

EL KARST DE LA ISLA DE CABRERA

POR

JOAQUIN MONTORIOL POUS

INTRODUCCION

Al S. de la isla de Mallorca, a ocho km. de Punta Salinas y a 50 km. de Palma, se encuentra un pequeño y desértico archipiélago, constituido por dos islas y dieciséis islotes. Hallándose la mayor de las islas, hasta tiempos recientes, habitada por multitud de cabras salvajes, se le denominó archipiélago de Cabrera.

El archipiélago, con la única excepción de un pequeño destacamento militar y de los encargados del faro de Punta Anciola, en la isla de Cabrera, se encuentra deshabitado. Una grandiosa soledad, difícil de hallar en nuestras latitudes, se extiende por sus accidentados montes y valles. Las islas carecen de cursos hídricos, de manera que el único punto para aprovisionarse

de agua dulce, lo constituye un manantial que se encuentra en el valle que desemboca en Puerto Cabrera.

La isla de Cabrera es de una belleza extraordinaria, salvaje; sus profundas bahías —algunas sonrientes y acogedoras, otras inhóspitas—, sus ingentes acantilados, su topografía montañosa extraordinariamente accidentada, los espesos bosques en contraste con los desiertos kársticos y con el “maquis” difícilmente penetrable, y, sobre todo, el silencio denso, abrumador, que envuelve el paisaje, dejan un imborrable recuerdo.

No menos extraordinaria que su geografía ha sido la historia de la isla, trágica en alguno de sus períodos. Quien se interese por ella puede consultar el interesante folleto publicada por los Archivos de la Isla de Cabrera¹.

Exceptuando algunas zonas insignificantes, todo el archipiélago es calcáreo, lo cual hacía suponer, a priori, la existencia de cavernas y simas. Sin embargo, las dificultades que se oponían a la realización de una expedición, habían hecho que jamás desembarcaran espeleólogos en el archipiélago. Es por ello que, en 1959, el Grupo de Exploraciones Subterráneas (G. E. S.) del C. M. Barcelonés, organizó y llevó a cabo una expedición espeleológica a la isla de Cabrera. Formaron parte de la misma, junto con el que suscribe, don Fernando Termes, don Francisco Monmany, don Jorge de Mier y don Jorge Escoda, a quienes, desde estas líneas, agradecemos la eficaz colaboración prestada.

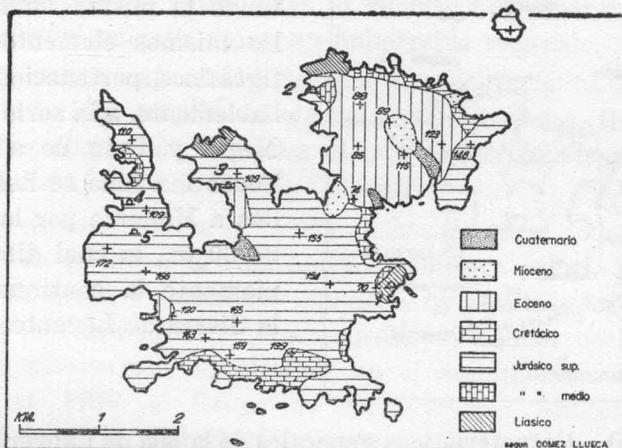
Tampoco podemos terminar esta introducción sin antes dejar constancia de nuestro agradecimiento al Ilmo. señor don Sebastián Feliu y Quadreny, quien, en todo momento, apoyó entusiásticamente la expedición, facilitando con ello la realización de la misma.

I LA ISLA DE CABRERA

a) **El archipiélago, (Fig. 1).**—Las islas que constituyen el archipiélago se hallan alineadas según la dirección NNE., extendiéndose sobre una distancia de 11,7 km. (entre la Isla Fo-

del Jurásico superior. Las formaciones espeleológicas estudiadas se abren en los siguientes materiales: la Cova des Borri en las calizas liásicas, la Cova Blava en las del Jurásico superior, la Cova des Teatre en el límite entre este último y las calizas eocenas, y el Avenç des Frare y el Forat de Picamosques en las calizas jurásicas.

Fig. 2



Situación de las cavidades estudiadas: 1 - Cova des Borri. 2 - Cova Blava
3 - Cova des Teatre. 4 - Avenç des Frare. 5 - Forat de Picamosques

La tectónica de la isla es extraordinariamente compleja, presentando toda clase de pliegues y dislocaciones, con importantes cabalgamientos. No habiéndose efectuado investigaciones de conjunto en tal sentido, nos limitaremos a citar, en los respectivos apartados, las características estructurales que aparecen en íntima conexión con la espeleogénesis de las cavidades estudiadas.

c) **Geomorfología kárstica subaérea.**—Con la única excepción de la Cova Blava, que fué explorada valiéndose de embarcaciones, se estudió únicamente la mitad SW. de la isla. Toda la parte interior de la misma se halla constituida por extensos campos de piedras, con abundantes arcillas de decalcificación. En algunas zonas se ha desarrollado, sobre las citadas arcillas, una espesa y reseca vegetación que forma un “maquis” casi impenetrable, lo cual dificulta extraordinariamente la exploración de ciertas regiones de la isla.

A medida que nos alejamos radialmente de las partes centrales y nos acercamos a la costa, el lenar evoluciona paulatinamente desde el campo de piedras al lapiaz diaclasado, con muy abundantes perforaciones cilindroideas⁹, y, finalmente, al lapiaz costero. La transición aparece particularmente clara en la zona de Es Borri.

El lapiaz costero presenta algunas particularidades interesantes. Vamos a estudiar, como ejemplo, el que se desarrolla en la costa que se extiende frente a la isla de Ses Bleds. Las calizas se hallan cuarteadas por dos sistemas casi ortogonales de diaclasas: el sistema longitudinal, de rumbo N20W, aparece muy desarrollado; el sistema transversal, de rumbo E10N, presenta un menor desarrollo. Los sistemas son bastante rígidos, ofreciendo escasas declinaciones. No se aprecian otros sistemas definidos, pero existen diaclasas aislada de direcciones aberrantes.

Es curioso observar que, a pesar de hallarse bien desarrolladas, las diaclasas han jugado un papel secundario en el establecimiento del lapiaz. En efecto, si bien algunos surcos se hallan estructurados sobre ellas, la mayoría siguen una dirección eminentemente gravitacional, en función de la máxima pendiente. Algunos "ignoran", incluso, importantes diaclasas, cortándolas según los ángulos más variados, y continuando según el rumbo anterior a la intersección. Los surcos sufren frecuentes anastomosis, que dejan entre sí testigos, más o menos elevados, de roca maciza, no limitados por soluciones de continuidad preexistentes.

En toda la zona reconocida no existen dolinas ni uvalas, y todas las cavidades estudiadas son formas aisladas que no forman un aparato kárstico de conjunto.

II ESPELEOGRAFIA, ESPELEOMORFOLOGIA Y ESPELEOGENESIS

1. COVA DES BORRI

a) **Situación.**—Toda la parte central del saliente situado entre Es Codolar Imperial, al S., y s'Olla, al N., se halla formado por calizas liásicas, al igual que la pequeña y próxima isla

de Ses Bledes. La Cova des Borri se encuentra precisamente situada al frente de la mencionada isla y a una altura de 32 m. sobre el nivel del mar. La caverna se halla asentada sobre una estructura anticlinal que se hunde hacia el NW., y desarrollada de tal manera que su boca se abre descentrada con respecto al plano axial (en la abertura, las calizas liásicas buzan 25-30° SW.); la parte profunda aparece, por el contrario, más o menos simétricamente desarrollada a ambos lados del mismo.

Toda la zona correspondiente a la charnela aparece extraordinariamente triturada, lo cual ha facilitado una intensa decalcificación (es probable que haya colaborado en ella el mecanismo físico-químico del efecto salino)^{12 13}. La abrasión marina sobre esta lona, en la base del acantilado, ha dado lugar a unas gigantescas balmas con el piso ocupado por grandes bloques. Toda la morfología de este tramo de costa viene relacionada con la estructura: el eje del pequeño golfo, así como el canal entre la isla de Ses Bledes y el cabo existente al S., vienen alineados con las balmas de la base del acantilado en que se abre la caverna.

b) **Espeleografía y espeleomorfología** (Fig. 3).—El pórtico de entrada, orientado al SE., mide 17 m. de ancho por 3 m. de altura. Atravesado el mismo, se penetra en una amplia sala de 35 m. de longitud (SE.-NW.) por 29 m. de anchura máxima. La bóveda es paraboloides, con algunas muestras de decalcificación y corrosión, y un proceso reconstructivo incipiente, a base de cortas estalactitas achaparradas y algunos grupos de isotubulares. Cuando los aportes quimiolitogénicos desembocan en los diedros formados por la intersección de los planos de estratificación y los planos de diaclase (fenómeno visible en el extremo NE. de la oquedad), no siguen el camino de mayor pendiente (planos de diaclasa), sino, en contra de lo que parece lógico, el de menor pendiente (planos de estratificación).

El piso, en suave pendiente, presenta una distribución asimétrica de los sedimentos; la mitad SW. aparece ocupada por materiales clásticos de considerables magnitudes, mientras que

COVA DE/ BORRI

(ISLA DE CABRERA, BALEARES)
plano geomorfológico levantado por

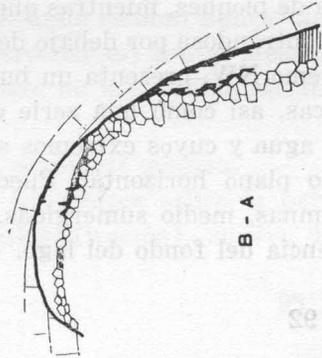
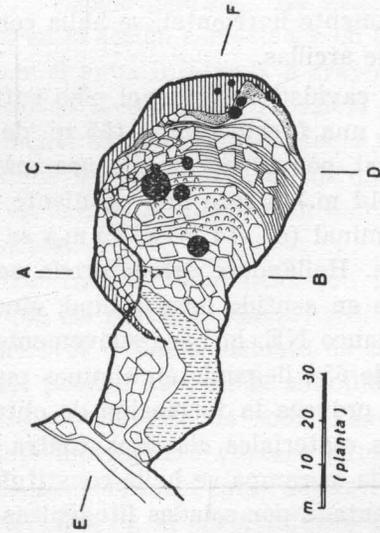
JOAQUIN MONTORIOL POUS

con la colaboración de

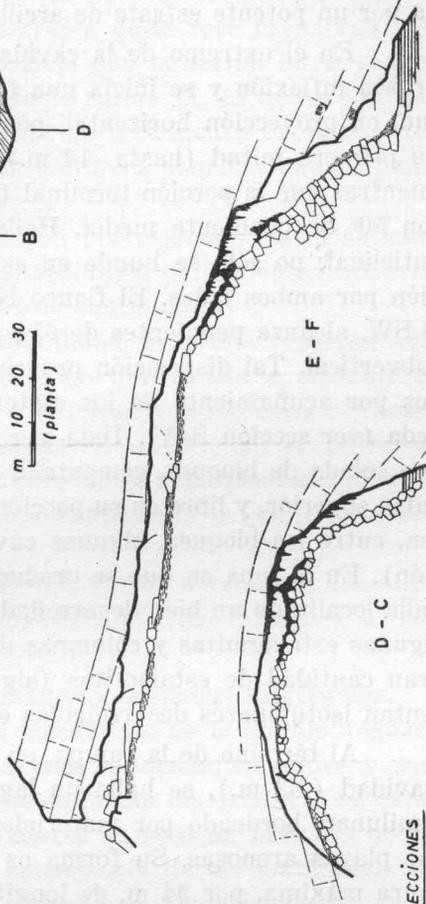
Fernando Termes y Jorge de Mier
del G.E.S. del C.M.B.

Fig. 3

PLANTA



B - A



SECCIONES

la mitad NE., casi completamente horizontal, se halla constituida por un potente estrato de arcillas.

En el extremo de la cavidad descrita, el piso sufre una brusca inflexión y se inicia una fuerte rampa (55 m. de longitud, en proyección horizontal, por 40 m. de anchura máxima). Su primera mitad (hasta -14 m.) ofrece una pendiente de 20° mientras que la porción terminal (de -14 m. a -32 m.) se hunde con 50° de pendiente media. Hallándose estructurada sobre el anticlinal, no sólo se hunde en sentido longitudinal, sino también por ambos lados. El flanco NE. lo hace suavemente, pero el SW. alcanza pendientes de 65°, llegando en algunos puntos a subvertical. Tal disposición provoca la formación de obturaciones por acuñamiento de los materiales clásticos contra la bóveda (ver sección B-A). Toda la rampa se halla constituida por una colada de bloques, cementada por coladas litogénicas en su parte superior, y libre en su porción terminal (en esta zona existen, entre los bloques, algunas cavidades de peligrosa exploración). En la zona en que se produce la ruptura de pendiente se halla localizado un bien desarrollado proceso reconstructivo, con algunas estalagmitas y columnas de notable diámetro, así como gran cantidad de estalactitas (algunas de ellas, robustas, presentan isotubulares desarrolladas en su extremo).

Al término de la rampa, en la parte más profunda de la cavidad (-32 m.), se halla un lago de agua salobre de forma semilunar, bordeado por materiales clásticos y algunas pequeñas playas arenosas. Su forma es muy alargada (8 m. de anchura máxima, por 94 m. de longitud), pero alcanza la notable profundidad de 7 m. (4 m. a 5 m. de profundidad media). En su porción SW. se halla obstruido superficialmente por la rampa de bloques, mientras que su extremo meridional se inflexiona adentrándose por debajo de la sala superior (ver planta). El extremo NW, presenta un buen número de estalagmitas subacuáticas, así como una serie de estalactitas que se introducen en el agua y cuyos extremos se hallan todos contenidos en un mismo plano horizontal. Pueden observarse también algunas columnas, medio sumergidas, rotas por un movimiento de subsidencia del fondo del lago.

c) **Espeleogénesis.** La génesis de la cavidad hay que buscarla en la acción corrosiva y en los procesos clásticos, originados por el agua infiltrada a través de la roca preparada por las presiones tectónicas. Es posible que la acción haya venido notablemente ayudada por el efecto salino^{12 13}. El desarrollo tridimensional de la caverna queda perfectamente explicado, teniendo en cuenta la disposición tectónica sobre la que se halla **estructurada.**

Las formas litogénicas son posteriores a las clásticas, puesto que las recubren, siendo resultado de las lentas infiltraciones a través de las soluciones de continuidad.

Es posible que, en la actualidad, la colada presente aún un ligero movimiento de soliflucción que tienda a obstruir el lago. Este movimiento aparece patente, aunque insignificante, gracias a las columnas rotas del extremo NW.; por el contrario, es indetectable en la parte inferior de la zona central (teóricamente el punto de máximo desplazamiento) ya que los bloques aparecen sueltos.

Presentando especial interés, vamos a estudiar, con cierto detalle, tres problemas espeleogénicos que presenta la cavidad.

1.—Estalagmitas, estalactitas y columnas sumergidas.

Como es bien sabido, el mecanismo de la quimiolitogénesis exige que las concreciones axiales se formen en el aire, y, por lo tanto, la zona del lago en que se hallan las estalactitas, estalagmitas y columnas, debía hallarse en seco en la época de su formación. La insignificante subsidencia de los materiales del fondo no basta para explicar el fenómeno, siendo, por lo tanto, necesario admitir una oscilación del nivel de agua del lago (los ápices estalactíticos contenidos en un mismo plano horizontal representan un nivel estable). Como el agua salobre indica una comunicación directa (a través de microfisuras) con el Mediterráneo, las oscilaciones del nivel del lago no han podido ser independientes de las del nivel del mar.

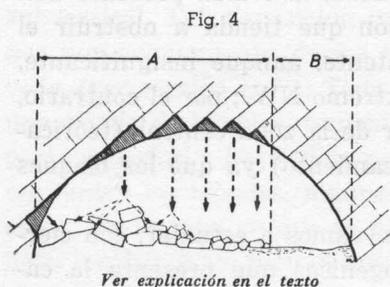
2.—Aportes litogénicos sobre la pendiente mínima.

La localización de los aportes litogénicos sobre la pendiente mínima (aquí los planos de estratificación), en vez de

sobre la pendiente máxima (aquí los planos de diaclasa), es un fenómeno que ya hemos citado en otras cavidades¹¹. Teniendo en cuenta que tenemos una nota en preparación sobre tal problema (en colaboración con Andrés Bellet), nos limitaremos a indicar que este fenómeno viene determinado por diferencias de la tensión interfacial, provocadas por exudados en las soluciones de continuidad.

3.—Distribución bloques-arcillas en la sala de entrada (Fig. 4).

La distribución asimétrica, descrita en el apartado a), no es exclusiva de la caverna que estudiamos, sino que la hemos



comprobado en otras cavidades. Tiene, además, siempre, idéntica distribución: acumulación de bloques en la porción correspondiente al sentido del buzamiento (SW. en nuestro caso concreto), y materiales de pequeño calibre (aquí arcillas) en el lado contrario.

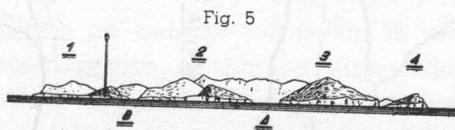
A nuestra manera de ver, tal disposición se produce mediante el siguiente mecanismo. Al tender la bóveda hacia la forma de equilibrio, quedan en falso una serie de volúmenes de roca delimitados por las intersecciones ortogonales de los planos de diaclasa y por la superficie parabólica teórica. En la figura puede verse como se distribuye la importancia relativa de tales volúmenes (zonas rayadas), en función de su localización en la bóveda y el sentido del buzamiento. Cuando la decalcificación a través de las soluciones de continuidad provoque su desprendimiento, se producirá un acúmulo de bloques en la zona A, y una carencia de los mismos en la zona B (o, cuanto menos, una carencia de bloques de gran tamaño).

La presencia del notable estrato arcilloso en el caso concreto que nos ocupa, lo creemos debido a que la decalcificación ha actuado preferentemente sobre los planos de estratificación, jugando un papel secundario los planos de diaclasa. Tal como

puede observarse en la figura, la pequeña zona B de la superficie parabólica intercepta tantos planos de estratificación como la amplia zona A; en consecuencia, el aporte arcilloso por unidad de superficie del piso será notablemente superior.

2. COVA BLAVA

a) **Situación** (Fig. 5).—El grandioso pórtico de esta caverna se abre en los ásperos acantilados que dominan, al N., la



Panorámica de la isla de Cabrera, vista desde el NNW. La flecha indica la situación de la Cova Blava. A - Entrada de Puerto Cabrera. B - Entrada de Cala Ganduf. 1 - Miranda y Cap Ventós, 2 - Bellamiranda. 3 - Es Frare. 4 - Punta Anciola

entrada de la profunda Cala Ganduf, y precisamente al lado de la Punta de Cova Blava.

El extremo N. del saliente (Cap Morobotí) se halla constituido por calizas liásicas, pero la caverna se abre en las calizas del Jurásico superior. Estas, compactas y con estratificación poco visible, se hallan afectadas por dos fallas, poco distantes y muy poco convergentes entre sí, cuyos planos guardan un cierto paralelismo con la línea de costa.

b) **Espeleografía y espeleomorfología** (Fig. 6).—La boca de la cavidad, orientada al N20W, es de notables proporciones (8 m. de alto por 37 m. de ancho), máxime si tenemos en cuenta sus magnitudes reales, considerando la parte sumergida bajo las aguas del Mediterráneo (25 m. de alto por 55 m. de ancho).

Atravesada la abertura, se penetra en una grandiosa cavidad, totalmente invadida por el agua (para su exploración es imprescindible el uso de embarcaciones). Las magnitudes reales de la oquedad, teniendo en cuenta las partes sumergidas,

COVA BLAVA

(ISLA DE CABRERA, BALEARES)

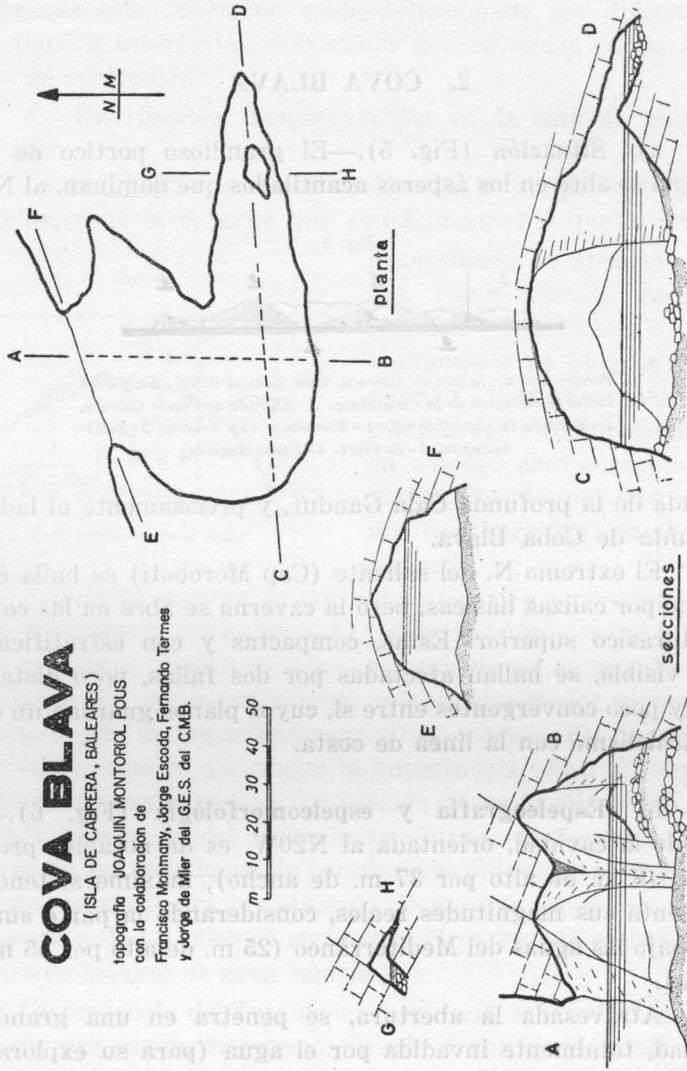
topografía JOAQUIN MONTORIOL POU

con la colaboración de

Francisco Monmany, Jorge Escoda, Fernando Termes

y Jorge de Mier del G.E.S. del C.M.B.

Fig. 6



son las siguientes: altura máxima de la bóveda, 42 m.; longitud según el eje perpendicular al plano de la boca, 62 m.; anchura mínima, 57 m. Apenas atravesada la boca la sala presenta, al NE., un ensanchamiento en forma de embudo, que aumenta su anchura hasta 75 m. En el fondo, hacia el ENE., existe una prolongación de 60 m. de longitud (en su entrada tiene 25 m. de ancho, estrechándose progresivamente, al propio tiempo que se abaja la bóveda, hasta hacerse impenetrable).

La profundidad del agua varía de unos puntos a otros, alcanzándose la máxima de 18 m. hacia el centro de la cavidad.

No se aprecia en toda la formación la menor muestra de proceso quimiolitogénico, ni tampoco signo alguno de pretéritas circulaciones de aguas kársticas (en el extremo oriental no se pudieron hacer observaciones detalladas, debido a lo peligrosa que resultaba la permanencia en tal lugar, a causa de la tremenda resaca producida por el oleaje en el fondo de la cavidad). En la parte próxima a la boca, el piso se halla constituido exclusivamente por arena; en las porciones interiores la arena aparece mezclada con materiales clásticos de gran tamaño, que, en algunos puntos, constituyen la casi totalidad del piso.

c) **Espeleogénesis.**—A pesar de haberse desarrollado sobre roca caliza, no se trata de ningún fenómeno kárstico, sino de una cueva de abrasión marina de magnitudes poco habituales. Su gran tamaño queda explicado por las dislocaciones paralelas a la línea de costa, que han facilitado la acción del oleaje (la forma de la caverna se adapta a tal disposición).

Los bloques que tapizan algunas porciones del piso, ponen de manifiesto algunos hundimientos quimioclásticos locales, producidos por infiltraciones a través de la plataforma superior. Tales hundimientos son de importancia muy secundaria, puesto que sólo han efectuado ligeros retoques a la primitiva morfología de la cavidad de abrasión. La falta de formas reconstructivas, es debida a la fuerte acción del oleaje sobre las superficies limitantes de la cavidad, que impide la formación de cualquier clase de depósito.

Como la acción abrasiva es incapaz de transmitirse a la profundidad de 18 m., es necesario admitir que, cuando se inició la génesis de la formación, el Mediterráneo se hallaba por debajo de su nivel actual.

d) **Sobre el color azul del agua.**—El color azul intenso del agua, que da nombre a la cueva (blava = azul), es verdaderamente sorprendente. No sólo presenta coloración azul el agua, sino cualquier cuerpo que se sumerja en ella (por ejemplo, los exploradores durante los reconocimientos submarinos efectuados) e incluso la luz que ilumina la caverna.

Este fenómeno (observable en varias cuevas marinas) queda perfectamente explicado por la gran diferencia de superficies entre la porción subaérea del plano de boca (aproximadamente, 150 metros cuadrados) y la porción submarina del mismo (aproximadamente, 690 metros cuadrados). Resultado de ello es que la luz que penetra directamente en la cavidad lo hace por una abertura que no llega al 22 por 100 de la total. Por ello juega el principal papel, en la iluminación de la oscuridad, la luz que penetra a través del agua marina, y siendo las longitudes de onda correspondientes al azul las mayormente difundidas, la caverna toma tal coloración.

3. COVA DES TEATRE

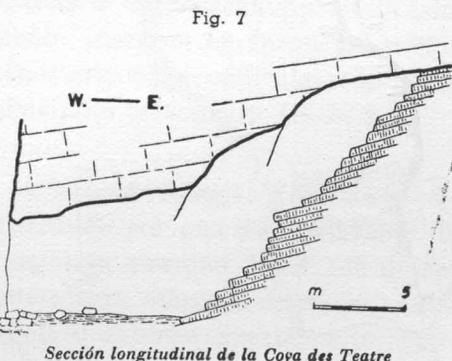
a) **Situación.**—La Cova des Teatre se halla situada, a unos 25 m. sobre el nivel del mar, en el límite de las calizas jurásicas con las eocenas. Su ancha boca, orientada a occidente, se ve perfectamente al momento de entrar en la gran rada de Puerto Cabrera.

b) **Espeleografía y espeleomorfología** (Fig. 7).—El pórtico de entrada mide 13 m. de ancho por 5 m. de alto. La cueva aparece constituida por una única sala de 22 m. de longitud, en proyección horizontal, y anchura parecida a la de la boca.

Los primeros metros son rigurosamente horizontales, apareciendo el suelo constituido por arcillas, mezcladas con muy escasos cantos angulosos.

A partir de los 9 m., el suelo se eleva en fuerte rampa (47° de pendiente) hasta alcanzar una altura de 14 m. sobre el punto de entrada. El piso de toda la rampa se halla constituido

por calizas margosas, dispuestas en estratos de muy poca potencia. La bóveda de la cavidad presenta una pendiente menor que la del suelo, por lo cual acaban formando ambos un diedro agudo (el nombre de Cova des Teatre, alude al hecho de que el fondo de la cavidad tiene la apariencia de un gradenario para espectadores).



No se observa en toda la cueva el menor signo de pretéritos aportes hídricos, ni tampoco formas quimiolitogénicas o acúmulos de materiales clásticos.

c) **Espeleogénesis.**—De cuanto hemos dicho en el apartado anterior, se llega a la conclusión de que la caverna no se ha formado ni por efecto de la circulación kárstica, ni por hundimientos quimioclásticos. Su origen hay que buscarlo en el vaciado de las calizas menos duras, dispuestas en débiles estratos. Si ello hubiera ocurrido mediante un deslizamiento (buzan hacia la boca), facilitado por la decalcificación y la consiguiente acumulación arcillosa en los planos de estratificación, deberían encontrarse restos de las mismas al pie de la boca o en el mismo vestíbulo, cosa que no ocurre.

En vista de todo ello, creemos que se trata de una oquedad de abrasión marina, relacionada con un pretérito nivel superior del Mediterráneo.

AVENC DES FRARE

(ISLA DE CABRERA, BALEARES)

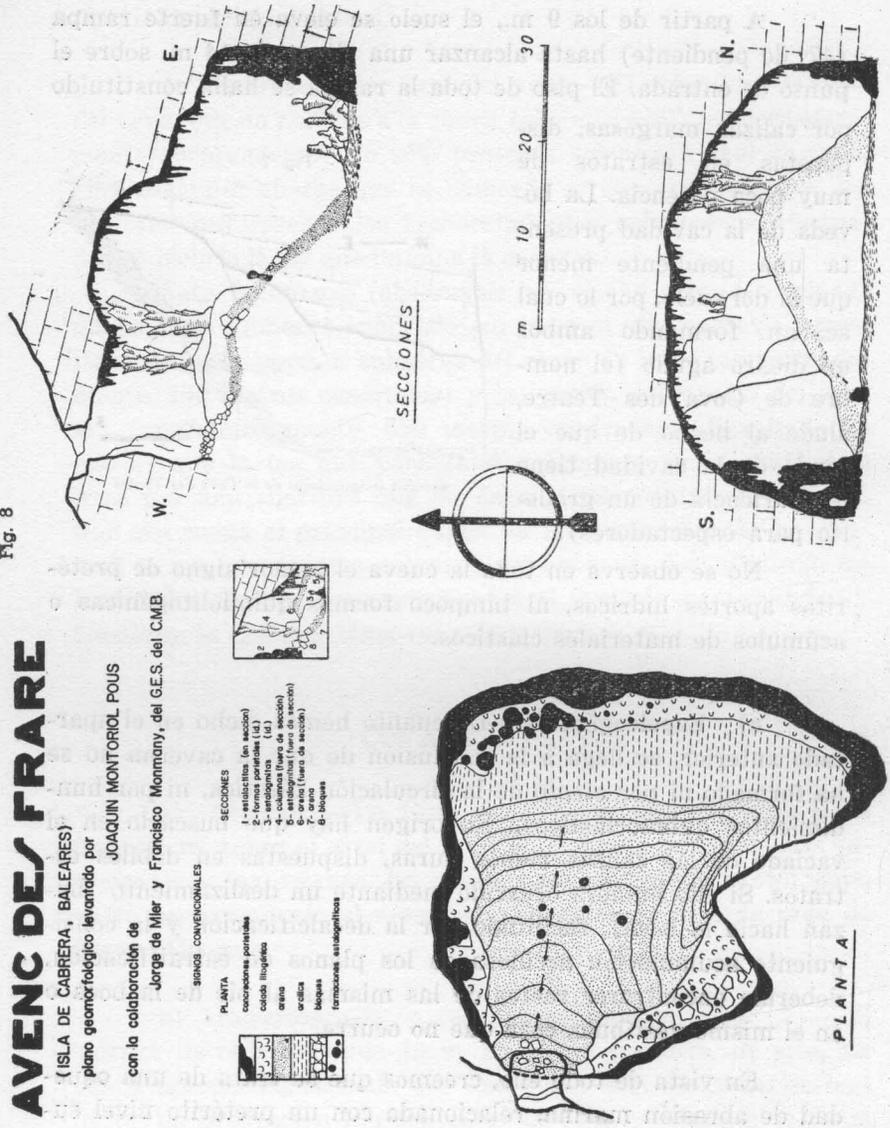
plano geomorfológico levantado por

JOAQUIN MONTORIOL POUS

con la colaboración de

Jorge de Mier y Francisco Momany, del G.E.S. del C.M.B.

Fig. 8



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

PLANTA



- SECCIONES**
- 1- estalactitas (ver sección)
 - 2- formas porritales (id.)
 - 3- estalagmítica (id.)
 - 4- columnas (fuera de sección)
 - 5- arena (fuera de sección)
 - 6- arena (fuera de sección)
 - 7- arena
 - 8- bloques



4. AVENC DES FRARE

a) **Situación.**—La boca de la cavidad se abre al NE. de la cumbre del cerro de Es Frare (109 m.), inmediatamente encima del punto en que se inician los acantilados y a unos 80 m. sobre el nivel del mar. Las calizas del Jurásico superior que forman (con la única excepción de la mancha de Cretácico de la porción W. del Cap Llebeig), toda la zona occidental de la isla, buzan 10-15° E. Superficialmente aparecen en forma de campo de piedras, con algunos pequeños escalones verticales (de hasta 2-3 m.) alineados según las diaclasas principales (E.-W.)

b) **Espeleografía y espeleomorfología** (Fig. 8).—El Avenc des Frare se halla constituido por una única cavidad de notables dimensiones (44 m. según la dirección E.-W., 46 m. según la dirección N.-S., por una altura máxima de 25 m.), que ha entrado en comunicación con el exterior gracias a un hundimiento de la bóveda en su extremo occidental. La abertura, que forma un pórtico de 6 m. de ancho orientado al W., desemboca en la oquedad mediante un salto vertical de 12 m. (15 m. desde el punto más elevado). Sigue una zona más o menos horizontal, y luego una rampa (40°), de desarrollo muy regular, por la que se desciende hasta una zona (7 m. por 46 m.) completamente horizontal, situada a -30 m. (puntos de mayor profundidad de la sima).

No se aprecia en toda la cavidad el menor signo de erosión; puede observarse, en cambio, una amplia y variada gama de sedimentos. Siendo su estudio de gran importancia, no sólo por lo que se refiere a la espeleogénesis del Avenc des Frare, sino para una datación general de los fenómenos de karstificación de la isla de Cabrera, vamos a describirlos detalladamente.

1) Sedimentos clásticos.

a) **Bloques.**—Constituyen la base de toda la formación, hallándose, en general, recubiertos por los otros sedimentos. Irregulares, heterométricos, sin ordenación y con signos de decalcificación.

b) **Arcillas.**—Ocupan una ancha faja en el fondo de la cavidad. Muy plásticas, las consideramos de origen autóctono (tener en cuenta que nos hallamos ante una neoformación quimioclástica⁸ de fuerte desarrollo tridimensional, y, por lo tanto, ante un fuerte proceso de decalcificación).

c) **Arenas.**—Forman la rampa que se extiende de -17 metros a -30 m., ocupando una considerable extensión de la planta de la cavidad. Son los últimos sedimentos depositados, invadiendo la oquedad por encima de los otros materiales. Se trata de arena calcárea de procedencia alóctona, con una gran cantidad de microfauna. Confiene las siguientes especies (determinación del Dr. J. F. de Villalta):

Foraminiferos.

Elphidium crispum. Lin.

Triloculina sp.

Quinqueloculina aff. **aglutinans.** d'Orb.

Robulus sp.

Fragmentos de **Ostrácodos.**

Fragmentos de **Gasterópodos** marinos no identificables.

Fragmentos de púas de **Equínidos.**

Abundantísimos fragmentos de **Helix** sp.

La asociación faunística indica que se trata de arenas de origen dunar.

El degoteo procedente de la bóveda ha dado lugar a la formación de cráteres de degoteo² y de unas pequeñas formaciones abarrancadas que presentan el aspecto de micro-bad-lands.

2) **Sedimentos litogénicos.**

Presentarán un desarrollo extraordinario, apareciendo toda clase de formas axiales, parietales y coladas. El máximo desarrollo se localiza en las paredes N. (grandes columnas de hasta 11 m. de altura, soldadas a la pared) y en la parte más profunda de la cavidad (grueso revestimiento parietal, al que sigue un verdadero bosque de estalagmitas, de las más variadas y caprichosas formas, que llegan a sobrepasar los 4 m. de altura).

Las estalagmitas asoman, en algunos puntos, a través de la masa de sedimentos arenosos. Si se hace una cata, se descubre que una amplia colada litoquímica, con numerosas formas axiales (muchas no llegan a traspasar el estrato arenoso), recubre casi completamente los sedimentos quimioclásticos de la base. La colada presenta numerosas resquebrajaduras, e incluso algunos fenómenos de cabalgamiento¹⁰, que ponen de manifiesto un movimiento de soliflucción de los materiales clásticos subyacentes.

c) **Espeleogénesis.**—La cavidad es de génesis exclusivamente clástica (neoformación quimioclástica)⁸. El mecanismo de la decalcificación ha actuado a través de los planos de estratificación y de las diaclasas N.-S. (ensanchamientos hacia el S.), las cuales han facilitado el proceso, al constituir planos de captación, retención y conducción en profundidad, ortogonales al buzamiento. Es muy posible que, al igual que en el caso de la Cova des Borri, la disolución del carbonato cálcico haya venido facilitada por el efecto salino^{12 13}. Una vez formada la cavidad, continuó el mecanismo quimioclástico, produciéndose la clásica emigración hacia la superficie y el aumento del estrato clástico. Los últimos hundimientos pusieron la formación hipogea en comunicación con el exterior.

Siguió un amplio proceso reconstructivo que fosilizó los sedimentos clásticos, a la par que daba lugar a un extraordinario desarrollo de las formas axiales. Estas son de tres tipos: estalagmitas mixtas, estalagmitas de caudal y estalactitas climáticas^{12 14}. Ello pone de manifiesto que, durante su génesis, las causas de caudal tuvieron siempre valor positivo, fuerte (estalagmitas mixtas y de caudal) o débil (estalactitas climáticas). Por el contrario, las causas climáticas sufrieron una variación: presentándose formas compuestas a base de estalagmita de caudal sobre estalagmita mixta, es evidente que el cambio fué en el sentido de disminuir la presión parcial del anhídrido carbónico^{12 14}; ello fué probablemente debido al sucesivo ensanchamiento de la boca por los procesos clásticos, con el consiguiente aumento de la aireación.

Siguió luego la aportación alóctona de arena, a causa de haber quedado la cavidad a un nivel próximo al del mar (ver el capítulo correspondiente a la edad del karst de Cabrera). La formación hemicónica se fué expansionando por la planta, recubriendo el estrato clástico cementado por la litogénesis, e invadiendo inclusive parte de la zona ocupada por arcillas de decalcificación autóctonas.

Como fase final de la evolución hay que mencionar los movimientos de soliflucción de los materiales clásticos subyacentes. Estos movimientos son posteriores al depósito de la arena (actuales o subactuales), ya que al efectuarse el deslizamiento, han quedado masas de arena englobadas entre las cuñas litogénicas del cabalgamiento, hasta 0,5 m. más arriba de la única posible grieta de entrada.

Los cráteres de degoteo ponen de manifiesto que, en la actualidad, continúan algunas pequeñas infiltraciones. Estas dan lugar a un proceso reconstructivo incipiente (se aprecia muy bien en algunas estalactitas fracturadas, sobre cuya superficie de rotura se están desarrollando nuevas minúsculas formas axiales).

Resumiendo pues, en la evolución del Avenc des Frare se han sucedido los siguientes procesos:

1. **Proceso quimioclástico** Se origina la neoformación. Intervienen planos de estratificación y diaclasa. Posible contribución del efecto salino.

2. **Gran proceso quimiolitogénico.** a) 1.^a fase: causas de caudal, valor positivo fuerte; causas climáticas, valor positivo fuerte. b) 2.^a fase: causas de caudal, valor positivo fuerte; causas climáticas valor positivo débil (coincide con el ensanchamiento de la boca: **proceso clástico**, local sincrónico).

(2 bis - simultáneo con ambos: **depósito de arcillas autóctonas**).

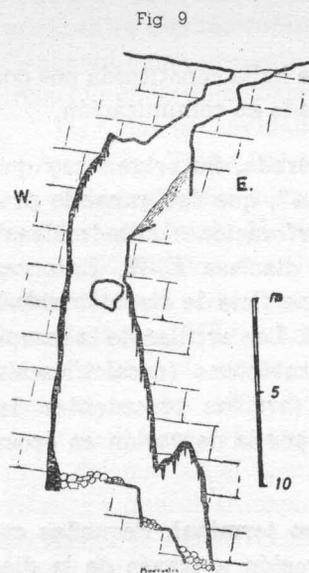
3. **Aporte de la arena** (con microfauna típicamente dunar). Alóctona. Cavidad a nivel cercano al del mar.

4. **Procesos actuales o subactuales.** a) **Soliflucción del estrato quimioclástico** (con los fenómenos consiguientes en el litogénico). b) **Proceso reconstructivo incipiente.**

5. FORAT DE PICAMOSQUES

a) **Situación.**—La minúscula boca de esta sima se abre, al igual que la vecina de Es Frare, de la que sólo dista unos 500 m., en las calizas del Jurásico superior, que buzcan 10-15° E. Toda la zona, que forma un amplio collado entre las cumbres de Es Frare (109 m.) y Picamosques (172 m., punto culminante de la isla de Cabrera), se halla constituida por un extenso campo de piedras, entre el cual asoman islotes de roca compacta, en uno de los cuales se abre la boca de la cavidad.

b) **Espeleografía y espeleomorfología** (Fig. 9.—La abertura, que se abre en una típica concavidad desarrollada sobre la roca (“cuconas” llenas de agua del Macizo de Garraf, engendradas por el mismo mecanismo de las perforaciones cilindroides)⁹, es de exiguas dimensiones. Atravesada la misma, se penetra en una pequeña cavidad irregular, en cuyo extremo W. (a -3 m.), hay un agujero que comunica lateralmente con una oquedad de mayores proporciones.



Sección del Forat de Picamosques

La cavidad central de la sima se halla constituida por un pozo campaniforme, asentado sobre una diaclasa E.-W., que se hunde hasta -21 m. Al penetrar en la misma lateralmente, y tras un resalte vertical de 2 m. se alcanza una rampa de fuerte inclinación (50°) constituida por arcillas. A su término (-8,5 m), sigue un salto de poco más de 2 m. y unos bloques acuña-dos entre las paredes, después de los cuales el pozo se ensancha progresivamente hasta el fondo, ocupado por materiales clásticos de reducido tamaño. Las paredes así como la porción cenital de la oquedad campaniforme, se hallan tapiza-

das por un proceso quimiolitogénico bien desarrollado, pero con formaciones estalactíticas pequeñas.

Al E. del fondo del pozo descrito, se abre la comunicación con una pequeña cavidad lateral fusiforme, cuyo piso, a 26 m. de profundidad, y constituido por materiales clásticos, constituye el fondo del Forat de Picamosques.

Toda la cavidad se halla en un muy avanzado estado de decalcificación, de tal manera que sus paredes son fácilmente deleznable con los dedos.

A partir del momento en que se desemboca en la cavidad central, se nota la presencia de una notable cantidad de anhídrido carbónico, cantidad que aumenta en función de la profundidad, de tal manera que en el fondo de la cavidad central llegan a apagarse las lámparas de acetileno. Ello convierte su exploración en muy peligrosa (los dos exploradores que alcanzamos el fondo de la sima, con sólo una brevísima estancia en su fondo, para medir la anchura y tomar la orientación del pozo, y el ascenso de 10,5 m. de escalera "elektron", llegamos al límite de nuestras fuerzas), y no recomendable, incluso para espeleólogos entrenados.

c) **Espeleogénesis.**—La sima se halla constituida por dos cavidades independientes que han entrado en comunicación.

1.—**El estrecho conducto de entrada.** Su origen hay que buscarlo en una depresión tipo "cucona", que fué ganando profundidad por el mecanismo de las perforaciones cilindroideas⁹, hasta entrar en comunicación con la diaclasa E.-W. Entonces progresó lateralmente a través de la superficie de discontinuidad, hasta desembocar en la cavidad central. Las arcillas de la rampa pueden obedecer a un origen mixto: autóctono (detracción a través de la diaclasa) y alóctono (arcillas procedentes del campo de piedras superior, colectadas por la depresión en época de fuertes lluvias).

2.—**La cavidad central y el huso terminal.** Pequeñas cavidades inversas⁷, originadas por corrosión a través de la diaclasa E.-W. El proceso litogénico y el avanzado estado de decal-

cificación de sus paredes, hacen suponer que ésta es la parte más antigua de la cavidad.

En cuanto a la presencia del anhídrido carbónico en la atmósfera de la sima, debemos confesar que no hemos hallado ninguna explicación plausible para justificar su elevada concentración. Desde luego, parece existir una relación entre la gran decalcificación que ofrecen sus paredes y la existencia del gas; pero parece más bien que el carbónico sea la causa de la decalcificación, al comunicar mayor agresividad al agua. Por otra parte, debemos mencionar que no existen en la sima las menores trazas de materia orgánica, cuya descomposición justificaría la presencia del dióxido de carbono.

III. EDAD DEL KARST DE LA ISLA DE CABRERA

Todas las formaciones espeleológicas estudiadas, con la única excepción del Forat de Picamosques, se hallan en relación con las oscilaciones del nivel marino. Unas son típicas cavidades de abrasión, situadas actualmente al nivel del mar (Cova Blava) o a cierta altura sobre el mismo (Cova des Teatre), otra presenta sedimentos con microfauna de tipo dunar (Avenç des Frare), y, finalmente, una presenta ciertas particularidades morfológicas en relación con oscilaciones del nivel del Mediterráneo.

De todas las cavidades citadas, la situada a mayor altura es el Avenç des Frare (80 m. sobre el nivel del mar); sin embargo, la abundantísima microfauna hallada en sus depósitos arenosos (asociación de Foraminíferos, Ostrácodos, Gasterópodos marinos y Equínidos, con Gasterópodos terrestres), no deja lugar a dudas sobre el origen alóctono del depósito, proveniente de un campo de dunas. Ello evige, por lo tanto, una diferencia morfológica de la línea de costa, ya que, en la actualidad, la boca de la formación se abre en el borde de un acantilado que desciende, casi vertical, hasta el agua. Por el contrario, nada indica sobre el nivel del mar en el momento de depositarse los citados sedimentos, ya que el transporte eólico puede haber salvado cualquier desnivel. Desde luego, estuvo relacionado con un nivel superior al actual, y es probable que el proceso se corresponda con el comienzo de una fase regresiva, que dejaba al descubierto im-

portantes extensiones de arenas, que eran luego transportadas por el viento.

La acción abrasiva engendradora de la Cova des Teatre aparece ligada a un nivel marino situado a unos 25 m. por encima del actual, por lo cual creemos que se corresponde con el Tirreniense I, que ha sido reconocido en varios puntos de las Islas Baleares¹⁶. Las arenas del Avenc des Frare debieron hallarse también relacionadas con este nivel.

Examinemos ahora el caso de la Cova Blava, la cavidad que aparece a menor nivel. Teniendo en cuenta que la gran oquedad se desarrolla 18 m. por debajo del nivel del mar (y posiblemente aún más, ya que la arena recubre el verdadero piso rocoso de la caverna), vemos que es imposible que la acción abrasiva se haya transmitido hasta tal profundidad. Es por ello que la génesis de la cavidad debió coincidir con un período frío (descenso glacio-eustático del nivel marino). El hecho de que el pórtico se resarrolle a 8 m. por encima del actual nivel del agua, indica que el ascenso subsiguiente a la génesis de la caverna, sólo debió elevarse unos 5 m. por encima del nivel actual. A nuestra manera de ver, su génesis debió tener lugar durante las últimas fases del Riss (parte sumergida), siendo luego retocada durante el Tirreniense II y III (elevación de la altura de la bóveda). (Ambos niveles han sido reconocidos en la vecina isla de Mallorca, a una altura de 5 a 6 m. y 2 m. respectivamente)¹⁶.

En cuanto a la Cova des Borri, el hecho de hallarse relacionada con un posible efecto salino nada indica, ya que, como hemos demostrado en otra ocasión¹², el aporte de cloruro sódico puede tener lugar a través de desniveles muy superiores al que nos ocupa. Más interesante resulta el examen de la porción terminal de la oquedad. El fondo de la caverna, a 7 m. por debajo del nivel del lago (en equilibrio con el nivel del mar), las estalagmitas sumergidas y el plano horizontal que contiene el extremo de gran número de formas axiales parcialmente sumergidas, son índice de pequeñas oscilaciones del nivel marino, con algún período de estabilidad (plano horizontal citado). Ello sería debido a los reajustes glacioeustáticos, correspondientes a los últimos episodios epiglaciales del Wurm.

APENDICE

Tal como ya hemos indicado, la nuestra ha sido la primera expedición espeleológica llevada a cabo en el archipiélago de Cabrera, y por ello, a pesar de la labor efectuada, el presente trabajo es forzosamente incompleto. Con la sola excepción de la Cova Blava (de la que ya teníaosm conocimiento antes de desembarcar en la isla), nuestras investigaciones y prospecciones se han realizado únicamente en la mitad SW. de Cabrera, siendo, por lo tanto, de desear que se lleven a cabo futuras expediciones al archipiélago. Es por ello que adjuntamos la presente nota, a fin de incluir algunos datos, facilitados por los escasos pobladores de la isla, sobre otras cavidades que no tuvimos tiempo de explorar.

1. **Clot des Guix.**—En el centro de la mitad NE. de la isla de Cabrera, rodeado por las calizas eocenas, se encuentra un manchón mioceno, constituido por margas yesíferas que, en algunos puntos, pasan a yeso puro. El Clot des Guix se abre en una de tales zonas, y, por la descripción que nos hicieron del mismo, parece que se trata de una torca de hundimiento.

2. **Cova de Cap Ventós.**—Dicha caverna se abre en la parte más elevada del promontorio de Cap Ventós. Aunque las indicaciones que nos dieron no eran lo bastante precisas para situarla con exactitud, suponemos que se abre en las calizas del Jurásico superior.

La cavidad estaría formada por una salita de regulares dimensiones, con abundantes formaciones estalactíticas y estalagmíticas, en la cual se abre una sima de profundidad desconocida.

3. **Cova-avenc de la Cunillera.**—Esta cueva-sima se encuentra en la isla Cunillera, pero ignoramos su exacta situación.

Según las informaciones que nos dieron, se trata de una cavida penetrable por mar y por tierra, que aparece constituida por una cueva marina, cuya porción terminal enlaza con una sima en fuerte rampa. Parece que el conjunto es de considerables magnitudes.

No tenemos noticias sobre los demás islotes del archipiélago, pero, por las reducidas dimensiones de todos ellos, parece poco probable que puedan albergar formaciones espeleológicas.

En cuanto a la zona por nosotros explorada de la isla de Cabrera, es muy probable que contenga otras cavidades por descubrir, ya que las prospecciones tropiezan con fuertes dificultades debido a lo accidentado del terreno.

RESUME

Au cours de la première expédition spéléologique à l'île de Cabrera (Iles Baleares) on a étudié et exploré cinq cavités: Cova des Borri, Cova Blava (d'abrasion marine à 25 m. au-dessus du niveau de la mer), Avenc des Frares et Forat de Picamosques. L'évolution morphogénétique est très compliquée. Au fond de l'Avenc des Frare on trouve du dépôts sableux, d'origine alochtone, avec une abondante microfaune qui permet de les supposer provenir d'un champ de dunes, aujourd'hui disparu.

Exception faite du Forat de Picamosques, toutes les autres cavités sont en rapport avec les oscilations glaci-eustatiques du niveau marin. La Cova des Teatre est en rapport avec le niveau turrénien I. Le champ de dunes qui aurait alimenté les

dépôts de l'Avenc des Frare, serait aussi tirrénien I. La cova Blava aurait comencé sou évolution lors des dernières phases du Riss (partie immergée), avec quelques retouches pedant les tirrenien I et II (voûte élevée). Quant á la Cova des Borri on peut indiquer que les derniers phases de son evolution morphogénique correspondent aux derniers épisodes würmiens.

SUMMARY

During the first speleological expedition which has taken place in the island of Cabrera, five caverns have been explored: Cova des Borri (karstic cavern), Cova Blava (formed by marine erosion, at sea level), Cova des Teatre (marine erosion, now 25 metres above sea level), Avenc des Frase (karstic cavern) and Forat des Picamosques (karstic cavern). They all present a complicated morphogenic evolution. At the back of the Avenc de Frare are sandy sediments, of "aloctone" origin, with abundant microfauna, which suggests that they come from a region of dunes now disappeared.

With the sole exception of the Forat de Picamosques, all the speleological formations are found in association with glacio-eustacian variations of the sea level. The Cova des Teatre was associated with the level corresponding with Tirrenian I period. The duneland which furnished the sediments of the Avenc des Frare must have been associated with the same level. The Cova Blava began its evolution during the last phases of the Riss (that is its submerged part) undergoing modificacions during the Tirrenian II and III, period (the raised roof). As regards the Cova des Borri, we can only say that the last phases of its morphogenic evolution correspond with the final epiglacial changes of the Würm.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ARCHIVES DE L'ILLE.—Cabrera. Quelques données. 1229-1916. *Monographies sur l'île de Cabrera*, Pub. núm. 1, 12 pp. Palma de Mallorca, 1948.
- (2) CALVAGNI, A. e PERNA, G.—Contributo a la morfologia dei prodotti argilloso-sabbiosi di riempimento delle caverne. *Rassegna Speleologica Italiana*, anno V, fasc. 3, pp. 89-101, 1 fig., 14 fots. Como, 1953.
- (3) DARDER, B.—Estratigrafía de la Sierra de Levante de Mallorca. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Se. geol. núm. 10, 41 pp., 9 figs., 3 láms., 1 mapa. Madrid, 1915.
- (4) DARDER, B.—La tectonique de la région orientales de l'île de Majorque. *Bulletin de la Société Géologique de France*. Se. 4, T. XXV, pp. 245-278, 18 figs., 1 lám. Paris, 1925
- (5) GÓMEZ LLUECA, F.—Sur la géologie de Cabrera, Conejera et autres îles voisines. *Comptes rendus de la Academie des Sciences*, T. CLXXXI, pp. 1.158-1.160. Paris, 1920.
- (6) GÓMEZ LLUECA, F.—Contribución al conocimiento de la geología de las islas de Cabrera, Conejera y otras próximas. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, T. XV, pp. 85-103, 27 figs., 1 mapa. Madrid, 1929.
- (7) MAUCCI, W.—L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio de la speleogenesi. *Bolletino della Società Adriatica di Scienze Naturali*, vol. XLVI, 60 pp., 26 figs. Trieste, 1952.
- (8) MONTORIOL POUS, J.—Los procesos clásticos hipogeos. *Rassegna Speleologica Italiana*. Anno III, fasc. 4, pp. 119-129, 7 figs., 10 fots. Como, 1951.
- (9) MONTORIOL POUS, J.—La hidrología kárstica del Plá de les Basse y sus relaciones con la de otras zonas del Macizo de Garraf (Barcelona). *Speleon*, T. V. núms 1-2, pp. 55-104, 11 figs., 2 láms. Oviadó, 1954.

(10) MONTORIOL POUS, J. y ANDRES BELLET, O.—Estudio geoespeleológico de varias cavidades del borde oriental de la Sierra del Boix (Tarragona). *Speleon*, T. VI, núm. 4, pp. 257-277, 7 figs. Oviedo, 1955.

(11) MONTORIOL POUS, J. y ANDRES BELLET, O.—Estudio geomorfológico de la Cova del Patracó (Esparraguera, Barcelona). *Speleon*, T. XI, números 1-2-3-4, pp. 3-12, 5 figs. Oviedo, 1960.

(12) MONTORIOL POUS, J. y ASSENS CAPARRÓS, J.—Estudio geomorfológico e hidrogeológico del karst de la península de s'Albufereta (Fornells, Menorca). *Rassegna Speleologica Italiana*, anno IX, fasc. 1, pp. 3-48, 17 figuras, 4 fts. Como 1957.

(13) MONTORIOL POUS, J. y ASSENS CAPARRÓS, J.—Sobre el papel desempeñado por el efecto salino en la génesis de ciertas cavidades kársticas desarrolladas en las líneas de costa. *Memorias del I Congrso Vasco-Navarro de Espeleología*. *Speleon*, T. VIII, núms. 1-2-3-4, pp. 81-88. Oviedo, 1957.

(14) MONTORIOL POUS, J. y THOMAS CASAJUANA, J. M.^a—Sobre la abundancia relativa, en las formaciones hipogeas, de estalactitas y estalagmitas, con algunas consideraciones sobre la morfología de las mismas. *Urania, Boletín de la Sociedad Astronómica de España y América y de la Unión Nacional de Astronomía y Ciencias afines*, núm. 235, 8 pp., 3 figs. Tarragona, 1954.

(15) NOLAN, H.—Note préliminaire sur l'île de Cabrera. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Tercera se., T. XXV, pp. 303-305. Paris 1897.

(16) SOLÉ SABARÍS, L.—Oscilaciones del Mediterráneo español durante el Cuaternario. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Delegación de Barcelona*, 58 pp., 1 fig. Barcelona, 1961.