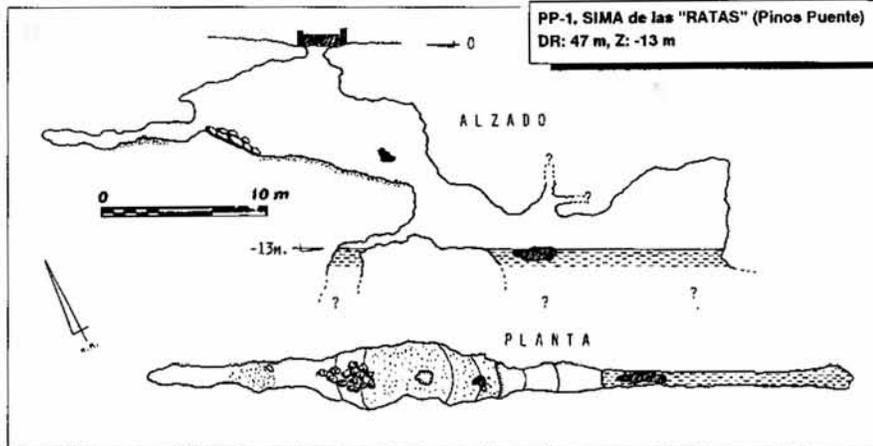
DIRECCIONES PREFERENCIALES DE KARSTIFICACIÓN

Se ha llevado a cabo el análisis de las direcciones de las galerías cartografiadas, con el objeto de determinar la dirección predominante de desarrollo del endokarst. El método empleado ha consistido en dibujar tramos rectilíneos de galerías a partir de las 43 topografías disponibles. Se obtuvo un total de 238 segmentos que corresponden a una longitud de 1483 m. La densidad teórica de la red explorada es de 148 m/km², valor que contrasta fuertemente con los 9.7 m/km² deducidos en Sierra Gorda, próxima a Sierra Elvira (LÓPEZ CHICANO Y PULIDO BOSCH, 1988). Para el estudio estadístico se han tenido en cuenta, por un lado, datos puntuales de direcciones, y por otro, direcciones y longitudes acumuladas, representándose los datos en forma de histogramas circulares (figura 5).

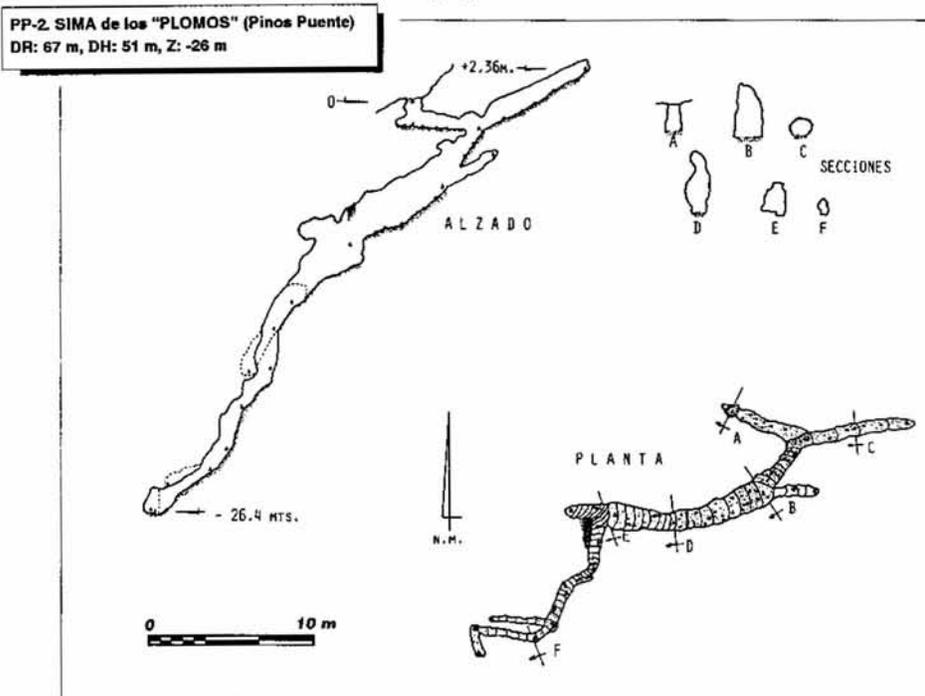
El análisis direccional llevado a cabo revela la existencia de un máximo absoluto de dirección N 90-110 E (habría que descontar el efecto de la declinación magnética), coincidiendo con el máximo de karstificación deducido en maci-



Sima de los "Órganos" (AT-41)
Topografía: S.G.E.G. y G.E.M.



Sima de las "Ratas" (PP-1)
Topografía: G.E.I.



Sima de los "Pomos" (PP-2)
Topografía: G.E.I.

zos próximos (LÓPEZ CHICANO y PULIDO BOSCH, op. cit.). Otros máximos relativos son N 150-160 E, N 40-50 E y N 0-10 E que, salvo éste último, coinciden con los grandes sistemas de fracturas observables en Sierra Elvira. Sin embargo, el máximo absoluto de karstificación deducido anteriormente no coincide con la dirección de las lineaciones observables en Sierra Elvira. No obstante, existen fracturas antiguas de dirección E-W aproximadamente que no desarrollan un máximo en el análisis de fracturación realizado sobre el macizo (PARDO, 1986), por estar enmascaradas por juegos de fracturas más recientes, pero que se ven afectadas por una intensa karstificación.

CONCLUSIONES

Hasta ahora se había considerado a Sierra Elvira como un macizo carbonatado sin abundantes manifestaciones kársticas subterráneas, atribuyéndole un papel secundario desde el punto de vista espeleogenético, a excepción de la sima de Raja Santa. La realidad es bien distinta, ya que en sólo 10 km² de afloramientos susceptibles de karstificación, se han topografiado más de 40 cavidades que suponen un desarrollo total de 2.329 m de longitud, con profundidades que rebasan los 50 m en 6 cavidades, dos de las cuales superan los 100 m de desnivel.

De los afloramientos carbonatados los que desarrollan mayor número de cavidades son las calizas con nódulos de sílex y calizas con crinoides, de edades Sinemuriense y Carixiense, respectivamente. Las dolomías del Lías inferior también desarrollan importantes cavidades en la vertiente norte del macizo, caracterizadas por la ausencia de concreciones y espeleotemas, siendo frecuentes en ellas las morfologías graviclásticas. La dirección predominante de las galerías topografiadas (N 90-110 E) no coincide con la de las fracturas visibles en fotografía aérea, lo que puede interpretarse como que se trata de un antiguo sistema preferencial de karstificación, hoy afectado por fracturas más recientes.

El proceso de karstificación actual se encuentra fuertemente afectado. Una profunda degradación forestal, originada por una prolongada actividad humana, ha dado lugar a la instauración de una vegetación rala que protege débilmente a los suelos frente a las precipitaciones. La pérdida de esta cobertura edáfica impide que el agua de lluvia se enriquezca en CO₂, afectando negativamente a los procesos de disolución.

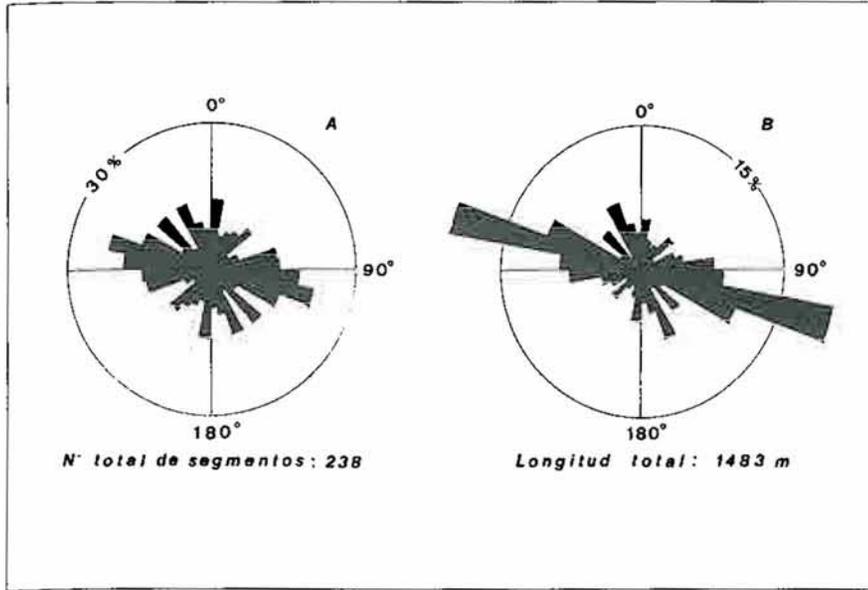
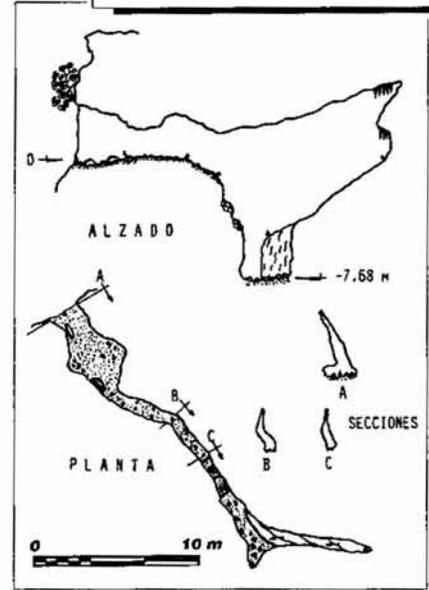


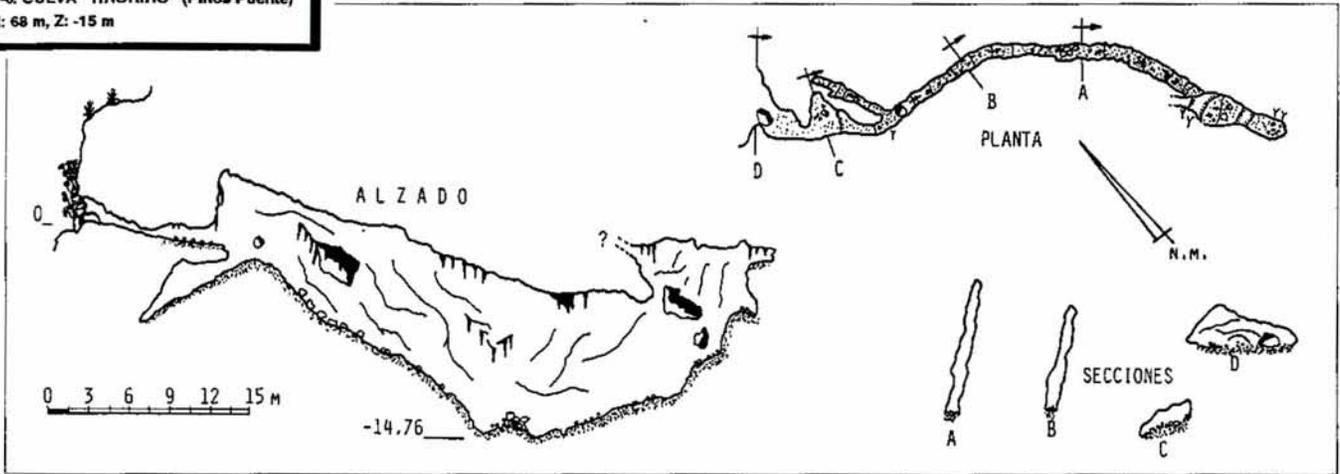
Figura 5
Distribución direccional de las galerías cartografiadas (A: número de segmentos; B: longitudes acumuladas) en el macizo kárstico de Sierra Elvira.

PP-3. CUEVA de la "HIGUERA" (Pinos Puente)
DR: 33 m, DH: 29 m, Z: -8 m



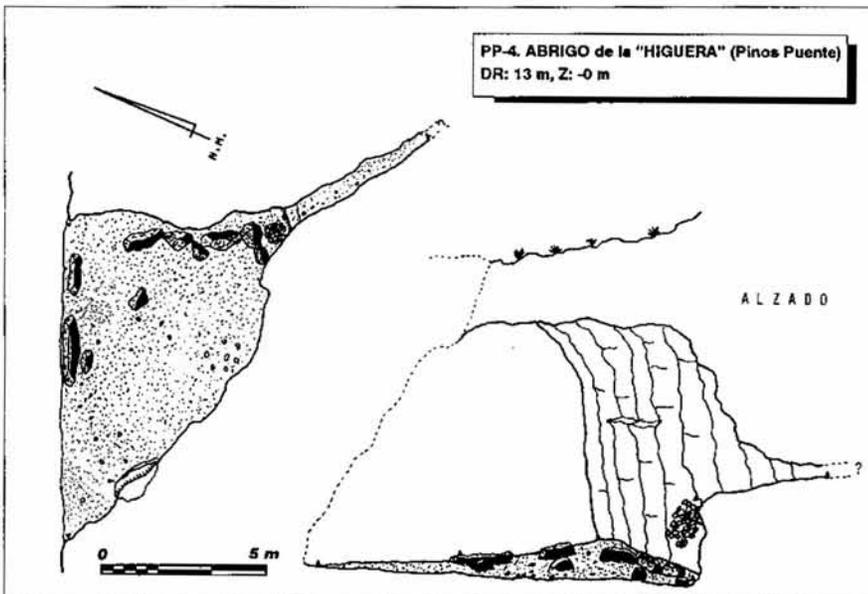
Cueva de la "Higuera" (PP-3)
Topografía: G.E.I.

PP-6. CUEVA "TIRORIRO" (Pinos Puente)
DR: 68 m, Z: -15 m



Cueva "Tiroriro" (PP-6)
Topografía: G.E.I.

PP-4. ABRIGO de la "HIGUERA" (Pinos Puente)
DR: 13 m, Z: -0 m



Abrigo de la "Higuera" (PP-4)
Topografía: G.E.I.

Por otra parte, la escasez de precipitación y el desarrollo incontrolado de algunas explotaciones de áridos contribuyen a frenar (y a destruir) este importante endokarst.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este artículo ha sido posible gracias a la labor desarrollada durante casi 20 años por los miembros del Grupo Espeleológico Ilíberis, en especial nuestro compañero y amigo Luis Ávila Alba, que coordinó y participó en casi todas las topografías aquí presentadas. Queremos expresar nuestra más sincera gratitud a D. Antonio Pulido Bosch, Profesor Titular de Hidrogeología del Dpto. de Geodinámica de la Universidad de Granada y Miembro Honorífico del G.E.I., por sus sugerencias y anotaciones acerca del presente artículo.

SIGLAS	NOMBRE	D	Z	TOPOGRAFIA
AT-1	Pisa de la Burra	73,5	-26,8	G.E.I. 1976
AT-2	Ninini (El Rajón)	33,7	3,95	G.E.I. 1976
AT-3	Higuera	20,6	-13,8	G.E.I. 1983
AT-4	Sima de San Juan	83,4	-45,4	G.E.I. 1975
AT-5	Cueva del Gato	62,5	-32,9	G.E.I. 1979
AT-6	Sima Me Da Igual	17,8	-6	G.E.I. 1978
AT-7	Sima Toquero	13,6	-8,5	G.E.I. 1978
AT-8	Sima Uralito	58,5	-18,3	G.E.I. 1975
AT-9	Cueva S. Adrés	54,6	-8,6	G.E.I. 1977
AT-10	Sima Santa Irene	75,26	-33,2	G.E.I. 1975
AT-11	Sima Pisto	15,2	-20	G.E.I. 1977
AT-12	Sima S. José	9,3	-7,4	G.E.I. 1975
AT-13	Raja Santa	456,8 (584)	-152 (-163)	(1)
AT-14	Sima Niña	51,9	-38,8	G.E.I. 1975
AT-15	Sima Burejo	61,4	-29,7	G.E.I. 1981
AT-16	Sima Gema	128,5	-75,9	G.E.I. 1980
AT-17	Sima de la Virgen	55,5	-35,5	G.A.4P 1970
AT-18	Cueva Pipa	22,7	-6,3	G.E.I. 1981
AT-19	Cueva No Se	15,7	-7,6	G.E.I. 1979
AT-20	Lapapala	17,8	3,5	G.E.I. ¿?
AT-21	Los Pingüinos	8,2	-5,3	G.E.I. 1981
AT-22	Cueva No Me Lueve	10,6	-4	G.E.I. 1977
AT-23	Sima de los Baños	-	-	-
AT-24	Sima Tostanciegos	47,5	-25	G.A.4P 1973
AT-25	Cueva Aquellarre	19	-1,3	G.E.I., 1979
AT-26	Sima Santa Chica	3,5	-2,1	G.E.I., 1979
AT-27	Sima San Todoy	4	-3	G.E.I., 1979
AT-28	Sima Faquir	6,3	-2,3	G.E.I., 1979
AT-31	Sima Artí	3,75	2,7	G.E.I., 1978
AT-32	Sima Calañas	29,9	27,1	G.E.I., 1978
AT-33	Abrigo Sombrerete	10,6	3,1	G.E.I., 1980
AT-34	Abrigo Sombrerete II	16,4	0	G.E.I., 1980
AT-35	Cueva Esperaver	4	-1,4	G.E.I. ¿?
AT-36	Abrigo Grotta	8	4,5	G.E.I. ¿?
AT-38	Sima del Aguila	192	-120	G.E.G. 1975
AT-39	Sima del Pastor	161,7	-70	G.E.I. 1976
AT-40	Sima del Castro	119	-60,5	G.E.I. 1975
AT-41	Sima Organos	-	-64,7	S.G.E.G.-G.E.M. (199
PP-1	Las Ratas	47	-13	G.E.I. 1973
PP-2	Los Plomos	67,3	-26,4	G.E.I. 1977
PP-3	La Higuera	33,2	-7,7	G.E.I. 1979
PP-4	Abrigo de la Higuera	13,2	0	G.E.I. 1979
PP-5	Cueva Tiroriro	68,1	-14,8	G.E.I. 1980

Tabla 2

Resumen del inventario de cavidades de Sierra Elvira. D: desarrollo total, en m; Z: desnivel total, en m; en la tercera columna se muestra el grupo que realizó la topografía y el año de realización de la misma; (1): Entre paréntesis, valores deducidos de la topografía realizada por G.E.G.-G.E.S. de la S.E.M. en 1981. Existen 4 topografías de esta sima (G.E.G., GA-4P, G.E.I. y S.G.E.G.-G.E.S. de la S.E.M.).

culo. Asimismo queremos agradecer la colaboración desinteresada en los aspectos tectónicos del trabajo a D. Víctor García Dueñas, Catedrático de Geodinámica de la Universidad de Granada, así como a D. Antonio Castillo Martín, investigador del C.S.I.C. y al profesor D. Manuel López Chicano, de la Universidad de Granada. También queremos manifestar nuestra gratitud a D. Manuel J. González Ríos, miembro de la S.G.E.G. por la información y topografías facilitadas. No podemos olvidar a todas aquellas personas que en algún momento colaboraron, o simplemente acompañaron, en las tareas de exploración y topografía de las cavidades y simas de Sierra Elvira.

BIBLIOGRAFÍA

BRAGA J.C., JIMÉNEZ A.P., y RIVAS P.

(1979). *El Jurásico de Sierra Elvira (estudio especial del Lías medio y superior)*. Cuad. Geol. Univ. Granada. 10: 597-604.

CALAFORRA J.M., FORTI P. y PULIDO-BOSCH A. (1992). *Nota preliminar sobre la influencia climática en la evolución espeleogenética en yesos, con especial referencia a los afloramientos kársticos de Sorbas (España) y de Emilia Romagna (Italia)*. Espeleotemas, 2: 9-18, Almería.

CASTILLO A. (1986). *Estudio hidrogeológico del acuífero de la Vega de Granada*. Tesis Doctoral. IGME-Univ. Granada, 658 p.

CASTILLO A. (1992). *Contribución al conocimiento hidrogeológico de Sierra Elvira (Granada)*. Naturalia Baética, 4: 73-80.

FORD D.C. and WILLIAMS P.W. (1989). *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman ed. 601 pp. London.

GARCÍA DUEÑAS V. (1967). *Geología de la Zona Subbética al norte de Granada*. Tesis Doctoral. Univ. Granada. 534 pp.

GARCÍA DUEÑAS V. (1969). *Les unites alloctones de la Zone Subbétique dans la*

Transversal de Grenade (Cordillères Bétiques, Espagne). Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, Vol. XI, Fasc. 2, p. 211-222, París.

GARCÍA DUEÑAS V., Y GONZÁLEZ DONOSO J.M. (1971). *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1009 (Granada) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000*. IGME primera serie, 16 p.

GARCÍA DUEÑAS V., BALANYA J.C., and MARTÍNEZ MARTÍNEZ J.M. (1992). *Miocene extensional detachments in the outcropping basement of the Northern Alboran Basin (Betics) and their tectonic implications*. Geo-marine Letters, 12: 88-95.

G.E.G. y G.E.S. de la S.E.M. (1982). *Sima de Raja Santa, Atarfe (Granada)*. Sociedad Excursionista de Málaga, 75 Aniversario 1906-1981, 113-115, Málaga.

GOMEZ CRUZ M. (1991). *Atlas Histórico Forestal de Andalucía. Siglo XVIII*. Univ. de Granada, 73 p.

GONZALEZ RIOS M.J. (1982). *El accidente de Raja Santa*. Boletín Informativo G.E.G. 2:3-8, Granada.

GONZALEZ RIOS M.J., ALCALDE A. y FERNANDEZ J.M., (1982). *La Sima del Aguila (-120 m)*. Boletín informativo G.E.G. 1: 4-8, Granada.

GONZALEZ RIOS M.J., (1992). *Grandes cavidades de la provincia de Granada*. Espeleotemas, 2: 19-36, Almería.

GONZALEZ RIOS M.J. y GARCIA GONZALEZ G. (1994). *La sima de los Organos, Sierra Elvira (Atarfe, Granada)*. Una nueva cavidad destruida por las canteras. Andalucía Subterránea, 11:70-72.

LOPEZ CHICANO M. y PULIDO-BOSCH A. (1988). *Aproximación al conocimiento de las direcciones preferenciales de karstificación en el acuífero carbonático de Sierra Gorda (Granada)*. II Congreso Geológico de España, 2: 403-406.

LOPEZ LIMIA B. (1987). *Geomorfología del Karst de Pinar Negro (Sierra de Segura, Jaén)*. Lapiaz, monografía II, 55 p, Valencia.

LUPIANI E. y SORIA J.M. (1985). *Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1009 (Granada) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. I.T.G.E.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1975). *Mapa de cultivos y Aprovechamientos. Hoja 1009-Granada, escala 1:50.000*. Dirección General de la Producción Agraria, Madrid.

MENJIBAR J.L., DIAZ M. y TORICES S. (1983). *La sima termal de la Raja Santa (Atarfe, Granada)*. Spes, 3: 7-25, Granada.

NUÑEZ (1984). *Cuevas y Carsos*. Ministerio de cultura, Editorial Científico-Técnica, 431 p. Ciudad de La Habana.

PARDO E. (1986). *Contribución al conocimiento hidrogeológico de Sierra Elvira*. Departamento de Geodinámica, Univ. de Granada (inédito), 169 p.

PERNA G. (1974). *Fenomeni di dissoluzione carsica superficiale*. Actas XII Congreso Internacional de Espeleología, Italia.

POMAR L. (1989). *Espeleotemas freáticos, karst litoral y oscilaciones del nivel del mar durante el Cuaternario en la isla de Mallorca, in "El karst en España"*; Mon. núm. 4 S.E.G., 265-275, Madrid. ■

La Sima de Lemus VJ-17 (Valdepeñas de Jaén)

The sinkhole of Lemus VJ-17

(Valdepeñas de Jaén)

Moral Tello A.

Sección de Espeleología del Club Creus (La Carolina. Jaén)

Resumen

Con 213 m de profundidad y 1.307 m de desarrollo, la Sima de Lemus es actualmente una de las más profundas de la provincia de Jaén y una de las de mayor desarrollo.

Se encuentra en la finca de La Beata, dentro del término municipal de Valdepeñas de Jaén y fue descubierta y explorada por espeleólogos valdepeñeros de la Sección de Espeleología del Club CREUS.

Abstract

With 213 m deep and 1307 m long the "Lemus" cave is at this moment one of the deepest chasm of Jaén province and one of the longest caves. It is situated in the Beata property close to the limit of Valdepeñas de Jaén district. It was discovered and explored by local cavers of Creus Speleological Club Section.

Introducción

En Abril de 1993, casi simultáneamente a la publicación del Catálogo de Grandes Cavidades de Jaén (GONZÁLEZ RÍOS y MORAL TELLO, 1993), los espeleólogos valdepeñeros de la S.E. CREUS descubren una continuación en una pequeña cavidad localizada en Julio de 1992, marcada con el nombre de Sima de Lemus, y cuya exploración se dio equivocadamente por concluida.

La continuación resulta ser inesperadamente buena y rápidamente se exploran sus dos vías principales, alcanzándose una profundidad de 143 m en una de ellas y 213 m en la otra.

En posteriores salidas se completa la exploración y topografía de la cavidad alcanzándose asimismo un gran desarrollo, 1307 m.

A finales de septiembre estaba concluido el plano de la cavidad, y como no pudo incluirse en su día en el artículo del Catálogo de las Grandes Cavidades de Jaén parecía de obligado cumplimiento que apareciese publicado en la siguiente edición de la revista Espeleotemas como una ampliación de dicho artículo.

Antecedentes y desarrollo de las exploraciones

Al parecer la cavidad fue visitada por alguien en el año 1976 como así lo confirman unas pintadas en las paredes de las primeras salas.

Aparecen escritos varios nombres. Luisi, Lemus (de ahí el nombre de la cavidad), Arroyo, M^a Carmen..., y una fecha concreta, el 20 de Junio de 1976.

Se desconoce quien realizó esta primera visita. Nadie en la finca, ni el propietario ni el personal laboral saben nada al respecto.

En cualquier caso parece ser que estos visitantes sólo descendieron hasta la cabecera del P.18 pues desde ahí ya no aparecen las pintadas ni otro tipo de huellas, y además

este pozo necesita instalación con cuerda y material de progresión para su descenso.

En Julio de 1992, durante la exploración de otras simas de la finca, espeleólogos de la S.E. CREUS descubren y exploran las primeras salas de la sima. Al no descubrir la gatera de acceso a la red interior se dio por concluida la exploración.

En Abril de 1993, de manera casual, se descubre la gatera de acceso y se desciende hasta la Sala de los Colores.

Desde entonces hasta Agosto se sucederán las visitas a la sima hasta completar la exploración y topografía de la misma.

Localización y acceso

La sima se localiza en el Cerro del Mentidero dentro de la finca de la Beata, término municipal de Valdepeñas de Jaén, en las coordenadas UTM 423337-4166600 y a una altitud de 1217 m.s.n.m. (Hoja topográfica 968-II, Fuensanta de Martos, a Escala 1:25000 del Instituto Geográfico Nacional; y hoja topográfica 968, Alcaudete, a Escala 1:50000 del Servicio Geográfico del Ejército).

Se accede a ella desde el km 26 de la carretera comarcal C-3221 que va de Jaén a Valdepeñas de Jaén. De aquí parte un carril asfaltado en su primer tramo señalado como Finca La Beata.

Se recorren unos 3.4 km de carriles, aptos para vehículos todo terreno, en dirección al Cerro del Mentidero y finalmente habremos de caminar menos de 5 minutos para llegar a la boca de la cavidad.

Al estar situada la sima dentro de una finca de propiedad privada para visitarla es imprescindible el permiso del propietario.

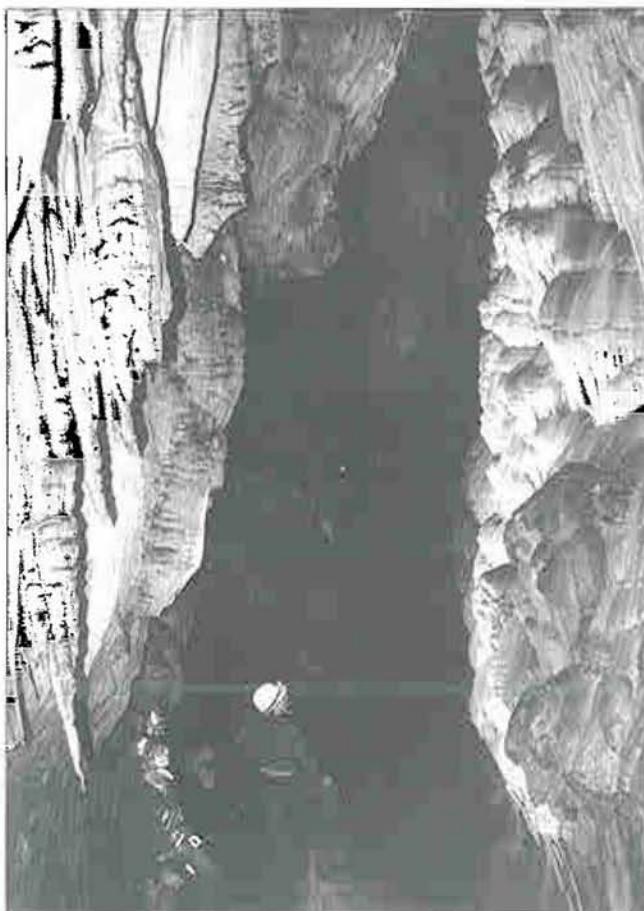


Foto 1

La Sala de los Colores. Foto: Andrés Moral

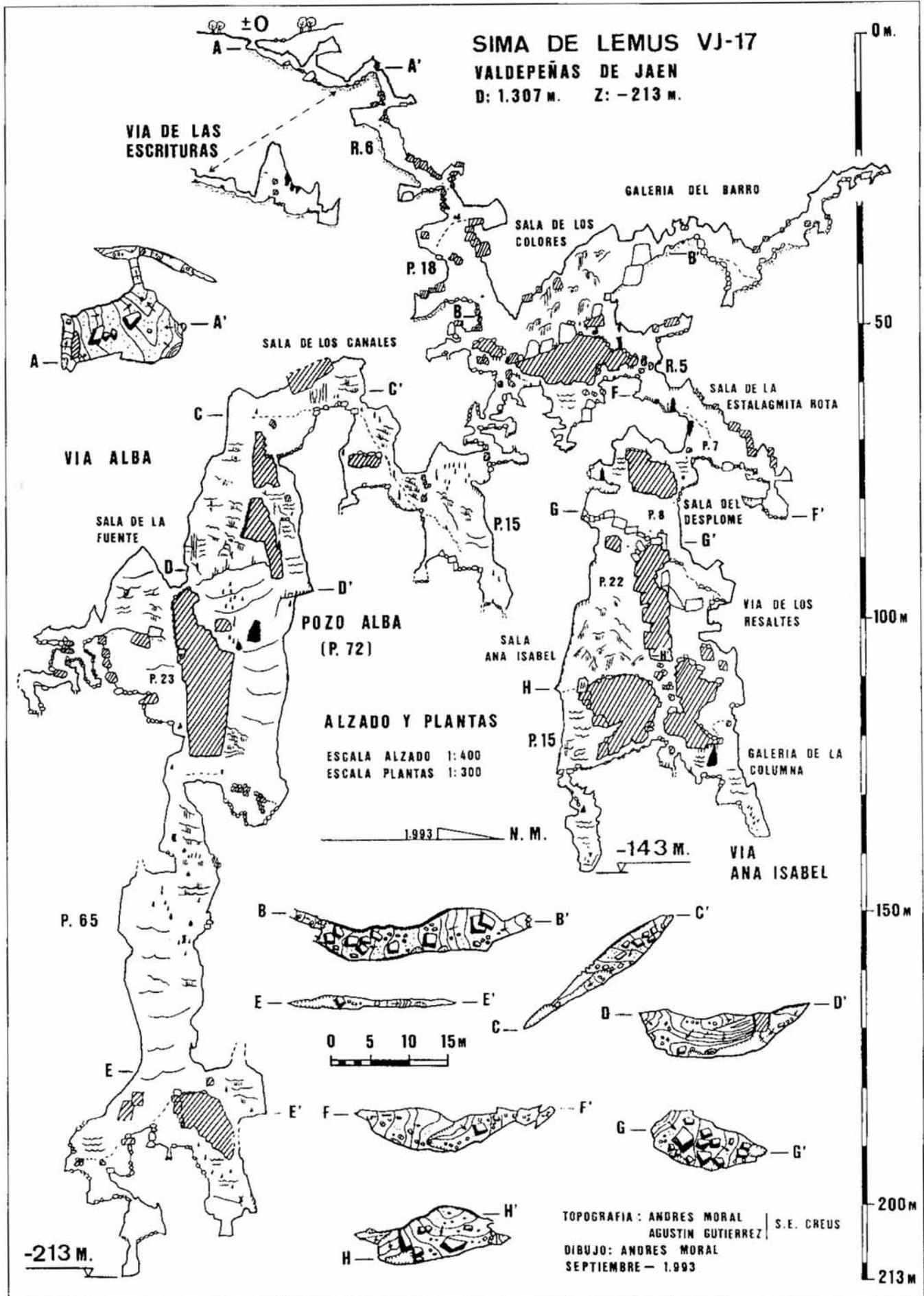


Figura 1
Sima de Lemus VJ-17 (Valdepeñas de Jaén). Topografía: S.E. Creus

SIMA DE LEMUS (VJ-17)			
COTA	DENOMINACION	ANCLAJES	CUERDA
-15	R-6	1 SPIT (cabecera)	7 m
-25	P.18	2 SPITS (cabecera); 1 Empotrador (Fracc.)	24 m
-58	R-5	1 SPIT (cabecera)	6 m
-65	P.7	1 Empotrador (pasamos) 1 SPIT (cabecera)	15 m
-77	P.8	A. Natural, 1 SPIT (Fraccionamiento)	15 m
-87	P.22	2 SPITS (cabecera)	30 m
-77	P.15	2 A. Natural	20 m
-64	P.72	A. Natural, 1 SPIT (cabecera),	70 m, Cinta de 3 m
-105		A. Natural (Fracc.)	
-126	P.65	4 A. Natural	70 m
-140		(Cabecera y Fraccionamiento)	3 cintas de 1 m
-144			
-152			
-95	P.23	2 A. Natural	25 m

Ficha técnica de instalación. Sima de Lemus (Valdepeñas de Jaén)



Foto 2
Coladas de la Sala Ana Isabel. Foto: Andrés Moral

Situación Geológica

El Cerro del Mentidero se sitúa dentro de la Unidad Geológica de Grajales-Mentidero, que junto con la Unidad del Ahílo configuran el Conjunto de la Pandera.

A su vez el Conjunto de la Pandera se encuadra en la zona subbética Externa de las Cordilleras Béticas.

Los materiales que forman la Unidad del Mentidero son de edad Secundaria abarcando desde el Triásico hasta el Cretáceo Inferior.

En concreto en el lugar donde se localiza la Sima de Lemus encontramos materiales calizo-dolomíticos pertenecientes al Lías Inferior con una potencia en su serie estratigráfica que oscila entre los 200 y los 600 metros.

Descripción de la Cavidad

La sima se desarrolla a favor de una gran fractura que sigue rumbo aproximado Norte-Sur y se abre al exterior a través de un pequeño agujero de menos de un metro de diámetro.

Una pequeña sala de techo bajo seguida de una serie de resaltes descendentes y un pozo de 18 metros de profundidad nos llevan a la Sala de los Colores, encrucijada en la que confluyen cuatro vías: Una, por la que llegamos a la sala, otra, es una galería embarrada ascendente que sigue rumbo Norte y que acaba cerrándose.

Las otras dos vías, Vía Alba y Vía Ana Isabel profundizan hasta -213 m y -143 m respectivamente y merecen una descripción más detallada.

Vía Alba.- Se inicia en la parte más baja de la Sala de los Colores y sigue rumbo Sur a través de unos estrechos resaltes descendentes que en su día hubo que desobstruir.

Bajo estos resaltes encontramos un pozo de 15 m cuyo fondo acaba cerrándose.

Realizando un péndulo hacia la pared Sur encontramos unos resaltes ascendentes que nos llevan a la Sala de los Canales.

En el extremo S.E. de la sala se abre el pozo Alba, que con sus 72 m de caída vertical resulta ser el más profundo de la Sierra Sur de Jaén.

Bajo él encontramos otro pozo de 65 m de profundidad, y bajo éste unos resaltes finales nos llevan a la cota más profunda de la sima.

Hacia la mitad del pozo Alba, en su pared Sur también encontramos una vía paralela que pasa por la Sala de la Fuente y que conecta con la cabecera del P. 65.

Vía Ana Isabel.- Se inicia en la pared Este de la Sala de los Colores y continúa por la Galería de la Figura.

Un estrecho resalte descendente nos sitúa en la Sala de la

Estalagmita Rota. Descendiendo su pozo de 7 m, un resalte de 5 m y un nuevo pozo de 8 m llegamos a la Sala del Desplome.

Esta sala, cuyo suelo está cubierto por enormes bloques desprendidos del techo, tiene dos continuaciones: una en su pared Este que es un pozo de 22 m de profundidad y que nos sitúa directamente en la Sala Ana Isabel; la otra, en la pared Norte, es una serie de resaltes descendentes que por una vía paralela también acaba llevándonos a la Sala Ana Isabel, a la vez que por su extremo Norte estos resaltes continúan profundizando hasta llegar a la Galería de la Columna.

En el extremo S.E. de la Sala Ana Isabel encontramos un pozo de 15 m de vertical seguido de unos pasos estrechos y nuevos resaltes descendentes que se van cerrando progresivamente y que alcanzan la cota más profunda de esta vía a -143 m.

Bibliografía

GONZÁLEZ RÍOS M.J. y MORAL TELLO A. (1993). *Grandes Cavidades de la provincia de Jaén*. Espeleotemas, 3: 33-46.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1984). *Mapa Topográfico Nacional de España. Hoja 968-II (Fuensanta de Martos) a Escala 1:25000*. Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1986). *Mapa Geológico de España. Hoja nº 77 (Jaén), Escala 1:200.000*. 33 pp

SANZ DE GALDEANO, C. (1973). *Geología de la Transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén)*. Tesis Univ. Granada. 274 pp. Granada.

SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJERCITO. (1981). *Mapa Militar de España. Hoja 968 (Alcaudete) a Escala 1:50000*. Madrid. ■

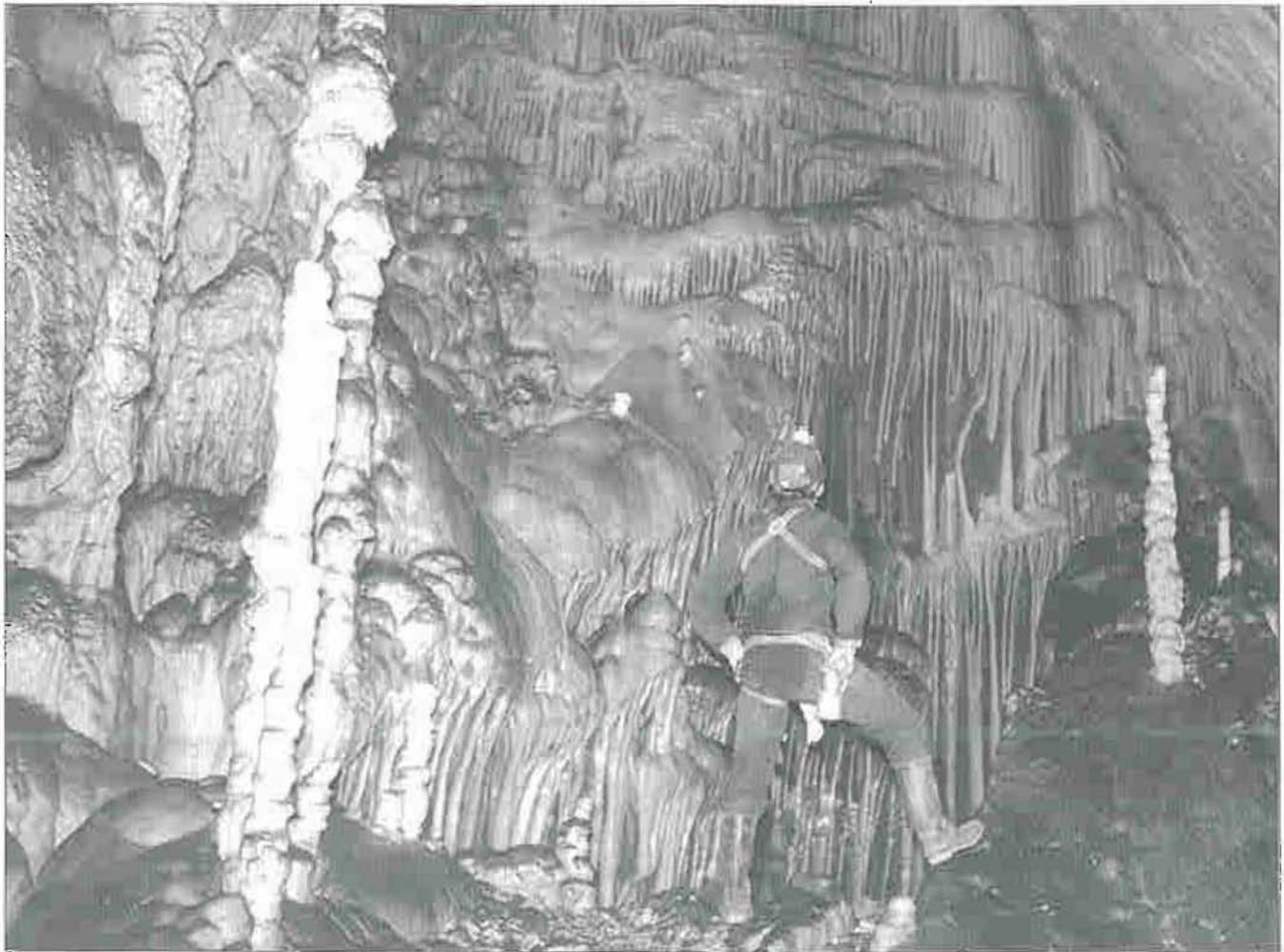


Foto 3
Descenso del Pozo Alba. Foto: Agustín Gutiérrez

Comarca de los Vélez (Almería). Notas sobre cuatro cavidades

*Vélez region (Almería). Some remarks about
four caves*

Porcel Caro E.

Grup d'Espeleologia Badalona (G.E.B.)

Resumen

El presente artículo presenta cuatro cavidades veleznas y aporta datos para su conocimiento en el ámbito espeleológico principalmente.

La cavidad más significativa es la SIMA DEL ROQUEL que con sus 74 m de desnivel es la más profunda de LOS VÉLEZ, además posee la sala Marta Haro que es una auténtica maravilla de la naturaleza.

La Mina del Roquel es muy famosa entre los labradores y lugareños ya que posee una interesante leyenda, y es una cavidad "avisadora" de lluvias.

La Sima de los Rincones, llamada sima, pero que en realidad es una cueva, es una pequeña cavidad con una bella salita llena de estilizados "macarronis".

De la Sima de los Huesos, a falta de topografía, se citan los pocos datos disponibles.

Abstract

The present article shows four caves around "Velez" and gives some speleological data. Sima del Roquel is the deepest cave (-74 m) of "Velez

	Desnivel	Recorrido
Zona Cerro del Roquel (CR)		
CR-1, MINA DEL ROQUEL	-35 m	160 m
CR-2, SIMA DEL ROQUEL	-74 m	222 m
CR-3, SIMA DE LOS HUESOS	-20 m	30 m
Zona Puerto del Peral		
SIMA DE LOS RINCONES	-8 m	42 m

Tabla 1
Relación de cavidades topografiadas

with a beautiful room: "La sala Marta Haro". The "Mina Roquel" cave "predicts" the rain by strong air currents. "La sima de los rincones" is a small cave full of soda straws. Lastly "La sima de los Huesos", we have only few data from the last cave.

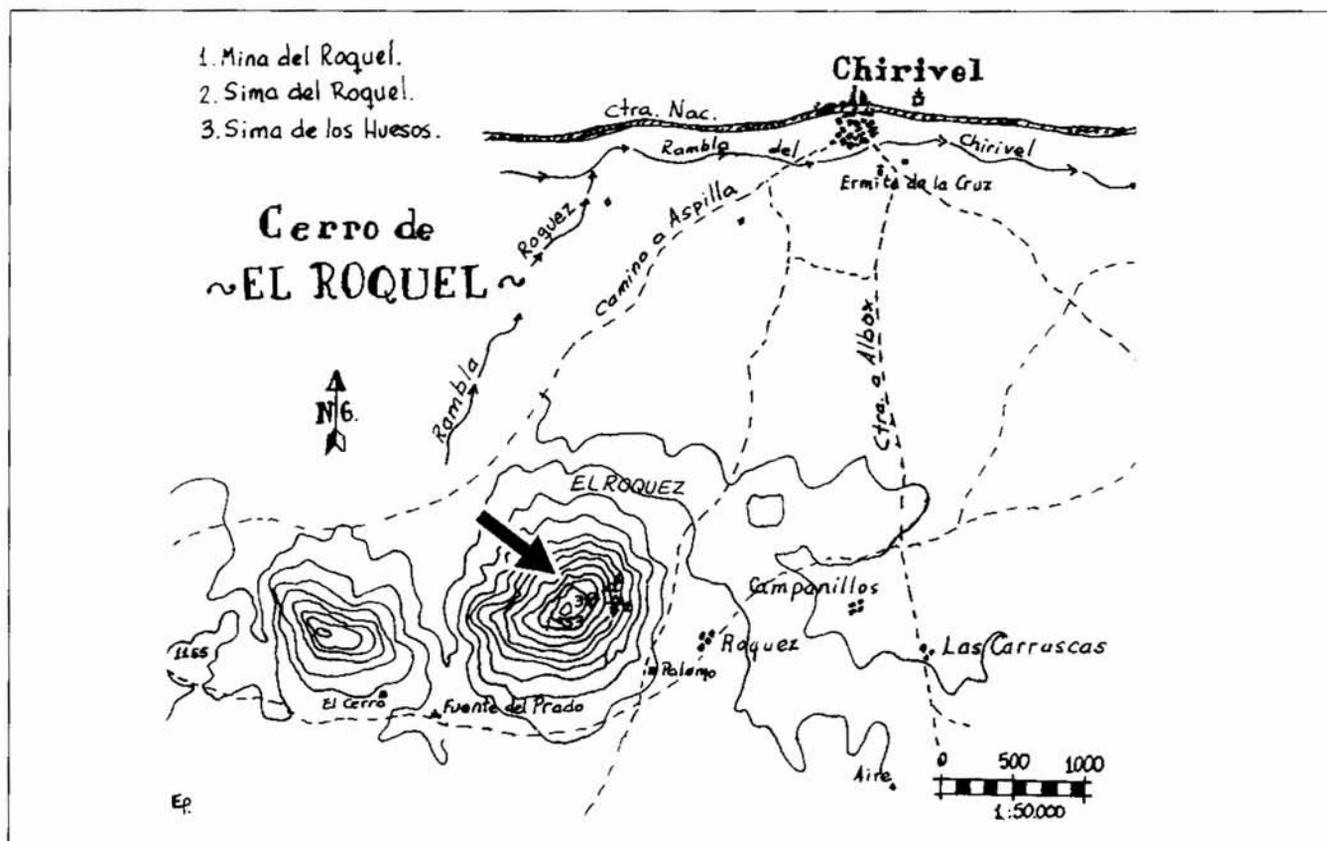
GEOLOGÍA

Respecto al entorno geológico dónde están enclavados los fenómenos kársticos, remito al lector a lo publicado por el geólogo velezano DIEGO GEA PÉREZ (GEA PÉREZ, 1986;1988) y a NOEL LLOPIS LLADÓ que da cuenta de su paso por la zona en 1954 con sus excelentes "OBSERVACIONES GEOLÓGICAS" (LLOPIS LLADO, 1950).

RELACIÓN DE CAVIDADES

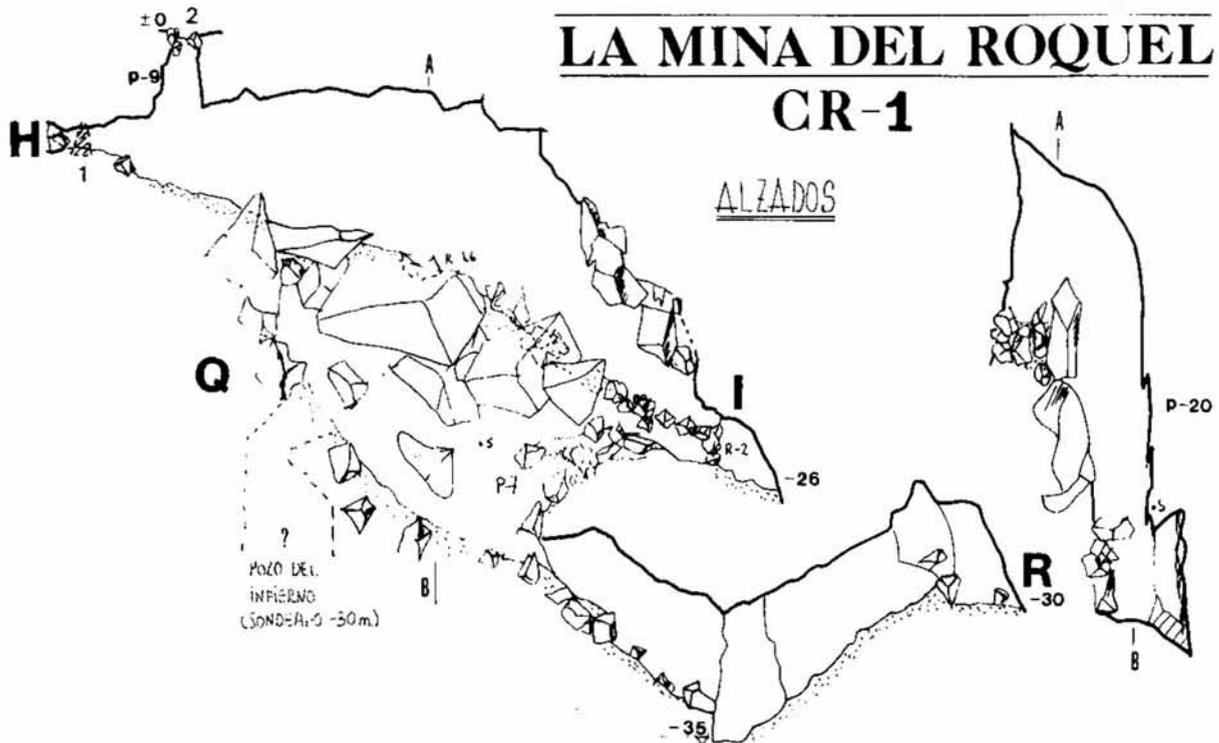
CR.-1 LA MINA DEL ROQUEL

Cerro del Roquel

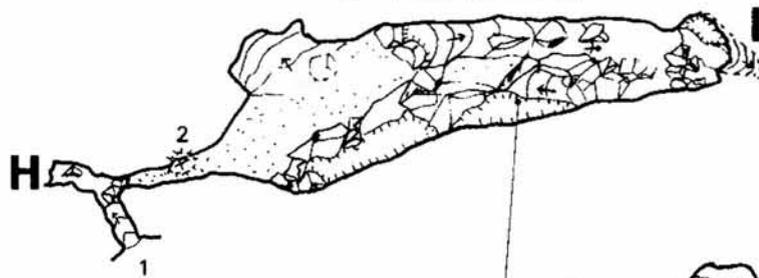


Situación de cavidades en el entorno del Cerro del Roquel
Chirivel (Almería)

LA MINA DEL ROQUEL CR-1



PLANTA SUPERIOR



RECORRIDO: 160 M.
DESNIVEL: - 35 M.



0 1 2 3 4 5

TOPO: E.PORCEL

CERRO DEL ROQUEL

T.M.: CHIRIVEL.



PLANTA INFERIOR

G.E.B.

23-8-91

CR-1 La Mina del Roquel
Topografía: G.E.B.

T.M.: Chirivel
Otros nombres: Cuartillico del agua, Cueva del Roquel,
Cueva del Roquez.

Antecedentes

Cavidad muy conocida por los habitantes de la comarca y centro de una leyenda que en resumen venía a decir (com.per. Tío Tomás) que dentro de ella existe un tesoro bien guardado por un toro gigantesco y que para acceder a él tenía que cruzarse un lago. También es conocido en la zona el dicho "cuando truena el Roquel es que va a llover".

Llopis Lladó la visitó en 1954 encontrando restos de cerámica Neolítica en la entrada de la sala. Levanta un croquis topográfico y hace unas interesantes observaciones geomorfológicas.

La cavidad a partir de 1974 recibe las visitas del G.E.A.B. de la O.J.E. de Badalona (PORCEL CARO, 1990), que levanta topografía y explora parcialmente el Pozo del Infierno, también apunta el posible origen de las leyendas locales.

Situación

En el cerro del Roquel, cerca de Chirivel en una zona de

chaparros que mira hacia el pueblo.

Descripción

Se trata de una cavidad estructurada en una diaclasa con una intensa actividad clástica, posee dos entradas: una es un acceso a pie plano (LLOPIS LLADO op. cit.) y el otro una sima con un P-9 (ver topografía).

La cueva puede recorrerse sin necesidad de usar material de descenso, excepto el denominado Pozo del Infierno, que se trata de una estrecha diaclasa lateral de unos 30 m de profundidad sondeados, de los cuales sólo 12 m por ahora son penetrables.

En la sala nos encontramos con una rampa que nos lleva a un P-7 fácilmente destrepable entre bloques, de aquí una rampa nos conduce al punto accesible más bajo de la Mina del Roquel (-35 m) desde este lugar una rampa ascendente nos remonta a -30 m acabándose la cueva.

Geológicamente la diaclasa en calizas jurásicas brechoi-des grises se encuentra abierta a unos 60 m por encima de las pizarras de la "Mischunjzone".

Observaciones

El que en la leyenda del tesoro se mencionase la existencia de un lago, así como el nombre de "Mina" (sinónimo de fuente en la comarca), y el de "cuartillico del agua", indicaba la existencia de agua en la cavidad, por lo que el grupo G.E.A.B. la revisó a conciencia encontrando en una pared de la sala un pequeño orificio dónde se ve una pequeña salita con agua (el cuartillico del agua) cuyo nivel varía si es época de lluvia o no).

Respecto a que la cavidad "truene" y más tarde lluvia, (fenómenos que por lo extraño que parezca es verídico) puede tratarse que al existir dos entradas en la Mina del Roquel, y darse ciertas condiciones metereológicas al bajar la presión atmosférica se produzca la "explosión" y la sala haga de caja de resonancia, oyéndose el estruendo en unos 10 km a la redonda. Este fenómeno no suficientemente estudiado, se repite en otras cuevas de la Península Ibérica (Solencio de Bastaras, Huesca; Cueva de Oreña, Cantabria).

CR-2.- SIMA DEL ROQUEL

Cerro del Roquel

T.M.: Chirivel

Otros nombres: Ojo Negro, Sima del Roquez

Antecedentes

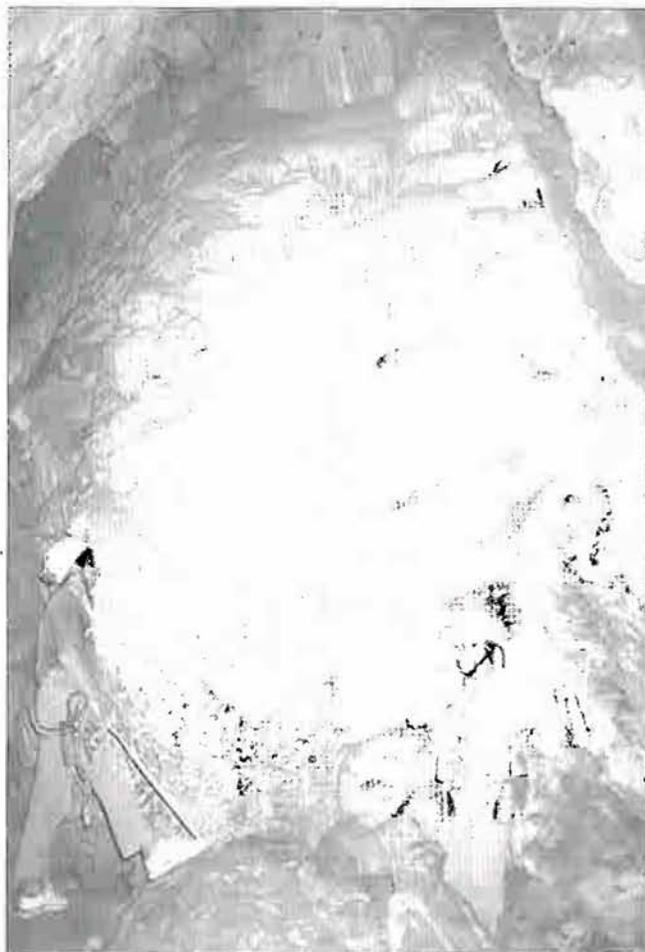
Cavidad que a pesar de estar unos 70 m al lado de la Mina del Roquel, pasa casi desapercibida eclipsada por la fama de esta última.

La única cita existente la encontramos, otra vez, en el incansable N. Llopis en 1954 dónde describe la gatera de entrada y sondea el pozo: "El sondeo de esta Sima gastó 65 m de cuerda sin tocar fondo" (sic).

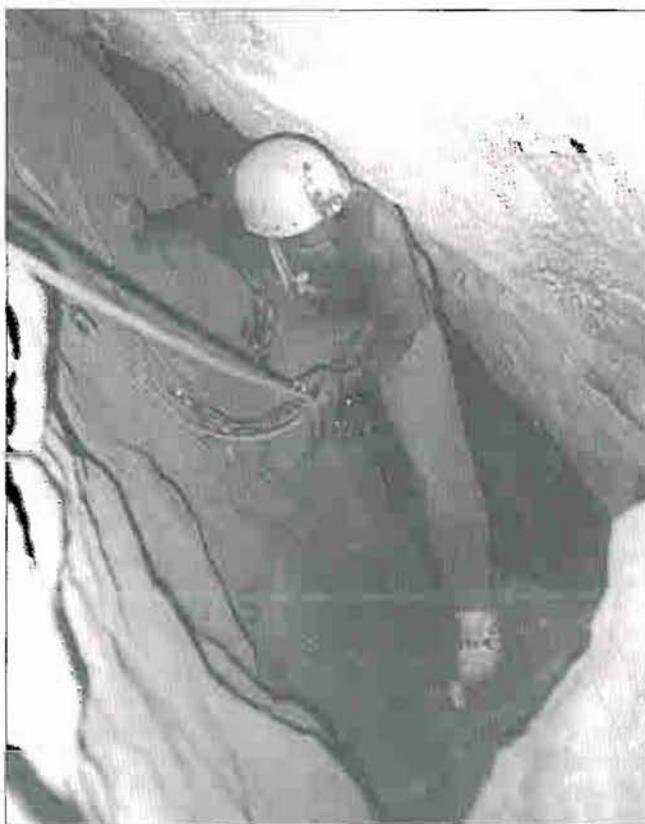
En Agosto de 1975 y 1977 el grupo G.E.A.B. de O.J.E. de Badalona explora la sima descubriendo una sala lateral bellamente decorada, publicando ficha de la cavidad y un croquis aproximado (PORCEL CARO, 1990).

Una inscripción en la cabecera del pozo: "RES" Barcelona-80 delata la presencia de este grupo catalán en esa fecha.

El 19-VIII-1993, J.J.Haro, F.García y E.Porcel, topografían la cavidad.



Sala Marta Haro en la Sima del Roquel

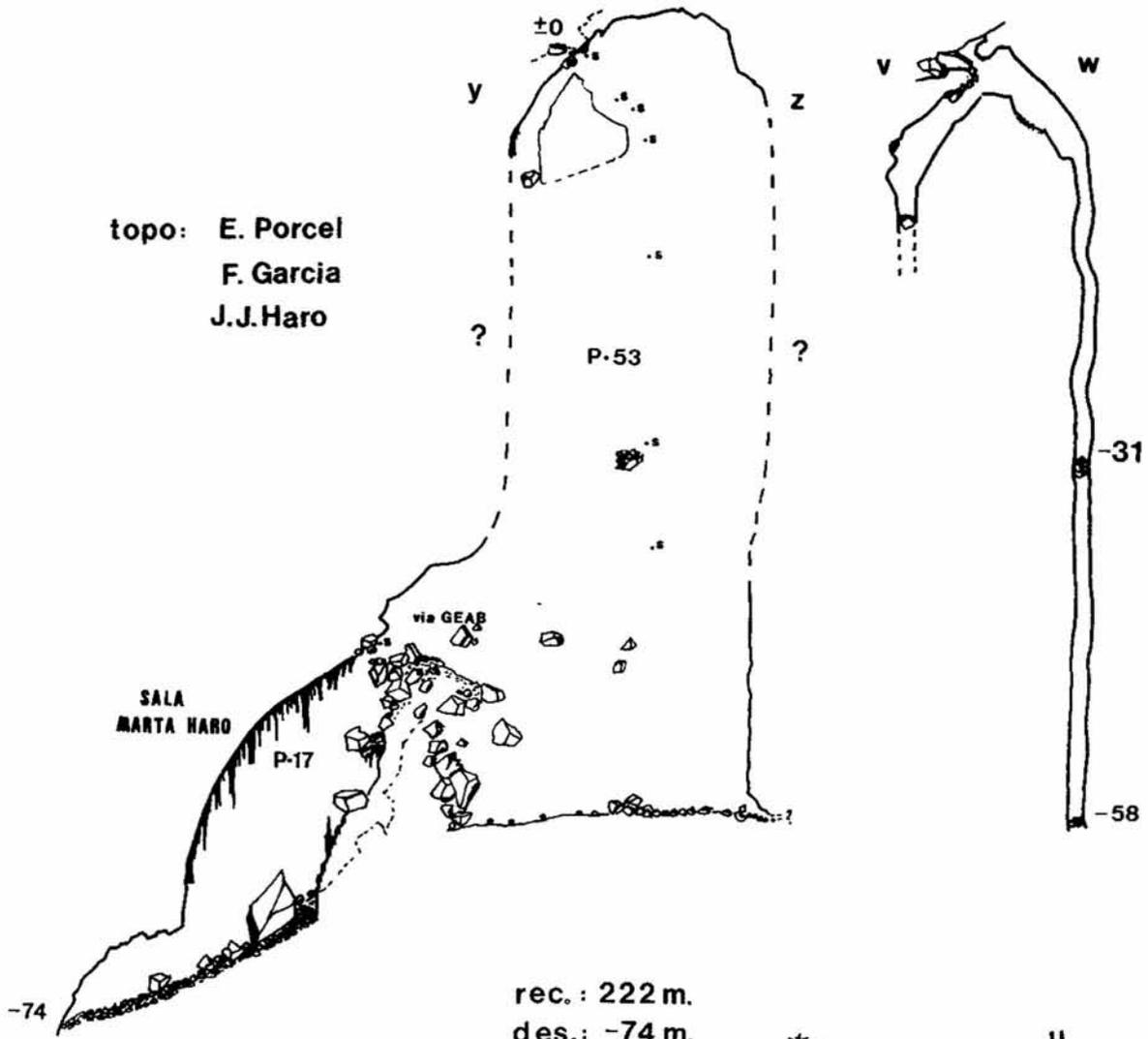


Cabecera del P-53 de la Sima del Roquel

CR-2 SIMA DEL ROQUEL

ALÇATS

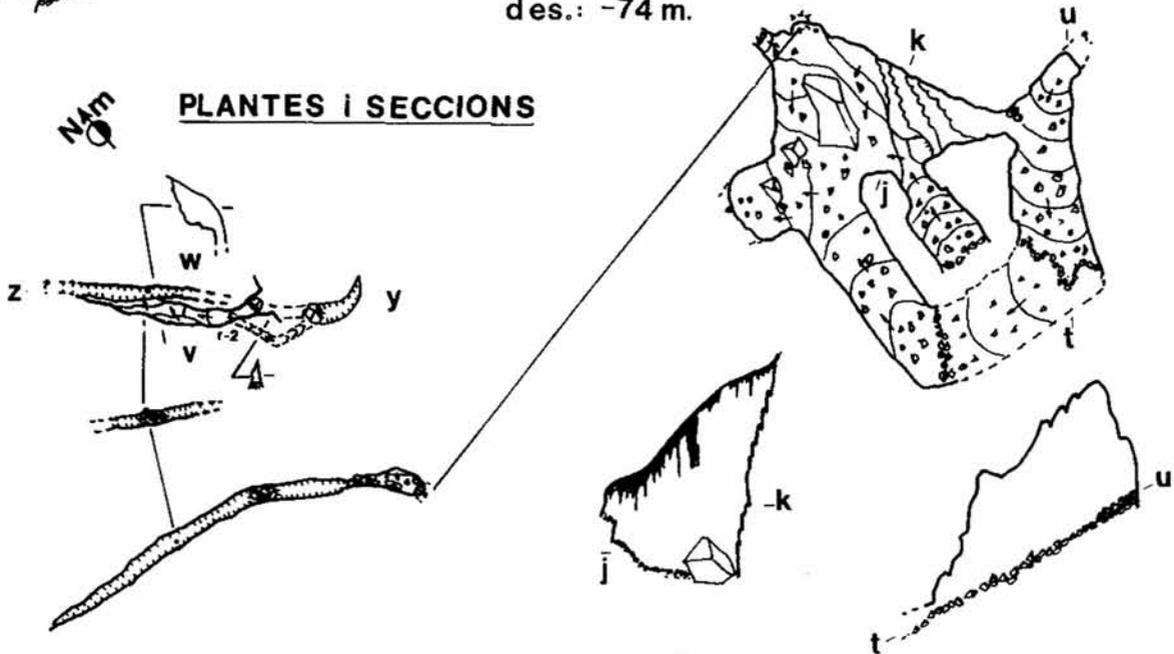
topo: E. Porcel
F. Garcia
J.J. Haro



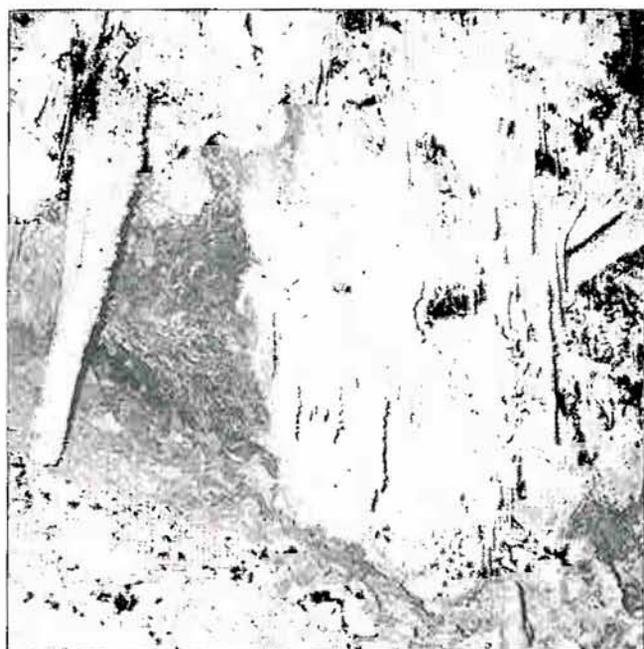
rec.: 222 m.
des.: -74 m.



PLANTES I SECCIONS



CR-2 Sima del Roquel (Chirivel, Almería)
Topografía: G.E.B.



Concreciones en la sala Marta Haro. Sima del Roquel

Situación

Cerca de la mina del Roquel, a unos 50 m a la izquierda y 20 m más arriba.

Descripción

Tras pasar una gatera, un resalte de 2 m nos sitúa en el labio superior de un pozo de 53 m, por la base del resalte una gatera descendente nos conduce a una repisa de 2x1 m.

El fondo lo encontramos a -58 m. En dirección SE tenemos dos opciones, una de ella consiste en escalar unos bloques en precario estado de equilibrio o bien una vez pasado la repisa de 2x1, unos 20 m más abajo se puede realizar un péndulo hacia unas piedras empotradas que forman otra "repisa". Por cualquiera de los dos lados, tras un paso estrecho, comienza la "vía G.E.A.B.", con un pozo de -17 m que nos sitúa en la sala Marta Haro, sin duda la más amplia y bella de toda la comarca de Los Vélez; donde podemos ver coladas, banderas, estalactitas de grandes dimensiones y sobre todo una fuerte actividad clástica. La base de la sala es el contacto de la caliza gris con el sustrato pizarroso que describe N.Llopis en su observación geológica del Cerro del Roquel. Se trata de rocas metamórficas (micasquitos) desnudadas que dan lugar a peligrosas rampas detríticas que engullen literalmente al explorador, estos materiales ciegan el acceso a antiguas salas profusamente ornamentadas.

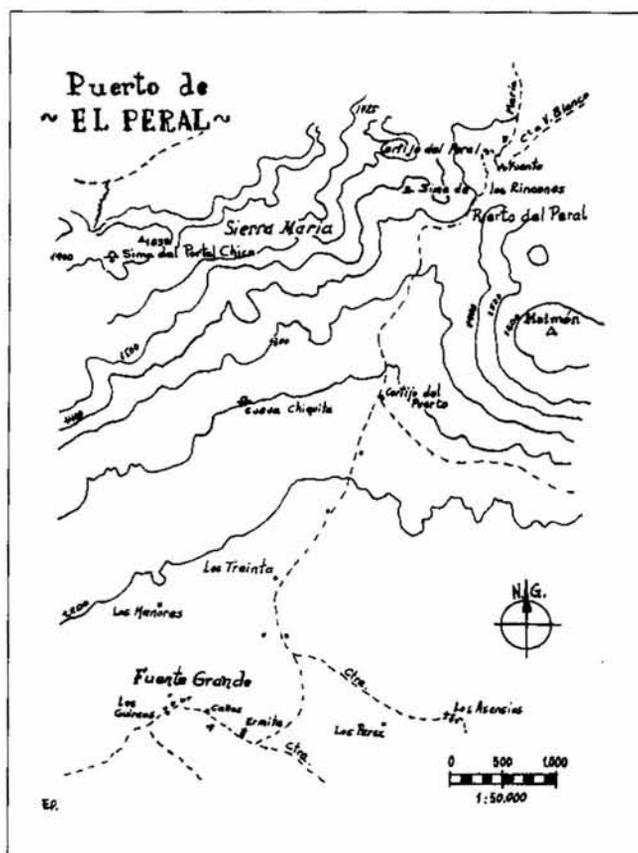
El punto más bajo de esta rampa nos lleva a los 74 m de profundidad. Estos 74 m de desnivel sitúan la Sima del Roquel en la más profunda de la comarca.

CR-3.- SIMA DE LOS HUESOS

Cerro del Roquel
T.M.: Chirivel

Situación

Unos 100 m por encima de la Mina del Roquel, en una cañada.



Cavidades en el entorno de Vélez Blanco.
Puerto del Peral

Descripción

Una gatera nos conduce a una diaclasa por la cual tras bajar varios resaltes nos lleva al final de la cavidad.

Su profundidad es de unos 20 m. En su fondo, en 1975 el G.E.A.B. encontró restos óseos, entre los que destacaba un bien conservado fémur humano.

SIMA DE LOS RINCONES

Puerto del Peral
T.M.: Vélez-Blanco
Otros nombres: Cueva de los Rincones.

Antecedentes

Pequeña cavidad visitada por N.Llopis, A.Cobos y L.García en 1954, exploran la primera sala y levantan croquis topográfico de la misma (LLOPIS LLADO, 1954). Llopis define la caliza dónde esta enclavada la cueva como "Dolomías Rhetienses". La segunda cita la encontramos en un artículo sobre el Parque Natural de la Sierra María (GEA PEREZ, 1988) una detallada topografía que incluye ya la segunda sala. El 17-VIII-1993 V.Porcel y E.Porcel localizan la cavidad y un día más tarde J.J.Haro y E.Porcel la topografían.

Situación

La situación tal como la describe Llopis, gracias a la cual llegamos a ella, dice: "Se abre en las dolomías Rhetienses a 1495 m de altitud en un pequeño cordal que separa dos barrancos al W. del camino que asciende al Puerto del Peral y a 30 m por encima ..., la boca se abre al E."

SIMA DE LOS RINCONES

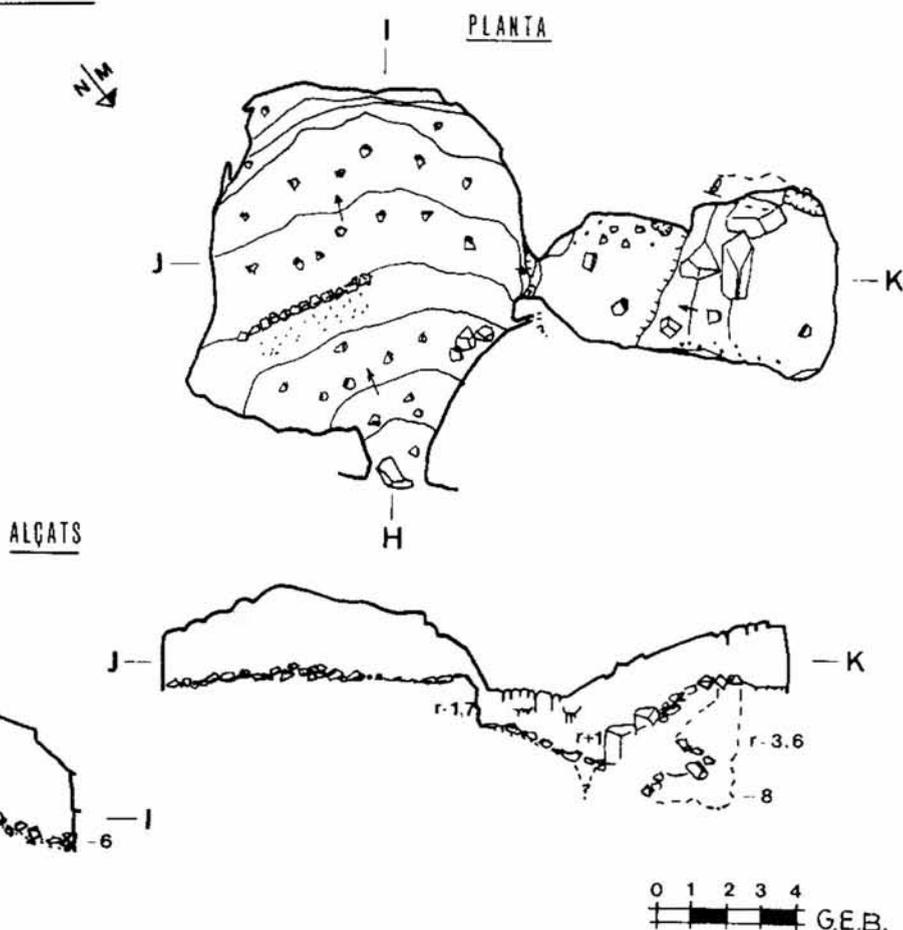
T.M.: VELEZ-BLANCO

Topo: E. Porcel

J. J. Haro

Des.: -8 m.

Rec.: 42 m.



18.8.93

Sima de los Rincones (Vélez Blanco, Almería)
Topografía: G.E.B.

Descripción

Tras una boca de 1.45x0.509 m una rampa nos introduce en una sala con el suelo cubierto de derrubios, a la izquierda encontramos una construcción humana con bloques de piedra con la intención de nivelar el suelo, que permite la ubicación para que una persona pernocte. La antigüedad de este "habitáculo" suponemos que es de época reciente.

A la derecha y casi imperceptible, existe una selectiva gatera con una resalte de -1.7 m que nos conduce a la siguiente sala, bellamente ornamentada con profusión de formaciones litogénicas, en su parte final y tras ascender un pequeño R+1 m encontramos otro R-3.6 m que nos hace descender entre bloques a la cota inferior de la cavidad: -8 m.

El recorrido total es de 42 m. La cavidad se encuentra en fase de descalcificación.

BIOESPELEOLOGÍA

Se observó la existencia de un murciélago en la primera sala de la especie "Rinolophus ferrum-equinum" muy común en la comarca. También se detectó la presencia de lirones (Crocídura Russula).

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

GEA PÉREZ, D. (1986). *Geología de la Zona Centro-Oriental de las Cordilleras Béticas (Comarca de Los Vélez, Almería)*. Síntesis Bibliográfica (Parte I). Revista Velezana nº5: 89-120. Vélez-Rubio.

GEA PÉREZ, D. (1988). *Itinerarios de Interés en el Parque Natural de la Sierra de María. (Parte I. Rutas Geológicas)*. Revista Velezana. nº 7: 80-84. Vélez-Rubio.

GODOY RAMÍREZ, J. (1917). *Bosquejo Geológico Histórico de la actual Provincia de Almería*. Imprenta y Papelería Sempere. Almería: 68-73

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1948). *Hoja Topográfica nº 952. (Huércal-Overa. E.1:50000)*.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1931). *Hoja Topográfica nº 973. (Chirivel. E.1:50000)*.

LLOPIS LLADÓ, N. (1955). *Observaciones geológicas y morfológicas en el N. de Almería*. Instituto de Aclimación de Almería. V.IV: 55 pp.

PORCEL CARO, E. (1990). *Los fenómenos cársticos de la comarca de Los Vélez (Almería)*. Revista CAVERNAS. nº22: 5-29. Badalona. V.IV: 55 pp

PUIG Y LARRAZ, G. (1894). *Cavernas y Simas de España*. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo XXI. 2ª serie Tomo I: 30-33. Est. Tip. de la Viuda é Hijos de M.Tello. Madrid. ■

Cavidades en los materiales arrecifales de Cariatiz (Almería)

Caves in the reef limestones of Cariatiz (Almería)

Benavente J.

Espeleo-Club "Almería" (E.C.A.)
Sección de Espeleología del C.A.M. (Almería)

Resumen

Se muestran los resultados de las exploraciones espeleológicas realizadas en el año 1979 por la S.E.C.A.M. en la Sierra de las Rellanas, así como la descripción, topografía e historia de las cuatro cavidades excavadas en estas calizas arrecifales situadas en la zona de Cariatiz (Almería).

Abstract

Some results from speleological explorations in the 1979 by S.E.C.A.M. with some descriptions topographics and stories of four caves in limestone reef in Sierra de las Rellanas Cariatiz - Almería.

INTRODUCCIÓN

En el mes de Enero de 1979, la Sección de Espeleología del Club Almeriense de Montañismo (S.E.C.A.M.), se encontraba trabajando en el karst de yesos con vista a la preparación del VIII Campamento Regional Andaluz de Espeleología, al cual esta sección se había comprometido a celebrar en el puente de Semana Santa de ese mismo año, por dicho motivo los organizadores deciden explorar todos los contornos para conocer aún más todo el área cercana a la futura ubicación de este evento que se tenía que celebrar a nivel regional, de este encuentro dependía muchas cosas, la primera y primordial la de dar a conocer este magnífico karst que en esta fecha se empezaba ya a conocer fuera de la provincia de Almería.

En la zona cercana les dicen que en una cercana barriada también perteneciente al municipio de Sorbas, llamada Cariatiz hay cuevas según comentan los pastores del lugar. En vista de estos comentarios el equipo de exploración decide acercarse a dicha barriada para comprobar dichos datos. De inmediato comprueban que esta zona ya no es de yeso si no de caliza, calizas arrecifales que en su día debieron de servir de límite de las aguas hasta que se formaron los yesos en el mioceno.

Al llegar al pie de las barranqueras de acceso a la zona el equipo se divide para de esta forma poder patear mayor terreno. Cuando el desánimo empezaba ya a aparecer uno de los miembros aparece con parte de un cráneo humano entre sus manos que había encontrado en una cueva cercana. De inmediato todo el resto del grupo se dirige a dicha cueva encontrando en su interior cuatro cráneos más así como huesos y alguna pieza de cerámica.

Tras explorar la cueva se descubren en los alrededores otras tres más, a muy poca distancia unas de las otras, bautizándolas con los siguientes nombres: a la primera, Cueva

de las Cabezas, como era natural; a la segunda, Cueva de los Caballos; a la tercera, Cueva de Cariatiz y a la cuarta, y más pequeña, Cueva Gatera.

Durante esta exploración surgió una anécdota graciosa, y es que el día anterior dentro de una sima del karst de yesos se encontró la cabeza de una cabra gastándole la broma a uno de los participantes noveles por aquella época de que dicha cabeza era de hombre y además prehistórica, al cual se le encomendó la custodia de dicha cabeza hasta que se llegara de vuelta a Almería. Ya al día siguiente el "cabreo" del novato fue mayúsculo al comprobar que no había similitud fisiológica entre el cráneo de la cabra y las cabezas y restos humanos que realmente también sorprendieron al resto del equipo de exploración.

Estos cráneos fueron entregados al museo de Almería para su posterior estudio, donde se encuentran en la actualidad.

Este mismo año a raíz de las informaciones el Grupo Espeleológico Provincial realizará también exploraciones a estas mismas cuevas.

En 1982 aparece el libro Imagen de un Pueblo "Sorbas" en el cual se hace mención a estos descubrimientos.

En 1988, se exploran y se estudian estas cuevas de Cariatiz dirigidas por el arqueólogo F. Risco y bajo tutela de la Delegación de Cultura de Almería, Departamento de Arqueología donde se edita un informe con el siguiente título:

"Informe en orden a protección de las cavidades arqueológicas conocidas en el término municipal de Sorbas", concluyendo estos trabajos el 6 de Junio de 1988.

SITUACIÓN

Las cuatro cavidades se encuentran en la Sierra de las Rellanas a mitad de uno de los dos pequeños barrancos que desembocan a la cortijada, teniendo que coger el segundo o izquierdo que nos llevará hasta la zona de exploración, 20

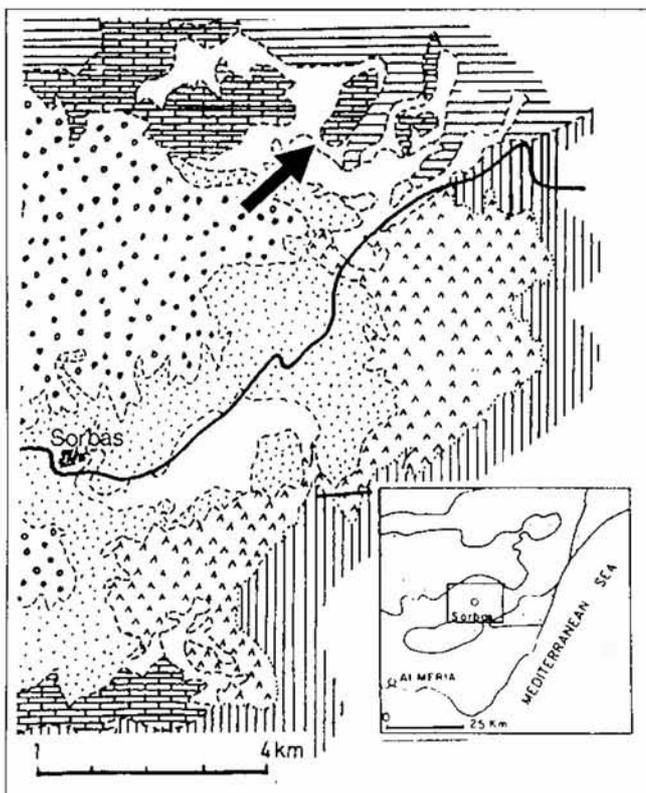


Figura 1
Situación del afloramiento arrecifal de Cariatiz (Almería)
(modificado de PULIDO BOSCH y CALAFORRA, 1993)

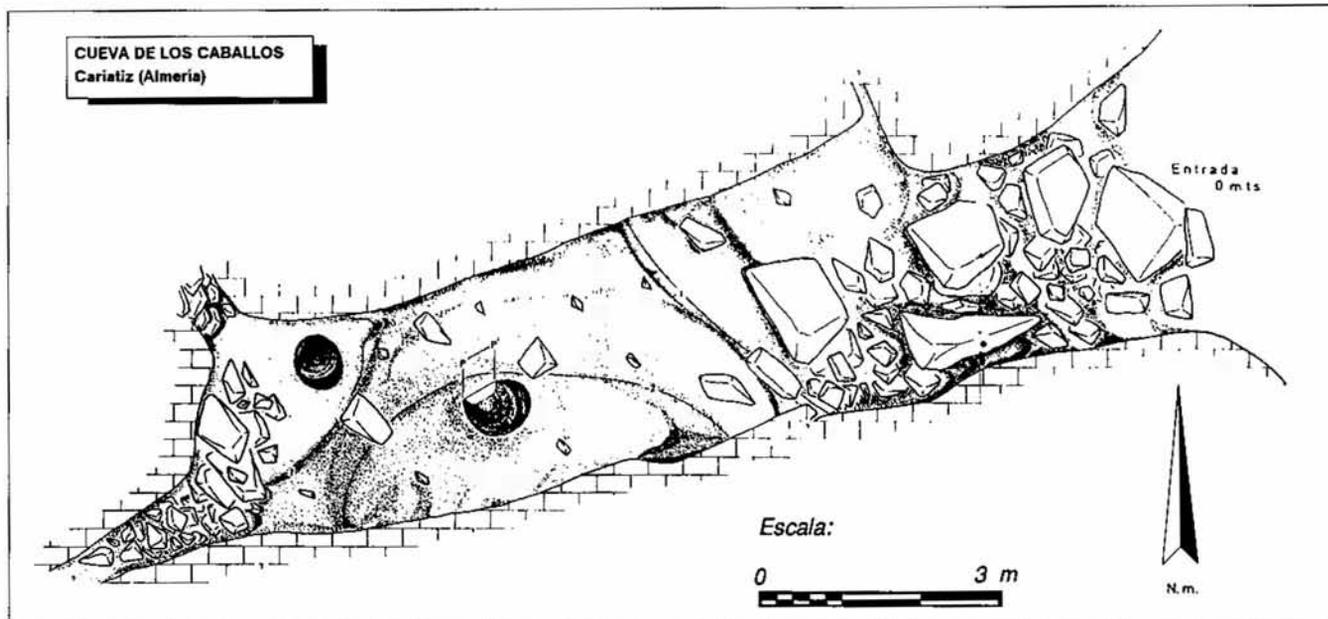


Figura 2
Cueva de los Caballos (Cariatiz, Almería). Topografía: (F. Risco, SECAM)



Foto 1
Fractura de acceso a la Cueva de los Caballos (Cariatiz, Almería). Foto: J. Benavente

minutos de marcha nos situara en la puerta de la primera de las cavidades, la Cueva de los Caballos de fácil localización por su amplísima entrada y por estar esta en el mismo centro de la falla que parte casi toda la zona de calizas arrecifales que bordean de Este a Oeste la cortijada de Cariatiz. Situándonos de espaldas a la Cueva de los Caballos es de fácil localización a simple vista las tres cavidades restantes siguiendo la línea de fracturación. La primera a tan solo 20 metros Cueva Gatera y unos 40 metros más a poca distancia las Cuevas de Cariatiz y la de las Cabezas.

Se trata de pequeñas cavidades de origen tectónico que no tienen un desarrollo grande, las aguas de infiltración han

sido tan pobres que ni tan siquiera han permitido las coladas o cualquier otro tipo de formaciones calcáreas.

Desde el punto de vista espeleológico no tienen nada en común con sus vecinas del karst de yesos, pues la más grande, la Cueva de Cariatiz, con sólo 37 metros de desarrollo y la más pequeña, la Cueva de la Gatera sólo unos metros que no mereció la pena el topografiarla.

Por último solo mencionar que a la hora de siglar, para evitar confusiones de números con el catálogo de la A.M.A. (Agencia del Medio Ambiente) dentro del mismo término municipal, se sigló a partir del 01. Ejemplo: Cueva de los Caballos SO-01-SECAM

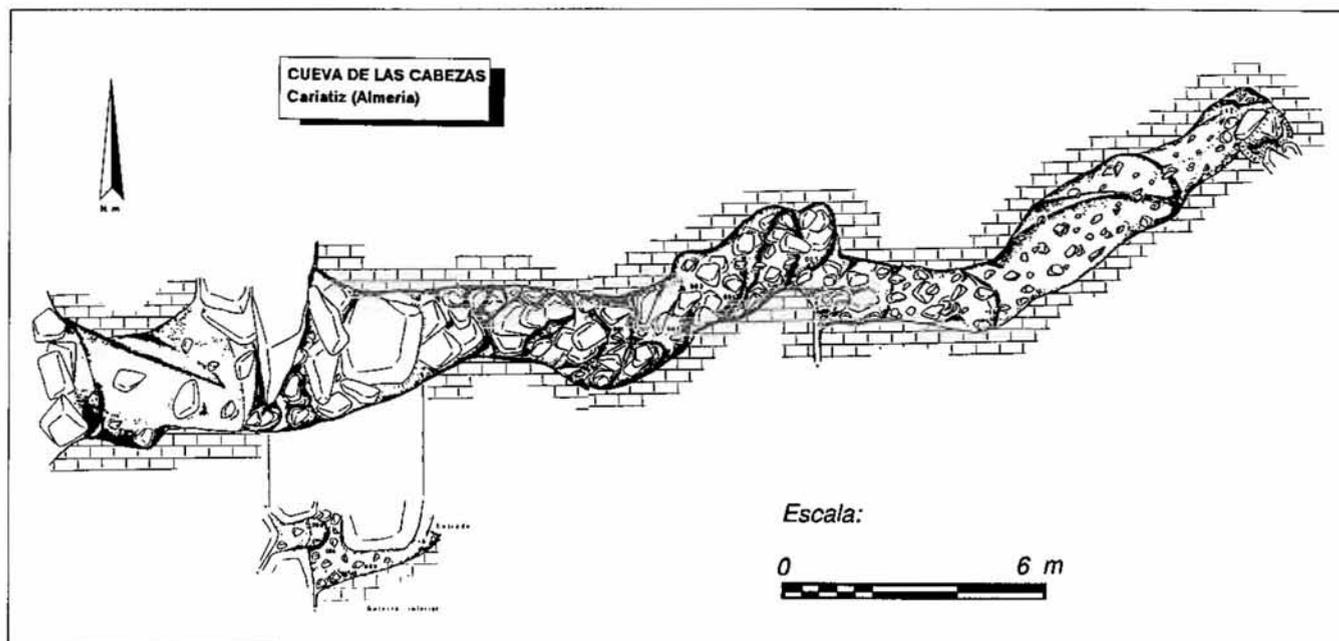


Figura 3
Cueva de las Cabezas (Cariatiz, Almería). Topografía: (F. Risco, SECAM)

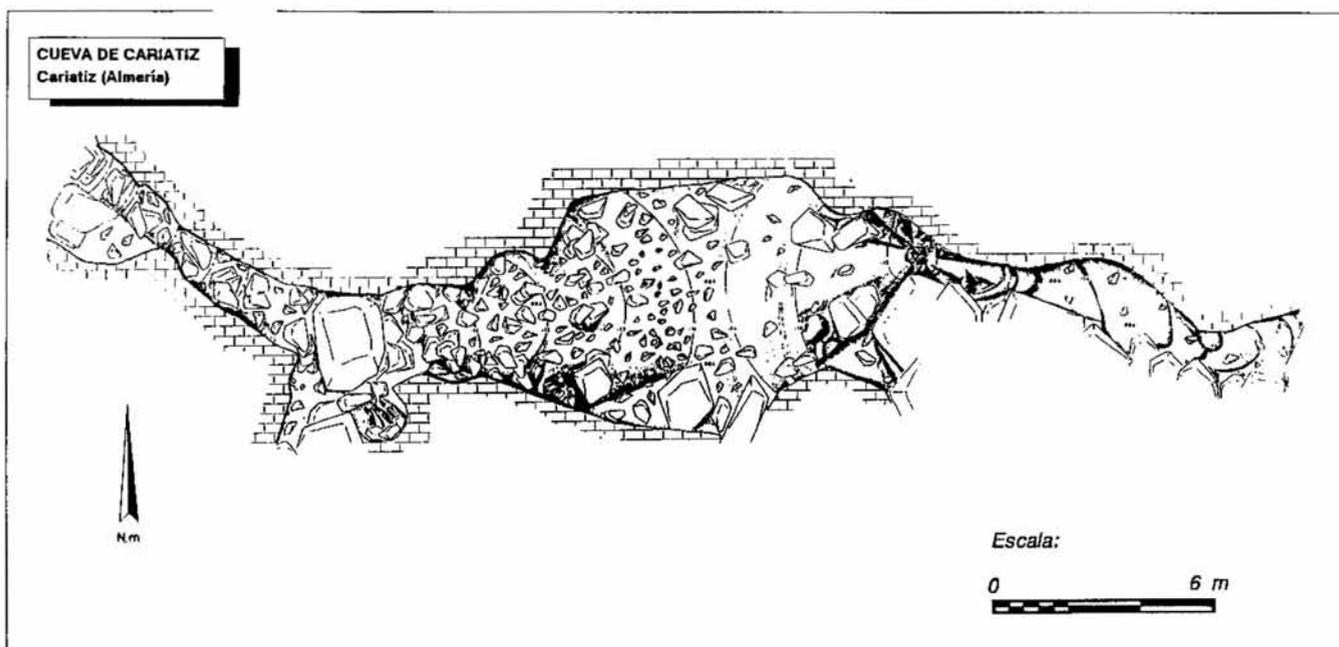


Figura 4
Cueva Cariatiz (Cariatiz, Almería). Topografía: (F. Risco, SECAM)

DATOS TÉCNICOS

Cueva de los Caballos

Sierra: Las Rellanas
Municipio: Sorbas (Cariatiz)
Número de hoja: 1.031
Nombre: Sorbas
Fecha de Exploración: Enero de 1979
Club: Secc. Espel. del Club Almeriense de Montañismo.
Número de catálogo SECAM: SO-01-CAM
Registro Catálogo Provincial: 192
Long: 37° 08'48"
Lat: 02° 05'40"

Asnm: 450 m
DH: 17 m, D: 19 m
± Z: -2 m

Cueva Gatera

Sierra: Las Rellanas
Municipio: Sorbas (Cariatiz)
Número de hoja: 1.031
Nombre: Sorbas
Fecha de Exploración: Enero de 1979
Club: Secc. Espel. del Club Almeriense de Montañismo.
Número de catálogo SECAM: SO-4-CAM
Registro Catálogo Provincial: 791



Foto 2
Cueva de Cariatiz (Almería). Foto: J. Benavente

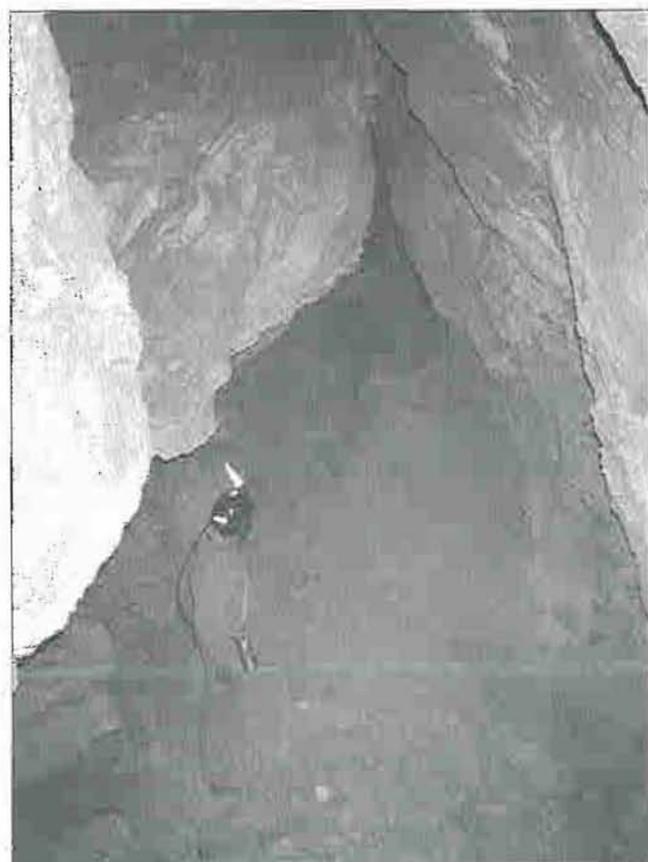


Foto 3
Derrubios de entrada en la Cueva de las Cabezas
(Cariatiz, Almería). Foto: J. Benavente

Lon: a 20 metros de la Cueva de los Caballos
Asnm: 448 m
D: 20 m
± Z: -1 m

Cueva de las Cabezas

Sierra: Las Rellanas
Municipio: Sorbas (Cariatiz)
Número de Hoja: 1.031
Nombre: Sorbas
Fecha de Exploración: Enero de 1979
Club: Secc. Espel. del Club Almeriense de Montañismo.
Número de Catálogo SECAM: SO-02-CAM
Registro Catálogo Provincial: 191
Long: 37° 08' 52"
Lat: 02° 05' 40"
asnm: 470 m
DH: 26.5 m
D: 28 m
± Z: -19 m

Cueva de Cariatiz

Sierra: Las Rellanas
Municipio: Sorbas (Cariatiz)
Número de hoja: 1.031
Nombre: Sorbas
Fecha de Exploración: Enero de 1979
Club: Secc. Espel. del Club Almeriense de Montañismo.
Número de Catálogo SECAM: SO-03-CAM
Registro Catálogo Provincial: 190
Long: 37° 08' 50"
Lat: 02° 05' 38"
Asnm: 490 m
DH: 32.5
D: 37 m
± Z: -14 m

Sima del Cortijo Alto

En 1992 el Espeleo Club el Tesoro (E.C.T.), descubre en la zona una nueva sima "Sima del Cortijo Alto" aunque todavía no tiene ningún tipo de estudio por parte de este Club salvo los siguientes datos:

Sierra: Las Rellanas
Municipio: Sorbas (Los Alfás-Cariatiz)
Número de hoja: 1.031
Nombre: Sorbas
Año de exploración: 1992
Club: Espeleo Club el Tesoro
Número de Catálogo E.C.T.: SO-06-ECT
Registro Catálogo Provincial: 731

BIBLIOGRAFÍA

- BENAVENTE J. (1987) *Historia de la Espeleología Almeriense. (en prensa).*
IBÁÑEZ, E. (1982). *en Imagen de un pueblo "Sorbas"*. : 21-31
PULIDO BOSCHA., CALAFORRA J.M. (1993). *The gypsum karstic aquifer of Sorbas (Almería). Some spanish karstic aquifers (Pulido A. Ed.): 225-242.*
RISCO F. (1988) *Informe en orden a protección de las cavidades Arqueológicas conocidas en el término municipal de Sorbas. (inédito).* ■

Experiencias en el bombeo de sifones (Cueva del Agua, Sorbas)

*Some experiences in pumping siphons
(Cueva del Agua, Sorbas, Almería)*

Ayuso Campos I.; López Miralles A.

Espeleo Club Almería

Resumen

Breve estudio histórico de los sifones más importantes de la C. del Agua (Sorbas, Almería), así como de los ensayos de las técnicas de bombeo para el vaciado de sifones llevadas a cabo en dos de los tramos sifonados más significativos del complejo. En este complejo kárstico los sifones constituyen uno de los puntos más importantes de conexión entre los diferentes subsistemas de galerías. Se han ensayado distintas técnicas para su exploración y topografía: espeleobuceo, trazado con fluoresceína y bombeo. A través del estudio y exploración de estos tramos sifonados se ha conseguido la topografía que actualmente existe de esta cavidad. Mediante espeleobuceo se exploró en 1988 el Sifón "Mayorga", cuya longitud es de 90 m. En Noviembre de 1992 se intenta mediante espeleobuceo la exploración del sifón "Esperanza" sin lograrlo debido a la peligrosidad del buceo en esta galería. En Junio de 1993 se utiliza la técnica del bombeo para vaciar el sifón obteniendo los resultados esperados. Se trata de una galería con dos sifones, y cuya longitud total es de 44 m. En el sifón de la galería fósil de la SO-21 se intentó el vaciado mediante bombeo sin lograr la disminución de nivel necesaria. El resto de sifones conocidos se han determinado por trazado y ajuste en el plano. Actualmente se está utilizando de forma intensiva el bombeo, esta técnica está aportando interesantes datos para el estudio del conjunto del sistema.

Abstract

Here are some historical studies of the more important siphons from the complex "Cueva del Agua" and also the technical test of pumping in siphons done in two of the more interesting sections of the complex.

In the gypsum karst, the siphons are the connection between each systems of galleries. Different techniques were used for exploration and survey; diving, fluorescent tracing, and pumping. Thanks for all the efforts to connect all galleries that we now have the general scheme of the cave. In 1988 the siphon "Mayorga" 90 m long explored by diver. In November of 1992, a diver tried to pass the siphon "Esperanza" with no success. In June of 1993, the pumping were used with success, it was a gallery (with two siphons) of 44 m long.

We tried another siphon "SO-21" was pumping without results, the water level was not low enough. The remaining of the known siphons were done by fluorescent tracing and adjustment on the map. Now, we used with intensive form the pumping technique that give us interesting data about the whole system of galleries.

OBJETIVOS Y RESULTADOS

Desde 1977 el Karst en Yeso de Sorbas ha sido el objeto de estudio de distintos grupos de Espeleología interesados en este entorno tan particular que constituye uno de los núcleos espeleológicos con más densidad de cavidades del mundo. Dentro del karst, una cavidad destaca en cuanto a desarrollo y variedad morfológica: El Complejo de la "Cueva del Agua". Actualmente, el desarrollo total topografiado alcanza los 7650 m, esto se debe en gran medida al estudio y exploración de los distintos sifones existentes en la red. La extrema importancia de estos sifones radica en que constituyen significativos puntos de unión entre los distintos subsistemas que conforman la red global de galerías.

El estudio de estos tramos sifonados es extremadamente complicado debido a las grandes dificultades que entraña su exploración. En ellos se han ensayado diferentes técnicas



Foto 1
Cambio de posición de la bomba, SO-360 Sifón Esperanza
Foto: I. Ayuso



Foto 2
Paso de la bomba a través del Sifón Esperanza. Foto: I. Ayuso

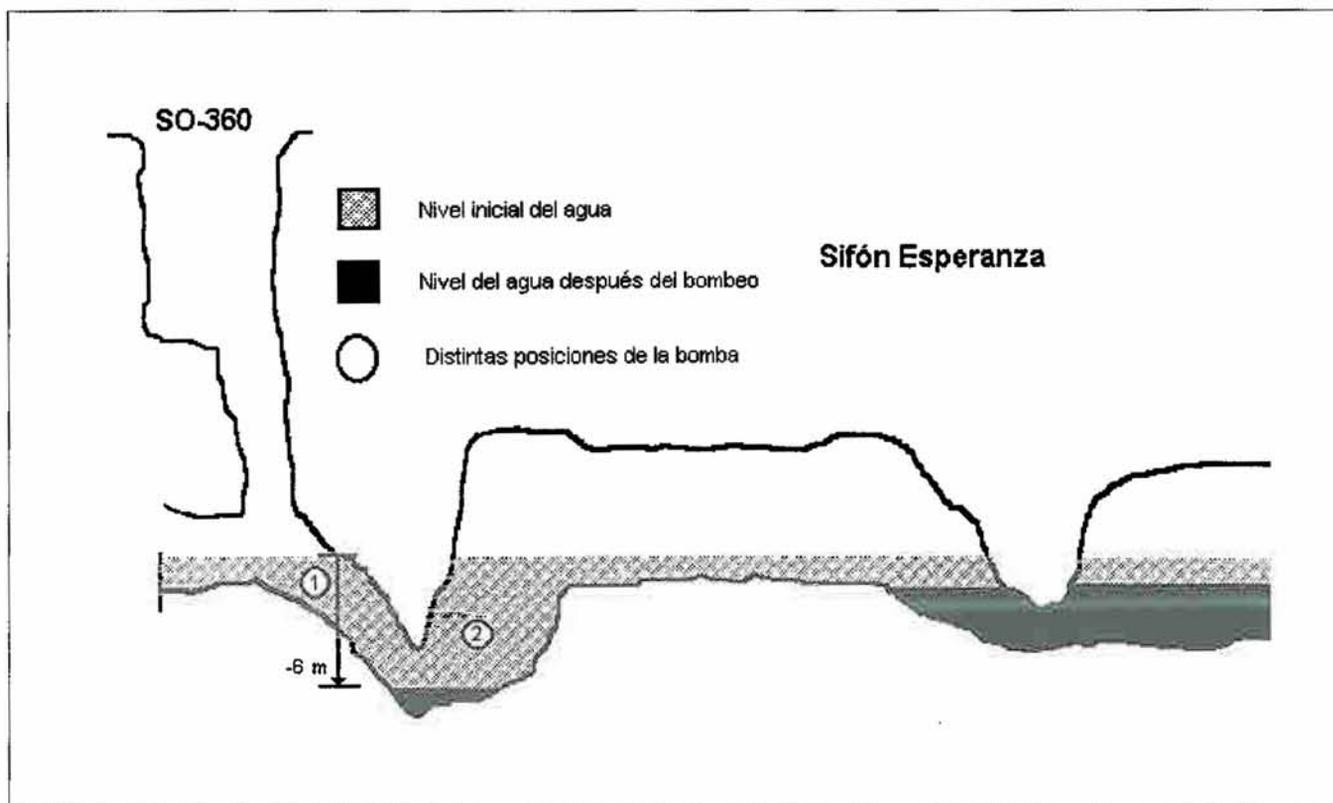


Figura 1
Esquema del doble sifón en el tramo SO-360 Sifón Esperanza

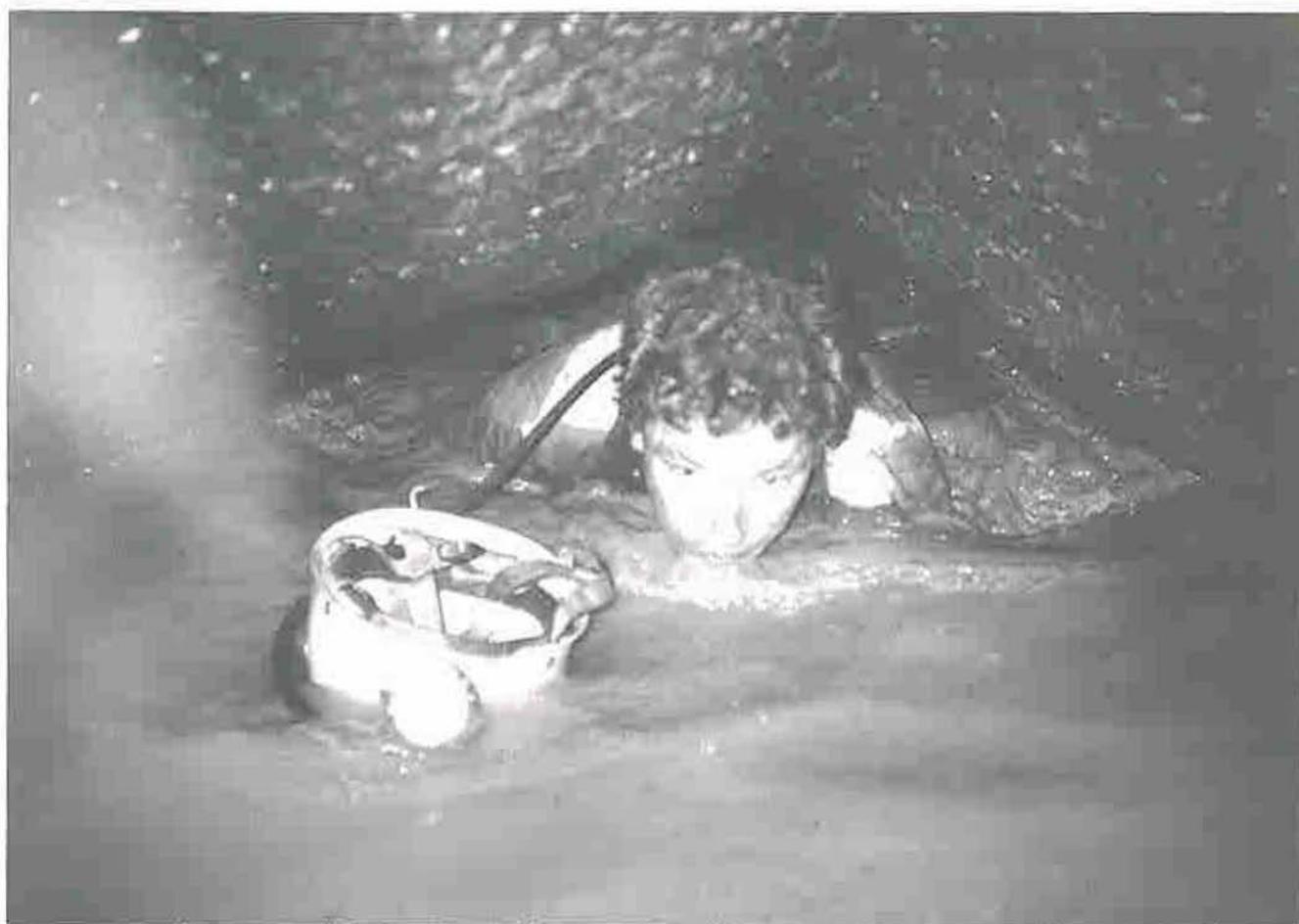


Foto 3
 Peligro de recarga del Sifón Esperanza durante las paradas de la bomba. Foto: I. Ayuso

Sifón	Trazado	Año	Espeleobuceo	Año	Bombeo	Año	Explorado	Desarrollo	Subsistemas
Mayorga	si	1986	si	1988	no	-	si	90 m	C. Agua / SO-21
Esperanza	si	1989	si	1992	si	1993	si	44 m	SO-21 / V3-Abejas
SO-21 fósil	no	-	no	-	si	1993	no	-	?

Tabla 1
 Resumen del estudio de los sifones más significativos de la Cueva del Agua (Sorbas)

como son el trazado con fluoresceína y colorantes, el espeleobuceo y el bombeo.

En 1988 durante el Campamento Nacional organizado en el Karst de Sorbas el sifón que une la galería principal de la Cueva del Agua con la SO-21 fue buceado por J.M. Mayorga y se le determinó una longitud total de 90 m.

En 1989 el sifón "Esperanza" que une los tramos SO-21 y V3-Abejas fue trazado con fluoresceína, y mediante ajuste en el plano se determinó que era un punto de conexión entre ambos subsistemas.

En 1992 J. Ortego, junto con otros espeleobuceadores de grupos de Alicante y Valencia, intenta el buceo del sifón "Esperanza". La extremada turbidez del agua, así como la estrechez de la galería imposibilitan la exploración.

En Junio de 1993 se utiliza por primera vez la técnica del vaciado mediante bombeo en el sifón "Esperanza". Tras 8 horas de bombeo, el nivel del agua desciende aproximadamente 4 m dejando al descubierto la bóveda del sifón lo

suficiente para atravesarlo. Este primer sifón conduce, a través de un nuevo tramo de galerías, a un segundo sifón que definitivamente conecta con el sistema V3-Abejas, ya que en esta zona se observó una disminución del nivel del sifón de 50 cm, medida que corresponde exactamente a la disminución existente en el otro lado. La longitud total topografiada entre ambos sifones es de 44 m. La cantidad de agua desalojada es aproximadamente 16-17 m³/h.

En Octubre de 1993 se intenta vaciar otro de los sifones más importantes del complejo, el sifón de la galería fósil de la SO-21, que se supone comunica con galerías en dirección al Sistema Burgos. Este sifón, cuya morfología corresponde a una salita circular de pequeña bóveda y reducidas dimensiones, se obstruía continuamente durante el bombeo por acúmulos de arenas y arcillas existentes en la zona de aporte de agua, por lo que el bombeo se hacía extremadamente difícil. Tras 5 horas de bombeo el nivel de agua descendió aproximadamente un metro. A partir de entonces y durante 7 horas

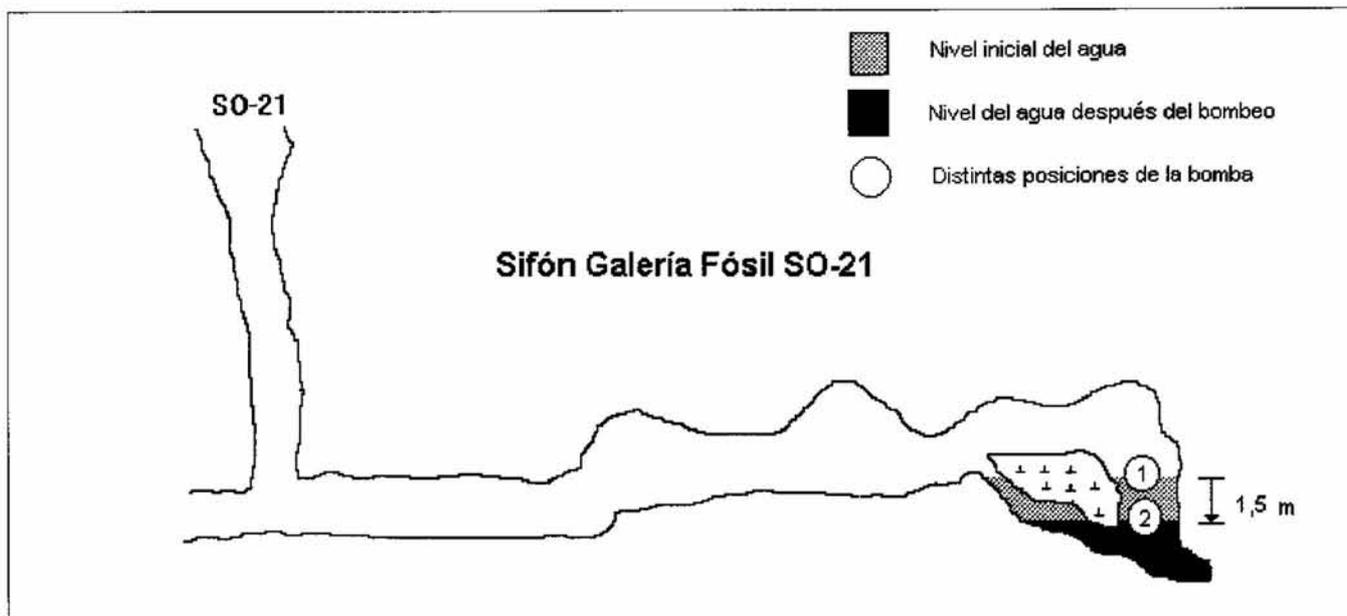


Figura 2
Esquema del vaciado del sifón de la galería "fósil" SO-21

más, el nivel del agua comenzó a descender muy lentamente, aproximadamente 2 cm cada hora, sin que pudiera observarse el principio de la bóveda del sifón. Es muy probable que este sifón sea impracticable debido a sus reducidas dimensiones y parece ser que a través de él se comunica con una zona de sifones intermedios, de forma que la cantidad de agua a desalojar es enorme. La cantidad de agua desalojada en este caso corresponde a 10-11 m³/h, con un desnivel de 6-7 m

En el complejo de la Cueva del Agua existen otros sifones importantes como son el sifón "Finito" y el sifón de la galería activa de la SO-21. Su exploración será abordada en próximas fechas.

Para la utilización de esta técnica de bombeo se ha seleccionado los sifones que reúnen una serie de características, una de ellas es que cuenten con un acceso practicable para el transporte de la bomba, así como que dicho acceso debe estar cercano al exterior ya que la longitud del cable que une la bomba con el generador instalado en el exterior no debe superar una longitud determinada, ya que entonces el caudal que desaloja la bomba disminuye considerablemente y el bombeo se hace inoperante en el tiempo; unas condiciones de humedad en la galería que permitan la instalación del cuadro eléctrico en el interior, y además que el agua pueda ser desalojada del sifón sin que exista retorno. Asimismo los bombeos requieren el trabajo de un gran número de personas ya que durante todo el tiempo diversos grupos hacen relevos en el interior y en el exterior para el control del generador, de la bomba y del cuadro eléctrico, y el grupo que una vez logrado un acceso por el sifón lo atraviesa para su exploración y topografía, mientras los demás grupos continúan el trabajo para impedir la recarga del sifón. En los bombeos realizados hasta el momento han participado miembros del Espele Club Almería, de la sección de Espeleología del C.A.M. y del Espele Filabres Club, formando un grupo total de 15 a 20 personas.

En estos bombeos, dado que la sección de cable utilizado es de 2.5 mm² el límite máximo de extensión del cable son aproximadamente 128 m, ya que rebasado este límite se produce una caída de tensión (disminución del voltaje) que provocaría un bajo rendimiento de la bomba, disminuyendo

considerablemente el caudal desalojado e incluso la parada de la propia bomba. Con un aumento de sección del cable se solucionaría este problema pero entonces el peso del material sería excesivo para su transporte a través de pozos y galerías. Otro de los grandes problemas en estos trabajos es la gran humedad existente en el medio. Para evitar accidentes por electrocución se ha utilizado material eléctrico de alta calidad. Asimismo se utilizó cable bajo goma especial para ser sumergido con un aislamiento de 1000 V, un cuadro eléctrico de PVC anti humedad con arrancador protegido, con relé diferencial, magnetotérmico y toma de tierra. Pese a la dureza de las condiciones el material empleado demostró su bondad. También demostró una gran eficacia la bomba de 0'7 CV - 0'6 KW con impulsor monocanal, con paso de 45 mm que en algunos momentos bombeó más fango y piedras que agua. De la bomba parte una manguera de 56 mm que conduce el agua hacia otras galerías aguas abajo. La bomba debe ser variada de posición conforme disminuye el nivel del agua para impedir el bombeo en vacío. El generador de 3000 W a gasolina demostró su dureza y bajo consumo, ya que tras horas de funcionar a pleno rendimiento no dio problemas. El equipo de espeleólogos, con una gran capacidad de adaptación, hizo el montaje completo de la instalación eléctrica hidráulica.

Tanto en el caso del sifón "Esperanza" como en sifón de la SO-21, los resultados obtenidos tras el bombeo son importantísimos para el estudio global de la red de galerías, y aportan interesantes datos para la exploración de todo el complejo.

BIBLIOGRAFÍA

- EPELEO-CLUB ALMERÍA (1993) *Sistema de la Cueva del Agua. Karst en Yeso de Sorbas (Almería). Actualización: Octubre de 1993.* (Inédito) 15 pp, 1 mapa.
- AYUSO I.; CALAFORRA J.M.; GARCÍA-SÁNCHEZ J.; SENÉN J.; THIBAUT A.; TORRES A. (1991) *Estado Actual de las exploraciones en el karst en Yeso de Sorbas (Almería).* Espeleotemas nº 1: 22-27.
- EPELEO-CLUB ALMERÍA (1992) *Avance al catálogo de cavidades del Karst en Yeso de Sorbas (Almería).* Instituto de Estudios Almerienses. (Inédito). ■

IV Campamento Provincial Dalias'93

IV Speleological Camp in Almería Province

Torres A.

Espeleo-Club Almería (E.C.A)

Resumen

Se resumen las actividades del IV Campamento Provincial de Espeleología celebrado en Dalias (Almería). La cavidad más importante de las topografiadas corresponde al Simarrón II (d-6) con 453 m de desarrollo y -70 m de profundidad.

Abstract

Principal activities of the IV Speleological Camp of the Almería Province are described. The most important cave is the Simarrón II with 453 m long and -70 m deep.

Introducción

Durante los días 4, 5 y 6 de Diciembre, como viene siendo habitual en la provincia de Almería, se celebró el IV Campamento Provincial de Espeleología, en esta ocasión organizado por el Espeleo Club Almería. La zona escogida fue Sierra de Gádor, dentro del término municipal de Dalias. El Campamento quedó enclavado en el Cortijo Clavero a 1090 m de altitud. La zona en cuestión ofrece buenas posibilidades espeleológicas, de hecho, de las cavidades conocidas destacan dos: "El Simarrón I" con -91 m de desnivel y 288 m de recorrido y "El Simarrón II", con -70 m y 453 m de desnivel y desarrollo respectivamente.

Los cuarenta participantes con que contó el Campamento pudieron escoger entre las distintas actividades que se ofrecía: prácticas de técnica alpina; topografía; autosocorro; prospección en el LLano de Pecho Cuchillo a una altitud de 1400 m; exploración y topografía en el Simarrón II, así como las visitas a las distintas cavidades del lugar.

Situación y Geografía

El área donde se realizó el Campamento se encuentra en la zona Occidental de Sierra de Gádor. Para llegar al Cortijo Clavero se parte desde el Manantial de Celín. Desde aquí cogeremos la pista forestal, trascurridos unos 11 Km de ascensión por dicha pista, existe una desviación hacia la izquierda, cogeremos esta desviación y tras 1 Km nos encontramos con el Cortijo. Desde aquí podremos divisar parte de las cotas más altas de la Sierra: "Pecho Cuchillo", con 1953 msnm, "Alto del Castillejo", con 1973 msnm, y "Dos Hermanas", con 1998 msnm.

Las exploraciones quedaron encuadradas entre la cabeceira del "Barranco de las Fuentes" y el "Barranco del Aguila". El Barranco de las Fuentes tiene su inicio en el llano de Pecho Cuchillo a 1500 m de altitud aproximadamente. El tramo final de este barranco se denomina "Arroyo de Celín", a unos 600 m de altitud, donde surge el manantial más importante del sector. El Barranco del Aguila tiene su origen por debajo del

"Cerro de la Atalaya", a 1920 m de altitud y baja hasta el mismo "LLano de la Aldeilla".

Enclave Geológico

Sierra de Gádor se encuentra dentro del dominio de las Cordilleras Béticas. Es sin duda alguna un majestuoso macizo dolomítico, siendo además el más importante de la Provincia de Almería. Los materiales que afloran en la zona de trabajo pertenecen al manto de Lújar. Es visible tanto la formación carbonatada en toda su extensión como el tramo filítico de base. La estratigrafía de la unidad de Gádor en el Barranco de las Fuentes se compone de cuatro términos:

1) Filitas con tonos azules y violáceos; hacia el techo aparecen cuarcitas blancas, su potencia total es desconocida.

2) Dolomías con aspecto brechoide. Hacia el techo pasan insensiblemente a caliza, con colores oscuros. La potencia es del orden de unos 500 m

c) Calizas y calcoesquistos. Alternancia de estos dos materiales con distinto predominio según los puntos. Hacia el techo se hacen más frecuentes las calizas. En conjunto alcanzan una potencia de 500 m

d) Calizas. Tramo de unos 150 m de espesor, que constituye el techo de la serie. Su litología es muy semejante al tramo calizo del término, siendo éste el más importante desde el punto de vista espeleogenético (SANCHEZ MARTOS et al., 1991).

Actividades

En los tres días que duró el Campamento se efectuaron un total de 15 salidas, repartidas entre las siguientes actividades: prospección, exploración, topografía, prácticas, visita y filma-

IV CAMPAMENTO
PROVINCIAL
de
ESPELEOLOGÍA

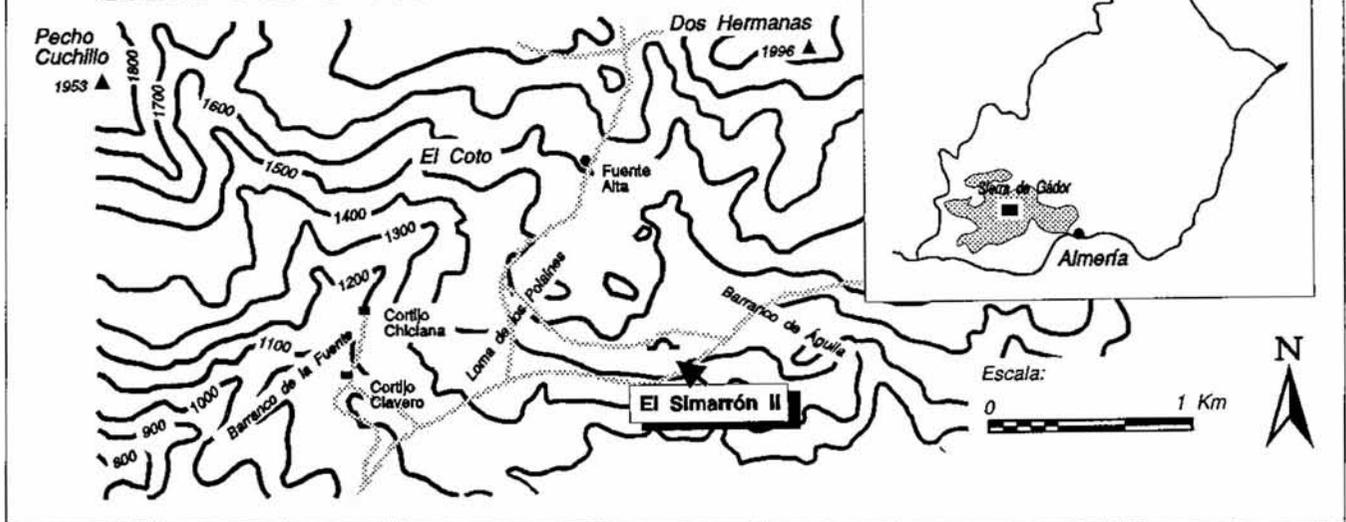
DALÍAS
'93
4-5-6 de Diciembre

Colabora:
Comisión Comarcal de Deportes
Ayuntamiento de Dalias
Diputación Provincial de Almería

Organiza:
Espeleo-Club Almería
C/ Santa Bárbara, 67 (Almería)

Anagrama del IV Campamento Provincial de Espeleología
Dalias '93 (Almería)

Sierra de Gádor Sector Pecho Cuchillo - Dos Hermanas



Situación del Campamento y del Simarrón II



Formaciones estalagmíticas afectadas por fenómenos sísmicos
Foto: J.M. Calaforra

ción de videos.

En el "LLano de Pecho Cuchillo" se prospeccionó y exploró durante las tres jornadas, localizándose una gran cantidad de simas, de las cuales se exploraron un total de 6 cavidades,

entre las que destaca la sima "Pecho Cuchillo II" con un desnivel de -44 m aproximadamente. También se exploraron tres pequeñas cavidades en la zona del "Simarrón II"

Durante las dos primeras jornadas se realizaron prácticas de técnica alpina en una presa cercana al campamento, contando con una gran participación.

En el "Simarrón II" se continuaron con los trabajos de exploración y topografía durante todo el Campamento.

Se realizó una visita al "Simarrón I" como práctica de formación debido a las dificultades técnicas que presenta esta cavidad dadas sus características, ya que se trata de una cavidad esencialmente vertical que requiere un buen conocimiento de las distintas técnicas de progresión.

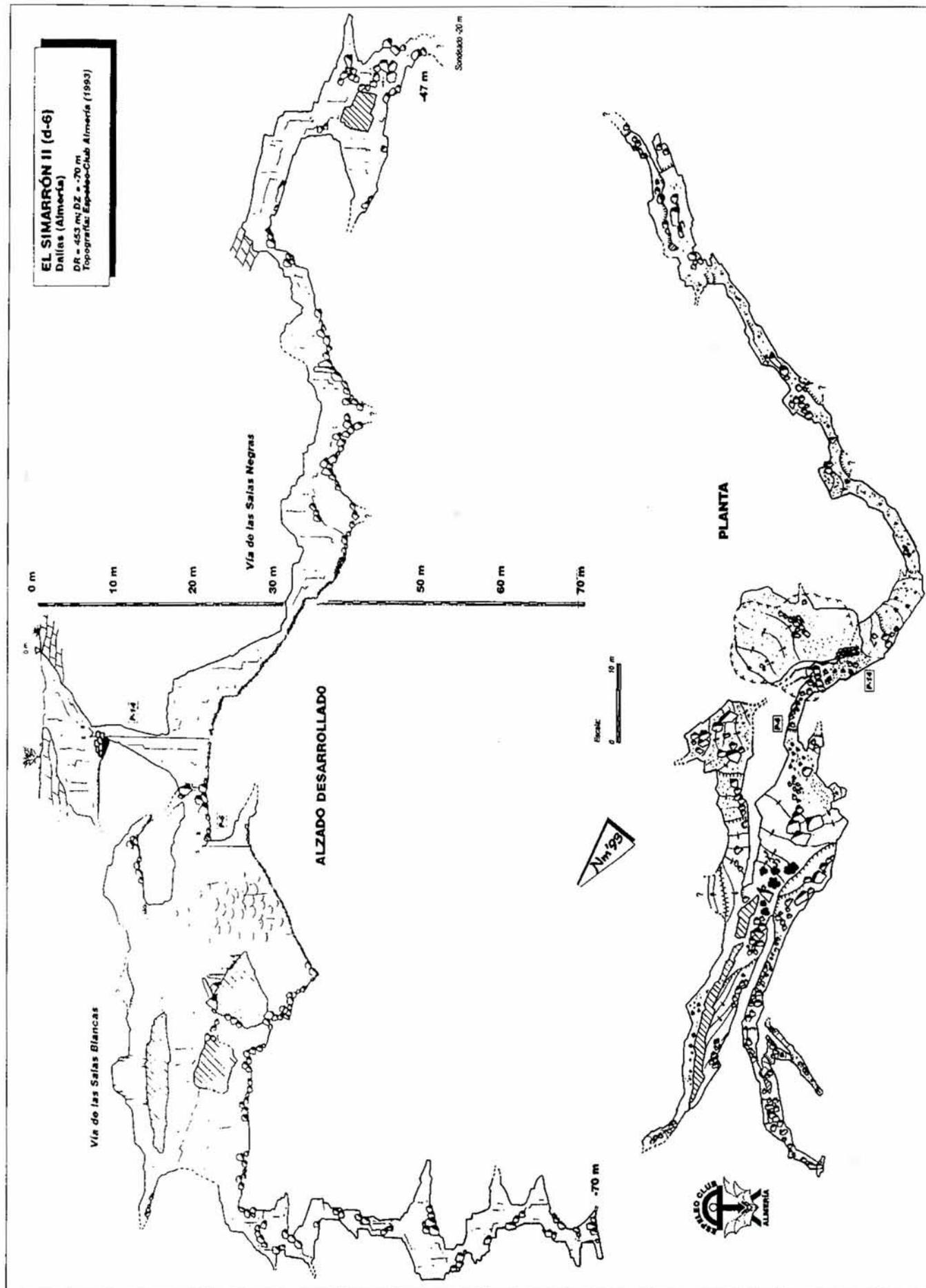
Asimismo se realizó una visita a la "Cueva de las Tres Campanas". Esta cavidad de fácil acceso y pequeño recorrido es ideal para infantiles, así como para todas aquellas personas que se inician en la práctica de la Espeleología.

Descripción del Simarrón II (D-6)

El Simarrón II es una de las más importantes cavidades en este sector de Sierra Gádor. Hasta el momento han sido topografiados 453 m de desarrollo total y -70 m de desnivel, aunque los trabajos de exploración y topografía continúan en el interior de la cavidad ya que todavía existen tramos completamente desconocidos, esta topografía inicial sitúa a la cavidad, en cuanto a desarrollo, como la más importante de Almería de las desarrolladas en materiales calcáreos.

A la sima se accede por un pozo de -14 m. La base del pozo está formada por un cono de derrubios en el que se abren dos galerías inicialmente pertenecientes a la misma diaclasa.

En dirección N330E un fractura de poca amplitud, rellena en su base de grandes bloques, nos conduce hasta un segundo pozo de -6 m que desemboca en una sala de enormes dimensiones. En esta sala existen gran cantidad de formaciones carbonatadas de proporciones considerables. En la parte central de la sala remontando una colada de aproximadamente 10 m se accede a la parte alta, donde pueden apreciarse pequeños gours así como grandes formaciones desprendidas y fracturadas posiblemente por movi-



El Simarrón II (d-6, Dalías, Almería). Topografía: Espeleo Club Almería



Boca de entrada al Simarrón II (Dalías, Almería)
Foto: I. Ayuso



Galerías en fracturas N330 en el Simarrón II
Foto: A. Torres

mientos sísmicos de considerable intensidad. En esta zona las galerías están formadas por el encajonamiento de grandes bloques, sobre los cuales se abren chimeneas de considerable altura que discurren a través de pequeñas fracturas y que recorren toda esta zona formando un conjunto laberíntico. En la parte baja de la colada, situado a su izquierda, se abre una pequeña fractura que conduce hacia la zona de mayor desnivel de la cavidad. Este meandro desemboca en una serie de pozos escalonados entre bloques, donde el material posee muy poca consistencia, y donde son frecuentes los desprendimientos. Superando estos pequeños pozos con técnicas de oposición se accede a una gatera terminal completamente obstruída donde se localiza el punto topográfico de -70 m.

En la base del pozo inicial de -14 m, en dirección contraria a la anterior, tras descender una pronunciada pendiente cubierta por pequeños piedras sueltas y grava, se accede a una galería que discurre entre bloques, y es en esta zona donde se continúan los trabajos de exploración. Esta parte de la cavidad es bastante peligrosa debido a la gran cantidad de bloques sueltos y medio encajonados en el techo que provocan frecuentes desprendimientos y que dificultan muchísimo la progresión. Hasta el momento en esta galería se han topografiado aproximadamente unos 100 m, aunque las exploraciones llevadas a cabo en esta zona permiten suponer que el desarrollo total puede ser muy grande.

AGRADECIMIENTOS

- Al Exmo Ayuntamiento de Dalías
- A la Comisión Comarcal de Deportes de la Baja Alpujarra
- A la Asociación de Montañismo "Pecho Cuchillo"
- A todos los participantes del IV Campamento Provincial de Espeleología

BIBLIOGRAFÍA

- SÁNCHEZ MARTOS, F., TORRES PALENZUELA, A., GARCÍA SÁNCHEZ, J. (1991) *Avance del Catálogo de Cavidades del término municipal de Dalías (Sierra Gádor, Almería)*. *Espeleotemas*, 1: 36-39.
- SÁNCHEZ-MARTOS, F. CALAFORRA J.M. (1991) *Grandes cavidades de la Provincia de Almería*. *Espeleotemas* 1: 8-21. ■

Karst del Parque Natural de Vercors (Alpes Occidentales)

Karst in the natural park of Vercors (West Alps)

Álvarez G.

Sociedad Espeleológica Geos
Apartado de Correos 4275 (410890, Sevilla)

Resumen

Se resumen las principales características de uno de los karst más importantes de Europa, el karst de Vercors, trabajo realizado en el marco del D.E.A. coordinado por la Universidad Aix-Marsella.

Abstract

Results of the principal characteristics from one of the most important karst in Europe "The Karst Vercors". This work has been carried out by D.E.A., working in coordination with the University of Aix-en-Provence Marseilles.

Aprovechando la participación de dos miembros de la S.E.Geos (Fernando Díaz y Genaro Alvarez) en el "Stage" del D.E.A. Geosistemas Kársticos y Geosistemas Antrópicos del Instituto de Geografía de la Universidad de Aix- Marsella, se ha retomado durante Mayo de 1993, el conocimiento espeleológico del Macizo del Vercors que Geos comenzó en su expedición de Agosto de 1983, así como en diversas visitas puntuales de otros miembros de la entidad (a lo largo de los últimos años).

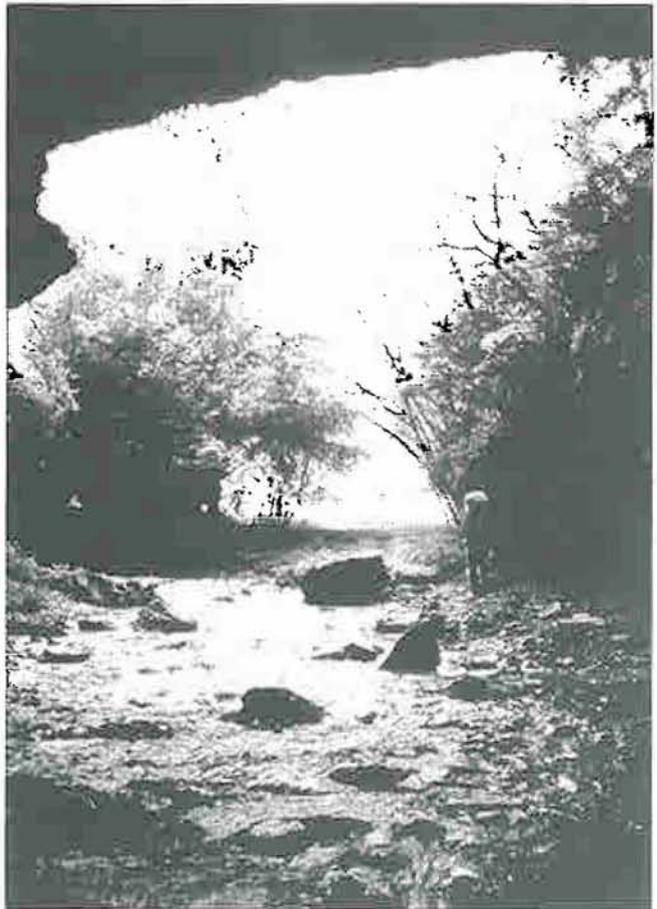
En esta ocasión los trabajos se centraron en la gruta de Vallier, la garganta de la Bourne y Ombleze-Gervanne. La gruta de Vallier se localiza a 1520 mt de altitud en el Macizo kárstico del Moucherotte de 1875 mt y el pico St.Michel de 1966 mt de altitud; en la extremidad Nor-Este del Vercors, constituido principalmente por calizas de facies Urgonienses y estructura geológica de flanco de pliegue. La gruta de vallier, se abre a una altura de 1520 mt dando frente al valle del Isère, en el fondo del cual se localiza la ciudad de Grenoble. La boca de unos 5 metros de altura da paso a una serie de tubos a presión y estos dan paso a un sistema de galerías colgadas con un desarrollo espeleométrico superior a los dos kilómetros y un desnivel cercano a los -340 mp. En el contacto de la caliza Urgoniense con las margas Hautoreviensen el sistema se mantiene activo. A lo largo de la cavidad se observan abundantes rellenos de arcillas, depósitos detríticos diversos, así como facies de coladas estalactíticas y estalagmíticas.

Se trata de una paleo-cavidad abierta a favor de una estructura fallada (del macizo del Moucherotte) donde los análisis espeleomorfológico y cronoestratigráficos, han puesto de manifiesto una evolución que alcanza probablemente el final del Terciario o comienzos del Cuaternario, así como una sucesión bien contrastada, bajo condiciones glaciares e interglaciares del Pleistoceno Medio (Riss) y Pleistoceno Superior (Wurm). La tinción con fluoresceína, mostró la relación directa del sector activo (hidrológicamente) con la fuente de la Bruyant a 978 mt de altitud y cuya actividad es superior en algunos momentos a 3 m³/s. (Figura:1).

La garganta de la Bourne, constituye un drenaje transversal a toda la estructura geológica del Vercors. Se trata de una gran "cluse" tallada en las calizas Urgonienses entre las localidades de Villard de Lans y Pont en Royans (Mapa:1). En ella se localizan las más importantes surgencias del Macizo (Gruta Blanch, Gruta Noire, Bournillon, Chorance, Chevaline, Gournier, Coufin, etc), el edificio travertínico de Chorance, numerosas cavidades colgadas, así como un espectacular modelado de vertientes.

Durante esta visita se ha iniciado el estudio de la evolución karstológica de la garganta de la Bourne, relacionando tanto el sistema hidrogeológico como los elementos espeleológicos de las cavidades (galerías, depósitos autóctonos y alóctonos). (Figura:2) y finalmente los depósitos externos ligados con los procesos periglaciares. Conforman en cualquier caso una evolución compleja donde se interfieren con toda probabilidad la dinámica espeleológica y el karst superficial, al igual que con la Vallier desde el Mioceno.

En las gargantas de Ombleze, ubicadas en la vertiente suroeste del Vercors hacia el valle del Drome, las calizas del Senoniense, muestran un modelado de vertientes con depósitos travertínicos abundantes de desarrollo lateral y en la red hidrográfica de la Gervanne algunos importantes sistemas de cascadas. En esta garganta la atención se centró en la cascada de la Pissoire, el Moulins de la Pipe y la Chute de la Druipe, junto a la evolución de laderas y la relación que éstas tienen con las formaciones travertínicas, y su análisis hidroquímico. La formación de estas gargantas parece relacionarse directamente con un sistema de capturas y con una acusada evolución de "recule" a la salida de la misma. A techo han podido detectarse diversos fenómenos de paleovalles encajados, surgencias y pérdidas que refuerzan esta interpre-



Sumidero activo, parte alta de las gargantas de Ombleze

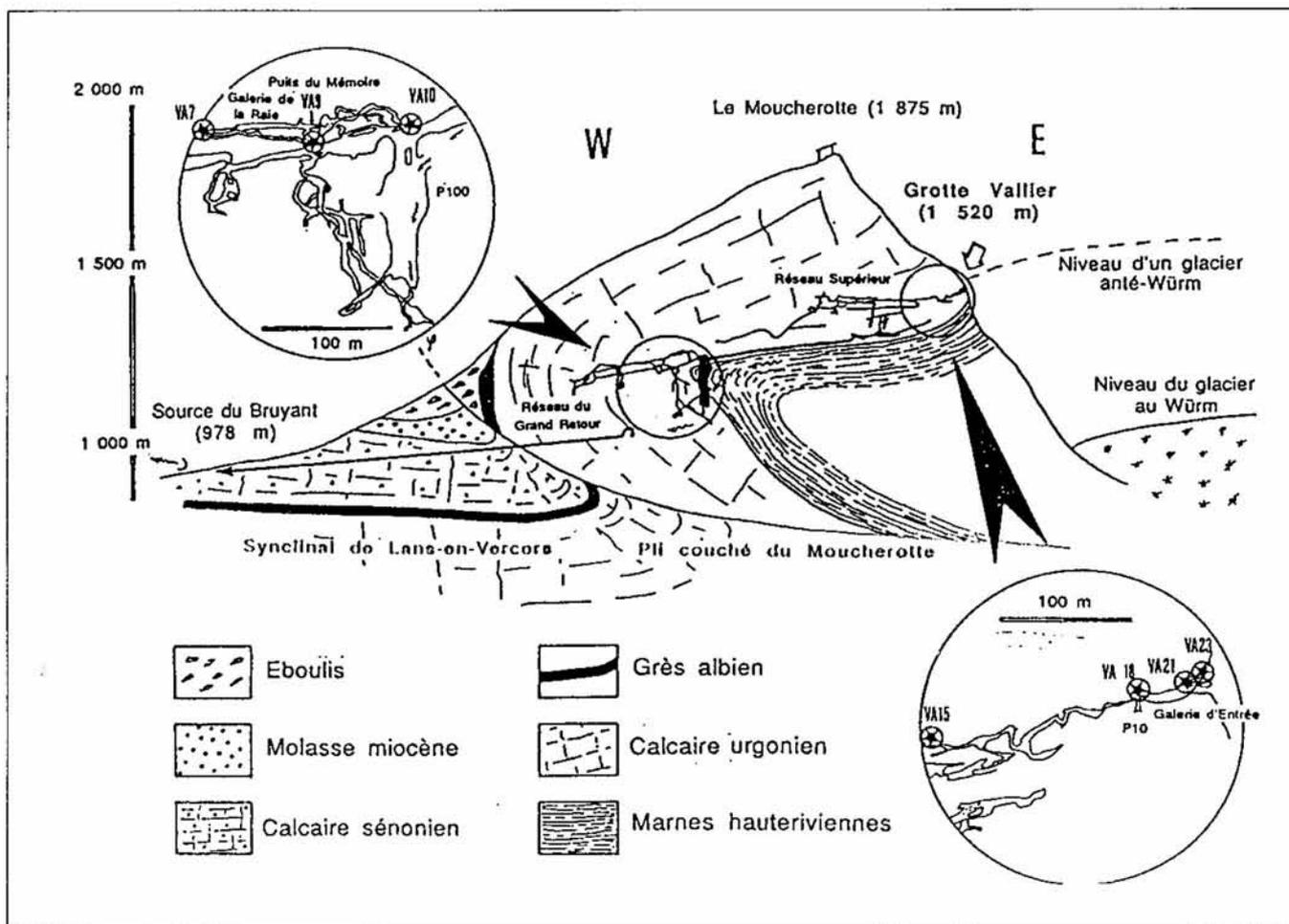


Figura 1
Dispositivo espeleológico del Macizo del Moucherotte, detalles de su red interna y su funcionamiento hidrogeológico.
 (AUDRA, 1992)

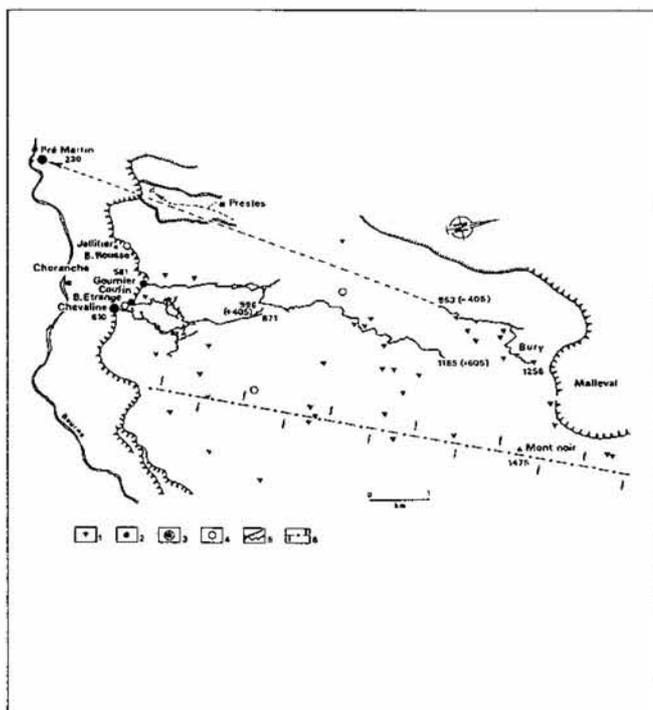


Figura 2
Dispositivo espeleológico del Macizo del Coulmès.
 1.-Gruta. 2.-Emergencia. 3.-Emergencia temporal. 4.-Gruta fósil. 5.-Red subterránea. 6.-Eje anticlinal: Eje de dispersión hidrológica. (DELANNOY et al., 1988)

tación.

Los trabajos desarrollados fueron dirigidos por el profesor J. Vaoudour, responsable del D.E.A. de Geografía Física de la universidad de Aix-Marsella, incorporándose igualmente al equipo de trabajo J. Nicod, J.L. Guendon, Ph. Audra, J.L. Balais y A. Lavagne, entre otros. Una reseña de los resultados de esta cavidad de campo será publicada en los trabajos del URA-903 de Aix en Provence.

El macizo del Vercors es uno de los principales karts de la cuenca Mediterránea. La potente serie caliza, su masividad y estructura geológica ha permitido un intenso proceso de karstificación ligado a una compleja y prolongada evolución paleoclimática. En la actualidad el macizo presenta una importante cubierta vegetal favoreciendo el desarrollo de una continuada corrosión. Sin duda constituye uno de los paraísos kársticos de Europa.

BIBLIOGRAFÍA

- AUDRA, Ph. (1991) *Le karst du Massif Moucherotte-Pic Saint Michael (Vercors, Isère France)*. *Karstologia*, 18:19-28.
- DELANNOY, J.J. (1986) *Carte Géomorphologique du Massif du Vercors, (Alpes, France)*
- DELANNOY, J.J.; GUENDON, J.L.; QUINIF, Y. (1988). *Les Remplissages Spéléologiques: Un Apport ala Connaissance de la Karstogenèse du Massif des Coulmès (Vercors, Alpes)*. *Anales de la Société Géologique de Belgique*, Tomo 111:21-38
- DEA de Geographie Phisique (1988). "Géosystèmes Karstiques" et "Géosystèmes anthropisés". (Direction; Dr. J. VOUDUR). Université aix Marseille. ■

Las telecomunicaciones en la espeleología

Telecommunication in speleology

Planells M.

Sección de Espeleología del C.A.M. (Almería)

Resumen

Se describen los principales tipos de telecomunicaciones en espeleología valoradas según la experiencia personal del autor, concluyendo que actualmente resultan inviables por razones técnicas y económicas.

Abstract

Description of the principal forms of communication in caves by personal experiences from the autor. The conclusion: the failure by radiotransmission; technical and economical reasons.

INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones en el exterior, están determinadas por multitud de parámetros como son, la frecuencia empleada, hora del día o de la noche, número de manchas solares, modalidad de la emisión, potencia, antena de los equipos, etc.

Para distancias de hasta 10 o 15 Km nada de esto condiciona las comunicaciones, sólo la potencia, frecuencia y antena empleada, para cortas distancias, la modalidad que más calidad ofrece es la modulación de frecuencia, la gama de frecuencias, la de VHF o UHF y la potencia entre 1 y 25 vatios, además las antenas son extraordinariamente pequeñas.

Los conceptos aplicados en la superficie se basan principalmente en el estado de las capas conductoras de la atmósfera que a su vez están influidas por las manchas solares, estas hacen que la atmósfera se ionice más o menos en función de la cantidad de manchas presentes en el sol y por tanto haya más conductividad lo que se traduce en mejor y más largas comunicaciones.

Todo esto no es aplicable en el interior de las cavidades donde los inconvenientes principales son:

La gran absorción de las señales, la atenuación de la señal al no encontrarse los equipos en la visual ni al mismo nivel, etc.

La relación señal ruido es muy mala, y en definitiva los obstáculos hacen imposible la propagación de las señales en cualquier frecuencia, que junto con todo lo anteriormente mencionado parece dar como única solución el empleo del teléfono alámbrico.

A continuación describo algunos sistemas y sus características.

EQUIPOS EMPLEADOS

TELÉFONO: Este sistema es el más sencillo además del más económico, se puede encontrar todo tipo de teléfonos

procedentes de desguaces en chatarrerías a bajo precio, el único inconveniente es la gran cantidad de cable a emplear así como el problema de transporte del mismo durante la exploración.

EQUIPOS DE RADIO ONDA MEDIA, LARGA Y CORTA 300 KCs A 30 MHZs: Estos equipos se emplean para medias y largas distancias 50 a 400 km, su gran inconveniente radica en la gran potencia que hay que emplear, del orden de entre 100 y 500 vatios, con el consiguiente consumo de energía eléctrica, gran tamaño, enorme peso y grandes antenas, por tanto desechable para el caso que nos ocupa.

VHF Y UHF 140 A 470 MHZs: Estas frecuencias son teóricamente las ideales, sobre todo la de VHF, dado el tamaño de los equipos y las antenas, así como por la facilidad de refracción y rebote de las señales en los obstáculos, pero las pruebas realizadas en la práctica, han dado como resultado, que la distancia máxima conseguida, esta entre los 70 y los 120 metros (depende tipo y tamaño cavidad), las pruebas se han hecho con equipos profesionales de VHF y UHF y una potencia de 2.5 y 5 vatios.

SUPER ALTAS FRECUENCIAS MAS DE 3000 MHZs: Tienen idénticas características que las anteriores aunque estas se rebotan con más facilidad en los obstáculos, pero también es mayor la absorción de la señal y las pérdidas por refracción, por lo que se necesita mucha potencia, cuestión esta que no se ha probado debido al alto coste de los equipos que además son difícil de conseguir en el mercado.

Como soluciones no importando el coste de las mismas, se pueden emplear equipos portátiles de VHF intercalando una serie de repetidores de poca potencia, pero el tamaño de los mismos no es muy reducido ya que están compuestos por un receptor, transmisor, duplexor, antena, batería y módulo de control, habría que ir dejando un repetidos cada setenta o cien metros en el mejor de los casos depende de la cavidad.

Otra solución más que costosa engorrosa, es la de utilizar un sólo equipo en el exterior y emplear como antena cable radiante, que consiste en un cable coaxial especial que radia en toda su longitud, con lo que un sólo walki en VHF trabajaría sin problemas, pero si hay que introducir un cable, es lo mismo que sea un cable de teléfono, sistema este más económico, por lo tanto la diferencia está en que con la radio la movilidad dentro de la cavidad es total y con el teléfono hay que estar junto al terminal del hilo, este sistema es el empleado actualmente en túneles y minas.

Se han probado equipos que generan campos magnéticos de bajas frecuencias con algún resultado, esto consiste en unas grandes bobinas que generan y captan campos eléctricos, pero en el exterior de la cavidad hay que moverse con el sistema en sentido horizontal al mismo tiempo que en el interior, lo cual no parece que sea un sistema cómodo y sencillo.

CONCLUSIONES

En resumen, después de las diversas pruebas realizadas con material profesional, puedo deducir que hoy por hoy, una cosa tan importante como la comunicación con el exterior, es inviable a nivel de un club de espeleo por las muchas dificultades técnicas, económicas, tecnológicas, y sobre todo lógicas.

No he descubierto nada nuevo, pero he querido probarlo por mi mismo, valga pues para refrescar el tema a otros interesados que quieran abordarlo, y como no obtener algunos resultados, los cuales me gustaría conocer. ■

Ángel Torres Palenzuela

Espeleo Club Almería (E.C.A.)

Karst en Yeso de Sorbas. Cueva del Agua "Record" de Andalucía

Como en años anteriores, dentro de este karst nuestros esfuerzos espeleológicos se ven prácticamente absorbidos por el Sistema "Cueva del Agua". Los resultados obtenidos en dicho sistema bien han merecido la pena. La "Cueva del Agua" tiene hasta la fecha 7850 m de desarrollo, lo que la convierte, en la primera cavidad en desarrollo de Andalucía. Al mismo tiempo es la primera y séptima de España y del mundo respectivamente, de las excavadas en yeso. Para conseguir tal logro los trabajos se han centrado especialmente en la zona del "Huy huy Ay", zona ésta en la que se han explorado y topografiado más de 700 m de galerías, si bien en su inicio se desarrollan por gateras y luego terminan en galerías y salas de amplias proporciones. También se han descubierto y topografiado dos nuevas entradas al Sistema, que corresponden a la "Sima de los Lirios" SO-533 y la "Sima de la Menta" SO-532 que junto con sus galerías suman un total de unos 200 m topografiados.

Por otra parte, y dentro del mismo Sistema, se ha emprendido otra técnica de exploración que por todos es conocida pero no es muy habitual, se trata del vaciado de sifones con generador, bomba y demás materiales necesarios (ver artículo en este mismo número de "Espeleotemas"). En dos ocasiones se ha empleado ésta técnica, los escenarios han sido el "Sifón Esperanza" en la SO-360 y el "Sifón de la galería fósil" en la SO-21. En el sifón "Esperanza" se topografiaron 80 m de galerías, conectando con un segundo sifón. En la SO-21 no pudo vaciarse el sifón debido al gran aporte de agua, así como a la continua obstrucción por arcillas y arenas, ya que las dimensiones de la bóveda son muy reducidas.

Por último y con respecto al Sistema "Cueva del Agua" decir que continúan los trabajos e investigaciones sobre la disolución del yeso en el interior de esta

cavidad, trabajos que llevan a cabo conjuntamente la Universidad de Almería y la Universidad de Bologna y que cuentan con la colaboración del Espeleo Club Almería.

En las cercanías del Sistema de la "Cueva del Agua" se ha explorado y topografiado la "Sima Noel", con un pozo de -35 m. En la base de dicho pozo comienza una pequeña galería que a veces se convierte en gatera, con pasos muy obstruidos debido al barro existente. En total se topografiaron 170 m de desarrollo. La cavidad que da en la actualidad muy alejada del entorno inmediato de la Cueva del Agua, por lo que no se preve una conexión inmediata con el sistema.

Sierra de Gádor

En las estribaciones de la Sierra de Gádor y en las cercanías de la ciudad de Almería se han topografiado un total de 5 cavidades. Las cuevas en este sector son de pequeñas proporciones y entre ellas destaca la "Sima de las Chapas" con 75 m de desarrollo.

En otros puntos de nuestra provincia se han realizado actividades como la prospección de cavidades en Sierra María sin resultados positivos y la exploración de la AX-ECA-1 en Albox.

IV Campamento Provincial

Se celebró en Sierra de Gádor, en el término municipal de Dalías, del 4 al 6 de Diciembre de 1993 organizado por el Espeleo Club Almería, patrocinado por la Comisión Comarcal de Deportes de la Alpujarra baja y con la colaboración del Excmo Ayuntamiento de Dalías. Participaron un total de 30 espeleólogos y se realizaron distintas actividades tales como prospección, exploración, topografía y prácticas técnicas.

PB-4 "Cueva del Arroyo de la Rambla" Peal de Becerro (Jaén)

Desde su descubrimiento el E.C.A.

trabaja en la exploración y topografía de esta cavidad junto con el resto de grupos espeleológicos integrantes del Interclub de trabajo creado para el estudio de la PB-4. Durante este año se ha entrado en la cavidad en siete ocasiones y en total han sido topografiados los 1000 m finales de la misma.

Laboratorio subterráneo de la Cueva del Agua de Iznalloz (Granada)

El Patronato de la Cueva del Agua de Iznalloz, dependiente de la Diputación Provincial de Granada, ha iniciado la instalación de un laboratorio subterráneo en dicha cavidad constituido por un conjunto de instrumentos de registro continuo tendente a determinar las distintas variables físico-químicas que influyen sobre las especies troglófilas y cómo el posible desarrollo turístico pueda afectar a la cavidad. En el proyecto participan miembros del Departamento de Hidrogeología y Química Analítica de la Universidad de Almería junto con el apoyo técnico del Espeleo Club Almería.

Expediciones

Durante los días del 20 al 28 de Agosto se realizó la expedición Norte'94, en la que se visitaron las siguientes cavidades: Cañuela (Arredondo, Santander), Cullalvera (Ramales de la Victoria, Santander), Torca del Carlista (Vizcaya) y Ojo Guareña (Cueva, Burgos), en suma un área que alberga las cavidades más impresionantes del mundo y que todo amante de la espeleología debiera conocer y cuidar. ■



Cueva del Agua (Iznalloz, Granada)
Foto: Ángel Torres

CATÁLOGO

José Benavente Hernández

Espeleo Club Almería (E.C.A.)
Responsable Provincial del Catálogo de Cavidades (F.A.E.)

EL CATÁLOGO DE CAVIDADES DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA

Los comienzos de lo que más tarde se conocería como el "Catálogo de Cavidades de la Provincia de Almería", tuvo su origen, como tantas cosas que suceden en la vida, en una idea personal y en un momento determinado, de forma totalmente altruista. Una idea que, poco a poco, iría tomando forma y evolucionando a una mayor perfección.

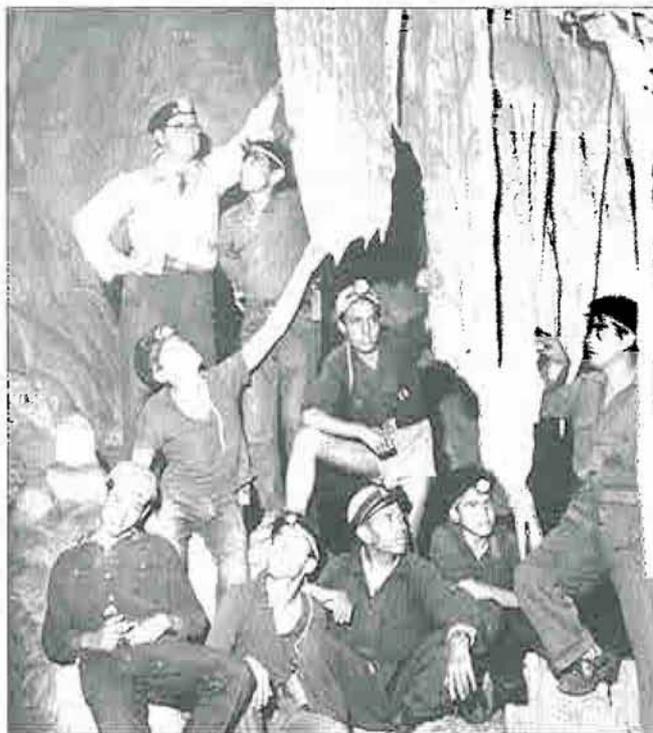
Todo comenzaba en 1989, ayudado por la mano de la informática, con un programa simple (base de datos), con la finalidad de crear fichas donde guardar ordenadamente la información. De esta forma la primera ficha tipo que se creaba, contaba de 30 apartados (campos), muy simples, pues su destino era de interés individual y las pretensiones o ambiciones de esta empresa estaban dirigidas a obtener una idea más o menos exacta del número de cavidades que se conocen en la provincia de Almería.

De las 50 cavidades que, aproximadamente, se conocían

en toda la provincia, se comenzó a trabajar recogiendo datos de casi 200 cavidades.

Este pequeño núcleo, a modo de ovillo, empezaba a tomar forma, y a medida que crecía, dejaba ver algunas faltas y ausencias que precisaban de nuevos campos dónde añadir más información. A partir de aquí se diseñó una 2ª ficha, ampliada ahora con 68 campos, y con la que se incluyen las 337 cavidades del "Avance al Catálogo de Cavidades del Karst de Sorbas", realizado por el Espeleo-Club Almería y promovido por la Agencia del Medio Ambiente (A.M.A.) de Almería, además de un catálogo realizado en los años 60 por el GEP-OJE, y que comprendía un total de 241 cavidades, de esta forma se alcanza la cifra de 700.

Esta ficha incluía aspectos más concretos y específicos para que, en forma de cuestionario y con solo marcar en algunos campos en signo "X", dar una información rápida sobre datos como: localización y búsqueda de una cavidad, trabajos científicos específicos (Arqueología, Biología, Geología, Hi-



Primeras exploraciones en la Sima de la Virgen (Almería)
Foto: Ruiz Marín (1960)

drología, etc.), además de otros elementos de conocimiento de sumo interés para el espeleólogo.

Con el paso del tiempo la idea primitiva del catálogo (interés personal), ha ido quedando anticuada. Para que el esfuerzo fuese útil, se hacía preciso ofrecer la información a todos aquellos que practicamos esta actividad, y así tener unos conocimientos más exactos y concretos basados en el fondo documental existente, evitando así la repetición de trabajos o de absurdas desplazamientos por nuestra geografía, como a to-

dos los grupos nos a pasado en más de una ocasión.

En Octubre de 1991 la idea es apoyada por los cuatro Clubs federados de Almería y en Diciembre del mismo año aparece el "I Resumen de cavidades de la Provincia de Almería", comprometiéndose todo ellos en la obligación de informar al responsable del Catálogo Provincial de cada nuevo descubrimiento, trabajo o datos de interés para completar la base de datos.

Es ya en Marzo de 1992, cuando la Federación Andaluza de Espeleología respalda la ini-

CAVIDADES CENSADAS DURANTE 1993

Nombre	Municipio	Club	Siglas	Topografía	Nº Catálogo
Cueva Complejo Nacimiento	Sorbas	Espelo Club El Tesoro	—	No	792
Cueva de la Cafetera	Sorbas	Espelo Club El Tesoro	—	No	767
Cueva del Himen	Sorbas	Espelo Club El Tesoro	SO-601 ECT	Si	89
Cueva de los cuatro Olivos	Sorbas	Secc. Espel. del C.A.M.	—	No	531
Sima de los Lirios	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-533 ECA	Si (Conectada con Cueva del Agua)	788
Sima Sifón Esperanza	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-360 ECA	Si (Conectada con Cueva del Agua)	776
Sima del Tabaco	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-362 ECA	Si (dr=10 m, z=-10 m)	774
Sima de los Enanitos	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-361 ECA	Si (dr=16 m, z=-12 m)	773
Sima de la Basura II	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-504 ECA	Si (z=-17 m)	772
Sima de la Menta	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-532 ECA	Si (Conectada con Cueva del Agua)	771
Sima m.q.t.m.	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-347 ECA	Si (Conectada con Cueva del Agua)	697
Sima Noel	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-84 ECA	Si (dr=173 m, z=-50 m)	483
Sima de la Autovía	Castell	Espeleo Club Almería	—	Croquis	137
Sima Huyay I	Sorbas	Espeleo Club Almería	SO-387 ECA	Si (Conectada con Cueva del Agua)	768

ciativa de Almería y surgen nuevas propuestas en otras provincias para la confección de catálogos similares.

A principio de 1993 se realiza una nueva revisión del modelo fichas, a la que se añaden nuevos campos como: Número de Catálogo Provincial y Número de Registro Regional, éste último creado para evitar que en un futuro tenga que volverse a diseñar nuevas fichas para su inclusión.

Otro campo que se ha creado por necesidad de adaptarlo a las normas del Catálogo Nacional es el de coordenadas (U.T.M.), al utilizarse este sistema por norma. También se incluyen los campos: Campamentos, y su nivel si son Nacionales, Regionales, Provinciales o los campamentos históricos organizados por la O.J.E. El campo Etnología o Leyenda es un tema interesante y singular, muy rico en el panorama de la Espeleología.

En definitiva se han pasado de los 30 campos iniciales a los 70 de la actualidad proporcionando una mayor optimización en cuanto a contenido para el presente y futuro del Catálogo de Cavidades de la Provincia de Almería.

A finales de 1993 se incluyen las 193 nuevas cavidades del catálogo presentado al Instituto de Estudios Almerienses por el Espeleo-Club "Almería", con lo que el catálogo provincial tienen en la actualidad 955 cuevas

Para acceder a toda esta información se tendrá que hacer a través de la Federación Andaluza de Espeleología.

CAVIDADES INÉDITAS DE ALMERÍA

Dentro de la sección dedicado al Catálogo se inicia en este número de ESPELEOTEMAS un apartado dedicado a presentar algunas cavidades almerienses cuya topografía ha permanecido inédita. La cueva de Los ruidos (SO - 200, SO - 49 GEP) posee grandes salas y un pequeño cauce subterráneo. Fue descubierta por miembros del GESA en 1980. Su desarrollo es de 1117 m y su profundidad es de 80 m.

NUEVAS CAVIDADES INCLUIDAS EN EL CATÁLOGO DURANTE 1993.

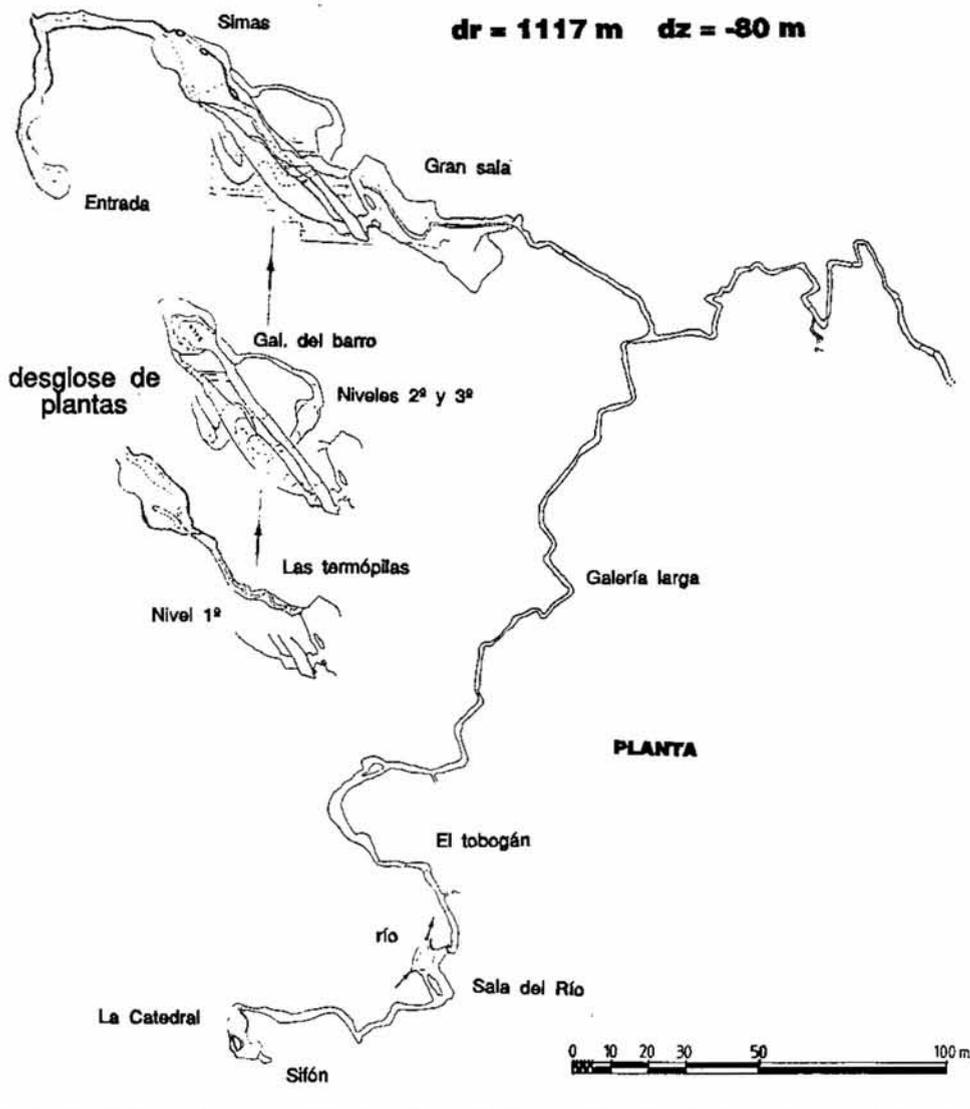
En la página anterior se presenta un cuadro con las cavidades censadas en el catálogo durante el año 1993. Destacar las numerosas simas conectadas con el Sistema Cueva del Agua tras las últimas exploraciones realizadas por el Espelo-Club Almería durante 1993. ■

FICHA TIPO DEL CATÁLOGO PROVINCIAL DE ALMERÍA

Nombre: Otros Nombres:
 Municipio: Reg. Catálogo Prov.: Reg. Regional:
 Barranco: Zona: Cortijada:
 Siglas o Claves: Cuevas cercanas:
 Sierra: Número de Hoja: Nombre:
 Cueva: Sima: Abrigo: Mina: Mina-Cueva: Número de entradas:
 Desaparecida por cantera: Falta de datos de situación: En peligro: Otros:
 Año de exploración: Grupo o club: Topografía:
 Explorada: Otras exploraciones:
 Material necesario: Número de pozos:
 Estado actual de la cavidad — Bueno: Regular: Destrozada: Muy sucia:
 Río: Gours: Lagos: Sifón permanente: Sifón temporal:
 Interés fotográfico: Película: Sistema: Grupo:
 Situación X — Long: Y-Lat: Asnm:
 U.T.M.: DH: D: +/- Z:
 Arqueología: Estado—Bueno: Destrozada: Regular: Pinturas:
 Paleolítico: Neolítico: Bronce: Árabe: Otros:
 Murciélagos: Colonia: Numero aprox: Anillados: Clave:
 Especie—Rhinolophus Ferrumequinum: Miniopterus Schreibersi: Otros:
 Campamentos: Nacional: Regional: Prov: OJE: Etnología:

CUEVA DE LOS RUIDOS (SO-200) SO-49 G.E.P.

dr = 1117 m dz = -80 m



Cueva de los Ruidos (SO - 49 GEP). Topografía: G.E.P.

NOTICIAS

Ángel López González

Espeleo Club Almería (E.C.A.)

EXPEDICIONES

Wit Tandoum '92

En la última expedición realizada al Río Subterráneo de WIT-TAMDOUN se ha conseguido topografiar 1.928 m de nuevas galerías, lo que unido a los 17.200 m de anteriores expediciones suman un total de 19.128 m logrando situar la cavidad en la de mayor recorrido del continente Africano, por delante de la Argelina RHAR BOUMA ZA CON 18.400 m. topografiados. Esta expedición ha sido organizada por el G.E.S. de la Sociedad Excursionista de Málaga en colaboración con el Grupo de Investigaciones Subterráneas de Alcalá de Henares y con el Espeleo-Club de Almería contando también con la participación de los miembros del Espeleo-Club de Agadir y del consulado Español en Agadir. En total han sido 27 expedicionarios distribuidos en cuatro equipos de trabajo. Destacar el éxito obtenido por los participantes, teniendo en cuenta que muchos no se conocían con anterioridad.

A. Muñoz Marín. GES de la SEM

Eslovenia '93

Durante el mes de agosto de 1993, la Soc. Espel. G.A.E.Aha realizado una expedición a la República de Eslovenia con exploraciones en colaboración con el Instituto Karstológico Esloveno de las siguientes cavidades: Piuka Jama, Rakov Skojan y Planinska Jama. J. A.Mora Luque. Soc. Espel. G.A.E.A.

EXPLORACIONES

Almería - Los Vélez

Miembros del Grup d'Espeleología de Badalona (GEB) continúan la exploración y topografía sistemática de las cavidades de la comarca de Los Vélez (Almería), las últimas cavidades catalogadas son: CR-1 (Des.: -35 m, Rec.: 160 m), CR-2 (Des.: -74 m, Rec.: 222 m), CR-3 (Des.: -20 m, Rec.: 30 m) ubicadas en el Cerro del Roquel (Chirivel) y la Sima de los Rincones (Des.: -8 m, Rec.: 42 m) en la Sierra de María. La denominada CR-2

con sus -74 m pasa a ser la sima de más profundidad de la Comarca de Los Vélez, posee un interesante pozo de -53 m y una sala grande con profusión de formas litogénicas. También continúan las desobstrucciones de pequeños pozos situados en el "Peñón Colorao" de la Sierrica del Alamo destacando entre ellos la Sima del Zorro (-20 m).

E. Porcel. GEAB

Granada

Continúan las exploraciones en la Cueva de Don Fernando en la Sierra de Castril. Su desnivel a finales de 1993 llega a -215 m, con la exploración detenida en la boca de un pozo de unos 30-40 m por estrechamiento. En Peal de Becerro se sigue explorando la PB-4, cuya topografía actualmente pasa de 3000 m estando explorados unos 2000 m. En la PB-1 el Grupo Espeleológico del Mediterráneo de Elche ha buceado un sifón de unos 100 m, tras el que continúan las galerías totalmente secas. La topografía de la PB1 es de unos 600 m, conectando con la PB-2, por lo que el complejo tiene una longitud de 1000 m. También se realizan exploraciones en Lentej en la Sierra de Almijara. M.J. González Ríos. SGEG.

Málaga

La S.E. Geos realiza prospecciones en la Sierra de Grazelema, donde localizan unas 25 simas entre -5 y -36 m. Prosiguen los trabajos de exploración y topografía del término de Igualeja (Málaga) de la Sima de la Cana de la sala (-115 m). Se topografía una nueva galería en la Cueva de la Pileta con 251 m. Se reinician los trabajos sistemáticos en la cueva CLS-2 y se consigue para la provincia de Sevilla su primer kilómetro de galerías laberínticas.

G. Alvarez. GEOS

Córdoba

El G.E.S. de Priego continúa la campaña de prospección sistemática de cavidades dentro del Macizo de Cabra, concretamente en la zona de la Sierra de Abuchite-Puente del Espino (Luque). No se

han realizado descubrimientos de grandes cavidades, ya que las tareas han estado centradas en realizar revisiones topográficas de cavidades ya conocidas por otros grupos de espeleología. Se ha realizado un importante descubrimiento arqueológico en una cavidad localizada en la Zona de Prospección (fuente del Espino) que posee importantes restos arqueológicos de época Neolítica y Medieval-Musulmana.

A. Moreno Rosa. GES de Priego

Sevilla

Durante el año de 1993 la Sociedad Espeleológica GEOS se hace cargo del catálogo espeleológico. Como primer resultado se han censado en la provincia de Sevilla un total de 112 fenómenos kársticos de diverso orden, y en la provincia de Huelva un total de 62.

G. Alvarez. GEOS

Picos de Europa

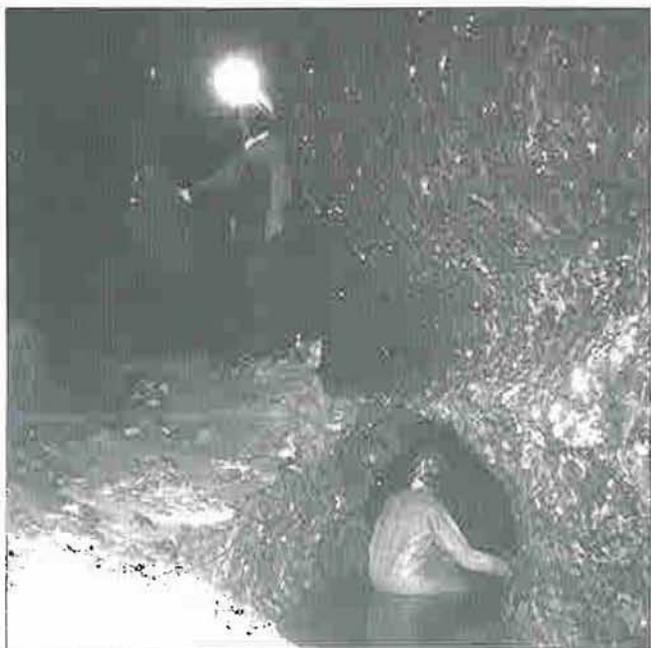
La A.C.E. Mataró realizó la campaña 93 en el Macizo de Porracolina (Bustablado-Cantabria), dedicada prácticamente a la exploración de la cavidad BU-111 o Cueva de los Moros donde se ha alcanzado una profundidad de -436 m, cota en la que se inicia la parte activa del sistema. El Espeleo Club de Gracia continúa los trabajos en el Sistema Arañonera con la escalada en la Cueva de Santa Elena (surgencia del sistema) donde se alcanza una galería superior de 80 m de recorrido, la situación de

todas las cavidades en el sector de Soaso y exploración en la S-1 de la vía Mili-kk que se inicia a -600 m por una serie de estrechos meandros desembocando en un sector con circulación de agua que se abandona a -950 por falta de material. En estos momentos el Sistema Arañonera cuenta con un recorrido total de 34200 m y -1179 m de desnivel. El G.E.P. de la A.E. Pedraforca ha realizado su Campaña "Ordesa 1993". Las cavidades más significativas son la Sima del Corral Ciego (DC-7) donde se ha alcanzado la cota -402 m en un sifón terminal, la D-8 (-134 m, en curso de exploración), D-14 (-141 m) y CS-90 (-113 m). El G.E.S. del C.M.B investigó la zona del Jou Cerrado (Picos de Europa), donde se exploró el Furacu del Pulpo (C-25 y C-48) ya explorado con anterioridad hasta 35 m de profundidad, en esta ocasión dada la escasez de nieve se descendió hasta -187 m con una espectacular sala de 25x30x40 m con la base completamente llena de hielo. El S.I.S. del C.E. de Terrassa realizó la campaña "Picos de Europa-93" en el valle de Las Moñetas (Los Urriales-Picos de Europa). Se topografió el Cabezo de las 7 Torcas, con una profundidad de -149 m y en el que destaca una sala de 118x53x50 m.

A. Aménos i Vidal. Fed. Catalana de Espeleología

Pirineos

El Centro de Espeleología



Cueva del agua, tramo activo (Sorbas, Almería)
Foto: Ángel López

CAVIDADES DE ALMERÍA

Catálogo Provincial (J. Benavente, Espeleo-Club Almería)

Cavidades clasificadas por desarrollo

* NOMBRE	DR (m)	GRUPO	Yeso
1 Cueva del Agua Sorbas 7850 ECA (En expl.)	Yeso		
2 Covadura Sorbas 4245 SECAM.SIS	Yeso		
3 Cueva del Tesoro Sorbas 1890 SECAM	Yeso		
4 Cueva del Peral Sorbas 1800 SECAM.SIS	Yeso		
5 Cueva de los Apas Sorbas 1500 ECA (En expl.)	Yeso		
6 Cueva de los Ruidos Sorbas 1117 GEP	Yeso		
7 Cueva del Lapo Sorbas 1075 SIS	Yeso		
8 Cueva del Yeso Sorbas 1050 GEP-OJE	Yeso		
9 Complejo GEP Sorbas 1020 ECA	Yeso		
10 Sima del Campamento Sorbas 825 SIS	Yeso		
11 Sima del Ciervo Sorbas 700 GEP	Yeso		
12 Yesares I Sorbas 548 SEM	Yeso		
13 Cueva de los Sitones Sorbas 490 GEP (En expl.)	Yeso		
14 Sima del Corral Sorbas 452 SIS.ECA	Yeso		
15 Sima de los Salteños Urrácal 450 ECA	Caliza		
16 Cueva Larga Baçares 400 SECAM	Caliza		
17 Simarrón II Sorbas 395 ECA (En expl.)	Caliza		
18 Cueva de la Sarna Sorón 383 SECAM	Caliza		
19 Sima Verde Sorbas 352 GEP	Yeso		
20 Cueva Estalactitas Sorbas 330 ECA	Yeso		
21 Sima del Telar Urrácal 320 ECA	Caliza		
22 Simarrón I Dalias 283 ECA	Caliza		
23 MO-4 Sorbas 250 GRES	Yeso		
24 Sima del Estadio Sorbas 225 SECAM	Yeso		
25 Sima del Roquel Chirivel 222 GEB	Caliza		

Cavidades clasificadas por profundidad

* NOMBRE	DZ (m)	GRUPO	Yeso
1 S. del Corral Sorbas -130 SIS, ECA	Yeso		
2 Covadura Sorbas -126 SECAM	Yeso		
3 S. de los Salteños Urrácal -124 ECA	Caliza		
4 S. Campamento Sorbas -122 SIS	Yeso		
5 S. Amelias Còbdar -120 GEM	Caliza		
6 S. del Pino Baçares -110 GEP	Caliza		
7 S. del Plástico Sorbas -96 GIEX	Yeso		
8 S. del Yoyo Sorbas -95 GIEX	Yeso		
9 C. Lapo Sorbas -94 SIS	Yeso		
10 Simarrón I Dalias -91 ECA	Caliza		
11 S. Frasquito Urrácal -91 ECA	Caliza		
12 S. del Telar Urrácal -87 ECA	Caliza		
13 S. San José Almería -85 GEP-OJE	Caliza		
14 C. de los Ruidos Sorbas -80 GEP	Yeso		
15 Yesares-I Sorbas -78 SEM (desap.)	Yeso		
16 S. Pedro Navarro Serón -77 ECA	Caliza		
17 S. Paco Sorbas -75 GEP	Yeso		
18 S. de la Higuera Sorbas -75 GEP	Yeso		
19 S. del Roquel Chirivel -74 GEB	Caliza		
20 S. de la Llave Adra -74 SECAM	Caliza		
21 S. K-2 Sorbas -74 SIS	Yeso		
22 SO-1 GEG Sorbas -73 GEG	Yeso		
23 C. del Castillito Còbdar -70 SECAM	Caliza		
24 Simarrón II Dalias -70 ECA (En expl.)	Caliza		
25 S. de la Ramblica Almería -66 SECAM	Caliza		

Grupos:

ECA: Espeleo-Club Almería (Almería)
 SECAM: Sección de Espeleología del Club Almeriense de Montañismo (Almería)
 GEP: Grupo Espeleológico Provincial (Almería)
 GEM: Grupo de Espeleología de Maestría Industrial (Almería)
 SGEG: Sociedad Grupo de Espeleólogos Granadinos (Granada)
 GIEX: Grupo de Investigaciones Espeleológicas de Jerez (Cádiz)
 GES-SEM: Grupo de Exploraciones Subterráneas de la Soc. Exc. de Málaga (Málaga)
 SIS: Sección d'Investigacions Subterrànies del C. Exc. de Terrasa (Barcelona)
 GEB: Grup d'Espeleologia Badalona (Barcelona)

de Aragón (C.E.A.) continúa la exploración en el Sistema Lecherines, enclavado dentro del Macizo del Aspe, en el Pirineo Central y descubierto en 1992. Se han localizado tres bocas de acceso, existiendo un desnivel de 157 m entre la superior y la inferior. El desarrollo explorado hasta el momento es de 3484 m y el desnivel alcanzado de 804 m.
 M Gisbert. Federación Aragonesa de Espeleología.

INVESTIGACIONES

Cueva del Agua (Sorbas, Almería)

Durante el año 1993 han continuado las investigaciones sobre la disolución del yeso en el entorno de la Cueva del Agua (Karst de Yesos de Sorbas, Almería). Las medidas se efectúan a través de tabletas de yeso situadas en el interior de la cavidad y de medidas con el Micro Erosión Meter, para detectar la erosión superficial de la roca. Este proyecto se desarrolla conjuntamente entre la Universidad de Almería y la Universidad de Bologna, con la colaboración del Espeleo Club "Almería".

Cueva del Agua (Iznalloz, Granada)

La Diputación de Granada a través del Patronato de la Cueva del Agua en colaboración con la Universidad de Almería y la de Granada, ha instalado un laboratorio en dicha cavidad, en el que se realiza un control de las variables físico-químicas: temperatura y humedad relativa del aire junto a la temperatura y conductividad del agua en diferentes estaciones de muestreo. Con este seguimiento se pretende definir las condiciones climáticas de la cavidad y su estado en una situación de equilibrio natural lo que permitirá conocer la influencia de las visitas sobre la climatología y la fauna de la cavidad. Este seguimiento se realiza con el apoyo del Espeleo Club "Almería".

Trias de Lucena (Córdoba)

El GAEL (Grupo Alpino Espeleológico Lucentino, Lucena, Córdoba) realiza una campaña de prospección, topografía espeleológica y cartografía geomorfológica en la banda de materiales triásicos que atraviesa por el Sur el término municipal de Lucena. Aunque la composición litológica de esta banda es muy diversa, destacan por su interés espeleológico

los afloramientos yesíferos, en los cuales se han localizado al menos cuatro grupos de sumideros que drenan cuencas vertientes de varios kilómetros cuadrados de extensión.

M. López Chicano. GAEL

Travertinos de Priego (Córdoba)

Miembros del GES de Priego estudian desde el punto de vista etnológico, la utilización hecha por el hombre de las cavidades en travertino de los alrededores de Priego.

A. Moreno Rosa. GES de Priego.

Paleomagnetismo en cavidades

Bajo la dirección del equipo investigador adscrito al departamento de Geografía Física (Universidad de Sevilla) la Sociedad Espeleológica GEOS colabora en el seguimiento por medio de plaquetas de distintos fenómenos kársticos en diferentes áreas de nuestra comunidad andaluza. También colabora en un proyecto sobre la secuencia y seguimiento cronológicos y paleomagnéticos de los depósitos carbonatados en exteriores e interiores de cavidades

G. Alvarez. GEOS

CAMPAMENTOS REUNIONES

Dalias '93

Durante los días 4 al 6 de Diciembre se celebró el IV Campamento Provincial de Espeleología en la vertiente occidental de la Sierra de Gádor. Se realizaron exploraciones y topografías en la zona del Simarrón, donde se encuentran las cavidades más profundas de la Sierra.

Sierra Mágina'93

En el XXVIII Campamento Andaluz de Espeleología celebrado en Sierra Mágina el mes de Abril de 1993, espeleólogos del G.E. ACCATU-CI de Huelma y de la S.E. CREUS revisaron la topografía de la Sima de Hoyo Hundido HU-2, con 186 m, que juntos a la Sima de Lemus VJ-17 con 213 m y la Sima LC-18 con 220 m constituyen las cavidades más profundas de Jaén.

A.Moral Tello. S.E. Creus

Encuentro Andaluz de Espeleología

Entre los días 4 y 8 de Diciembre de 1993, se ha celebrado el Encuentro Andaluz de Espeleología en la Sierra Morena de Sevilla. En la sede de la casa de cultura de



Sala de los niveles (PB-4, Peal de Becerro (Jaén))
Foto: Ángel López

Ayuntamiento de Alanís se instalaron las exposiciones "XXX Años de Karst" "La Peña de Arias Montano" y "El Karst intertropical de los Haitises en la República dominicana".

G. Alvarez. GEOS

Simposio Internacional de Vulcano espeleología.

En el próximo mes de Noviembre tendrá lugar el 7º Simposio Internacional de Vulcano espeleología. Las sesiones de estudio, debates, comunicaciones, etc., se realizarán en La Palma, Tenerife y El Hierro.

M. Rosaleda Martín. F.T.C.E.

ANIVERSARIOS

El grupo espeleológico ILIBERIS de Granada celebró este año su XX Aniversario con la realización de distintos actos conmemorativos

En enero de 1993 se celebra en Sevilla la Exposición conmemorativa "30 Años de Karst" de Sociedad Espeleológica GEOS con motivo de la celebración del XXX aniversario de este grupo.

G. Alvarez. GEOS

ESPELEOSOCORRO

Ante lo que ha ocurrido en los últimos incidentes (Espinoza de los Monteros y Sistemas de Alba) para los que se ha requerido la presencia del Equipo de Desobstrucción Andalucía, sin ser necesaria su intervención, se indican tres puntos a tener en cuenta a la hora de solicitar su actuación:

1º) La llamada se hará solo cuando exista una información fiable sobre el accidente, y se crea que es realmente necesario. La alerta supo-

ne prácticamente el 90% de una intervención completa, y aunque es un proceso rápido y sencillo, tiene unos "gastos políticos" muy altos si luego no se actúa.

2º) Con la alerta se tienen que suministrar una serie de datos fundamentales:

-Datos generales de la cavidad: situación, dificultades de exploración, equipo adecuado (vestimenta y material).

-Datos propios del socorro: Distancia lo más exacta posible desde la boca de la cavidad hasta la dificultad más lejana, número de dificultades, descripción de las mismas.

3º) La llamada debe ser siempre doble una por el conducto administrativo vía Protección Civil, para dar un carácter oficial a la alerta, y otra directa al equipo de desobstrucción para informar de los detalles técnicos.

PUBLICACIONES

Andalucía Subterránea. nº 11

Recientemente se ha publicado el nº 11 de la revista Andalucía Subterránea, editada por la Federación Andaluza de Espeleología. A lo largo de 75 páginas se describen cavidades en algunos sectores de las provincias de Jaén, Cádiz, Granada y Málaga. Se completa este número con un trabajo en el que se aplica el "Método de predicción de las principales direcciones de Drenaje en el karst" a la Sierra de Catrill. También se incluye un interesante trabajo sobre el descenso de los cañones en Sierra Almijara.

Espeleosur-9

La Sociedad Grupo de Es-

peleólogos Grandadinos ha editado su boletín ESPELEOSUR-9. En el que se presenta la memoria de actividades del I Campamento Provincial de Espeleología, celebrado en la Sierra del Buitre, en Septiembre de 1992, con la ficha de 6 cavidades, entre las que destaca la Torea de los Picones Bajos CST-38, con 83 m de profundidad.

Boletín del Museo Andaluz de Espeleología nº 7

El Boletín del Museo Andaluz de Espeleología alcanza su número 7. En el que se hace una aproximación a las publicaciones no periódicas relacionadas con cavidades en España anteriores a 1960. Así como un breve esbozo histórico sobre las visitas a las Cuevas de Artá (Mallorca).

La Aventura de Arañonera

En su línea de publicaciones el Espeleo Club de Gracia ha editado, en colaboración con las federaciones española, catalana y aragonesa de espeleología, un excelente libro en el que se relatan las experiencias vividas a lo largo de 20 años de exploraciones en el Sistema Arañonera. Son 150 páginas llenas de espectaculares fotografías a todo color, donde se relata la Aventura de Arañonera.

Flora y Fauna Cavernícola en la comarca de La Safor (Valencia)

Como un ejemplo de la colaboración entre la A.M.A. de la Generalitat Valenciana y la F.V.E. aparece este volumen de 150 páginas dedicado al estudio de la flora y fauna cavernícola. Es un interesante trabajo realizado por J.

Herrero Borgoñon en el que se describen varios endemismos, existentes en las cavidades valencianas.

Lapiaz nº 22

La Federación Valenciana de Espeleología ha presentado un nuevo número, ya el 22, de Lapiaz. En él aparece una imagen completa de la espeleología valenciana en sus diferentes facetas, con artículos sobre espeleobuceo, sobre El Moraig, estudios sobre la flora de las simas valencianas, sobre el catálogo de cavidades de Castellón e informaciones sobre la protección de los paisajes kársticos de Cuba.

Boletín Cantábrico de Espeleología nº 9

A principios de 1994 ha aparecido el nº 9 del B.C.E., editado por la Federación Cantábrica de Espeleología. Consta de 155 páginas con abundante información topográfica fuera de texto a lo largo de las cuales se ofrece una imagen de las investigaciones realizadas el colectivo de espeleólogos cántabros. En este número aparecen numerosos trabajos relativos a las investigaciones arqueológicas en Cantabria enfocados al estudio del arte parietal y a las cavidades de interés arqueológico de Cantabria. Se completa con la descripción y topografía de diversas cavidades exploradas. También aparecen informes sobre algunas expediciones, entre las que destaca la realizada a Noruega (sistema Ragge-Javri-Raigi).

Grandes Cavidades de Aragón

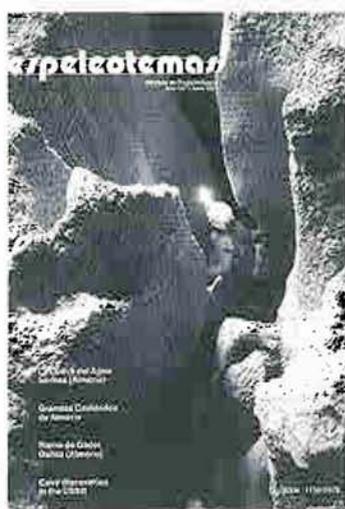
La Federación Aragonesa de Espeleología en colaboración con la F.E.E. y el Gobierno de Aragón ha publicado recientemente este atlas de grandes cavidades de Aragón. En él se suministra una amplia información sobre las cavidades más significativas de Aragón, con abundantes datos topográficos, técnicos y numerosas fotografías a todo color.

Passamà nº 1

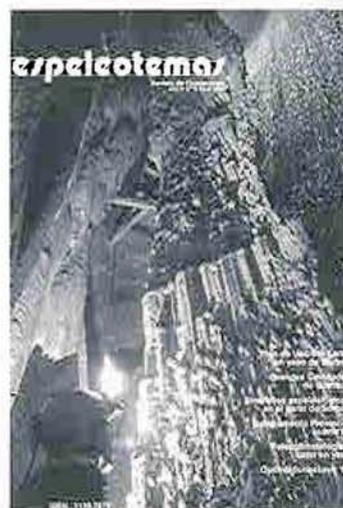
Desde estas páginas damos la bienvenida a la Passamà, revista del GIREs de Barcelona. Revista dedicada a la divulgación de la actividad espeleológica, donde se refleja el resultado de las exploraciones e investigaciones del GIREs. Su formato y difusión ayudará a divulgar las investigaciones de los espeleólogos catalanes. ■

espeleotemas

Revista de Espeleología



N.º 1



N.º 2



N.º 3



N.º 4



Pedidos:

Espeleo-Club Almería
Cl. Santa Bárbara, 67
04009-ALMERÍA

