

# SPELEON

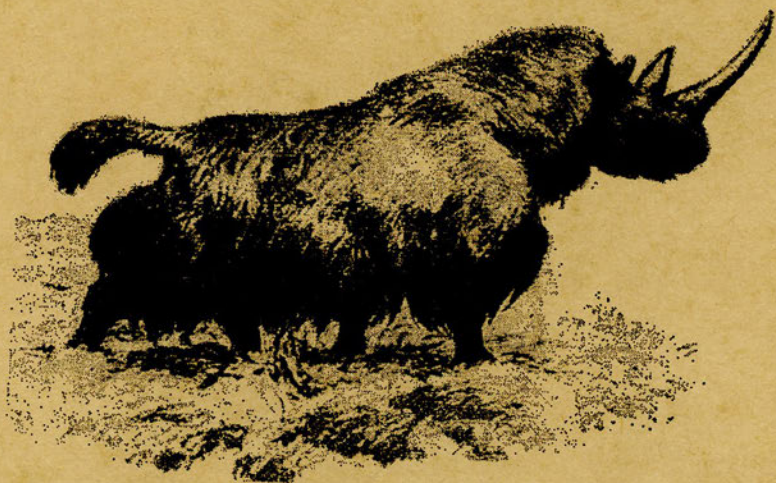
Centre Excursionista de Catalunya

Barcelona

**speleon**

1973

Tomo 20





CENTRE EXCURSIONISTA DE CATALUNYA

# SPELEON

Tomo 20



BARCELONA

1973

**SPELEON** incluye toda clase de estudios y notas originales de espeleología referentes básicamente a trabajos sobre el karst español.

**DIRECCION**

R. Viñas Vallverdú

**REDACCION**

E. Balcells Rocamora

D. Campillo Valero

A. Eraso Romero

F. Español Coll

F. Martí Jusmet

J. Montoriol Pous

L. Solé Sugrañas

J. F. de Villalta

J. M. Thomas

**SECRETARIA**

M. Canals Sala

A. Viñas Vallverdú

Colaboración gráfica: Francisco Monzonís

---

**Precio del ejemplar:**

**200 ptas. para España y 300 ptas. para el extranjero**

---

## SUMARIO

	Pág.
JUAN ULLASTRE Y ALICIA MASRIERA. — Morfogénesis de los oolitos y pisolitos de las cavernas ... ..	5
DAVID SERRAT Y J. F. ALBERT. — Estudio sedimentológico de los materiales de relleno de la cova de les Teixoneres ... ..	63
J. A. ENCINAS S. — Perforaciones de anélidos en los sedimentos de la cueva de Cornavaques (Pollensa-Baleares) ... ..	81
F. ESPAÑOL. — Un nuevo Speocharis cavernícola del norte de Palencia (Col. Catopidae) ... ..	87
OLEGUER ESCOLA. — Addenda a «un nuevo speonomus de la provincia de Lérida» ... ..	91
XAVIER BELLES ROS. — Los caraboidea cavernícolas de Cataluña (Coleoptera) ... ..	95
ANTONI FERRER, JOSEP CASTELL, JOSÉ ANTONIO HERRERA, ANTONIO ALBALATE Y JUAN MEDINA. — Datos para el estudio de la zona de Roda de Berà - Albinyana - Les Pesses ... ..	103
D. CAMPILLO VALERO. — Estudio de un cráneo patológico descubierto en la Cova d'Annes ... ..	117
JORGE ROVIRA PORT Y RAMÓN VIÑAS VALLVERDÚ. — La cueva de l'Os en el macizo del Cogulló, Lérida ... ..	125
GEORGES LAPLACE. — Sobre la aplicación de las coordenadas cartesianas en la excavación estratigráfica ... ..	139
MARÍA CANALS. — Relación de trabajos presentados en el I y II Congreso Nacional de Espeleología ... ..	161
JUAN ULLASTRE MARTORELL. — Aportación al conocimiento geoespeleológico de algunas regiones kársticas del Perú ... ..	167



Speleon	20	Págs. 5-61	1973
---------	----	------------	------

## Morfogénesis de los oolitos y pisolitos de las cavernas

por:

JUAN ULLASTRE y ALICIA MASRIERA (\*)

*Felix qui potuit rerum cognoscere causas.*

VIRGILIO

**RESUMEN.** — Después de un comentario sobre los principales antecedentes en el estudio de los oolitos y pisolitos de caverna y de unas consideraciones sobre el concepto de «perlas de caverna» y su terminología, se pasa a reseñar las localidades en donde se ha recolectado el material estudiado.

A continuación, se trata la constitución de las «perlas de caverna», estudiando la composición mineralógica, la granulometría, la morfología externa y la estructura interna.

El ensayo de la morfogénesis se inicia con una exposición de los factores genéticos fundamentales, es decir: la precipitación inorgánica del carbonato cálcico en las cavernas, los caracteres morfológicos del medio de formación y el movimiento. Seguidamente, se opina sobre el origen y evolución del depósito acrecional y se concluye con una relación de datos referentes a la edad de los oolitos y pisolitos desarrollados en el medio subterráneo.

**ABSTRACT.** — After a commentary about the previous works in the study of «cave pearls» and their terminology, we shall go on to making a review of the localities where the studied material has been found.

After this, the mineralogical composition, the grain size limits, the external morphology and internal structure of the «cave pearls» shall be investigated.

The morphogeny is started with an explanation of the fundamental genetic factors: the inorganic precipitation of the calcium carbonate in the caves, the morphological characters of depositional environment and the motion. Finally, we will give an opinion about the origin and evolution of the accretionary deposit. We close this work with a brief data report referring to the age of oolites and pisolites developed in the hypogeal environment.

---

(\*) Del Grupo de Exploraciones Subterráneas (G.E.S.) del Club Montañés Barcelonés (C.M.B.).

## I. — INTRODUCCIÓN

Después de varios años de exploraciones espeleológicas, hemos formado una interesante colección de *oolitos* y *pisolitos de caverna* («perlas de caverna»), cuyo estudio nos ha llevado a la elaboración del artículo que hoy damos a conocer.

Estas interesantes formas litoquímicas hipogeas han cautivado la atención de innumerables autores, especialmente extranjeros, no obstante, en España, si bien las citas sobre el hallazgo de «perlas» no son raras, los estudios monográficos sobre ellas, creemos son inexistentes.

En este escrito no vamos a limitarnos a dar una simple exposición de los ejemplares hallados y sus localidades, sino que hemos intentado efectuar un trabajo que, a la vez de estudiar un gran número de tipos de «perlas», procedentes especialmente de cavernas españolas, compendie los conocimientos actuales sobre este tema y simultáneamente refleje nuestras observaciones personales.

## II. — GENERALIDADES

### 1. PRINCIPALES ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO DE OOLITOS Y PISOLITOS DE CAVERNA Y GALERÍAS DE MINA

El conocimiento de la existencia de oolitos y pisolitos en las cavernas es, ciertamente, muy antiguo; sin embargo, los primeros estudios monográficos sobre este tema corresponden a principios de nuestro siglo.

BLEICHER y CHOFFAT (1900), ERDMANN (1902), BRODRICK (1908), etcétera, se cuentan entre los primeros estudiosos que dedican artículos exclusivos al conocimiento de estas curiosas formas de espeleolitos.

En América, con HESS (1929), se inician los principales trabajos sobre esta cuestión. A ese autor le siguen en años sucesivos las publicaciones de DAVIDSON y MC KINSTRY (1931), KELLER (1937), MACKIN y COOMBS (1945), BAKER y FROSTICK (1947), (1951), etc. En los últimos años los trabajos de DONAHUE (1965), (1969), han adquirido notable relieve.

Paralelamente a estos escritos de autores norteamericanos, en Europa se trabaja de igual modo siguiendo los pasos de los pioneros europeos de finales del siglo pasado y comienzos del actual. Un gran número de autores dedican trabajos a las «perlas de caverna»: DERIBERE (1939), (1956), PITTARD y AMOUDRUZ (1942), COLEMAN (1949), BALSAN (1951), (1953), LACROIX (1953), LIEGEOIS (1956), PERNA (1957),



(1958), (1959), VIEHMANN (1963), etc. Más recientemente destacan los trabajos de KIRCHMAYER (1964), GRADZINSKI y RADOMSKI (1967) y HAHNE, KIRCHMAYER y OTTEMANN (1968).

## 2. LOS OOLITOS Y PISOLITOS DENTRO DEL CONCEPTO DE CONCRECIÓN LIBRE EN LAS CAVERNAS

PERNA (1958) en un documentado estudio sobre espeleotemas, introduce el concepto de *concreción libre* en las cavernas. Al hablar de él, se refiere a los materiales sedimentarios autóctonos de origen químico, que permanecen libremente apoyados sobre el fondo de pequeños receptáculos llenos de agua, sobre la superficie misma del agua, sobre la arcilla, la arena, etc.

Según nuestro modo de ver, este concepto puede abarcar *sensu stricto*, no tan sólo a los *oolitos* y *pisolitos* («perlas de caverna»), sino a otras clases de depósitos sedimentarios carbonatados hipogeos, como pueden ser las *concreciones incoherentes* (*Montmilch*), las *concreciones flotantes* —que por agitación caen al fondo de los gourrs dando un depósito de escamas de carbonato cálcico a menudo no consolidado, ULLASTRE y MASRIERA (1968)—, los *cantos concrecionados*, las *concreciones de arena* (PERNA, 1958), etc.

El presente estudio lo dedicamos al tipo de concreción libre llamado comunmente: «perlas de caverna».

## 3. LAS «PERLAS DE CAVERNA»: CONCEPTO Y TERMINOLOGÍA

Las «perlas de caverna» son sin duda la concreción libre por excelencia.

Podríamos definir las, en sentido amplio, como depósitos estalagmíticos móviles, de aspecto esferoidal por lo común, aunque, como veremos más adelante, pueda existir un gran polimorfismo.

Atendiendo al tamaño se han aceptado los términos: *oolito* para las «perlas» menores a 2 mm de diámetro y *pisolito* para las formas que superan este tamaño, sin que exista un límite superior concreto (1).

En cuanto a la estructura interna, ésta consiste —macroscópicamente— en laminaciones y bandas concéntricas y agregados cris-

---

(1) En las «perlas» de mayor tamaño estudiadas por nosotros el eje máximo alcanza de 5 a 10 cm (Cueva del Molino o del Agua, Matienzo, Santander; Coves de Castellolí, Castellolí, Barcelona; Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach, Odén, Lérida; Cova Negra de Matasolana, Montsec, Lérida).

talinos fibroso-radiados, establecidos alrededor de un núcleo de naturaleza cualquiera (2).

En general, las «perlas de caverna» no se encuentran aisladas, sino agrupadas en «nidos» (HESS, 1929), (lámina II, 7), que pueden contener hasta varios miles de oolitos o algunas docenas de pisolitos o ambas formas mezcladas. Excepcionalmente, los oolitos y pisolitos de caverna aparecen en «capa» (3) cubriendo algunos metros cuadrados del suelo y constituyendo un auténtico depósito sedimentario, que en ocasiones, nosotros, lo hemos visto consolidado (Cova del Gel, Montsec, Lérida), dando lugar a un espeleotema pavimentario oolítico. También es un caso poco frecuente, pero que hemos podido observar, el hallar un solo pisolito dentro de un alveolo excavado por abrasión (4) (DERIBERE, 1939; GINÉS y ALONSO, 1971).

*Terminología.* — Es en el siglo XVII cuando los términos *estalactita* y *estalagmita* comienzan a utilizarse en la descripción de las concreciones depositadas en las cavernas. WORM (1655) (5), en su libro «*Historia Rerum Rariorum*», emplea estos vocablos y junto a ellos describe a unos «*glóbulos de piedra, algunos parecidos a los guisantes y otros a los huevos de pez...*», que sin duda podemos juzgar como *pisolitos* y *oolitos*. KIRCHER (1665), en el libro «*Mundus Subterraneus*», se ocupa también en la descripción de concreciones de cuevas.

En el siglo XVIII, los términos *oolito* y *pisolito* empiezan a usarse (ver: CAYEUX, 1970, pág. 195). KIRWAN (1789) habla de «*oolitas*» y «*pisolitas*» al designar los «*globos*» de «*sinter calcareum*» depositados en las cavernas (6).

Dentro del pasado siglo, parece, son los autores de habla ale-

(2) PERNA (1957), (1958), acepta los términos *pisolito* para las «perlas» con laminaciones concéntricas y el de *esferulito* para las «perlas» con estructura fibroso-radiada, siempre independientemente del tamaño.

Nosotros, consideramos poco adecuada esta nomenclatura, especialmente teniendo en cuenta que sólo se observa la existencia exclusiva de una u otra estructura en casos extremos.

Muchas veces el aspecto fibroso-radiado aparece combinado con bandas y laminaciones concéntricas en una misma «perla».

(3) GEZE, B. (1965): «*La Spéléologie Scientifique*». Editions du Seuil. París, pág. 103.

(4) Personalmente lo hemos visto en el Avenc dels Esquirols (Macizo de Garraf, Barcelona). El mecanismo morfogénico es análogo al descrito por ULLASTRE y MASRIERA (1970).

(5) Ver: Bull. National Speleol. Society. 24 (2), págs. 53-54. 1962.

(6) KIRWAN (1789): «*Elementos de mineralogía*». Madrid. Ver págs. 22-23.

mana quienes introducen el vocablo: «*tropfstein-perlen*» (7) o «*höhlen-perlen*» (HAIDINGER, W. [1845]: «Manual de Mineralogía, Wien»). Esta expresión alemana equivale a la castellana «*perlas de caverna*»; en catalán FAURA Y SANS (1911) les llama «*confits*» (8). En América es HESS (1929) uno de los primeros en utilizar la palabra «*cave-pearl*». En Francia, desde los tiempos de Martel, se viene aplicando la denominación «*perles de caverne*», para designar a los oolitos y pisolitos de cuevas; en algunos trabajos se ha usado la palabra «*dragées*», como sinónimo de pisolitos (9), (BLEICHER y CHOFFAT, 1900). En italiano se conocen a estas formas estalagmíticas libres también con el nombre «*perle di grotta*», entre otros (PERNA, 1958).

### III. — EL MATERIAL ESTUDIADO

El conjunto de muestras estudiadas representan varios miles de oolitos y pisolitos de caverna, en su mayor parte recogidos por nosotros, a excepción de un pequeño número de pisolitos procedentes de la Colección Vidal (10), así como de un interesante lote de «perlas» que nos ha cedido para su estudio el Sr. Juan Senent, de Barcelona (11).

A continuación señalamos las localidades y características de los yacimientos de donde son las muestras.

*Avenc del Llest.* — Es una sima situada en la Serra de l'Obac

(7) *Tropfstein*: palabra alemana equivalente a depósito litoquímico (estalactita, estalagmita, etc.). Ver: TRIMMEL, H. (1965): «*Speläologisches Fachwörterbuch. Akten III Int. Kongr. Speläol. Wien. Band C.*».

(8) FAURA Y SANS, M. (1911): «La Espeleología de Cataluña». Mem. Real Sociedad Española de Historia Natural. 6 (6), pág. 530: «Las *pisolitas* que los italianos llaman *confetti*, en Cataluña las llamamos *confits*, cuando son de pequeño diámetro».

(9) ORBIGNY, Ch. (1874): «*Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle*». Tomo V, pág. 246.

(10) La Colección Luis Mariano Vidal, se halla depositada en el Museo Municipal de Geología de Barcelona.

(11) Agradecemos al Sr. Juan Senent el material facilitado, el cual ha permitido señalar dos localidades nuevas para nosotros: el Avenc del Llest (Sant Llorenç del Munt) y el Avenc de Can Calderer (Figols), en la provincia de Barcelona.

Dentro del lote de «perlas» destaca además, un gran número de ejemplares de la Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach (Odèn, Lérida). Cabe señalar también el haber observado unos *cantos concrecionados* del Avenc d'en Roca (Región de Ordal, Macizo de Garraf, Barcelona).

(Sant Llorenç del Munt, Barcelona), cerca de la confluencia del Torrent de la Coma d'en Vila con el afluente que desciende del Coll Est de la Bassa Nova. Junto a esta confluencia nace la Font dels Traginers, de la cual la boca de la sima dista unos 150 m en dirección Norte.

El pozo de entrada tiene 18 m de profundidad y da acceso a una gran rampa de 30° de inclinación media, que conduce a una extensa sala de 37 m de longitud por 17 m de anchura y una altura máxima de 11 m. Esta parte de la caverna es la que ha suministrado los ejemplares de pisolitos, que hemos tenido ocasión de observar.

La temperatura media que se señala para esta sima es de 14° C.

Bibliografía: ANDRÉS y MONTORIOL-POUS (1960).

*Cova del Frare.* — Se encuentra cerca de Can Pobla en la montaña de Sant Llorenç del Munt (Barcelona).

Es una antigua surgencia triple. El pretérito thalweg hipogeo puede recorrerse por espacio de unos 80 m.

En la zona más profunda de la cueva el piso está cubierto de gours y otros revestimientos estalagmíticos, con los cuales hemos encontrado pisolitos.

Algunos de los ejemplares acreditan haber sufrido abrasión, por efecto de la agitación que imprime el goteo dentro del «nido». Otros pisolitos, en cambio, fueron cogidos dentro de pequeños gours y muestran la superficie externa erizada de diminutos cristales con disposición botrioidal.

Bibliografía: MONTORIOL-POUS, ASSENS y ANDRES (1955).

*Cova de Mura.* — Esta interesante caverna, situada a unos dos kilómetros al Sur del pueblo de Mura (Serra de l'Obac, Barcelona), fue descubierta accidentalmente hacia la mitad del siglo pasado. En el lugar donde se abre la boca, antiguamente, existían campos de cultivo. Las labores agrícolas que a la sazón se llevaban a cabo en el lugar, dejaron expedita la entrada, que posteriormente fue acondicionada con el fin de cerrarla mediante una puerta. En la actualidad, desgraciadamente, dada la incuria de ciertas personas, la citada puerta ha sido derruida y la hermosa cueva está sufriendo graves e irreparables daños.

Morfológicamente se trata de un thalweg hipogeo de 115 m de longitud, que consta esencialmente de dos grandes anchurones, uno al principio llamado el «Vestíbul» y el otro al final conocido por «Cambra de l'ensorrament», ambos unidos por un largo pasillo llamado «Corredor de les Flors», excepcionalmente interesante por las magníficas cristalizaciones de *aragonito*.

La sala del vestíbulo se caracteriza por dos bellas columnas estalactíticas situadas en la parte central y por las concreciones estalagmíticas pavimentarias con microgours, que se hallan en el borde occidental de la sala. En este sitio hemos tomado muestras de oolitos y pisolitos de *calcita*.

Algunos de los pisolitos se encontraron en «nido», habiéndose apreciado agitación del agua, y caracterizándose por su pulimento externo. En cambio, otros ejemplares se han formado en el fondo de pequeños gours y no muestran señales de abrasión.

Bibliografía: LLOPIS LLADÓ (1935); TOMÁS (1919-1920); ULLASTRE (1972).

*Avenc del Daví*. — Está situado en el macizo de Sant Llorenç del Munt (Barcelona), en la estribación desprendida de Les Pinasses, a la izquierda del sendero que desde Els Obits conduce a La Canal de la Ravella.

Penetrando por la boca meridional se desciende una rampa con un desnivel de 28 m, hasta alcanzar un pequeño rellano, a partir del cual la cavidad desciende verticalmente 13 m más. Aquí se forma una cámara de unos 50 m de longitud máxima por 9 m de anchura con una altura de bóveda de 45 m. Es en el piso, del extremo septentrional de esta sala, en donde se localizan los pisolitos. El goteo en este lugar es remarcable.

Puesto que la cavidad está excavada en conglomerado, son los cantos desprendidos de éste los que, normalmente, sirven de núcleo en el proceso de pisolitización.

Se ha observado algún «nido» de «perlas» cuyo receptáculo está formado por una protuberancia estalagmítica crateriforme. Así mismo, gran cantidad de cantos, dispuestos en «capa», han sufrido un notable proceso de pisolitización.

Bibliografía: ANDRES (1970).

*Avenc de les Piques*. — Es una pequeña sima, de — 13 m de profundidad, situada a pocos metros al Norte del Collet de la Sabatera, en la Serra de l'Obac (Barcelona).

Tras descender el pocillo de entrada, una rampa conduce hasta un anchurón. De este lugar sale una galería —vestigio de un thalweg subterráneo— en cuyo comienzo hay un sistema de gours escalonados de gran belleza; en su interior, el cual hallamos seco, recogimos varias «perlas» con textura externa botrioidal travertínica y microaciculada.

Las «perlas» botrioidales travertínicas se formaron en los gours más elevados, cuyo fondo está ocupado por materiales detríticos

finos; las «perlas» botrioidales microaciculadas se generaron dentro de los gours bajos, que presentan un revestimiento interior de cristales aciculares de calcita.

*Les Coves de Castellolí.* — Una serie de aberturas excavadas sobre la vertiente izquierda del torrente de Les Coves, situado cerca de Can Lluçà (Castellolí, Barcelona), dan paso al retículo hipogeo conocido por el mismo nombre.

La red de conductos ortogonales es bastante extensa (unos 450 m de recorrido), sin embargo, la sección de los pasadizos es pequeña, lo que obliga a recorrerlos casi siempre agachado.

En las galerías del borde oriental de la caverna el piso está cubierto, con frecuencia, de gours; dentro de esta parte y al final de un conducto angosto se observa un pequeño hoyo tapizado de concreciones, de unos 50 cm de diámetro, dentro del cual cae una colada estalagmítica con microgours; el fondo del receptáculo, no obstante, es arcilloso y en él pueden verse pisolitos, algunos de gran tamaño, de aspecto botrioidal travertínico.

Creemos que, dada la pequeña altura del techo en este lugar, el goteo no ha desempeñado ningún papel importante en la génesis de esos pisolitos, y consideramos a los aportes hídricos laminares a través de la colada estalagmítica, como un factor en la génesis de estas concreciones libres.

Bibliografía: ULLASTRE (1965).

*El Capelló.* — Con este nombre se conoce la cornisa, que forma la enorme masa de travertinos sobre la cual está el pueblo de Capellades (Barcelona).

Debajo de la cascada travertínica se encuentran numerosas concavidades, algunas revestidas de estalactitas. En ellas hemos reconocido la presencia de pisolitos.

TOMAS (1919-1920), cita haber encontrado pisolitos en esa localidad.

Bibliografía: TOMAS (1919-1920), pág. 227.

*Cova del Temple del Balç de les Roquetes.* — Es una larga y estrecha galería abierta en el fondo de uno de los abrigos, que muestran los travertinos del Balç de les Roquetes; paraje éste, situado en la Carena de Les Esplugues, en las inmediaciones del pueblo de Carme (Barcelona).

Actualmente, debido a los malos tratos que la cavidad ha sufrido, por parte de algunos visitantes desaprensivos, las bellas concreciones que en ella existían, han sido casi todas destruidas y la posibilidad de encontrar pisolitos es muy remota.

FAURA Y SANS (1911), dice haberlos encontrado *in situ*; nosotros sólo disponemos de un ejemplar hallado casualmente sobre los revueltos sedimentos que cubren el piso.

Bibliografía: FAURA Y SANS (1909); FAURA Y SANS (1911), pág. 530.

*Avenc de Can Calderer.* — Es una pequeña oquedad vertical de — 8 m de profundidad, situada cerca de Figols (Barcelona). De ella son, dos de los pisolitos estudiados.

Bibliografía: Mapa Topográfico de los «Rasos de Peguera». Editorial Alpina. Granollers, 1965.

*Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach.* — Importante sima de — 210 m de profundidad que se abre en las inmediaciones de Can Cavallera, en el término de Odèn (Lérida).

Los hallazgos de «perlas» tuvieron lugar en la base del «Pou de la Xineta» a — 107 m, y del «Pou de les Perles», a — 150 m de profundidad.

Los ejemplares recogidos por nosotros se encontraron en «nido».

En cuanto a la composición mineralógica de estas concreciones, a la luz de los ensayos que hemos efectuado, podemos decir que son de *calcita* (ver: apartado de Composición Mineralógica), en oposición a la opinión de que están formados de aragonito (SENENT, 1964; ESCOLA, 1964).

Bibliografía: ESCOLA (1964).

*Cova del Gel.* — Esta cueva, también llamada Forat del Gel, se abre en la vertiente Norte del Montsec de Rubies, dentro del término municipal de Llimiana (Lérida), a 1.344 m de altitud.

Es una cavidad constituida por una galería única de tipo descendente y de notable desarrollo tridimensional.

Tiene un recorrido en proyección horizontal de 180 m y una profundidad de — 84 m aproximadamente.

Su origen y evolución es problemático y se presta a interpretaciones distintas. En esta breve nota no entraremos en la discusión del problema espeleogenético en general, a pesar de tener en nuestro ánimo la idea de ampliar y completar la nota que, sobre esta cavidad, publicamos años atrás (ULLASTRE, 1967).

Atendiendo sólo a los interesantísimos e importantes depósitos de oolitos y pisolitos, podemos hacer algunas anotaciones.

Los citados depósitos los hemos hallado en varios puntos de la caverna. Dentro del área comprendida entre los — 13 m y el muro clástico, zona que podemos considerar como el vestíbulo de la cueva, son especialmente visibles en los bordes oriental y occidental; se presentan en «capa» y en algunos puntos consolidados for-

mando costras; por encima de la capa de colitos y pisolitos se observa un breve estrato de frágmentos angulosos de concreciones estalactíticas, posiblemente fraccionadas por efecto del hielo.

Tras pasado el muro clástico, la galería toma una inclinación descendente de 40° hasta los — 60 m, en donde vuelve a la horizontalidad. El piso de este sector está formado por una rampa de materiales clásticos con revestimientos estalagmíticos, oolitos y pisolitos. Estos espeleolitos libres, también se encuentran dispuestos en «capa» a excepción de algunos puntos aislados, en los que hemos visto «nidos» de «perlas» perfectamente pulimentadas bajo la acción del goteo.

Teniendo en cuenta las actuales condiciones climáticas de la cueva, con temperaturas que oscilan entre 0° y 5° C, y la escasa termocirculación aérea, resulta dificultoso explicar como en estas circunstancias se han formado los notables depósitos litoquímicos que en ella se observan (12).

El origen de las fases litogénicas (formación de espeleotemas), es sin duda más complejo de lo que a primera vista parece. A la luz de nuestras últimas observaciones creemos podemos añadir —por lo menos— una fase más a las supuestas en nuestro anterior estudio (ULLASTRE, 1967).

Las fases clásticas y litoquímicas de sedimentación autóctona serían pues, las siguientes:

- A. — 1.<sup>a</sup> litogénesis. Estalactitas, costras estalagmíticas, oolitos y pisolitos.
- B. — Proceso graviclástico, que afectó a las formas estalactíticas de la 1.<sup>a</sup> litogénesis. Partes bajas de la caverna.
- C. — 2.<sup>a</sup> litogénesis, que fosilizó parcialmente a los materiales clásticos. Coladas y formas estalagmíticas, oolitos y pisolitos.
- D. — Movimientos de soliflucción y subsidencia. Desplazamiento y rotura de las formas estalagmíticas pertenecientes a la 2.<sup>a</sup> litogénesis.
- E. — 3.<sup>a</sup> litogénesis. Incipiente. Fenómenos de oolitización y pisolitización atenuados.

Las dos primeras etapas de concrecionamiento litoquímico, que

---

(12) Nuestras recientes exploraciones espeleológicas en Laponia (Noruega, 1972), nos permiten constatar este hecho. Son numerosas las cavernas, en las cuales reinan temperaturas similares y que podemos catalogar como cavidades frías, en donde los fenómenos litoquímicos son inexistentes o tienen un desarrollo insignificante, casi despreciable.



adquirieron notable desarrollo (dentro de las cuales incluimos el origen de la mayoría de oolitos y pisolitos), probablemente se generaron durante una época en la cual la meteorología de la caverna era distinta a la actual y las temperaturas eran menos bajas. Nos parece verosímil aceptar que en un tiempo pretérito la aerocirculación térmica de la caverna estuviera en relación con un sistema en *tubo de viento*. Con ello sería fácil explicarse una temperatura del ambiente hipogeo muy superior a la actual, que podría haber oscilado alrededor de los 10° C, si las condiciones climáticas externas hubiesen sido análogas a las que hoy día imperan en la zona, además de una mayor ventilación; permitiendo todo ello, el desarrollo de una litogénesis hipogea normal. Más tarde, los movimientos de suliflución y subsidencia, junto con otras posibles causas (quimiolitogénesis, sedimentación arcillosa, etc.), debieron determinar —de acuerdo con MONTORIOL-POUS (1959) (13)— la obturación del *tubo de viento* y como consecuencia la presente termocirculación en *saco de aire* descendente, que ha convertido a la Cova del Gel en una *cavidad fría*. En estas condiciones últimas se está desarrollando la 3.ª litogénesis, sin duda muy incipiente.

Como resultado de todo lo expuesto, creemos, cabe considerar a los procesos de oolitización de esta cueva, en su mayor parte, como preactuales.

Bibliografía: ULLASTRE (1967); ESCOLA (1970), *Espeleòleg*, Butll. E.R.E., Centre Excursionista de Catalunya (11-12), págs. 542-547.

*Cova Negra de Matasolana*. — Se abre en la vertiente septentrional del Montsec de Rubies, dentro del valle del río Barcedana, a unos 2 Km al SW del caserío de Matasolana (Lérida).

Un amplio pórtico da paso a un gran salón único, casi circular, con el piso inclinado hacia abajo.

Los procesos de reconstrucción (formación de espeleotemas), son abundantes, destacando las formas estalagmíticas columnares y pavimentarias con oolitos y pisolitos.

Las «perlas» se encuentran en «nidos», dentro de los gours que ocupan las coladas desarrolladas alrededor de algunas grandes estalagmitas en forma de «palmera».

Los aportes hídricos del medio de formación de las «perlas», han sido a la vez gravitacionales (estilicidio) y laminares (aportes a través del piso estalagmítico).

La temperatura de la caverna es de unos 10° C.

---

(13) MONTORIOL-POUS, J. (1959): «Relaciones entre la quimiolitogénesis y la termocirculación». *Speleon*. 10 (1-2), págs. 33-34.

**Bibliografía:** ESCOLA (1970), *Espeleòleg*, Butll. E.R.E., Centre Excursionista de Catalunya (11-12), pág. 487.

*Cova dels Muricecs*. — La boca de la cavidad se abre en un cantil de calizas de la margen izquierda de la garganta llamada Pas dels Terradets, en la sierra del Montsec (Lérida).

La cueva es de modestas dimensiones, alcanzando su recorrido unos 390 m.

Consta de un corredor de entrada, la «Sala dels Muricecs», el piso superior concrecionado y el «Laberinto de Piedra» (MONTORIOL-POUS y ANDRES, 1964).

El hallazgo de pisolitos lo efectuamos en un *agujero de estili-cidio* concrecionado, abierto en los sedimentos detríticos finos del corredor de entrada.

La temperatura en este lugar de la cueva es de unos 16° C.

**Bibliografía:** MONTORIOL-POUS y ANDRES (1964).

*Graller Gran del Corralot*. — Es la sima más importante del Montsec (Lérida) (— 165 m de profundidad).

Está situado en las inmediaciones del Pas d'Osca, a unos 50 m al NNW del llamado Corralot Gran. Altitud, 1.560 m.

Durante nuestras exploraciones en la zona dels Corralots, la falta de tiempo no permitió el descenso a esta sima; no obstante, creemos interesante citarla puesto que, a partir de un manuscrito ciclostilado, dado a conocer en «Cavernas», hemos conocido la existencia de pisolitos en ella.

**Bibliografía:** «Cavernas», Bol. Espeleol. Centro Excursionista de Badalona (9), pág. 336.

*Forat del Quissigà*. — Es una pequeña cueva situada en la vertiente Norte de la sierra del Montsec d'Ares (Lérida).

Partiendo del deshabitado pueblo de Alçamora, en una hora de camino —siguiendo un marcado sendero—, se llega hasta el fondo del barranco que se forma después de la unión del Barranc de les Comarques con el de Llau de l'Oró. Este barranco pasa por el pie del Quissigà y desemboca al Barranc de l'Obaga Gran. Sobre la margen izquierda y a unos 30 m por encima del thalweg, se abre la pequeña boca de la gruta en cuestión (14).

Esta cueva, si bien está cerca del paraje llamado el Quissigà, el punto concreto en donde se halla dicen se conoce por La Tualdeta.

Traspasada la entrada se encuentra un salón único bastante espacioso. Del techo penden numerosas estalactitas y el piso lo cons-

(14) La situación marcada en el mapa del «Montsec» publicado por Editorial Alpina, a nuestro juicio está equivocada, puesto que Els Forats del Quissigà se abren en el barranco anterior al señalado en la citada publicación.

tituye una colada estalagmítica con gours y «nidos de perlas». Estos «nidos», en general, no tienen más de 5 a 10 cm de diámetro y una profundidad de 3 a 4 cm; en ellos hemos recolectado interesantes muestras de oolitos y pisolitos. El estilicidio incide con los «nidos» en la mayoría de casos.

Bibliografía: ROMERO (1970), Espeleòleg, Butll. E.R.E., Centre Excursionista de Catalunya (11-12), págs. 559-560.

*Cueva de Gandía.* — De una cueva —cuyo nombre desconocemos— perteneciente al término municipal de Gandía (Valencia), proceden unos cuantos pisolitos de la Colección Vidal, depositada en el Museo Municipal de Geología de Barcelona, señalados con el n.º 4.183.

*Agujero del Moro.* — Se trata de una cueva situada en las cercanías de Santa Olaria del Río Ara (Huesca).

Fue explorada por nosotros en abril de 1969.

La entrada está formada por un pocillo, que en superficie aparece bipartido por un puente de roca. Penetrando por la abertura occidental, se desciende mediante una rampa de bloques, hasta una galería que se extiende hacia la derecha y a la izquierda. El ramal de la izquierda, que se dirige hacia poniente, es espacioso y tiene unos 30 m de longitud. En él encontramos un buen número de pisolitos en «nido».

El concrecionamiento en esta parte de la caverna, parece ser, es muy rápido, ya que vimos fragmentos de vegetales afectados por un destacable proceso de pisolitización.

La temperatura del lugar es de unos 10° C.

*Cueva del Molino o del Agua.* — Se abre esta cueva, al pie del monte Enaso, cerca del caserío de La Vega, en el Valle de Matienzo (Santander).

Esta interesante caverna (de unos 1.300 m de longitud en su galería principal), fue explorada totalmente por primera vez por nosotros, junto con otros miembros del G.E.S. del C.M.B., en 1967. Ella, constituye una parte del curso subterráneo del río de Matienzo.

A unos 750 m. de la entrada, existe una galería lateral ascendente de gran desarrollo volumétrico, de unos 100 m de longitud, cuyo piso —con una inclinación media de 32°— está fosilizado por una enorme colada estalagmítica. Es en el comienzo de esta galería en donde se localizaron importantes depósitos de pisolitos en «nido». Las formas recolectadas son muy variadas y sobre el terreno se vieron «nidos de perlas» en diferentes estados de evolución.

Los aportes hídricos generadores de estos pisolitos han sido

gravitacionales (goteo de la bóveda)) y laminares (aportes a través de la colada estalagmítica).

Como nota curiosa podemos decir que un buen número de los ejemplares tienen por núcleo conchas de gasterópodos (*Helix*), las cuales fueron arrastradas hasta el interior de la caverna por las aguas del río que por ella discurre.

Bibliografía: ULLASTRE y MASRIERA (Trabajo sobre Matienzo a publicar en Cuadernos de Espeleología).

*Cueva de los Chorros.* — Este fenómeno espeleológico se encuentra dentro del término municipal de Riopar (Albacete).

La cueva es el nacimiento del Río Mundo —afluente del Segura—. Su longitud es de 7.159 m, considerándose como una de las más importantes de España.

Con motivo de nuestras exploraciones desarrolladas en 1966, durante la Expedición Río Mundo, efectuamos un estudio sobre el borde Noroeste del Calar, incluyendo en él la cita del hallazgo de oolitos y pisolitos en la Cueva de los Chorros (ULLASTRE y MASRIERA, 1968, pág. 11).

Las «perlas de caverna» fueron encontradas en dos «nidos», localizados en una zona septentrional de la caverna, comprendida entre el «Lago de la Colada» y el «Paso Grau». La galería en donde se hallaron presenta morfología de erosión-corrosión, enmascarada por diseminadas estalactitas isotubulares, y el piso fosilizado por sedimentos arcillosos y litoquímicos.

De las formas recogidas, el mayor número corresponde al tamaño oolito, siendo perfectamente pulimentadas y de una esfericidad muy perfecta. Ambos «nidos de perlas» los vimos en relación con el goteo de la bóveda.

Temperatura ambiente entre 11° y 12° C.

Bibliografía: ULLASTRE y MASRIERA (1968).

Por último, indicamos que en las cuevas francesas, Grotte de Pèneblanque (Arbas, Haute-Garonne) y Grotte de la Jacqueline (Caumont, Eure), también hemos encontrado pisolitos. De la primera de estas cavidades, proceden varios pisolitos con textura pulverulenta, muy curiosos.

Después de esta relación de localidades, de las cuales procede el material estudiado, nos ha parecido oportuno indicar que el hallazgo de oolitos y pisolitos en el medio hipogeo («perlas de caverna»), no es tan excepcional como en general se ha creído, sino todo lo contrario, es casi tan frecuente como encontrar otros tipos de espeleotemas más vistosos, como pueden ser los gours, los suelos

estalagmíticos, etc. Lo que si es raro, es hallar pisolitos perfectamente simétricos, aporcelanados y de gran tamaño.

En cuanto a los depósitos oolíticos hipogeos, cabe subrayar que han sido casi totalmente olvidados por los muchos autores que han tratado el tema de las «perlas de caverna». Nosotros, a pesar de sólo haberlos encontrado con profusión en algunas de las localidades citadas, estamos convencidos de que buscando con detenimiento en este sentido, su presencia será reconocida en muchas cavidades subterráneas.

#### IV. — CONSTITUCIÓN DE LAS «PERLAS DE CAVERNA»

##### 1. COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Las muestras de oolitos y pisolitos estudiados son de *carbonato cálcico*, a excepción del núcleo, que puede ser de la misma sustancia o de cualquier materia extraña, así como del pequeño porcentaje de insolubles y de otros elementos que puedan contener los ejemplares.

Teniendo en cuenta la presencia en algunos espeleotemas del dimorfismo «calcita, aragonito», hemos efectuado ensayos (15) con el fin de conocer si existían ambas estructuras iónicas en las «perlas» estudiadas. Después de ello, podemos decir que hemos reconocido únicamente a la *calcita* como componente mineralógico fundamental de los oolitos y pisolitos de caverna observados.

##### 2. PESO ESPECÍFICO

El cálculo de pesos específicos (densidad relativa) lo hemos

---

(15) Para el reconocimiento mineralógico hemos empleado métodos de tinción y densimetría.

Dentro de los procedimientos de tinción, la conocida reacción de MEIGEN con el *nitrato de cobalto*, tiene su empleo muy limitado, puesto que sólo sirve para diferenciar la calcita del aragonito, pero no una mezcla de ambos minerales.

Después de saber que no teníamos «perlas» formadas exclusivamente por aragonito, nos interesó conocer si quizá coexistían los dos minerales en un mismo oolito o pisolito. Para intentar averiguar esto utilizamos la *solución de FEIGL* (compuesta de una solución de  $\text{SO}_2\text{Mn}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a la cual se añade  $\text{SO}_2\text{Ag}$ , y  $\text{NaOH}$ ), que permite teñir láminas delgadas o lascas pulidas. Con este método el aragonito se tiñe de negro por precipitación de sulfuro de plata, mientras la calcita permanece invariable. Paralelamente a los ensayos efectuados con las «perlas» —con el fin de comprobar personalmente la efi-

efectuado en varios ejemplares de pisolitos (16), dándonos valores variables entre 2'45 y 2'66 (peso específico de la calcita pura = 2'72).

Otros autores han encontrado valores análogos: BAKER y FROSTICK (1947), PERNA (1959), GRADZINSKI y RADOMSKI (1967).

### 3. GRANULOMETRÍA

De acuerdo con la mayoría de autores hemos convenido aceptar el *tamaño oolito* para las medidas de grano menores a 2 milímetros y el *tamaño pisolito* para los granos que la superan.

El tamaño viene a veces determinado *a priori* por el núcleo; algunas «perlas» dada la medida del núcleo son pisolitos desde el origen. Sin embargo, en muchos casos el tamaño oolito no es más que un estado transitorio en la evolución de una «perla de caverna».

En cuanto a los oolitos podemos hacer algunas distinciones atendiendo a su medida y al estado de crecimiento.

Con las muestras recogidas en la Cova del Gel, el Forat del Quisigà y en la Cova Negra de Matasolana, hemos podido estudiar oolitos en todas sus fases de desarrollo (Fig. 2); estas localidades son de un interés poco común en cuanto a depósitos oolíticos hipogeos se refiere. Las granulometrías efectuadas con este material nos indican que los granos inferiores a 0'08 mm. carecen absolutamente de carácter oolítico en un 85 ó 90 %. Ellos son irregulares, de naturaleza orgánica o inorgánica y no se aprecia hayan sufrido desgaste por rodamiento. Los granos comprendidos entre los tamices 0'08 y 0'2 mm. son comparables a los llamados *oolitos superficiales* por CAROZZI (1960) (17), los cuales son granos cubiertos por una única envuelta oolítica reconocible. Por encima de 0'2 mm. el carácter oolítico de los granos es bien patente siendo especialmente visible

---

— cacia del método— aplicamos la solución de FEIGL sobre muestras de espeleotemas (procedentes de la Grotte d'en Gornier, Pirineos Orientales, Francia), que por Rayos X se sabía estaban compuestos de una mezcla de calcita y aragonito, obteniendo resultados satisfactorios.

La técnica densimétrica de los *liquidos pesados* también ha sido empleada, corroborando nuestra determinación mineralógica.

Usamos bromoformo MERCK ( $\text{CHBr}_3$ ) de densidad relativa 2'88-2'89. Las muestras fueron trituradas. La calcita de densidad relativa 2'72 queda flotando, y el aragonito de densidad relativa 2'95 se hunde.

(16) Para el cálculo del peso específico hemos utilizado la balanza hidrostática.

(17) Así como los cantos con una sola envuelta pisolítica fueron denominados por PERNA (1958), *cantos concrecionados*, los granos con una sola envuelta oolítica podrían llamarse *granos concrecionados* o mejor quizá *oolitos superficiales*; ambas situaciones son de «perlas» en potencia.

dentro de las medidas de 0'5 a 2 mm. de diámetro (Lámina II, 5 y 6).

Los pisolitos desarrollados en el medio subterráneo tienen medidas muy diversas, de acuerdo con las condiciones que determinan la acreción y en ocasiones con el tamaño del núcleo. En casos excepcionales los pisolitos de caverna llegan a alcanzar volúmenes sorprendentes (Lámina I, 9; Lámina II, 9 y 11). De la Cueva del Molino o del Agua tenemos ejemplares de 40 a 50 mm. de diámetro y casi 100 g. de peso, de la Cueva de Castellolí procede un pisolito de

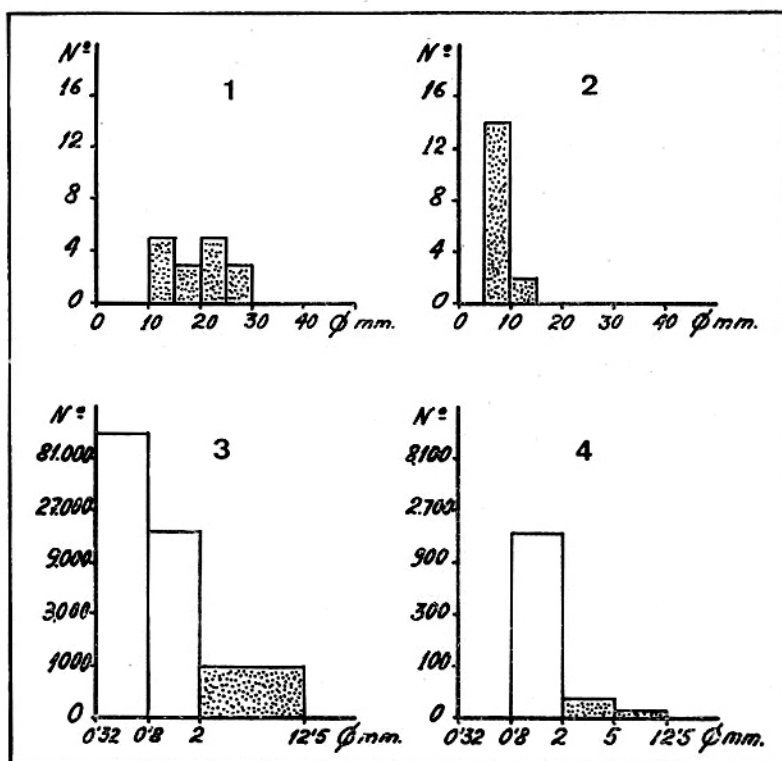


Fig. 1. — Ejemplos de gráficos que indican el número de «perlas» (oolitos y pisolitos), distribuido según medidas, contenido en un «nido». Cada histograma corresponde a la totalidad de un solo «nido», perteneciente a las siguientes localidades: 1, Cueva del Molino o del Agua (Santander); 2 y 4, Cueva de los Chorros (Albacete); 3, Forat del Quissigà (Lérida). El punteado indica el tamaño pisolito.

Obsérvese que los histogramas 1 y 2 hacen referencia a «nidos» con un pequeño número de elementos y carencia absoluta del tamaño oolito. En los histogramas 3 y 4 el tamaño pisolito representa el 0'5 % y el 3 % respectivamente, de la totalidad de elementos, siendo los pisolitos una mínima parte, que siempre forma el estrato más superior del «nido de perlas».

67 por 60 mm. y de 116 g. de peso, de la Cova Negra de Matasolana tenemos pisolitos cuyo eje máximo oscila entre 60 y 100 mm., por último, uno de la Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach tiene 60 por 40 mm. y pesa 191 g. Como medidas máximas de pisolitos dadas por otros autores tenemos: HESS (1929), 50 mm.; DAVIDSON y MC KINSTRY (1931), 30 mm.; BAKER y FROSTICK (1947), 35 mm.; PERNA (1958), 59 por 55 mm. y 65 por 54 mm.; ESCOLA (1964), 81 por 90 mm.; DONAHUE (1969), 30 mm.

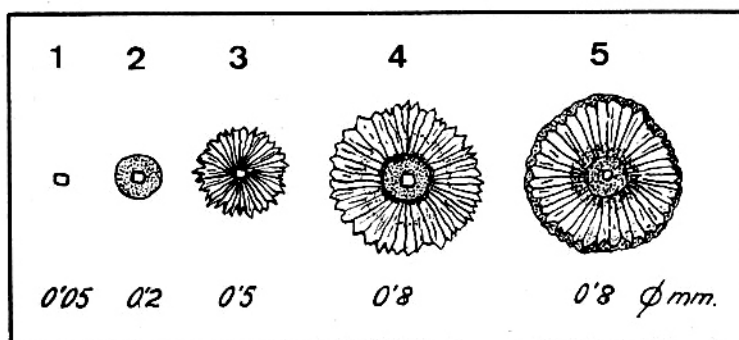


Fig. 2.— Secciones representativas de algunas fases de la evolución granulométrica y acrecional de los oolitos de la Cova del Gel (Lérida).

1, Grano inorgánico u orgánico (posible núcleo de oolito). 2, Oolito superficial. 3, Oolito con estructura esferulítica. 4, Oolito con una segunda acreción radiada; 5, Oolito con una tercera acreción aragónica.

Las numerosas observaciones granulométricas efectuadas, nos han llevado a considerar el problema de la *selección granulométrica*; primero, el por qué existe una gran desproporción entre el número de oolitos y el de pisolitos contenidos en un «nido» (Fig. 1, gráficos 3 y 4), y segundo, a qué se debe que, en algunos casos además de ser preponderante el tamaño oolito, la mayor parte de las «perlas» contenidas en un «nido» no exceden a una medida que podríamos llamar de selección (Fig. 1, gráfico 4).

Veamos un análisis sobre estas dos cuestiones.

En general todo depósito de oolitos y pisolitos presenta una estratificación granulométrica; la capa inferior es de oolitos más o menos clasificados por tallas y el estrato superior está integrado por los pisolitos (Fig. 3). La explicación de esta disposición podría darse con el siguiente mecanismo: Supongamos que dentro de un receptáculo se genera un primer estrato de oolitos ocupando toda la superficie del fondo. Luego, el aumento de volumen por creci-



miento de estos espeleolitos libres, obliga al amontonamiento de los mismos (formación de la capa superficial de pisolitos y paso de los primeros granos de menor tamaño a formar la capa inferior). Aceptamos a continuación que, con los aportes hídricos, llegan nuevos núcleos al receptáculo, que sirven de base para la formación de otras «perlas», las cuales lograrán permanecer en el estrato superior durante un tiempo más o menos largo, hasta que por efecto de la agitación y el movimiento acaben «colándose» entre los granos de mayor tamaño, pasando a engrosar el estrato inferior. Repitiéndose esto de un modo continuado obtendremos que sólo un pequeño número de los núcleos llegados al lugar de formación, adquiere revestimiento oolítico, y de éstos sólo una pequeñísima cantidad —libre de opresión por permanecer en el estrato superior o en las inmediaciones de éste— ha tenido posibilidad de crecer y llegar al tamaño pisolito.

Si en el receptáculo existen pocos núcleos y el crecimiento alrededor de éstos se efectúa libremente sin opresión entre los elementos, existe la posibilidad de que la mayoría o la totalidad alcancen el tamaño pisolito.

En otros casos, cuando se trata de un medio muy agitado, si existe una compensación entre el crecimiento y el desgaste por

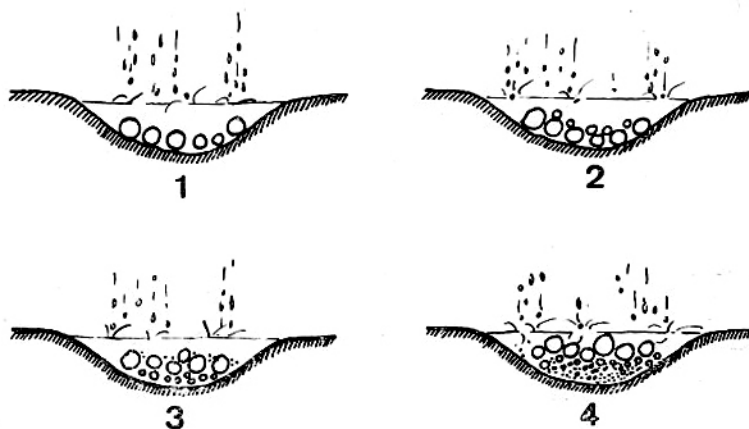


Fig. 3. — Esquema del proceso de *estratificación granulométrica* dentro de un «nido».

1, Formación del primer estrato de «perlas», las cuales han adquirido el tamaño pisolito. 2, Llegada de núcleos y origen de nuevas «perlas». 3, Algunas de las «perlas» (oolitos), tras haberse «colado» entre los pisolitos, comienzan a integrar el estrato inferior. 4, Presencia de un importante estrato de oolitos en la base y de un pequeño número de pisolitos constituyendo la capa superficial.

abrasión, puede obtenerse selección granulométrica, es decir dominio de una talla. El mecanismo para explicar el fenómeno podría ser el siguiente: Consideremos a la fuerza de agitación prácticamente constante y aceptemos que para un determinado peso del oolito la abrasión y el crecimiento están compensados. En estas condiciones todo cuanto el oolito pueda crecer es desgastado por efecto del roce que provoca su peso en contacto con los cuerpos oolíticos vecinos o las paredes del receptáculo (atrición); de tal modo existirá una medida, alcanzada la cual, el oolito ni aumentará ni disminuirá de tamaño. Cumpliéndose esto, si el peso de un grano oolítico es menor al del oolito que ha adquirido el tamaño de selección, la abrasión también será menor y el crecimiento prevalecerá sobre el desgaste.

Un mecanismo idéntico puede aplicarse a los «nidos» de pisolitos en los cuales se observa el dominio de una determinada medida (Fig. 1, gráfico 2).

Concluyendo podemos decir: El tamaño de selección de las «perlas» contenidas en un «nido» es función de la intensidad de la fuerza que imprime movimiento, de las condiciones físico-químicas que determinan la acreción y del número de elementos en relación al espacio libre del receptáculo.

En cuanto a los depósitos de «perlas» en «capa», creemos que, en caso de existir selección granulométrica, ésta podría explicarse con mecanismos análogos a los descritos. Sin embargo, nosotros, desconocemos detalles sobre este tipo de sedimentación por falta de localidades en donde observarla (sólo la hemos visto en la Cova del Gel), por ello no podemos profundizar más en el problema.

#### 4. MORFOLOGÍA EXTERNA

Si, como ya hemos visto, el tamaño de las «perlas» es muy variable, lo mismo podemos decir respecto a la forma y al aspecto de la superficie externa. Desde las formas perfectamente esféricas hasta las poliédricas y heteromórficas, existe una infinidad de tipos intermedios más o menos irregulares.

De hecho, el modelo perfectamente esférico, pulimentado y brillante, que evoca la denominación «perla», es el menos frecuente de todos, constituyendo casi una anomalía dentro de los oolitos y pisolitos de caverna.

Así pues, en el análisis morfológico subsiguiente, prescindiremos algo de la forma, a excepción de algunos casos concretos, y profundizaremos más en el *aspecto textural de la superficie externa*, puesto que éste nos ayudará luego, a interpretar las consiguientes texturas internas.

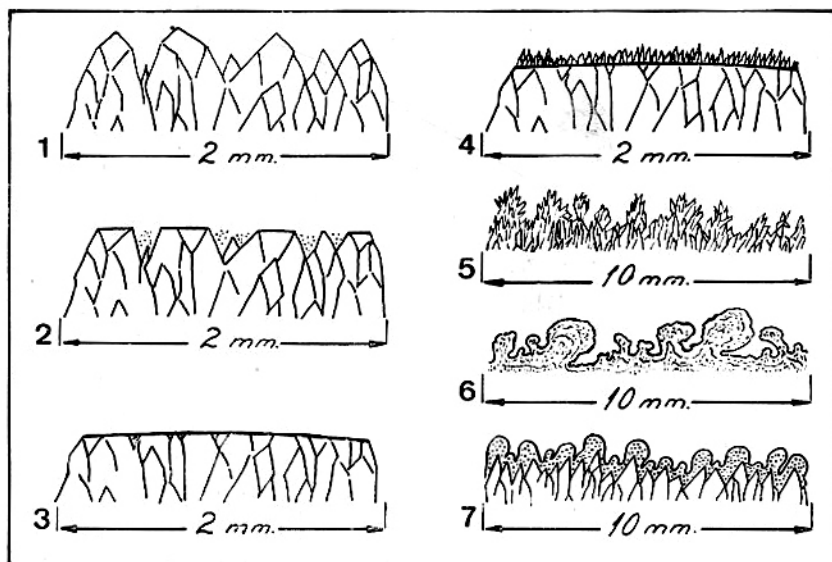


Fig. 4. — Texturas externas: 1, Aciculada; 2, Pulimentada mate; 3, Pulimentada brillante; 4, Microaciculada; 5, Botrioidal microaciculada; 6, Botrioidal travertínica; 7, Granulada.

El material estudiado nos ha permitido distinguir varios tipos de texturas externas (Fig. 4), los cuales reseñamos a continuación:

*Textura aciculada.* — Consiste en grupos de cristales con disposición radiada, formados por agujas sobresalientes, que en ocasiones se hallan recubriendo total o parcialmente la superficie de las «perlas» (Lámina I, 7).

Las acículas son piramidadas y su tamaño es megascópico (alrededor de 0'5 a 1 mm); en casos excepcionales hemos hallado cristales que sobresalen con una longitud de hasta 2 mm o más (Cueva del Molino o del Agua, Matienzo, Santander). Acreditan no haber sufrido abrasión alguna.

*Textura microaciculada.* — Se presenta bajo un aspecto semi-mate. Vista al microscopio consiste en agregados de diminutos cristales que cubren a veces toda la superficie de una «perla» o bien parte de ella.

Este recubrimiento de cristales es de tipo microcristalino o mesocristalino fino, siendo la medida de los cristales del orden de las centésimas o de algunas décimas de milímetro como máximo. Carece en absoluto de signos de abrasión.

*Textura lisa mate.* — En ocasiones el depósito de precipitado es de carácter afanítico fino, resultando una textura extraordinariamente lisa, que incluso puede confundirse con la pulimentada, si no fuese el haberla visto cubriendo pisolitos que, por su tamaño y peso, consideramos han sido incapaces de moverse bajo el efecto de la agitación del agua, y por tanto de abrasionarse.

*Textura pulimentada mate.* — Macroscópicamente carece de brillo y manifiesta haber sufrido rodamiento, rotación u oscilación. Observada la superficie con aumentos se aprecian porciones lisas interrumpidas por las irregularidades que determinan los intersticios cristalinos. Se trata de la parcial pulimentación de una «perla» después de una fase de crecimiento.

Se presenta en numerosas formas que por efecto del movimiento y del roce han comenzado a desgastarse.

*Textura pulimentada brillante.* — Se caracteriza por la falta absoluta de irregularidades, incluso observando la superficie con varios aumentos (Lámina I, 1).

Prescindiendo de la coloración, la apariencia es aporcelanada. Evidencia rodamiento y como consecuencia abrasión.

Suele presentarse sobre formas perfectamente esféricas o con tendencia a la esfericidad, así como sobre formas poliédricas cuyas caras han sido generadas por rozamiento de unas «perlas» contra otras al no poder girar libremente. Es visible también, esta textura, en «perlas» de tipos muy diversos pero solamente en las zonas sometidas a abrasión.

*Textura botrioidal.* — Está constituida por grupos de excrecencias más o menos desarrolladas, de aspecto verrugoso o fungoso, que recuerdan a la coliflor. Si bien en ocasiones las citadas excrecencias aparecen formadas por grupos de diminutos cristales aciculares, visibles con el auxilio de la lupa (Lámina I, 6; Lámina II, 1), muchas veces se muestran travertínicas (Lámina I, 2 y 5). En ambos casos, no obstante, coincide la presencia de circonvoluciones y cisuras, que determinan globulaciones, de desarrollo desigual.

Es frecuente ver este tipo textural sobre la parte superior —libre de abrasión— de algunos pisolitos. En determinados casos los crecimientos botrioidales dispuestos a modo de cáliz, dan lugar a que el pisolito tome analogía con las formas de algunos coralarios pedunculados. La parte yacente del pisolito, en contacto con la superficie del suelo o del receptáculo en donde se desarrolla, acostumbra a presentar textura microaciculada o pulimentada mate, sin embargo puede ser también brillante o botrioidal.

*Textura granulada.* — Juzgamos a esta textura como conse-

cuencia de una determinada evolución de la textura aciculada o de la botrioidal incipiente.

Se presenta formando grupos de pequeñas pústulas dispuestas a modo de botón en la parte superior de algunos pisolitos discoi-ales (Lámina I, 8). Estas eminencias son debidas a las irregularidades que determina la textura precedente, recubiertas por una película de carácter afanítico.

*Textura pulverulenta.* — Se trata de una alteración secundaria de la textura originaria del pisolito (transformación en mont-milk?).

Estas texturas las hemos podido apreciar, cada una individualizada o en combinaciones de dos o más de ellas, sobre un mismo oolito o pisolito.

\* \* \*

Refiriéndonos a la forma externa de los oolitos y pisolitos, dada su gran variedad, haremos sólo una exposición muy generalizada de ella.

Dentro del tamaño oolito la forma dominante es la *esférica* o *sub-esférica*; las *poliédricas* e *irregulares* no son raras, pero quizá menos abundantes.

Considerando el tamaño pisolito podemos señalar los tipos más heteromórficos imaginables; la gran mayoría está constituida por formas totalmente asimétricas. Sin embargo, existen pisolitos en los cuales se aprecia cierta simetría, más o menos perfecta, o alguna característica no fortuita sino debida a un mecanismo de desarrollo concreto (Fig. 5). Así podemos citar, entre las formas *esferoidales* simétricas, las *esféricas*, *elipsoidales*, *ovoides*, *discoi-ales*, etc. De la asociación y posterior evolución conjunta de dos o más oolitos o pisolitos esferoi-ales surgen las formas *multiglobulares* (Lámina II, 3), y las *policéntricas*. Atendiendo a las morfologías *poliédricas*, podemos hacer notar la existencia de dos tipos de poliedrismo, a saber: el *paralepipédico* (Lámina II, 2) y el *irregular*.

Las figuras de erosión son visibles en numerosos pisolitos. Son especialmente característicos los *alveolos* y los *surcos anulares* de abrasión (Lámina I, 4); ambas formas tienen textura pulimentada.

Las «perlas» mostrando intersticios e islotes cristalinos sobre su superficie son también abundantes. Por último, es corriente ver desigualdades acrecionales entre la cara yacente y la cara superior de un pisolito (Fig. 6).

## 5. ESTRUCTURA INTERNA

a) *Los núcleos*

El cuerpo en torno al cual se inicia el crecimiento por precipitación («protoperla»), puede ser de cualquier naturaleza, orgánico o inorgánico.

En algunos casos las «perlas», parecen carecer del citado núcleo, quizá por tratarse de una partícula insignificante o por ser un diminuto fragmento de cristal de calcita; en ambas ocasiones es muy difícil distinguir la «protoperla» del conjunto acrecional.

A veces, las características del núcleo determinan la forma del oolito o pisolito. Si el núcleo en relación al espesor de las acreciones es muy pequeño, casi siempre éste no tiene ningún efecto en cuanto a la forma de la «perla»; es decir, las envueltas acrecionales tienden a atenuar las irregularidades —especialmente las aristas y los vértices— del núcleo. Sin embargo, en otros casos, algunos núcleos de gran tamaño caracterizan la forma del pisolito e incluso la acreción tiende a acentuar las irregularidades (DONAHUE, 1969).

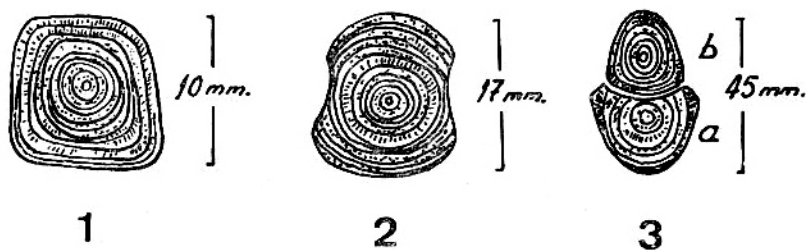


Fig. 5. — Secciones de pisolitos mostrando su estructura interna. 1, Poliedrismo paralelepédico, generado por el movimiento oscilatorio de los pisolitos dentro del receptáculo. Obsérvese que las bandas de crecimiento primero son circulares y por tanto correspondientes a una fase de *rodamiento* de la «perla»; luego, las bandas y laminaciones toman forma paralelográfica, por haber sido generadas durante la *oscilación* de la «perla». 2, Poliedrismo por abrasión lateral, debido al *rodamiento* de dos pisolitos esféricos contra uno intermedio en estado de quietud. Nótese como las bandas concéntricas más externas son cortadas por los alveolos laterales de desgaste. 3, Dos pisolitos semiesféricos modelados por efecto de la *rotación* del pisolito (b) sobre el pisolito (a) fijo. El pisolito (b) muestra alrededor suyo surcos anulares de abrasión, debidos al contacto con otras «perlas» mientras (b) gira entorno a un eje.

b) *El depósito acrecional de CaCO<sub>3</sub> alrededor del núcleo*

La observación de un gran número de secciones transversales y de preparaciones microscópicas de oolitos y pisolitos, nos ha permitido sistematizar, desde el punto de vista estructural y textural, el fenómeno de la acreción en las «perlas» de caverna.

Considerando el aspecto megascópico y global de los oolitos y pisolitos, cabe aceptar dos estructuras fundamentales: la *estructura fibroso-radiada* o *esferulítica* y la *estructura en bandas* (Fig. 6); ambas estructuras son concéntricas simples, siempre y cuando el oolito o pisolito no sea *policéntrico* (18), en cuyo caso habrá concetricidad respecto a cada uno de los núcleos elementales y concetricidad en relación a varios núcleos.

En cuanto a las texturas, basándonos en el tamaño de los cristales (19) hemos distinguido dos grandes tipos texturales: el *afanítico* y el *fanerítico*. Dentro de la textura afanítica hemos diferenciado las *texturas criptocristalinas* (cuando las partículas que integran los agregados cristalinos son más pequeños que 0'01 mm) y las *texturas microcristalinas* (cuando los agregados están integrados por cristales cuyo tamaño oscila entre 0'01 mm y 0'05 mm). La textura fanerítica hemos convenido subdividirla en: *texturas mesocristalinas* (cuando el tamaño de los cristales es mayor que 0'05 mm y menor que 1 mm) y *texturas macrocristalinas* (cuando los cristales

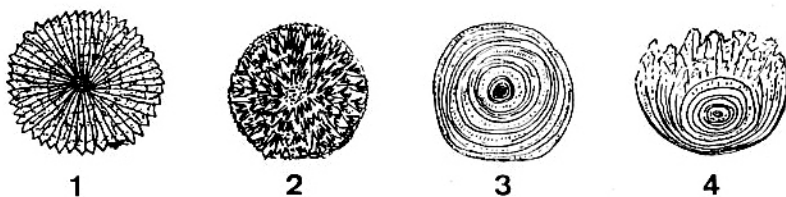


Fig. 6. — Secciones de pisolitos mostrando su estructura interna.

1, Pisolito con estructura fibroso-radiada o esferulítica, con orientación cristalina según el eje c. 2, Pisolito con estructura fibroso-radiada, sin orientación cristalina constante. 3, Pisolito con estructura en bandas. 4, Disimetría acrecional; obsérvese el desigual desarrollo entre la cara yacente y la cara superior del pisolito.

(18) Según PERNA (1958), una «perla» es *policéntrica* cuando, seccionada, se observa en su interior que está formada por la unión de dos o más «perlas» elementales.

(19) Consultar: VATAN (1967), pág. 235; CHILINGAR y otros (1967), páginas 102-103.

les son mayores que 1 mm). Atendiendo a la *fábrica* —o sea la forma y enlace mutuo de los cristales—, en las texturas precedentes, podemos distinguir los granos yuxtapuestos y las acículas, ya sean desorientados u orientados según el eje *c* cristalográfico.

\* \* \*

*La estructura fibroso-radiada o esferulítica.* — Es debida al *crecimiento radial continuo* de los cristales (PERNA, 1958); generalmente muestra orientación entre ellos según el eje ternario *c*. Esta orientación se manifiesta —al ser observada la preparación con el microscopio polarizante entre nícoles cruzados— dando una cruz negra llamada *cruz de extinción* o *cruz pseudo-uniaxial*. Algunas veces, incluso permaneciendo el aspecto fibroso-radiado de la «perla», la cruz de extinción no es visible, por falta de orientación común entre los cristales que forman los radios (Fig. 6).

El tamaño de los cristales es siempre mesocristalino o macrocristalino.

La estructura esferulítica puede ser de origen primario o secundario; GRADZINSKI y RADOMSKI (1967), atribuyen un origen secundario por recristalización a las estructuras esferulíticas por ellos estudiadas.

*La estructura en bandas.* — Las discontinuidades en las condiciones de crecimiento determinan la deposición sucesiva de capas o bandas y láminas (Lámina III, 1). Estas envueltas pueden caracterizarse por el tamaño de los cristales, el tipo de fábrica, las impurezas, el color, por su mayor o menor espesor, etc.

Ante todo describiremos los principales caracteres de las bandas y luego algunos detalles morfológicos de este tipo de estructura.

1. *Bandas afaníticas.* — Comprende, en nuestro caso, toda capa cuya textura es microcristalina o criptocristalina (Lámina III, 4). La forma de los cristales constituyentes puede ser inapreciable (mediante medios ópticos corrientes) granular o fibrosa y puede o no existir una orientación homogénea entre los elementos cristalinos. El espesor de una de estas capas puede oscilar entre algunas micras (láminas) y unas décimas de milímetro (bandas). Las bandas afaníticas casi siempre se observan asociadas a gran cantidad de impurezas.

Algunas bandas están integradas por un grupo más o menos compacto de láminas. Las láminas, vistas en preparación microscópica, aparecen como líneas bien definidas, que prácticamente no reaccionan frente a la luz polarizada (nícoles cruzados). Una característica de los grupos de láminas es su fácil exfoliación, gracias a



las soluciones de continuidad existentes entre cada lámina individual (las soluciones de continuidad pueden corresponder a superficies de abrasión del oolito o pisolito). Así tenemos que, cogiendo un pisolito formado por grupos de láminas muy tupidas, si percutimos sobre él, es fácil hacer saltar algunas envueltas, pudiendo ver como se desgajan a favor de las superficies de exfoliación y como estas superficies son pulimentadas y brillantes.

2. Bandas faneríticas. — Tienen casi siempre un espesor del orden de las décimas de milímetro o de los milímetros; por tanto su textura —de acuerdo con los valores antes señalados— será mesocrystalina o macrocrystalina (Lámina III, 4). La fábrica puede ser granular o fibrosa y existir o no disposición radial (normal a la línea que determina el límite inferior de la banda) y orientación según el eje c.

En algunos oolitos y pisolitos en que alternan láminas y bandas afaníticas y faneríticas, se observa también la cruz de extinción, lo cual denota orientación constante entre los cristales, independientemente de su tamaño. Sin embargo, las bandas faneríticas acostumbran a ser más sensibles a la luz polarizada entre nícoles cruzados y es frecuente presenten extinción simultánea.

En general, cualquier tipo de banda acrecional puede tener un espesor desigual y a la vez ser total o parcialmente envolvente (banda o lámina continua o discontinua). Además, si bien en muchos casos estas envueltas son regularmente convexas, en otros se presentan sinuosas con frecuentes puntos de inflexión.

3. Bandas de impurezas dentro de una estructura fibroso-radiada. — La presencia de impurezas durante el crecimiento fibroso-radiado, da lugar a que éstas queden dispuestas a modo de aureolas concéntricas más o menos difusas. Normalmente estas bandas no interrumpen el hábito radiado del depósito acrecional del cuerpo esferulítico.

4. Acreciones cicatrizantes y obliterantes. — Sobre una «perla» es corriente señalar la presencia de intersticios, que interrumpen la continuidad de su superficie externa. Unos son debidos a los espacios intercrystalinos determinados por una especial textura externa, otros cabe atribuirlos a discontinuidades en el proceso de cristalización, algunos pueden ser los espacios existentes entre dos o más oolitos o pisolitos consolidados, etc. Sea cual fuese el origen del intersticio, las acreciones pueden tender a eliminarlo. Esta eliminación se realizará mediante dos procesos que hemos denominado de *cicatrización* y de *obliteración*.

La cicatrización es un proceso de restauración de la continuidad y uniformidad de la superficie externa de una «perla» mediante

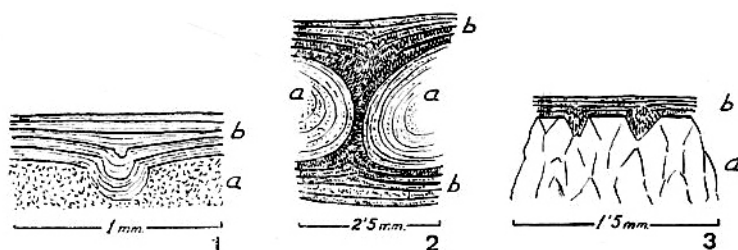


Fig. 7. Ejemplos de cicatrización de intersticios por fases de acreción y abrasión.

1, Intersticio debido a una textura botrioidal microaciculada. 2, Intersticios debidos a la consolidación de dos pisolitos. 3, Intersticios debidos a una textura aciculada.

(a) indica la morfología o textura que dio lugar al intersticio, (b) comprende las fases de cicatrización.

fases sucesivas y alternantes de acreción y abrasión (Figs. 7 y 8).

La obliteración es la eliminación de una solución de continuidad determinada por una textura o morfología precedente por medio de una acreción que a la vez de rellenar los intersticios es envolvente (Fig. 9).

c) *Modificaciones texturales y estructurales del depósito acrecional debidas a procesos de neomorfismo*

Varios autores han dado a conocer, en sus estudios sobre «perlas de caverna», la existencia de procesos de recristalización (GRADZINSKI y RADOMSKI, 1967), (HAHNE, KIRCHMAYER y OTTEMANN, 1968), (DONAHUE, 1969), etc. Algunos de ellos exponen ciertos argumentos que apoyan la idea de un origen secundario para algunos detalles texturales y estructurales.

Nosotros, en preparaciones microscópicas del material estudiado, varias veces hemos visto aspectos que parece son debidos a modificaciones de los caracteres primitivos y que consideramos pueden ser explicadas por procesos de neomorfismo (BATHURST, 1971, página 482, fig. 335).

Una serie de ejemplos muy característicos han sido hallados en algunos pisolitos de la Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander), (Lámina IV).

Las principales observaciones que han servido de criterio para aceptar la existencia de procesos de neomorfismo en los casos indicados, son:

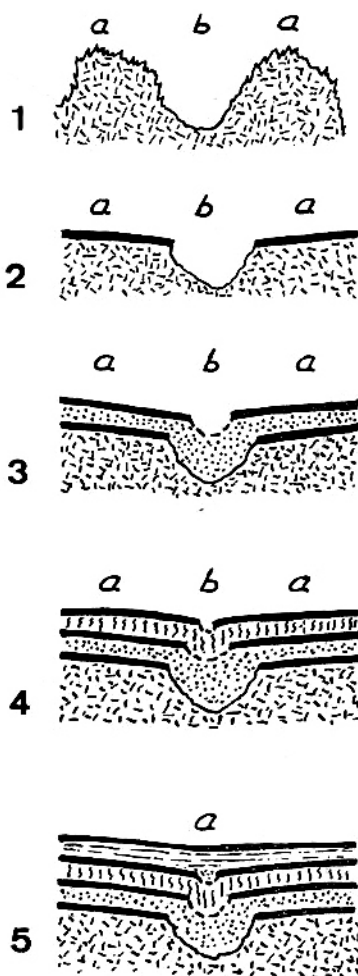


Fig. 8. — Esquema del proceso de *cicatrización* de un intersticio, por una sucesión de fases de acreción y abrasión.

1, Sección de una textura externa botrioidal microaciculada; (a) prominencias botrioidales, (b) intersticio. 2, Abrasión parcial de la textura precedente; (a) superficies de abrasión (1.<sup>a</sup> lámina), (b) intersticio a cicatrizar. 3, 1.<sup>a</sup> fase de acreción y abrasión; (a) 2.<sup>a</sup> lámina, (b) intersticio parcialmente cicatrizado. 4, 2.<sup>a</sup> fase de acreción y abrasión; (a) 3.<sup>a</sup> lámina, (b) intersticio casi cicatrizado. 5, 3.<sup>a</sup> fase de acreción y abrasión; (a) 4.<sup>a</sup> lámina, cicatrización total del intersticio.

- a) Cambio del tamaño de los elementos cristalinos (de menor a mayor).
- b) Modificación de la fábrica (presencia de acículas radiadas dentro de una área microcristalina granular o criptocristalina).
- c) Destrucción de la continuidad de las bandas y láminas.

- d) Fibras cristalinas radiadas que atraviesan las bandas o las láminas, determinando deformaciones y expulsión de las impurezas.

En el momento de juzgar un accidente textural o estructural, dentro del depósito acrecional de una «perla de caverna», y atribuirle un origen secundario, es preciso tener en cuenta los procesos de relleno de poros e intersticios, que han sido explicados mediante mecanismos de precipitación directa (*obliteración y cicatrización*), así como los aspectos debidos a las «diferencias acrecionales».

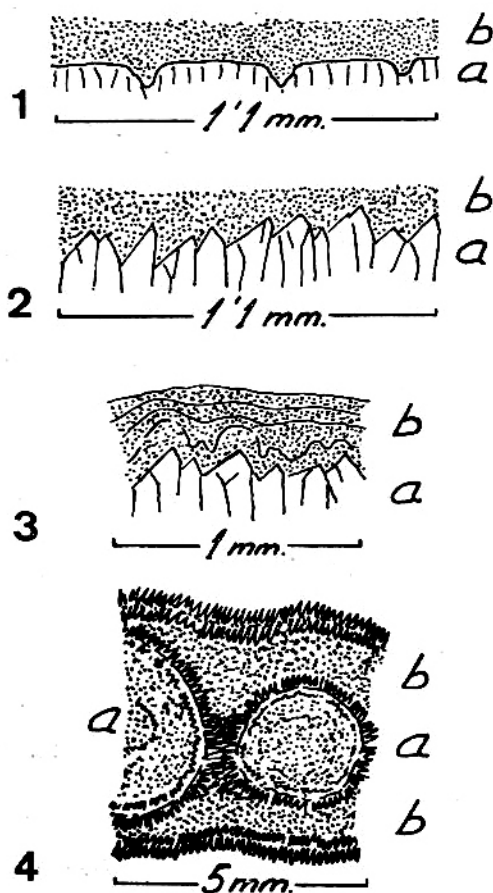


Fig. 9. — Ejemplos de *obliteración* de intersticios.

(a) indica la morfología o textura que dió lugar al intersticio, (b) comprende las acreciones obliterantes.

## V. — MORFOGÉNESIS

### 1. FACTORES GENÉTICOS

#### a) *La precipitación inorgánica del carbonato cálcico*

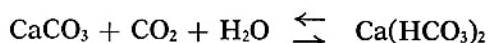
El problema de la precipitación del  $\text{CaCO}_3$  en la formación de los oolitos y pisolitos, ha sido tratado por muchos autores. En la génesis de oolitos marinos, especialmente, se ha estudiado la influencia orgánica en la precipitación, estableciéndose ideas sobre la participación de algas y bacterias en el origen de los precipitados (BATHURST, 1971).

Sin embargo, son también muy numerosas las observaciones sobre la precipitación inorgánica, en relación al origen de estos depósitos carbonatados; este tipo de precipitación es especialmente aceptado en la génesis de oolitos y pisolitos de caverna.

Nosotros, a continuación nos ocuparemos de la precipitación inorgánica y de los factores que en ella intervienen.

\* \* \*

Como ya sabemos el equilibrio fundamental que rige la fenomenología kárstica puede resumirse en la siguiente ecuación:



Esta reacción global se efectúa en etapas sucesivas, cada una de las cuales podría escribirse mediante ecuaciones de equilibrio, que no vamos a detallar por ser de fácil consulta en muchos trabajos (TROMBE, ROQUES, BERNASCONI, ERASO, etc.).

Cuando el equilibrio fundamental, antes señalado, se desplaza hacia la derecha, constituye el fenómeno de la corrosión, y cuando lo hace hacia la izquierda determina la deposición de  $\text{CaCO}_3$ , es decir, la quimiolitogénesis o formación de espeleotemas.

En nuestro caso analizaremos someramente sólo el fenómeno de la precipitación y con él las condiciones físico-químicas que la influyen, con el fin de que estas consideraciones nos ayuden a comprender los problemas morfogénéticos que los espeleolitos en estudio plantean.

En toda solución bicarbonatada cabe distinguir dos tipos de  $\text{CO}_2$ . Uno es el  $\text{CO}_2$  libre, que comprende el  $\text{CO}_2$  agresivo y el  $\text{CO}_2$  de equilibrio. El otro es el  $\text{CO}_2$  de los bicarbonatos, que se divide en el  $\text{CO}_2$  del  $\text{CO}_3\text{H}^-$  llamado *semicombinado* y el  $\text{CO}_2$  del carbonato ( $\text{CO}_3^-$ ) denominado *combinado*.

Las variaciones de  $\text{CO}_2$  (el *agresivo* más el de *equilibrio*), vienen explicadas por la ley de HENRY y el coeficiente de solubilidad de OSTWALD, que regulan las disoluciones físicas de un gas en un líquido (en nuestro caso concreto la disolución del dióxido de carbono en el agua), las cuales varían con la presión parcial de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera y con la temperatura.

Si para una determinada temperatura consideramos el  $\text{CO}_2$  *agresivo* igual a cero, tendremos que todo el *anhídrido carbónico libre* será  $\text{CO}_2$  *de equilibrio* y la solución bicarbonatada estará saturada para unas determinadas condiciones físico-químicas (no habrá ni disolución ni precipitación).

Así pues, la ecuación de equilibrio fundamental señalada, tanto más se desplazará hacia la izquierda cuanto menor sea el contenido de  $\text{CO}_2$  en el aire, o lo que es lo mismo, habrá cesión de  $\text{CO}_2$  y deposición de  $\text{CaCO}_3$ . De ello se deduce que las rupturas de equilibrio determinantes de la cesión de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera son las que provocan la precipitación de una solución acuosa bicarbonatada.

A continuación señalamos algunas de las causas de estos desequilibrios (ver BERNASCONI, 1967).

1.º Cuando la concentración de  $\text{CO}_2$  en la solución acuosa bicarbonatada es superior a la del aire de la atmósfera hipogea, con la cual ésta se pone en contacto en un momento dado, habrá cesión de anhídrido carbónico y precipitación con el fin de reestablecerse el equilibrio.

2.º Para una determinada presión parcial de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, el aumento de la temperatura determina una disminución del valor del *coeficiente de solubilidad*, que favorece la cesión del  $\text{CO}_2$  y por tanto la precipitación. Sin embargo, la influencia de este factor sobre la cantidad de depósito de  $\text{CaCO}_3$  no parece excesivamente importante. Por otra parte cabe considerar los efectos de la temperatura en relación a la evaporación, tema discutido por los autores; unos son partidarios de la importancia de la evaporación, especialmente en zonas cálidas, mientras los otros opinan que, debido al alto grado de humedad de las cavernas, la evaporación no influye en el precipitado. Sin embargo, parece ser que, cuando la cesión de  $\text{CO}_2$  es parcialmente bloqueada por una alta concentración de este gas en la atmósfera, la deposición de  $\text{CaCO}_3$  es afectada por la evaporación.

3.º El tiempo durante el cual se puede efectuar la difusión del  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, también cuenta en la cantidad de precipitado.

4.º Puesto que la precipitación de carbonato es proporcional a la cesión de  $\text{CO}_2$  y ésta a la vez lo es a la superficie libre del agua bicarbonatada en contacto con la atmósfera, se deduce que cuanto

mayor sea la superficie expuesta al aire de la caverna, mayor será la cantidad de precipitado.

5.º Para una concentración de la solución y una superficie de difusión iguales, la cantidad de precipitado será proporcional al volumen de la solución.

6.º Las características del sustrato, al parecer, influyen también en la precipitación. Sobre un sustrato poroso el depósito es menor que sobre un sustrato absolutamente impermeable.

7.º La agitación del medio acuoso bicarbonatado determina que la superficie de difusión del  $\text{CO}_2$  pueda considerarse como infinita, por lo cual la deposición de carbonato cálcico será mayor en una disolución agitada que en una en estado estático.

8.º La ventilación o aireación es uno de los factores que favorecen más la cesión del  $\text{CO}_2$  a la atmósfera subterránea y por tanto la litogénesis. La humedad del aire tiene poca importancia frente a la renovación de éste.

9.º Por último diremos que la cantidad de aportes bicarbonatados y su concentración intervienen de modo muy importante en la precipitación.

Hasta el momento hemos señalado las causas que facilitan la precipitación, en adelante daremos algunos datos sobre la cinética de ésta.

La primera fase de la precipitación consiste en la *germinación*. La formación de gérmenes viene junto a un cierto grado de sobresaturación. Los grados de sobresaturación (equilibrio metaestable) y la duración de la fase de germinación intervienen en el determinismo cristalino (calcita, aragonito, vaterita). En las condiciones de temperatura propias de las cavernas, un alto grado de sobresaturación y precipitación extraordinariamente rápida puede llevar a la formación de aragonito. Sin embargo, en el medio subterráneo, la fase germinativa desemboca, por lo general, a la formación de calcita.

Sobre la velocidad de germinación influye en gran manera la agitación de la solución, provocando un aumento de esta velocidad. Así vemos que la turbulencia del medio bicarbonatado es un factor importante en el dinamismo de la precipitación (GIROU y ROQUES, 1971).

Según ROQUES (1972), parece verosímil aceptar que en el inicio de la precipitación aparezcan simultáneamente gérmenes de las tres variedades cristalinas del  $\text{CaCO}_3$  y que la posibilidad de pasar al estado de cristal, depende estrechamente de la velocidad de precipitación.

La presencia de iones extraños durante la fase germinativa,

puede significar un factor importante. Con la intervención de iones de determinados elementos se ha explicado, por ejemplo, la génesis del aragonito en algunas cavernas (ROQUES, 1972; MURRAY, 1954, etc.).

Tras haber apuntado algunos datos sobre la germinación, veamos algo sobre el *crecimiento cristalino* propiamente dicho.

La acción de iones extraños durante el período de crecimiento cristalino puede manifestarse dando aspectos distintos al depósito. Las impurezas insolubles, al parecer, pueden también condicionar determinadas morfologías del precipitado.

Así tenemos que los polifosfatos son susceptibles de absorberse sobre algún plano reticular preferente de la calcita, impidiendo el crecimiento y por tanto la incrustación. Los iones de  $Mg^{++}$ , por su parte, pueden condicionar un aspecto particular de la calcita, consistente en cristales bajo la forma de tablillas hexagonales alargadas (ROQUES, 1972).

Las impurezas en general (solubles e insolubles) pueden determinar estructura en bandas a los agregados cristalinos (oolitos y pisolitos en nuestro caso). SCHADE (ver: BAKER y FROSTICK, 1947, pág. 63; PERNA, 1958, pág. 110; BATHURST, 1971, pág. 300), en sus trabajos experimentales sobre «cálculos», observó que las impurezas determinan la estructura en bandas de algunos cuerpos concrecionales. BROUGHTON (1972), en un estudio sobre un tipo de espeleotemas globulares, atribuye a las impurezas un papel posiblemente en relación con el origen de la estructura en bandas.

Por otra parte, la *velocidad de cristalización* (20) condiciona muchas veces el tamaño del cristal. A cristalizaciones lentísimas se deberán los agregados de grandes cristales de calcita y los monocristales. Si la velocidad de cristalización es mayor se formarán depósitos policristalinos finos. El tamaño de los cristales podrá depender de la relación entre *poder de germinación* (21) y *velocidad de cristalización* (20) (ROQUES, 1972; PERNA, 1958).

Con esta breve exposición de ideas sobre la precipitación y con ella la germinación y el consiguiente crecimiento cristalino, vemos que el problema es extremadamente complejo y que el crecimiento de los cristales y las morfologías resultantes obedecen a leyes aún poco esclarecidas.

---

(20) *Velocidad de cristalización* es la velocidad lineal de crecimiento de un cristal.

(21) *Poder de germinación* es el número de gérmenes que se forman espontáneamente en un segundo en un centímetro cúbico de líquido.



### b) *Caracteres del medio de formación*

Los oolitos y pisolitos de origen subterráneo por el hecho de ser formas estalagmíticas, lógicamente, su sitio de formación tiene que ser el piso de las cavernas.

Ya sabemos que son múltiples las morfologías a que dan lugar los procesos de estalagmitización y que cada una de ellas corresponde a determinadas características morfológicas del substrato y condiciones físico-químicas de la caverna; pues bien, concretándonos a la oolitización y pisolitización hipogea, hemos venido observando que son también varias las morfologías del medio en el cual estos procesos se realizan.

Los medios pueden caracterizarse, en primer lugar, por el tipo de aporte hídrico que reciben. Unos son aquellos que recogen aportes gravitacionales de goteo, y otros, aquellos a los cuales llegan aportes laterales laminares. El primer tipo de alimentación hídrica casi siempre imprime agitación al medio acuoso. El segundo, sólo da un movimiento lento a la masa líquida o a lo sumo una breve agitación siempre discontinua y fugaz.

Dentro del grupo de receptáculos que reciben aportes hídricos gravitacionales, podemos señalar tres tipos morfológicos fundamentales (Fig. 10).

Supongamos un suelo de limos y arcillas en el cual el goteo ha labrado un *agujero de estilicidio* (GALVAGNI y PERNA, 1953) (22); luego, aceptemos que este agujero es revestido por una costra estalagmítica; con esto, se habrá conseguido una notable impermeabilización del substrato y la retención del agua bicarbonatada dentro del agujero. En estas condiciones existe ya la posibilidad de formarse «perlas» en su interior (Fig. 10; 1-2).

Otro tipo consiste en los receptáculos que determinan a veces las irregularidades de los propios suelos estalagmíticos y los gours (Fig. 10; 3). Estos, pueden mostrar figuras de erosión (alveolos sobreexcavados), tras el rodamiento de pisolitos en su interior (Figura 10; 4)). Este tipo de receptáculos es corriente que además de los aportes gravitacionales, reciban aportes laterales provenientes de la colada estalagmítica en donde están formados.

El último tipo de receptáculos se forma del modo siguiente: cuando sobre una porción de roca lisa de la caverna (Fig. 10; 5) cae un goteo de agua bicarbonatada, puede formarse una especie de

---

(22) GALVAGNI, A. y PERNA, G. (1953): «Contributo alla morfologia dei prodotti argilloso-sabbiosi di riempimento delle caverne». *Rass. Speleol. It.* 5 (3), pág. 93.

protuberancia a modo de *cráter estalagmítico* (23), cuyas paredes se generan a base del  $\text{CaCO}_3$  liberado por las salpicaduras del goteo. El centro del microcárter, lleno de agua bicarbonatada, es donde toman origen las «perlas» (Fig. 10; 6) (ver HESS, 1929, pág. 4, lám. 1).

Los medios de formación que reciben aportes hídricos laterales, son los *sistemas de gours y microgours* y los *suelos concrecionados*.

Dentro de los sistemas de gours hay que distinguir: los que tienen el interior tapizado de cristales aciculares de calcita (Figura 10; 7) y los que tienen el fondo lleno de materiales detríticos finos (limos y arcillas) (Fig. 10; 8); en uno y otro caso la naturaleza del substrato interviene en el aspecto y textura de las «perlas» que se forman sobre él.

Los suelos concrecionados acostumbran a ser el medio de formación de las «capas» de oolitos y pisolitos. La extensión de la superficie de éstos no tiene límites concretos (Fig. 10; 9-10).

### c) *Los núcleos*

(Ver apartados: IV, 3. Granulometría y IV, 5. Estructura interna).

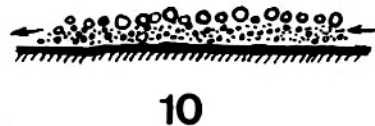
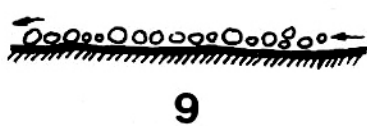
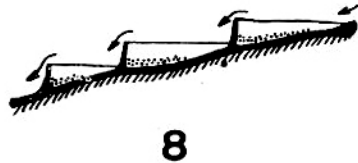
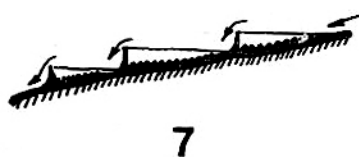
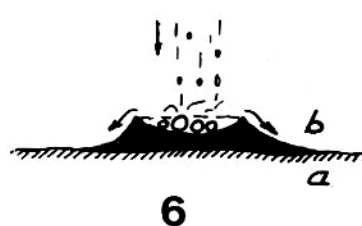
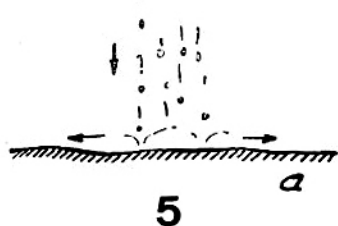
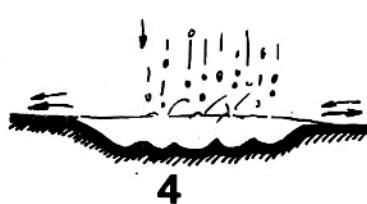
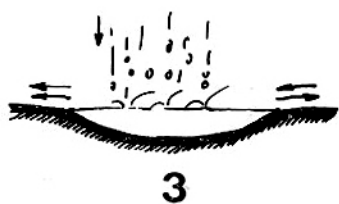
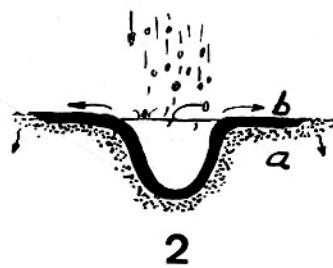
La presencia de núcleos en el medio de formación parece ser una condición necesaria para la formación de oolitos y pisolitos. No

Fig. 10. Caracteres del medio de formación.

1, Agujero de estilicidio excavado en los materiales detríticos arenoso-arcillosos (a) del piso de una cueva. 2, Revestimiento estalagmítico del anterior orificio de goteo. Impermeabilización del receptáculo, el cual al llenarse de agua bicarbonatada resulta apropiado para la formación de «perlas»; (a) materiales detríticos, (b) costra estalagmítica. 3, Depresión preexistente en una colada estalagmítica, dentro de la cual incide el goteo de la bóveda. 4, La misma depresión después de haberse formado pisolitos en ella. Obsérvense los alveolos de abrasión que los pisolitos han excavado en el substrato. 5, Suelo (a) de una cueva en donde cae el goteo. 6, Formación de un receptáculo estalagmítico (b) que contiene los oolitos y pisolitos. 7, Sistema de gours con el interior tapizado de cristales. 8, Sistema de gours con el fondo cubierto de materiales detríticos finos. 9, Pisolitos en «capa». 10, Oolitos y pisolitos en «capa».

Las flechas indican el sentido de los aportes hídricos.

(23) DONAHUE (1965), (1969), le llama «*splash cup*».



obstante, como ya se ha indicado en otras partes del presente estudio, la naturaleza y el tamaño de estos corpúsculos iniciales («protoperlas») es muy variable, siendo en ciertas ocasiones muy difícil decidir si verdaderamente ha sido o no imprescindible la existencia de núcleos extraños en el origen de las «perlas de caverna».

d) *La agitación del medio*

Uno de los factores genéticos importantes es la agitación del medio acuoso en el cual se forman los oolitos y pisolitos.

Antes de entrar en la exposición del problema creemos necesario hacer unas puntualizaciones en cuanto a las expresiones: *agitación* y *movimiento*.

Consideramos *agitación* cuando el movimiento es de tipo turbulento más o menos intenso. Ahora bien, cuando la turbulencia del medio alcanza un valor mínimo, podemos continuar hablando de *movimiento* en el seno del agua, pero no en cambio de agitación. La agitación del medio puede determinar el *movimiento* del oolito o pisolito; por otro lado, otros factores como la *fuerza de cristalización* (presión que ejerce el cristal al crecer contra un obstáculo), también pueden imprimir *movimiento* al oolito o pisolito en formación y en cambio no existir agitación alguna del medio.

En resumen, generalizando, cuando hablamos de *medio agitado* suponemos una turbulencia del medio susceptible de dar un movimiento que pueda provocar la abrasión de un oolito o pisolito. Por otra parte, cuando juzgamos al medio como *no agitado*, hacemos referencia a la falta de esa turbulencia citada aunque ello no supone la exclusión absoluta del movimiento, que puede ser lentísimo.

Sin duda uno de los problemas más curiosos que plantean los procesos de oolitización y pisolitización en las cavernas, es el saber por qué estos espeleolitos crecen libremente. Muchos autores, para explicárselo, desde hace muchos años, han invocado que es condición *sine qua non*, en el origen de las «perlas», la *agitación del medio* (HESS, 1929; DERIBERE, 1939; PITTARD y AMOUDRUZ, 1942; MACKIN y COOMBS, 1945; DONAHUE, 1965, etc.). Estas opiniones unilaterales son quizá debidas al hecho de haber fundado sus conclusiones a la vista de unos pocos tipos de pisolitos y, por tanto, haber adquirido una visión parcial del problema.

Actualmente, no obstante, son ya muchos los estudiosos de esta cuestión que, a la luz de los hallazgos y de las observaciones, aceptan también la posibilidad de formación de «perlas» en *medio no agitado* (DAVIDSON y MCKINSTRY, 1931; VIEHMANN, 1963; GRADZINSKI y RADOMSKI, 1967; DONAHUE, 1969, etc.).

Nosotros, ciñéndonos al medio hipogeo, creemos no cabe aceptar solamente *agitación* y *no agitación*, puesto que ello significa tener en cuenta dos extremos dentro de la variabilidad de movimiento de las «perlas». Bien sabemos que en las cavernas los aportes hídricos que nutren a estos espeleolitos y a la vez determinan el grado de *agitación* del medio, son con frecuencia muy variables. El goteo de una concreción estalactítica, que incide con el receptáculo en donde se forman oolitos y pisolitos, es variable de intensidad de acuerdo con los períodos de lluvia y de sequía. Los aportes laminares de agua que reciben los gours o que discurren por coladas y suelos estalagmíticos también sufren importantes fluctuaciones de caudal por las mismas causas. Ello, por tanto, explica que es impreciso hablar sólo de *agitación* o de la carencia de ella durante la total formación de una «perla», puesto que la *agitación* y, por ende, la intensidad de movimiento de una «protoperla» o «perla» puede cambiar en espacios de tiempo relativamente cortos.

Un cambio en la *agitación* del medio supone casi siempre un cambio morfológico en la «perla». De ahí, junto con otras causas, que en un mismo pisolito u oolito se observen diferencias texturales entre los estadios de crecimiento. Son raros los casos en que unas determinadas condiciones de formación se mantengan invariables durante un espacio de tiempo suficiente para generar una «perla» con caracteres texturales y morfológicos idénticos durante toda su evolución.

Al tratar la génesis estableceremos tres situaciones dentro de la gran variabilidad de la intensidad de movimiento (24); dos de ellas son extremas, es decir: *medio no agitado* y *medio agitado constante*, y la otra, *medio agitado no constante*, es intermedia y significa la combinación de las otras dos con distintos grados de *agitación*. Ninguna de estas tres situaciones excluye de un modo absoluto el *movimiento* de la «perla», aunque éste sea muy lento y discontinuo.

Como última puntualización acerca del *movimiento* podemos señalar, de acuerdo con PERNA (1958), tres maneras principales de moverse una «perla» en el lugar de formación, éstas son: por *rodamiento*, *rotación* y *oscilación* (Fig. 5).

---

(24) Estas tres situaciones sólo son válidas para fines descriptivos, puesto que, el dinamismo quimiolitogénico, nos impide juzgar *sensu stricto* situaciones constantes.

## 2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL DEPÓSITO ACRECIONAL DE $\text{CaCO}_3$ EN LOS OOLITOS Y PISOLITOS DE CAVERNA

Las «perlas de caverna» son espeleolitos creados por deposiciones sucesivas de carbonato cálcico, acaecidas en un determinado espacio de tiempo, siendo lógico que cada una de estas deposiciones puedan tener un origen distinto, siempre de acuerdo con las condiciones del medio de sedimentación química. Por tanto, el dominio de unos u otros factores de formación, se traducirá en distintas morfologías y diferentes texturas externas e internas.

Nosotros, tras estudiar un elevadísimo número de ejemplares, hemos convenido aceptar en una misma «perla», la existencia de varias texturas, debidas a distintos mecanismos de formación. Como ya ha sido indicado en los apartados de Morfología Externa y de Estructura Interna, no sólo hemos diferenciado los pisolitos y oolitos con bandas y láminas de los que presentan estructura netamente radiada, sino que hemos hecho distinciones entre las mismas bandas de crecimiento. Esto nos indica que el origen y evolución de una «perla» es muy complejo y que, con el solo examen externo de estos espeleolitos, difícilmente podremos hablar de su génesis y evolución total, sólo podremos opinar en torno a las condiciones de formación de la última deposición quimiolitogénica. A esta complejidad señalada se suma además —en el momento de esbozar la morfogénesis— el que condiciones de formación distintas pueden dar lugar a texturas y morfologías análogas. A título de ejemplo tenemos que, tanto la deposición en bandas como el crecimiento fibroso-radiado continuo, no son exclusivamente propios de los espeleolitos libres que estamos tratando, sino que son característica común de cualquier concreción. Sin embargo, en el desarrollo de oolitos y pisolitos existen algunas peculiaridades que bien merecen ser expuestas.

A pesar de todo, hemos de reconocer que, las notas morfogénicas que a continuación exponemos, sometidas a una profunda reflexión por nosotros mismos, no explican ni mucho menos la totalidad del fenómeno acrecional de las «perlas», quedando muchos puntos oscuros por esclarecer.

### a) *El crecimiento fibroso-radiado*

Una manera corriente de crecer los cristales de calcita que constituyen los espeleotemas, es dando formas fibroso-radiadas.

Los edificios policristalinos fibroso-radiados pueden tener un desarrollo desigual y presentar o no una orientación cristalográfica rigurosamente constante.

Al parecer, el crecimiento fibroso-radiado requiere en principio soluciones bicarbonatadas con elevado grado de pureza y además que el proceso de cristalización sea muy lento; para lo cual, cabe suponer que el medio de formación debe ser *no agitado*. Recordemos que la agitación del agua bicarbonatada favorece la liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y por tanto la rápida precipitación, y que la *agitación* (de acuerdo con el significado que en este trabajo hemos dado a esta expresión), supondría abrasión y como consecuencia una distorsión del crecimiento fibroso-radiado, que vendría indicada por la instauración de una estructura en bandas.

Por otra parte debemos indicar la posibilidad de crecimiento fibroso-radiado fanerítico, por transformación neomórfica a partir de agregados cristalinos afaníticos.

Finalmente señalaremos que *crecimiento fibroso-radiado* no es sinónimo de *estructura fibrosa-radiada o esferulítica*. Esta estructura es debida al crecimiento fibroso-radiado *continuo*; por tanto, este tipo de crecimiento sometido a interrupciones más o menos prolongadas, dará lugar a una estructura en bandas.

#### b) *La formación de bandas y láminas*

A continuación indicaremos las circunstancias que generalmente concurren en el origen de la mayoría de badas y láminas de las «perlas de caverna».

1. Medio *no agitado*, caracterizado por la ausencia de efectos abrasivos.

Si los aportes hídricos bicarbonatados son laminares, el movimiento de la masa líquida es lento o con turbulencias escasas y transitorias, las «protoperlas» o las «perlas» están totalmente sumergidas y el substrato (fondo del receptáculo) está tapizado de cristales de calcita, la deposición acrecional acostumbra a ser aciculada o botrioidal microaciculada, dando lugar a agregados faneríticos bandeados por la inclusión de aureolas de impurezas. Si en condiciones análogas el substrato es arcilloso, a causa de la elevada cantidad de materias extrañas que el receptáculo recibe con los aportes, las deposiciones fácilmente serán travertínicas, dando origen a bandas afaníticas casi siempre sinuosas y con gran porosidad.

Si los aportes hídricos son laminares o gravitacionales (estilicidio), las «protoperlas» o las «perlas» no están sumergidas, y el agua se escurre por la superficie de los pisolitos o entre los granos oolíticos, la precipitación es más rápida que en las circunstancias anteriores por haber mayor difusión del CO<sub>2</sub> y las capas de precipitado son afaníticas, obteniéndose superficies externas lisas y mates y en sección claras laminaciones.

2. Medio *agitado no constante*, caracterizado por la discontinuidad de los efectos erosivos.

Requiere aportes gravitacionales (estilicidio) para obtener la turbulencia de la masa líquida; además el medio puede recibir aportes hídricos laminares.

Las láminas y bandas se originan por una combinación de la acreción y la atrición.

Generalmente se produce un crecimiento cristalino más o menos prolongado durante la fases de quietud (determinadas por la variabilidad periódica de los aportes gravitacionales) y luego, abrasión durante la agitación del medio. Las bandas formadas de este modo son bien definidas y regularmente convexas sin presentar notables inflexiones.

Según este proceso, las excrecencias son parcialmente eliminadas durante las fases de atrición y los intersticios son sometidos a una paulatina cicatrización.

El tamaño de los cristales que forman el depósito es muy variable, aunque generalmente es microcristalino o mesocristalino.

3. Medio *agitado constante*, caracterizado por la continuidad de los efectos abrasivos en mayor o menor grado.

Es condición indispensable que las «perlas» sean movidas bajo la acción de la turbulencia que el goteo determina dentro de la masa líquida del receptáculo. De este modo existe una fricción entre los corpúsculos oolíticos y pisolíticos (atrición), que determina desgaste y pulimentación. En estas circunstancias puede o no haber crecimiento.

Si el desgaste por abrasión es igual o superior al crecimiento, el oolito o pisolito no aumentará de tamaño. Ahora bien, si la disminución de volumen por abrasión es inferior al aumento por crecimiento, la «perla» crecerá.

En medio agitado constante el origen de las envueltas acrecionales está supeditado a la relación entre el peso de la «perla» y la fuerza que, al provocar movimiento, determina la abrasión. Si el oolito o pisolito debido a su peso no se abrasiona, el fenómeno acrecional puede continuar según alguno de los mecanismos que rigen el crecimiento en el medio no agitado.

Cuando la atrición es constante, el depósito acrecional —formado por la yuxtaposición de láminas extraordinariamente delgadas y regularmente convexas— casi siempre es criptocristalino.

c) *¿Por qué los oolitos y pisolitos crecen libremente?*

He aquí una incógnita aún no resuelta satisfactoriamente.

Mucho se ha escrito sobre los oolitos y pisolitos, mas sin em-



bargo, pocos han tratado con cierta amplitud el problema del crecimiento libre, sin duda el más curioso de todos los que pueda presentar el fenómeno en cuestión. La mayoría de textos discurren —en el mejor de los casos— rozando tan sólo esta problemática pregunta.

Casi siempre los autores condicionan el movimiento del oolito o pisolito a la *turbulencia del medio acuoso* (agitación) en el que se forman y atribuyen a ella la facultad de prevenir la fijación de la «perla» durante el crecimiento. Sin embargo, DAVIDSON y Mc KINSTRY (1931), opinan que la *fuerza de cristalización* puede ser suficiente para que la «perla» sea gradualmente elevada (por tanto movida), evitando así la fijación.

Si consideramos el movimiento de la «perla» debido a la turbulencia del medio (agitación), la dificultad en fijarse quedaría explicada, siempre y cuando el movimiento tuviera lugar. Ahora bien, puesto que existen pisolitos de gran tamaño y elevado peso, así como grandes cantos que se pisolitan, y que la posibilidad de ser movidos por efecto del goteo es muy remota, comprenderemos que la explicación generalizada del problema del crecimiento libre no está en el *movimiento debido a la turbulencia del medio*. Luego ¿podemos atribuir a la *fuerza de cristalización* el gradual levantamiento de los grandes pisolitos para que puedan continuar creciendo? ¿se debe a este movimiento de elevación el que la «perla» no se fije? ¿por qué a veces las «perlas» se fijan e incrustan independientemente del tamaño y del peso?

Por otra parte, si nos referimos a los depósitos de oolitos y pisolitos en donde hay una superposición de ambas formas, fácilmente nos daremos cuenta que las «perlas» que ocupan el fondo del depósito a varios centímetros de profundidad, difícilmente son movidas por el goteo, el flujo de los aportes hídricos o por la fuerza de cristalización. Entonces ¿por qué muchas veces no se produce la consolidación de estos granos oolíticos o pisolíticos «cautivos», amontonados y oprimidos?

Como vemos hasta el momento, uno de los problemas fundamentales de la morfogénesis de los oolitos y pisolitos en las cavernas, queda por resolver plenamente. El estudio de los antecedentes junto con nuestras observaciones son insuficientes para pronunciarnos sobre estas preguntas, que plantea el crecimiento libre de los oolitos y pisolitos en las cuevas.

### 3. EDAD DE LOS OOLITOS Y PISOLITOS DE CAVERNA

Un aspecto interesante de la quimiolitogénesis hipogea, es el saber que espacio de tiempo es necesario para formarse un deter-

minado espeleotema. Sin duda, la edad de las concreciones de cuevas, en general, es muy variable, siendo, no obstante, el crecimiento más rápido de lo que muchos han creído.

Ocupándonos exclusivamente de la edad o tiempo necesario para formarse los oolitos y pisolitos en las cavernas, galerías de minas, etc., hemos recopilado una serie de datos que dan idea de la velocidad de crecimiento de estos espeleolitos libres.

En primer lugar, los experimentos sobre el crecimiento en el laboratorio («*in vitro*»), así como el efectuado por CORNET «*in natura*» (ver: LIEGEOIS, 1956), nos ponen de manifiesto que en el espacio de pocos meses se pueden obtener oolitos y pisolitos (SCHADE, ver: BATHURST, 1971, pág. 300; BUCHER, 1918; MONAGHAN y LYTLE, 1956; LIEGEOIS, 1956; POBEGUIN, 1957; DONAHUE, 1965; SUESS y FÜTTERER, 1972, etc.).

Por otra parte, el hallazgo de oolitos y pisolitos en galerías de mina, captación de agua, ferrocarril, etc., ha permitido constatar que, en algunos años, se forman importantes cantidades de estos espeleolitos.

BLEICHER y CHOFFAT (1900), en un estudio sobre pisolitos procedentes de galerías de mina y captación de aguas, dice que en 15 años el núcleo se recubre de un depósito calizo blanco de tipo pisolítico. PITTARD y AMOUDRUZ (1942), señalan una edad de 20 años para los pisolitos encontrados en un canal subterráneo de una central hidroeléctrica. DAVIDSON y Mc KINSTRY (1931), atribuyen 25 años de edad a los pisolitos de una mina de Méjico. MACKIN y COOMBS (1945), estudian los pisolitos procedentes de una mina de Idaho, dándoles una edad entre 35 y 42 años. LACROIX (1953), da una edad no superior a los 33 años, a los oolitos y pisolitos de la mina de hierro de Espeyroux. PERNA (1959), describe los pisolitos localizados en una galería de ferrocarril, que son de reciente formación. DERIBERE (1956), sostiene que en el espacio de pocos días pueden formarse acreciones alrededor de un núcleo o de una «perla». ANDRES (1961), dice haber encontrado un interesante depósito de pisolitos en la Mina de Sant Jeroni de la Murtra (Barcelona), la cual es una galería de captación de aguas, cuya excavación probablemente no sea excesivamente antigua. KIRCHMAYER (1964), al estudiar los pisolitos de algunas minas, les da un tiempo de formación que oscila entre los 30 y 100 años.

Con estos documentos y otros muchos que se podrían citar, es plausible anotar que el tiempo de formación de los oolitos y pisolitos en el medio subterráneo («perlas de caverna») es francamente rápido, incluso para los pisolitos de gran tamaño.

## VI. — CONCLUSIONES

1.<sup>a</sup> Los tamaños de los oolitos y pisolitos de las cavernas pueden variar entre 0'08 mm y 90 mm; ambos extremos son los que se han reconocido hasta el momento.

2.<sup>a</sup> En un depósito de oolitos y pisolitos de caverna, el tamaño oolito es siempre numéricamente superior al tamaño pisolito.

3.<sup>a</sup> La morfología externa, prescindiendo de la forma geométrica del cuerpo acrecional, puede presentar ocho tipos texturales fundamentales, de los cuales, unos se caracterizan por mostrar signos de abrasión y los otros por carecer de ellos.

4.<sup>a</sup> En la estructura interna cabe distinguir el núcleo y el depósito acrecional. El primero no es siempre visible. En cuanto al segundo, puede presentar estructura fibroso-radiada o estructura en bandas.

La estructura en bandas es siempre de origen primario. La estructura fibroso-radiada puede ser de origen primario o secundario.

5.<sup>a</sup> El origen de los oolitos y pisolitos de caverna y sus peculiares morfologías, está ligado a la presencia de núcleos, a las condiciones de precipitación, a las características morfológicas del medio de formación, al tipo de aporte hídrico y al movimiento.

6.<sup>a</sup> La agitación no es condición necesaria en el origen de todos los tipos morfológicos de oolitos y pisolitos de caverna.

7.<sup>a</sup> El crecimiento libre constituye un problema aún no resuelto de manera satisfactoria.

8.<sup>a</sup> En el espacio de algunos meses pueden formarse oolitos, ya sea en las cavernas o en el laboratorio, y en cuestión de algunas decenas de años, estos oolitos pueden alcanzar el tamaño pisolito. Por tanto, el origen de muchos depósitos de oolitos y pisolitos de caverna quizá no sea muy antiguo.

Barcelona, abril de 1973.

## VII. — BIBLIOGRAFÍA

- ANDRES, O. y MONTORIOL-POUS, J. (1960): «Estudio morfogénico de una cavidad desarrollada en los conglomerados de la Sierra de l'Obac (Avenc del Llest)». *Speleon.* 11 (14) :13-25.
- ANDRES, O. (1961): «Mina de Sant Jeroni de la Murtra, Badalona». Catálogo Espeleológico de la Provincia de Barcelona. Club Montañés Barcelonés. I :93-94.
- ANDRES, O. (1970): «La génesis y evolución de dos cavidades subterráneas de la cabecera del Torrent del Dalmau: el Avenc del Daví y la cueva Les Casetes del Bufí (Macizo de Sant Llorenç del Munt, Barcelona)». *Comunicaciones I Congr. Nac. Espeleol. Barcelona.* :11-15.
- BAKER, G. and FROSTICK, A. C. (1947): «Pisoliths and Ooliths from Australian Caves and Mines». *Jour. of Sedimentary Petrology.* 17 (2) :39-67.
- BAKER, G. and FROSTICK, A. C. (1951): «Pisoliths, Ooliths and Calcareous Growths in Limestone Caves at Port Campbell, Victoria, Australia». *Jour. of Sedimentary Petrology.* 21 :85-104.
- BALSAN, L. (1951): «Au sujet des perles des cavernes». *Spelunca.* (2-3) :40-41.
- BALSAN, L. (1953): «Matériaux por servir à l'étude des perles de caverne de la region des Grands Causses». *I Congr. Int. Spéléol.* 2 :343-357.
- BATHURST, R. G. C. (1971): «Carbonate sediments and their diagenesis». Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York. :1-620.
- BERNASCONI, R. (1967): «Il depósito chimico del carbonato di calcio in relazione con il fenomeno dello stillicidio». *Rass. Speleol. It.* 19 (1-2) :9-50.
- BLEICHER, G. et CHOFFAT, P. (1900): «Contribution a l'étude des dragées calcaires des galeries de mines et de captation d'eaux». *Com. da Direcção dos Serviços Geol. du Portugal.* 4 (1).
- BRODRICK, H. (1908): Note on occurrence of (so-called) cave pearls». *Irish Naturalists Jour.* 17 :235.
- BROUGHTON, P. L. (1972): «A new calcite structure from Thorn Mountain Cave, West Virginia». *Caves and Karst.* 14 (1) :1-3.
- BUCHER, W. H. (1918): «On oölites and spherulites». *Jour. Geol.* 26 :593-609.
- CAROZZI, A. (1953): «Pétrographie des Roches Sédimentaires». Editions du Griffon. Neuchâtel. :112-117.
- CAROZZI, A. V. (1960): *Microscopic Sedimentary Petrography*. John Wiley Sons, Inc., New York and London. :1-485.
- CAYEUX, L. (1970): «Sedimentary rocks of France. Carbonate Rocks. (Limestones and Dolomites)». Hafner Publishing Company. Darien, Conn. Traducido por Albert V. Carozzi, de la obra original francesa publicada en París, 1935.
- COLEMAN, J. C. (1949): «Irish cave pearls». *Proc. Speleol. Society Univ. Bristol.* 6 :68-71.
- CHAMBRE SYNDICALE DE LA RECHERCHE ET DE LA PRODUCTION DU PETROLE (1961): «Essai de nomenclature des Roches Sédimentaires». Editions Technip. Paris.
- CHILINGAR, G. V., BISSELL, H. J. and FAIRBRIDGE, R. W. (1967): «Carbonate Rocks, Origin, Occurrence and Classification». Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New York. :1-471.

- DAVIDSON, S. C. and Mc KINSTRY, H. E. (1931): «Cave pearls, oölites and isolated inclusions in veins». *Econ. Geol.* 26 :289-294.
- DERIBERE, M. (1939): «Les perles de caverne». *La Nature*. París 15 août 1939. :115-116.
- DERIBERE, M. (1956): «Le perle delle caverne si formano in un mese o in un secolo». *Scienza e Vita* (61) :87-90.
- DONAHUE, J. (1965): «Laboratory growth of pisolite grains». *Journal of Sedimentary Petrology*. 35 (1) :251-256.
- DONAHUE, J. (1969): «Genesis of oolite and pisolite grains, an energy index». *Journal of Sedimentary Petrology*. 39 (4) :1.399-1.411.
- ERASO, A. (1962): «El porqué de las formas en estalactitas y estalagmitas». *Rass. Speleol. It.* 14 (4) :339-346.
- ERDMANN, E. (1902): «Stalagmit och pisolitartade bildningar i Höganäs stenkolsgruva, Shone». *Geol. Fören Förhandl.*, Stockholm. 24 :501-507.
- ESCOLA, O. (1964): «Avance al estudio monográfico del Avenç Montserrat Ubach». *Geo y Bio Karst.* (1) :23-29.
- ESCHER, B. G. (1959): «Geological nomenclature Speleology». *Royal Geol. and Min. Society of the Netherlands.* :22-31.
- FAURA Y SANS, M. (1909): «Les Coves del Balç de les Roquetes a Carme». *Sota Terra*. Club Muntanyenc. Barcelona. :73-98.
- FAURA Y SANS, M. (1911): «La Espeleología de Cataluña». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 6 (6) :530.
- GINÉS, A. y J. ALONSO, A. (1971): «Sobre la posibilidad de efectos erosivos afectando a concreciones de carácter pisolítico». *Geo y Bio Karst.* (28) :15.
- GIROU, A. et ROQUES, H. (1971): «Etude théorique de la cinétique de précipitation des carbonates de calcium». *Ann. de Spéléol.* 26 (2) :331-336.
- GRADZINSKI, R. and RADOMSKI, A. (1967): «Pisoliths from Cuban caves». *Rocznik Polsk. Towarz. Geol.* (Ann. Soc. Geol. Pologne). 37 :243-265.
- HAHNE, C., KIRCHMAYER, M. and OTTEMANN, J. (1968): «Höhlenperlen, besonders aus Bergwerken des Ruhrgebietes. Modellfälle zum studium diagenetischer Vorgänge au Einzeloiden». *Neues Jahrb. Geol. Paläontol.*, Abhandl. 130 :1-46.
- HESS, F. L. (1929): «Oölites or Cave Pearl in the Carlsbad Caverns». *Proc. U. S. Natl Mus.* 76 :1-5.
- KELLER, W. D. (1937): «Cave Pearls in a Cave near Columbia, Missouri». *Journal of Sedimentary Petrology*. 2 :108-109.
- KIRCHMAYER, M. (1964): «Höhlenperlen Vorkommen Definition sowie strukturelle Beziehung zu ähnlichen Sedimentsphäriten». *Oesterr. Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl., Anz.* 10 :223-229.
- LACROIX, A. (1953): «Contribution a l'étude de la formation des perles de cavernes». *Ann. de Spéléol.* 8 (2) :66-69.
- LIEGEOIS, P. G. (1956): «A propos des perles de cavernes et concrétions analogues non encore décrites». *Ann. Soc. Géol. Belg.* 8 :165-169.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1935): «Cova de Mura». *Sota Terra*. Club Muntanyenc Barcelonés. :29-36.
- MACKIN, J. H. and COOMBS, H. A. (1945): «An occurrence of Cave Pearls in a mine in Idaho». *Journal Geology*. 53 :58-65.
- MONAGHAN, P. H. and LYTLE, M. A. (1956): «The origin of calcareous oolites». *Journal Sedimentary Petrology*. 26 :111-118.
- MONTORIOL-POUS, J., ASSENS, J. y ANDRES, O. (1955): «El funcionamiento hidrológico actual del sistema hipogeo de la Canal de Can Pobla (Sant Llorenç del Munt, Barcelona)». *Speleon*. 6 (3) :127-153.

- MONTORIOL-POUS, J. y ANDRES, O. (1964): «Estudio morfogénico de la Cova dels Muricecs (Pas dels Terradets, Llimiana, Llérida)». *Speleon*. 15 (14) :39-47.
- MULLER, G. (1967): «Methods in sedimentary petrology». Hafner Publishing Com. New York, London. :1-284.
- MURRAY, J. W. (1954): «The deposition of calcite and aragonite in caves». *Journal Of Geology*. 62 (5) :481-492.
- PERNA, G. (1957): «Perle di grotta di alcune cavità meridionali». *Studia Speleologica*. Giugno 1957. :8-10.
- PERNA, G. (1958): «Concrezioni libere di grotta». *Rass. Speleol. It. Mem.* IV. 1 :108-122.
- PERNA, G. (1959): «Perle di grotta poliedriche della galleria ferroviaria di Bergeggi (Savona)». *Rass. Speleol. It.* 11 (1) :18-20.
- PERNA, G. (1959): «Pisoliti della Grotta di Fiumelatte». *Rass. Speleol. It.* 11 (2) :63-65.
- PITTARD, J. J. et AMOUDRUZ, G. (1942): «Perles des cavernes». *La Revue Polytechnique. Bull. Société Suisse de Spéléol.* 25 août 1942.
- POBEGUIN, T. (1957): «Reproduction expérimentale de concrétions de carbonate de calcium». *Ann. de Spéléol.* 12 (14) :5-12.
- POND, A. W. (1945): «Calcite oolites or Cave Pearls found in Cave of Mounds». *Journal of Sedimentary Petrology*. 15 (2) :55-58.
- RIVIERE, A. et VERNHET, S. (1959): «Oolites actuelles ou subactuelles dans l'étang de la Palme (Aude)». *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences. Paris.* 249 :2.596-2.598.
- ROQUES, H. (1972): «Chimica dei carbonati ed idrogeologia carsica». *Preprints del Seminario di Speleogenesi, Varenna. Le Grotte d'Italia. Bologna.* :143-176.
- RUSNAK, G. A. (1960): «Some observations of recent oolites». *Journal of Sedimentary Petrology*. 30 (3) :471-480.
- SCAGLIARINI, E. (1973): «L'evoluzione delle pisoliti». *Sottoterra*. 12 (35) :4-8.
- SENET, J. (1964): «Sobre la presencia del aragonito en las cavidades kársticas e indicaciones para su reconocimiento». *Geo y Bio Karst.* (1) :10-11.
- SHEARMAN, D. J., TWYMAN, J. and ZAND KARIMI, M. (1970): «The genesis and diagenesis of oolites». *Proc. Geol. Ass.* 81 (3) :561-575.
- SHROCK, R. R. (1930): «Polyhedral pisolites». *Am. Jour. Sci.* 19 :368-372.
- SUESS, E. and FUTTERER, D. (1972): «Aragonitic ooids: experimental precipitation from seawater in the presence of humic acid». *Sedimentology*. 19 (1-2) :129-139.
- TOMÀS, Ll. (1919-1920): «Els minerals de Catalunya». *Trab. Inst. Cat. d'Hist. Nat.* :227-240.
- TROMBE, F. (1952): «Traité de Spéléologie». Payot. Paris.
- ULLASTRE, J. (1965): «El karst alóctono de Castellolí (Barcelona)». *Geo y Bio Karst.* (8) :2-6.
- ULLASTRE, J. (1967): «Geoespeleología de la Cova del Gel (Llimiana, Llérida)». *Bol. Secc. Estud. Cent. Exc. Puig Castellar.* (6) :122-127.
- ULLASTRE, J. y MASRIERA, A. (1968): «Introducción al estudio geoespeleológico del borde Noroeste del Calar del Mundo (Riopar, Albacete)». *Geo y Bio Karst.* (16-17) :4-19.
- ULLASTRE, J. y MASRIERA, A. (1970): «Un tipo especial de morfogénesis erosiva de elementos microclásticos». *Speleon*. 17 :23-25.
- ULLASTRE, J. (1971): «Ensayo bibliográfico de la Espeleología en Cataluña». *Speleon*. 18 :101-153.
- ULLASTRE, J.: «Aportación al conocimiento morfokárstico de la depresión de

- Matienzo (Santander)». Trabajo inédito a publicar en Cuadernos de Espeleología.
- VATAN, A. (1967): «Manuel de sédimentologie». Editions Technip. París. :233-265.
- VIEHMANN, I. (1963): «Un nou proces de geneza a perlelor de caverna (Un nouveau processus de genèse des perles de caverne)». Lucrarile Inst. Speleol. «Emil Racovita». 1-2 :295-303.

## ADDENDA

Las exploraciones espeleológicas llevadas a cabo después de la redacción del presente trabajo, nos permiten señalar la presencia de «perlas de caverna» en las siguientes cavidades:

*Cova Colomera* (Congost de Montrebei, Serra del Montsec, Lérida).

*Cova de la Bou* (Sarradell, Lérida).

*Avenc de La Febró* (Serra de Prades, La Febró, Tarragona).

*Bora Fosca* (Tavertet, Barcelona).

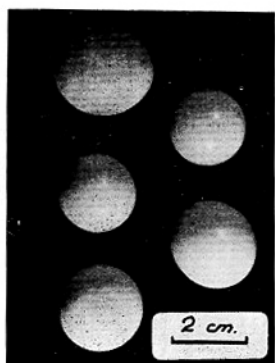
*Cueva de las Lechuzas* (Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, Perú).

Barcelona, septiembre de 1973.

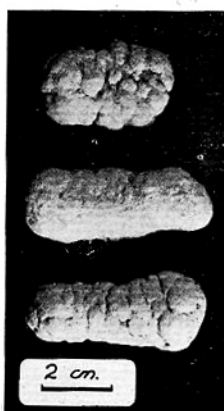
## LAMINA I

1. «Perlas» *pulimentadas brillantes* de la Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander).
- 2, 5. Pisolitos con textura *botrioidal* de Les Coves de Castellolí (Castellolí, Barcelona).
3. Pisolitos discoidales, cuyo núcleo es un gasterópodo (*Helix*), de la Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander).
4. Pisolitos con figuras de erosión; obsérvese los *alveolos de abrasión*. Cueva de Molino o del Agua (Matienzo, Santander).
6. Pisolitos discoidales con textura externa *botrioidal microaciculada*. Cova del Frare (Sant Llorenç del Munt, Barcelona).
7. Pisolitos con textura *aciculada* de la Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander).
8. Pisolitos discoidales mostrando la cara superior con textura *granulada*. Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander).
9. Pisolitos de gran tamaño recogidos en la Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander).

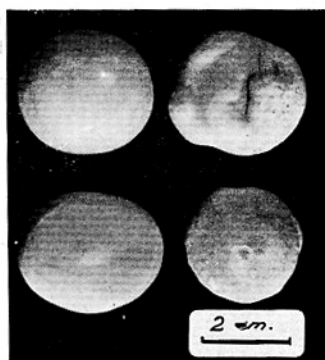




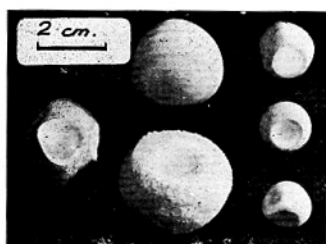
1



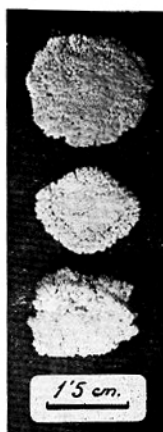
2



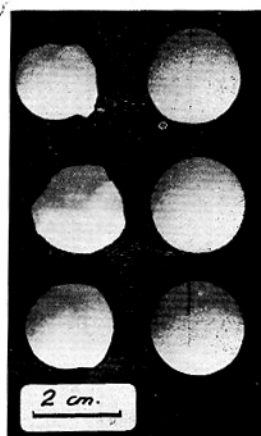
3



4



6



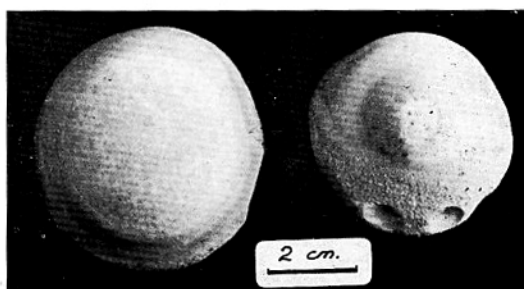
7



5



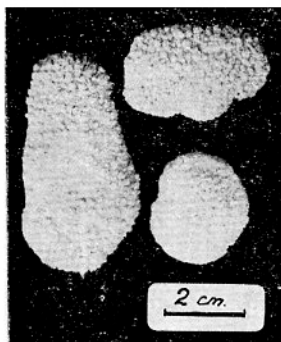
8



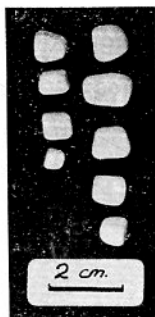
9

## LAMINA II

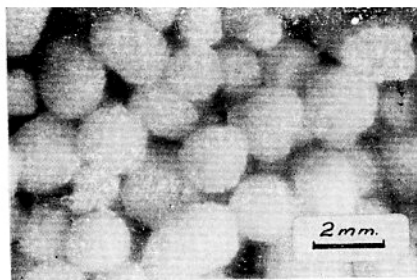
1. Pisolitos con textura externa *botrioidal microaciculada*. Cova Negra de Matasolana (Montsec, Lérida).
2. «Perlas» *poliédricas paralepipédicas* de la Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach (Odèn, Lérida).
3. Pisolitos *multiglobulares*. Cova del Gel (Montsec, Lérida).
4. Oolitos de la Cueva de los Chorros (Riopar, Albacete).
5. Oolitos con la superficie externa *microaciculada*. Cova del Gel (Montsec, Lérida).
6. Oolitos con la superficie externa *lisa-mate*. Forat del Quissigà (Montsec, Lérida).
7. «Nidos» de «perlas» del Forat del Quissigà (Montsec, Lérida).
8. Costra de oolitos y pisolitos. Cova del Gel (Montsec, Lérida).
9. Gran pisolito de la Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach (Odèn, Lérida).
10. «Nido» de «perlas» consolidado. Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander).
11. Pisolito con un voluminoso núcleo de caliza. Cova Negra de Matasolana (Montsec, Lérida).



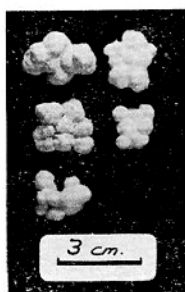
1



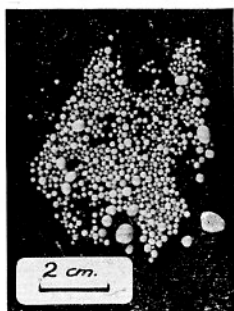
2



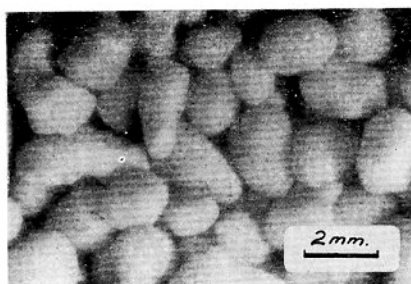
5



3



4



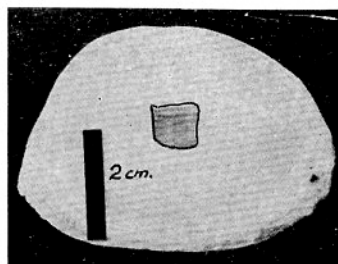
6



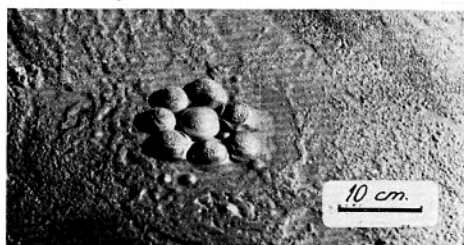
7



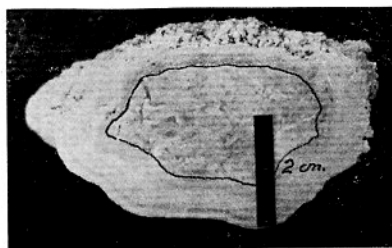
8



9



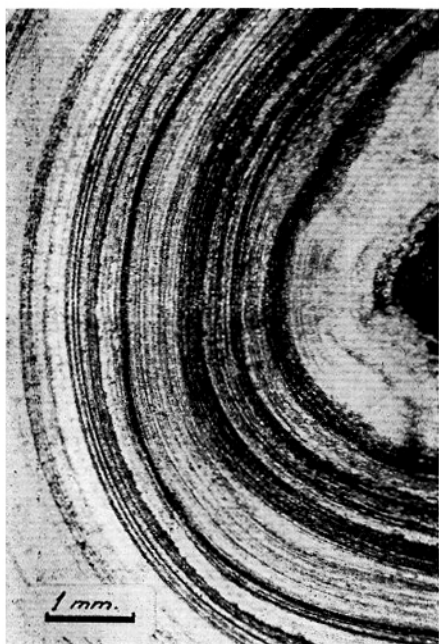
10



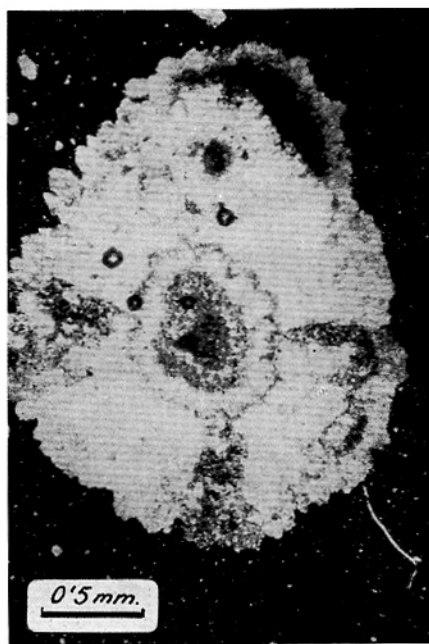
11

## LAMINA III

1. Pisolito con *estructura en bandas* (Nícoles cruzados). Bòfia de Torremàs o Avenc M. Ubach (Odèn, Lérida).
2. Oolito con *estructura fibroso-radiada*. Obsérvese la cruz negra de extinción (Nícoles cruzados). Cova del Gel (Montsec, Lérida).
3. Detalle interno de un pisolito del tipo *botrioidal travertínico* (Nícoles cruzados). Les Coves de Castellolí (Castellolí, Barcelona).
4. Pisolito mostrando bandas con texturas completamente distintas. A, Textura fanerítica fibroso-radiada. B, Textura afanítica con algunos granos mesocristalinos (Nícoles cruzados). Grotte de la Jacqueline (Caumont, Eure, Francia).



1



2



3



4

## LAMINA IV

Detalles de la estructura interna de cuatro pisolitos procedentes de la Cueva del Molino o del Agua (Matienzo, Santander). Las cuatro fotografías ilustran acerca de las *transformaciones neomórficas* que sufren las texturas de algunas «perlas de caverna».

1. Bandas afaníticas que en los puntos A, la textura original ha sido reemplazada por cristales de mayor tamaño. Obsérvese la interrupción de la continuidad de las líneas que determinan las láminas (Nícoles cruzados).
2. Véase como los grandes cristales de calcita (A) cortan e inflexionan las láminas compuestas por granos cristalinos más finos, destruyendo su regular convexidad y su continuidad originaria (Nícoles cruzados).
3. Banda integrada por un grupo de láminas, situada entre dos bandas faneríticas fibroso-radiadas. Obsérvese los numerosos puntos internos del grupo de láminas en donde se han producido cambios en el tamaño de los cristales y como la continuidad de las láminas es irregularmente interrumpida (Nícoles cruzados).
4. Numerosas fibras cristalinas atravesando una banda. Apréciese el festoneado que ello ha producido y como las impurezas han sido expulsadas en sentido radial (Nícoles cruzados).



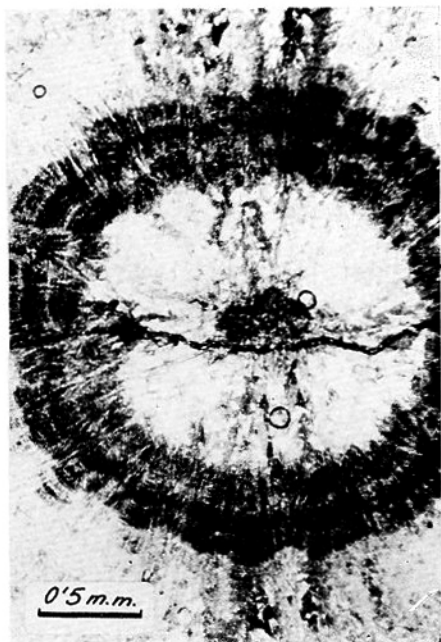
1



2



3



4





Speleon	20	Págs. 63-79	1973
---------	----	-------------	------

## Estudio sedimentológico de los materiales de relleno de la cova de les Teixoneres

por

DAVID SERRAT (\*) y J. F. ALBERT (\*)

### INTRODUCCIÓN

Este estudio se centra en tres problemas íntimamente relacionados entre sí: La morfología de la cavidad, el estudio petrográfico de los materiales de relleno de la cata B de la entrada y la correlación de los niveles de esta cata con los de la cata B de la entrada de la cueva del Toll.

La morfología de la cueva fue estudiada por J. M. THOMAS en 1954, limitándonos nosotros a recopilar los datos por él publicados (\*\*). El estudio petrográfico detallado de los niveles de Teixoneres es la primera vez que se lleva a cabo, habiéndose limitado su estudio a la fracción rudita y arenita de los mismos. También presentamos el estudio calcimétrico de todos los niveles de la cavidad.

Por último, intentamos efectuar una correlación entre el Toll y Teixoneres a partir de los datos polínicos de BUTZER y FREMAN y MENÉNDEZ AMOR y FLORSCHUTS, y de los datos paleomastológicos que ofrecen ambas cuevas.

---

(\*) Departamento de Geomorfología y Tectónica. Universidad de Barcelona. Facultad de Ciencias.

(\*\*) El estudio de esta cavidad fue emprendido por los doctores J. F. DE VILLALTA, M. FUSTÉ y J. M. THOMAS y sintetizado por Montserrat CASTELLVÍ en su tesis de Licenciatura (1970).

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

La cova de les Teixoneres se encuentra enclavada en la comarca del Moianés, al SE de Manresa y al SW de Vic, en el término municipal de Moiá. Las cuevas de Teixoneres y Toll se hallan a unos pocos centenares de metros de la masía de Can Closanes, situada cerca del borde del barranco por el que discurre el Torrent Mal.

Litostratigráficamente, la zona se halla situada en la parte alta de las calizas de Collsuspina, correspondientes al Mb. Tossa de la Fm. Sta. María, unos 50 m por debajo de la Fm. Artés, que constituye el techo continental de toda la serie marina del Eoceno superior (Priaboniense) infrayacente.

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO LOCAL

El perfil se ha iniciado en el lecho del Torrent Mal, al S de Can Closanes y se ha concluido en el contacto de los niveles rojos continentales del Eoceno superior.

De arriba a abajo se distinguen los siguientes niveles (fig. 1):

**TECHO.** — Formación Artés: arcillas y areniscas rojas que intercalan en la base pequeños bancos de caliza.

9 m. — Calizas nodulosas con fósiles fragmentados entre los que abundan los corales, ostréidos, gasterópodos. Intercalan algunos delgados niveles arcillosos de color gris-amarillento. Hacia el W pasan a contener gran cantidad de equínidos (entre los caminos de la Serra de les Closanes a Can Pares). Can Closanes se sitúa en la base de este nivel.

0,30 m. — Arcillas amarillentas con pequeñas intercalaciones arenosas.

45 m. — Alternancia de calizas nodulosas con arenas. Las calizas nodulosas son particularmente abundantes en la base de este nivel y poseen gran cantidad de corales, *Velates*, pectínidos, ostréidos y *Cerithium*. Presentan un aspecto muy caótico y en el techo engloban ya algún canto de cuarzo de 1-3 cm de diámetro.

A partir de los 18 m de la base aproximadamente ya dominan las arenas, que a su vez intercalan algunos niveles arcillosos. Estas arenas contienen gran cantidad de cantos de cuarzo y lidita de 1-3 cm de diámetro y

- restos fragmentados de ostréidos, corales y lamelibramquios. Poseen abundante actividad *burrowing* y presentan *large scale cross bedding* unidireccional dirigido al WSW con una inclinación de 20°.
- 15 m. — Calizas de estratificación masiva, compactas y localmente algo nodulosas. Constituyen el nivel de Teixonerres, cueva que se sitúa a unos 10 m de la base de este nivel. Poseen restos de fósiles muy fragmentados entre los que se han podido reconocer lamelibranquios, briozoos, ostreidos y *Pecten*.
- 0,20 m. — Cubierto. Parece adivinarse que se trate de arcillas amarillentas.
- 3 m. — Calizas detríticas. En la base existe un nivel de conglomerados constituido casi esencialmente de cantos de cuarzo y lidita de unos 3 cm de tamaño medio y 4-5 cm de tamaño máximo.
- 0,10 m. — Arcillas azuladas y negruzcas con abundante proporción de materia orgánica.
- 1,5 m. — Calizas detríticas con numerosos cantos de cuarzo y lidita de unos 2 cm de diámetro medio. Estos cantos forman localmente verdaderos lentejones que se disponen oblicuamente respecto a la estratificación. En la base se ponen de manifiesto *ripple marks* de gran longitud de onda que localmente poseen estructura interna formada por láminas inclinadas N 210° E. Este nivel parece acuñarse hacia el E.
- 0,40 m. — Arcillas negruzcas compactas.
- 2 m. — Calizas nodulosas detríticas con fragmentos de *Pecten*.
- 0,40 m. — Arcillas arenosas negruzcas.
- 0,50 m. — Caliza organógena con Miliólidos, *Velates*, lamelibranquios, ostréidos, *Pecten* y gasterópodos.
- BASE. — Arcillas azuladas.

## CARACTERES MORFOLÓGICOS DE LA CAVERNA

La zona en la que queda enmarcada Cova Teixonerres constituye un complejo cárstico desarrollado en las calizas de Colluspina a favor de dos sistemas muy desarrollados de diacladas orientados N 10° E y E-W.

El sistema cárstico local está formado por la Cova del Toll, Teixonerres, Cova Morta y el Avenc del Bassot, accidentes todos ellos

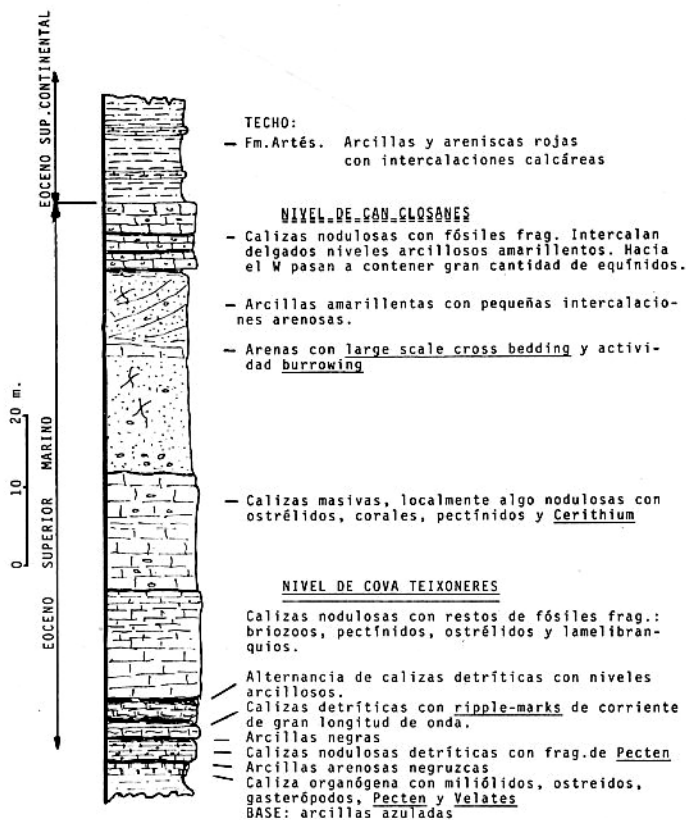
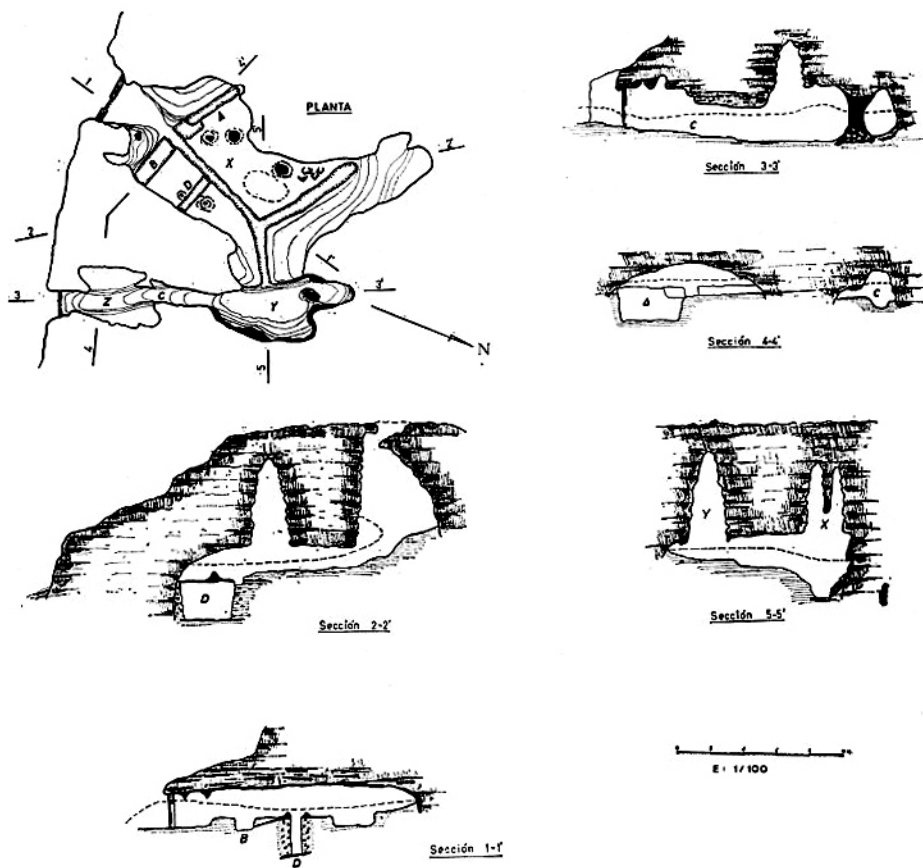


Fig. 1

situados en la margen derecha del Torrent Mal a pocos metros de altura sobre su cauce actual.

Cova Teixonerres consta de tres cavidades (X, Y, Z) unidas entre sí por cortos pasadizos. A la cavidad X, donde se han llevado a cabo las catas A, B y D, se penetra por una entrada de forma semicircular de unos 2,5 m de anchura (ahora tapiada). Esta sala tiene una planta ligeramente circular de 8 m de diámetro y a continuación experimenta un estrechamiento de 3 m para dividirse seguidamente en forma de Y, una de cuyas ramas, de 7 m de longitud respecto al eje de la sala X, comunica con el exterior mediante una chimenea

vertical de unos 8 m de altura. La otra rama, mucho más corta (4 m) conduce a la sala Y, de 8 m de longitud por 3 de ancho que, a su vez, comunica con la sala Z y con el exterior mediante un angosto corredor de 4 m de longitud y 1 de anchura (Fig. 2).



Topografía de J. M.<sup>a</sup> Thomas.

Fig. 2

Siguiendo el eje de máxima longitud de la cueva, se excavó, en 1954, una trinchera bifurcada igualmente en forma de Y con el fin de establecer un paso inicial y dar comienzo a las primeras excavaciones. En el plano puede observarse la altura a la que llegaba el suelo primitivo.

En la sección longitudinal 1-1' se aprecia perfectamente la influencia de los planos de estratificación en el modelado del techo de la cueva, mientras que en los perfiles 2-2', 3-3' y 5-5' pueden apreciarse las bóvedas puntiagudas que coronan el techo de la cueva, una de las cuales rompe al exterior, producto seguramente de una fase erosiva intensa por circulación forzada que excavó estas bóvedas verticales en sentido ascendente a favor de la red de diaclasas.

Los procesos reconstructivos son de escaso interés a excepción de una columna en la sala Y y la costra calcárea que tapizaba toda la cueva antes de su excavación, de la que únicamente queda la fracción estalactítica que recubre el techo (sección 1-1). La concreción que recubría el nivel del suelo antes de las excavaciones es post-paleolítica y pre-neolítica, como se verá más adelante.

No es arriesgado suponer que Teixonerés fuera la continuación de la galería S del Toll, prolongación que seguramente quedó destruida por la erosión regresiva del Torrent Mal, dando lugar a dos cavidades independientes.

## ESTUDIO PETROGRÁFICO DE LOS MATERIALES DE RELLENO DE LA CATA B

### 1. TOMA DE MUESTRAS

El estudio petrográfico se ha llevado a cabo con los materiales de la cata B, situada a la derecha de la entrada, ya que es la que presenta mayor profundidad, a pesar de estar rellena en la actualidad con más de medio metro de materiales ajenos a la misma.

En 1955, los doctores VILLALTA y FUSTÉ y el Sr. THOMAS llevaron a cabo la excavación de la cata, y establecieron en ella 15 niveles delimitados por criterios petrográficos y paleontológicos. Nosotros, 17 años después, no hemos podido reconstruir la misma estratigrafía de detalle debido al estado en que se encuentra la cata y a la alteración que han experimentado los diferentes niveles, ya que la cata se halla en la misma boca de entrada de la cueva y ésta ha estado expuesta a la intemperie hasta hace unos pocos meses. Es por este motivo que efectuamos la descripción de ambas columnas estratigráficas y su correlación mutua (fig. 3).

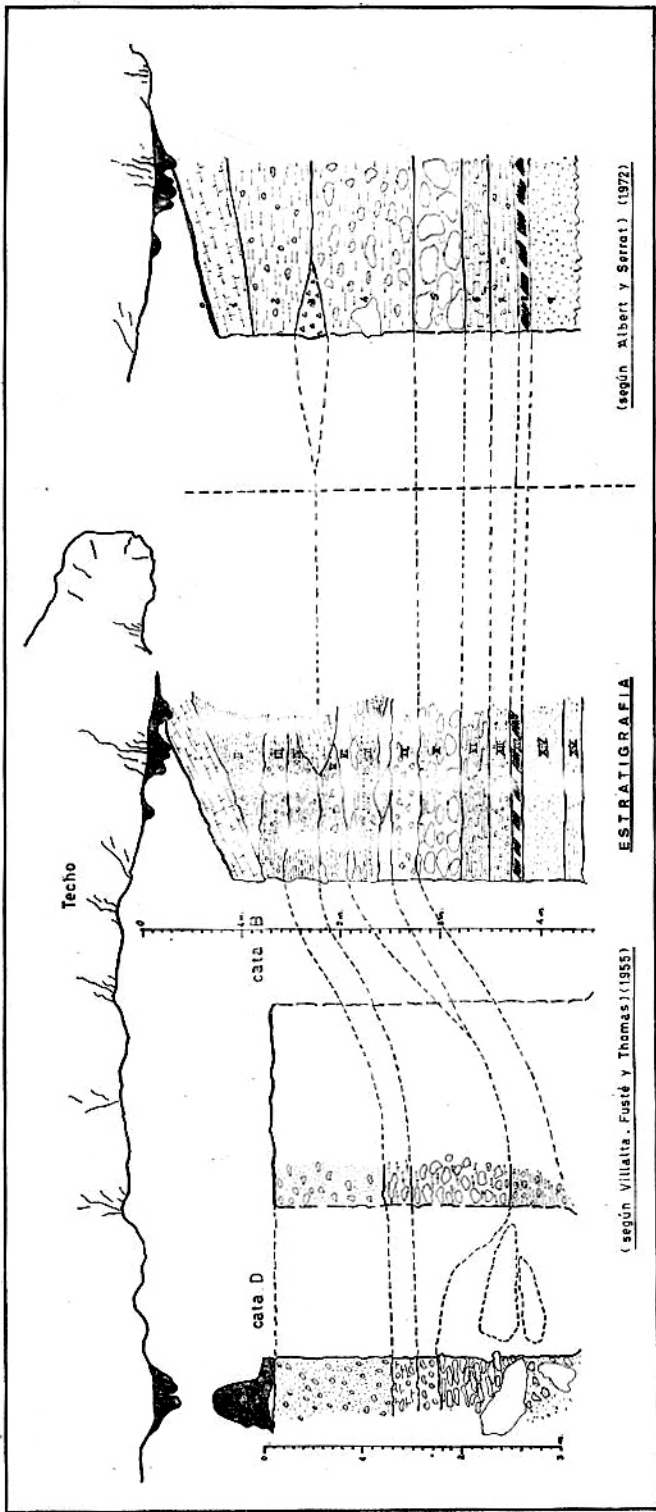


Fig. 3

## 2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LOS NIVELES

Describimos en primer lugar la estratigrafía de VILLATA, FUSTÉ y THOMAS (1955):

- I. — Travertino alterado. *Ursus spelaeus*, *Equus caballus*, *Cervus elaphus*.
- II. — Arcillas y arenas con algunos cantos. *Equus caballus*, *Hiena spelaea*.
- III. — Arcilla con cantos pequeños algo travertinizados. Sin fauna.
- IV. — Arcilla arenosa con cantos pequeños que pasan a travertino. *Cervus elaphus*, *Bison*, *Hiena spelaea*.
- V. — Cantos y arcillas. Sin fauna.
- VI. — Arenas. Sin fauna.
- VII. — Grandes cantos. *Ursus spelaeus*. Bóvido.
- VIII. — Pequeños cantos planos, restos de hogar, sílex, arenas. *Ursus spelaeus*. *Cervus elaphus*.
- IX. — Arenas y cantos. Sin fauna.
- X. — Cantos angulosos. En los 20 cm superiores: *Oryctolagus*, *Vulpes*, *Equus*, *Cervus elaphus*. En los 20 cm inferiores: *Linx*, *Oryctolagus*, bóvido grande, coprolitos de *Hiena spelaea*.
- XI. — Cantos planos. Bóvido grande, *Equus caballus*, coprolitos de *Hiena spelaea*.
- XII. — Cantos pequeños con arcilla. Sin fauna.
- XIII. — Capa negra estalagmitizada. Sin fauna.
- XIV. — Arenas. *Ursus spelaeus*, *Bos*, *Bison*.
- XV. — Arcilla arenosa. *Rhinoceros etruscus*. *Ursus spelaeus*. *Ursus arctos*.

Nuestro perfil estratigráfico es el siguiente:

0. — Costra travertínica de unos 6 cm de potencia. Su espesor es muy irregular a lo largo de los restos que quedan intactos en la cueva (1-15 cm).
1. — 0,40 m de arcillas y travertino alterado que engloban cantos de caliza (\*) de tamaño comprendido entre 1 y 10 cm. En los cantos se observan huecos de disolución, señales

---

(\*) En todos los niveles, los cantos son de caliza organógena (biomicrita) con gran cantidad de terrígenos (esencialmente cuarzo). Los fósiles son exacoralararios, gasterópodos, miliólidos, ostreidos y briozoos.



dudosas de eolización posteriores a la formación de estos huecos y una costra calcárea del orden de 0,5 mm que los recubre localmente.

- 2.— 0,70 m de arcillas ligeramente arenosas con cantos de caliza cuyo tamaño oscila entre 2 y 40 cm. Los cantos presentan también concreción calcárea, existiendo verdaderas brechas cementadas por travertino.
- 3.— Cuña zonal de brechas formadas por coprolitos, granos de cuarzo y cantos de caliza envueltos en matriz arcillosa con restos carbonosos. Su potencia es de 10 a 30 cm.
- 4.— 1 m de arcillas con gran abundancia de cantos gelivados de caliza, en los que se observa un posterior picoteado de disolución y la formación de una concreción calcárea final sobre ellos.  
Se ha efectuado el análisis granulométrico de la escasa fracción arenita existente en este nivel.
- 5.— 0,60 m de grandes bloques de caliza cuyo tamaño máximo es de 1 m de longitud por 0,40 m de anchura. Presentan también concreciones calcáreas.
- 6.— 0,35 m de losas horizontales de caliza de 20 a 70 cm con frecuentes concreciones calcáreas. Se ha efectuado un análisis granulométrico de la escasa fracción arenita existente en los niveles 5 y 6.
- 7.— 0,30 m de arcillas con cantos angulosos de caliza de pequeño tamaño (1-10 cm) que no presentan concreciones calcáreas. Algunos de estos cantos son fragmentos de exacoralaris, rodados unos y perfectamente conservados otros. Se ha efectuado el análisis de la escasa arena existente en este nivel.
- 8.— 0,18 m de brechas formadas por granos muy rodados de cuarzo y lidita, 0,50 a 2 m de diámetro, y fragmentos de caliza y huesos. Se halla todo englobado en una matriz arenoso-arcillosa negruzca (carbonosa?).
- 9.— Arenas arcillosas bien clasificadas. El estudio morfoscóptico revela la existencia de dos tipos de granos predominantes: unos subredondeados brillantes y otros angulosos que no han experimentado casi transporte. Es de suponer que los primeros procedan de los niveles de playa situados en la serie estratigráfica local por encima de las calizas organógenas, y los segundos sean los terrígenos existentes en las calizas de este nivel, que han sido liberados por disolución de las mismas.

A continuación damos los resultados de los estudios granulométricos efectuados. Todas las arenas son bien clasificadas, lo que hace suponer que proceden de los niveles de playa de la parte superior de la serie estratigráfica, así como los gruesos granos de cuarzo y lidita que forman las brechas del nivel 8. También se estudia la calcimetría de cada uno de los niveles de la cueva. Nótese la disminución en el porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  del nivel 9 (fig. 4).

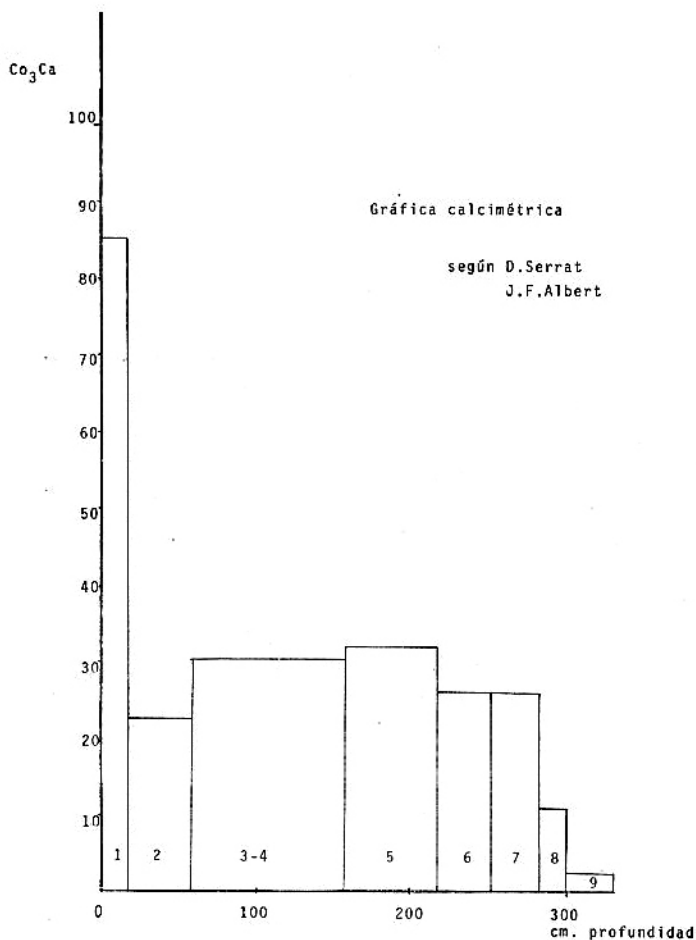


Fig. 4

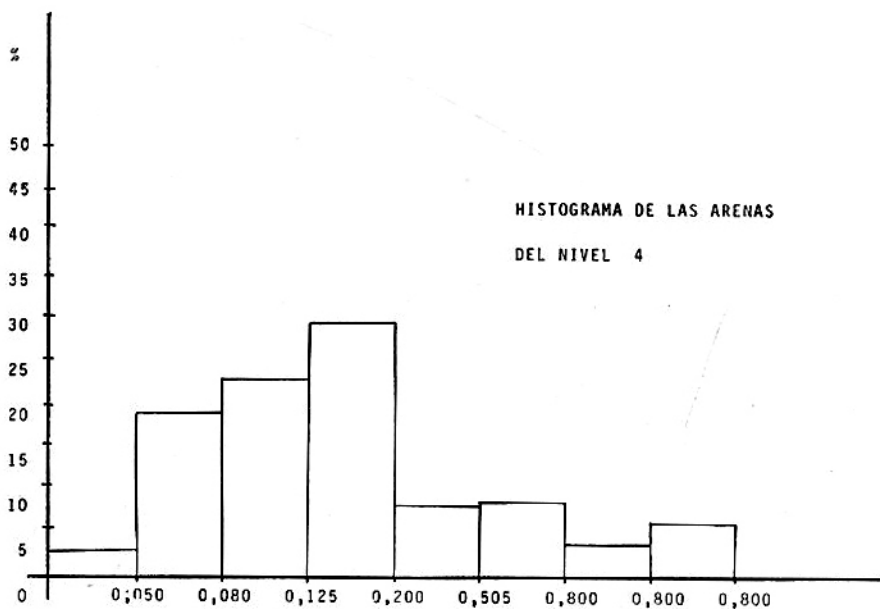


Fig. 5

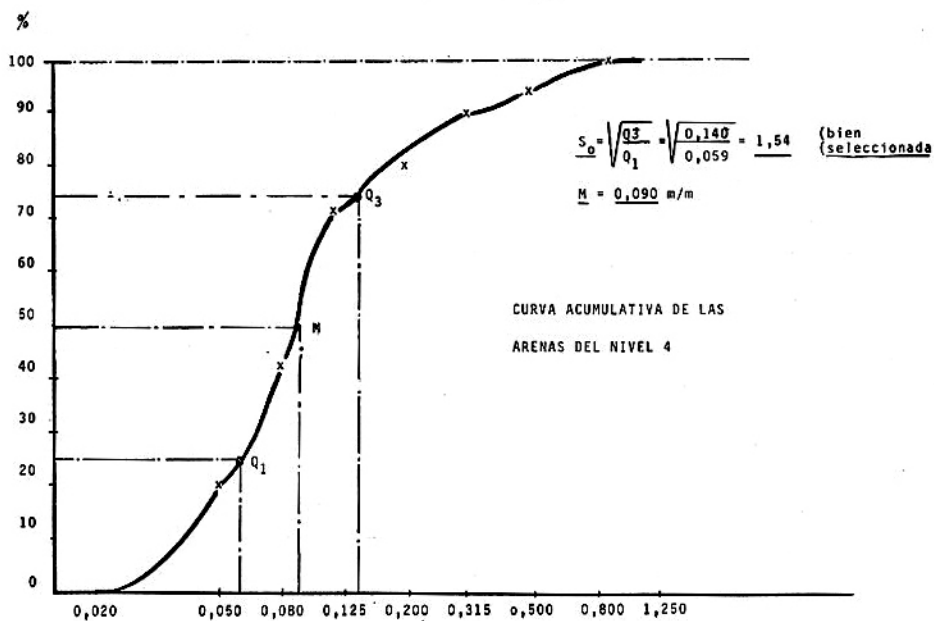


Fig. 6

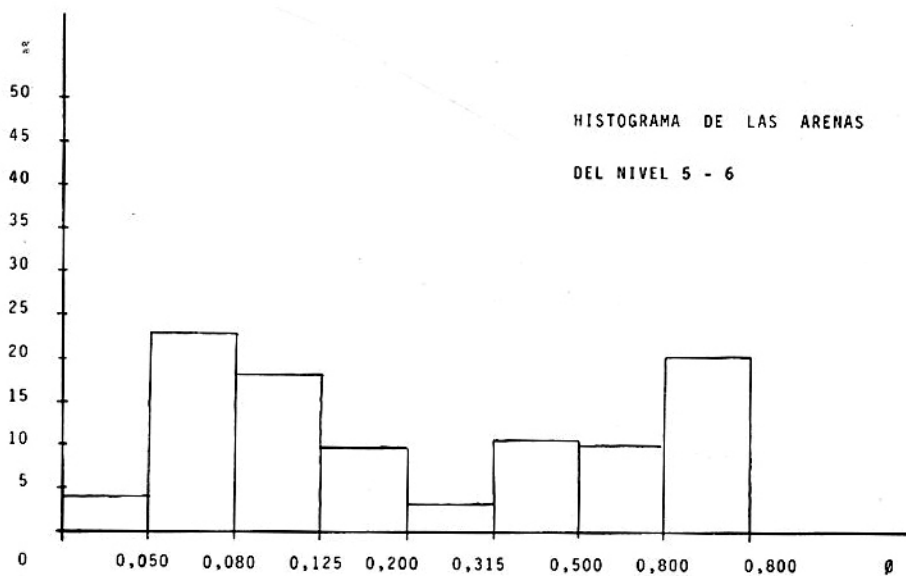


Fig. 7

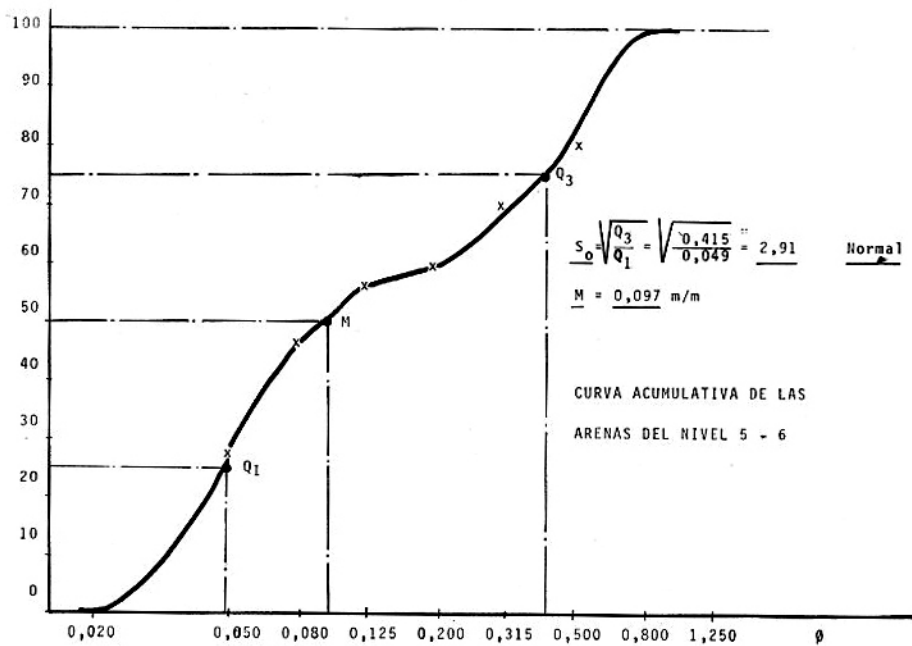


Fig. 8

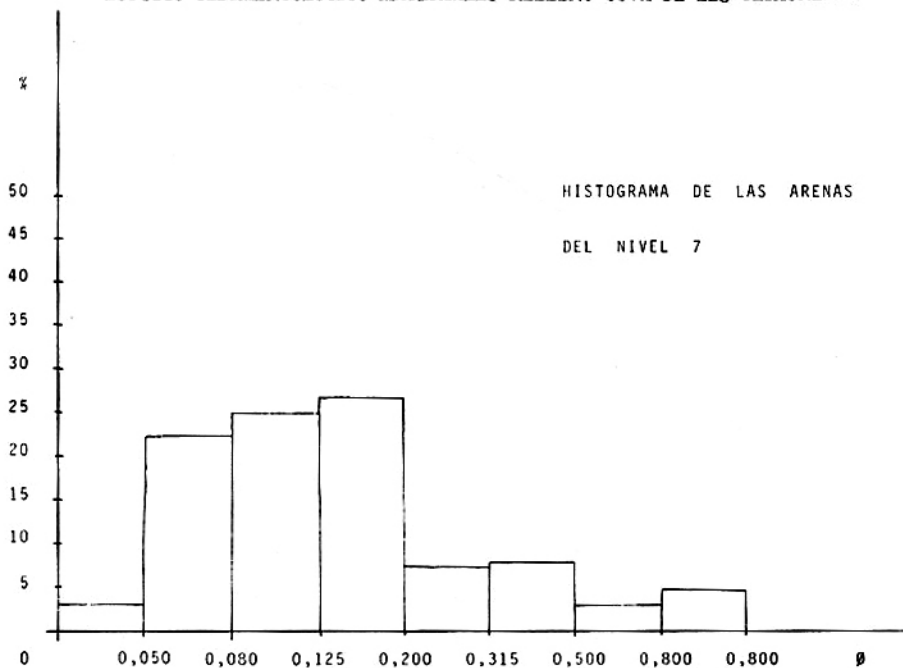


Fig. 9

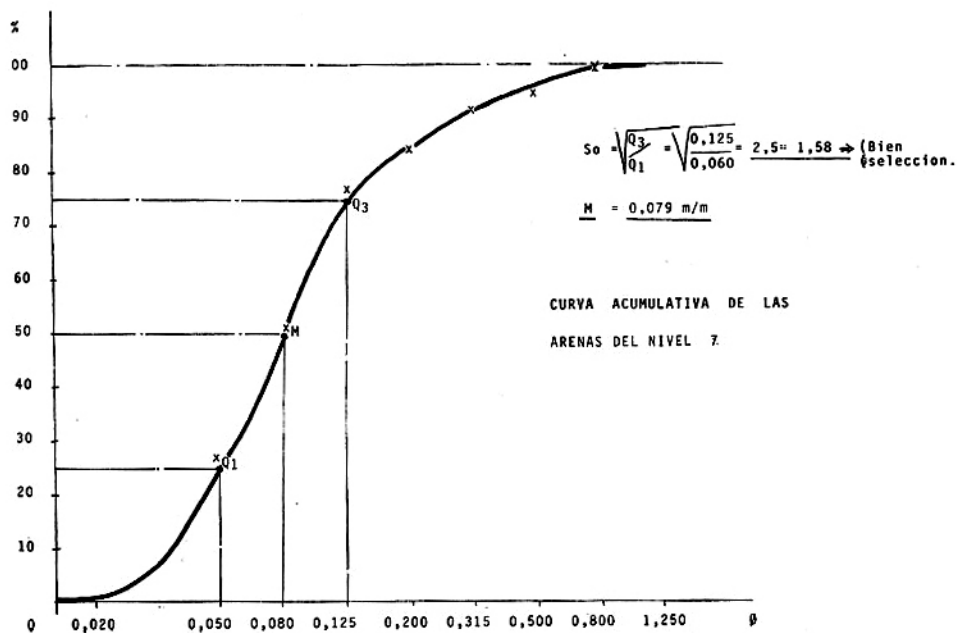


Fig. 10

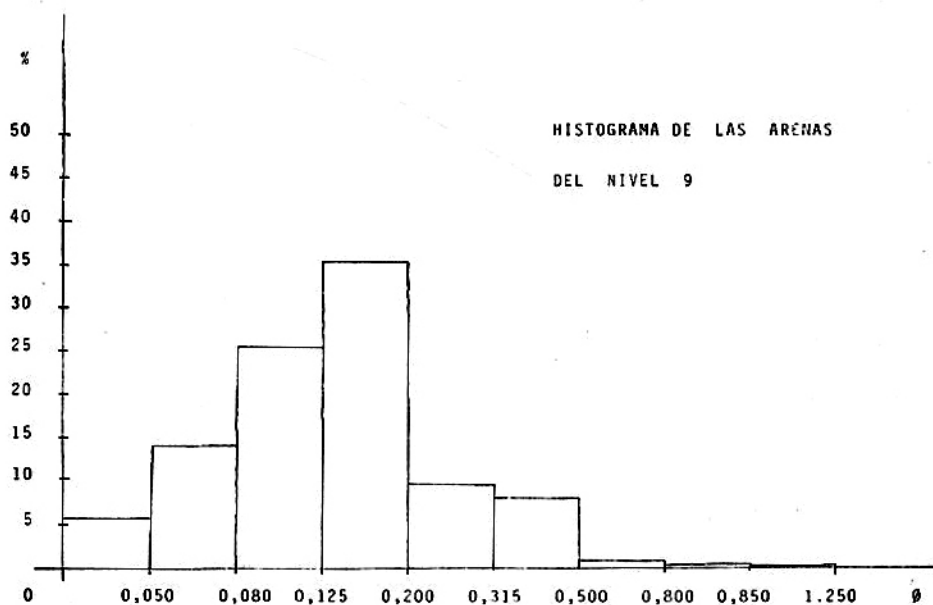


Fig. 11

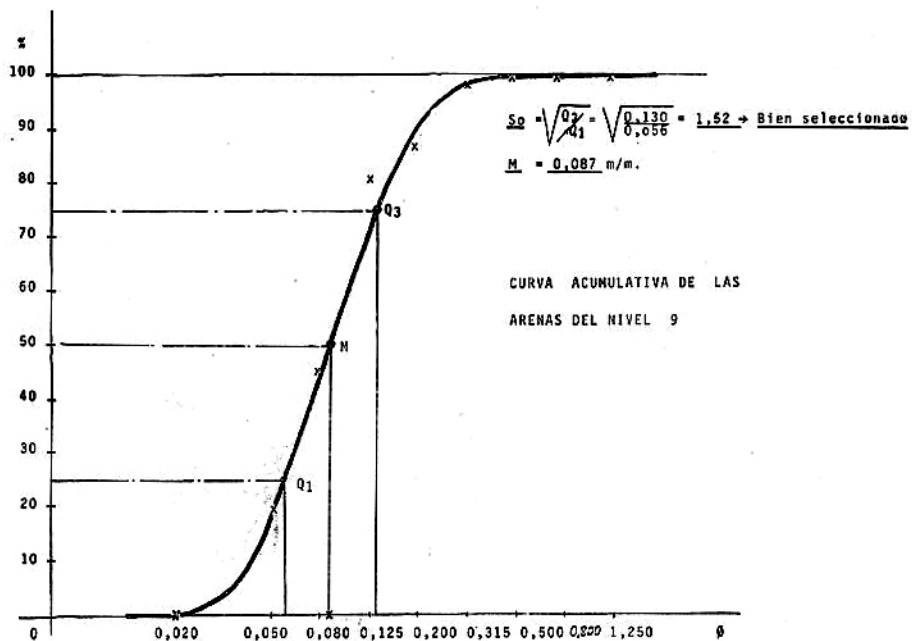


Fig. 12

## INTENTO DE CORRELACIÓN ENTRE TEIXONERES Y EL TOLL

La cronología del Toll, basándonos en los datos faunísticos del doctor J. F. DE VILLALTA, en los polínicos de DONNER y KURTEN, modificados posteriormente por BUTZER y FREEMAN, y en el último intento de correlación publicado, debido a LUMLEY-WOODYEAR, queda como sigue (se compara paralelamente con Teixoneres) (ver fig. 13).

Los criterios que empleamos para correlacionar Teixoneres con el Toll, son los siguientes:

— Como ya hemos mencionado al tratar de la morfología de la cueva, la costra travertínica que constituye nuestro nivel 0 es post-paleolítica y preneolítica como se desprende de los datos arqueológicos.

— En el nivel XV de la estratigrafía de VILLALTA, FUSTÉ y THOMAS se encontró *Rhinoceros etruscus*, especie que desaparece en el Würm. Este nivel se encuentra cubierto en la actualidad, pero el poco porcentaje de CO<sub>2</sub>Ca encontrado en los niveles 9 y 8 (XIV y XIII) nos hace interpretarlos todavía como pertenecientes al interglaciar Riss-Würm.

La proporción de carbonato cálcico aumenta sensiblemente a partir del nivel 7, por lo que creemos puede pertenecer ya al Würm. Además, la existencia de grandes losas y cantos recubiertos de concreciones calcáreas de los niveles 6 y 5, parecen indicar intensos fenómenos de gelivación (la costra calcárea de los cantos prueba el origen autóctono de los mismos). En el nivel 4 existen también cantos gelivados.

Diremos, finalmente, que del estudio morfoscópico de los cantos de todos los niveles de Teixoneres se desprende que pertenecen todos a la citada cueva, ya que presentan concreciones calcáreas (excepto los del nivel 7) y su litología coincide con la de las calizas que forman el estrato donde se ha desarrollado la cavidad. Las arenas, por el contrario, parecen proceder en su mayor parte, de los niveles de playa existentes sobre estas calizas, aunque una parte de las mismas, como ya se ha explicado anteriormente, pueden proceder de la fracción terrígena de las anteriores calizas.

Asimismo, los pequeños cantos de cuarzo y lidita que aparecen en el nivel 8, parecen estar también relacionados con los niveles de playa anteriormente citados.

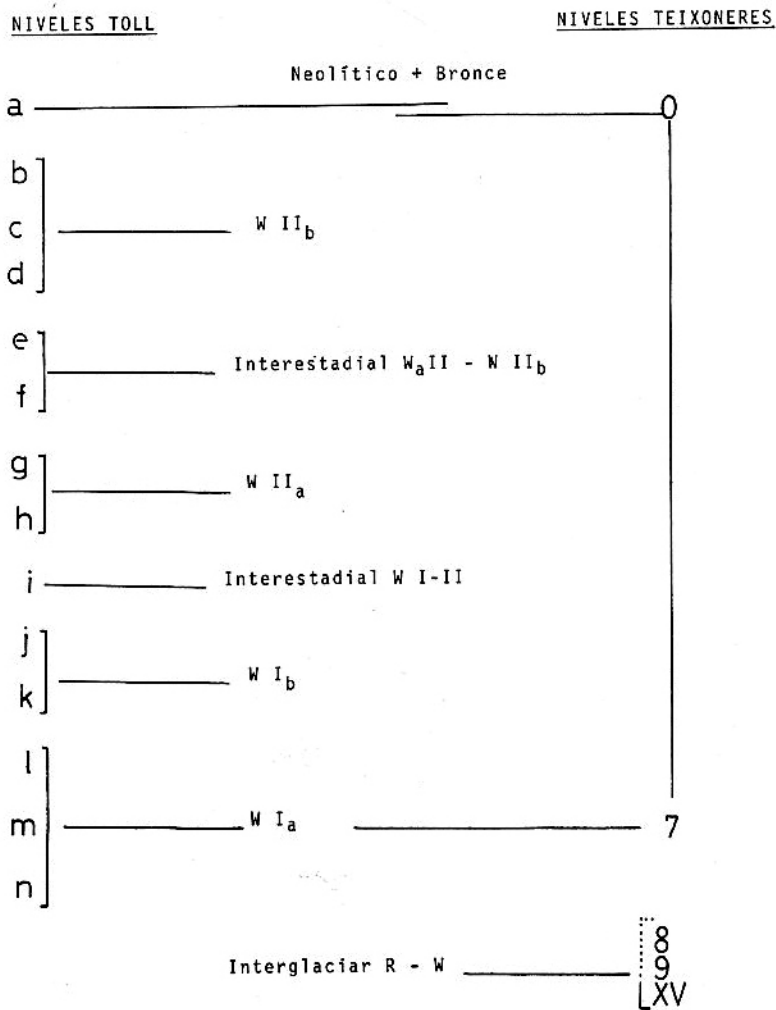


Fig. 13



## BIBLIOGRAFÍA

- BUTZER, K. W.; FREEMAN, L. G.: Pollen analysis at the Cueva del Toll, Catalonia: A critical reappraisal. *Geologie en Mijnbouw*, vol. 47, pp. 116-120. 3 fig. Delft (1968).
- CASTELLVÍ, M.: Estudio de la Cueva de les Teixonerres. Tesina. Barcelona (1970).
- DONNER, J.; KURTEN, B.: The floral and faunal succession of Cueva del Toll, Spain. *Eiszeitalter und Gegenwart* n. 9, pp. 72-83. 7 fig. Öhringen-Wurt (1958).
- LUMLEY-WOODYEAR, H.: Le Paléolithique inférieur et moyen du Midi Méditerranéen dans son cadre géologique. T. II. Centre Nat. de la Rech. Scient. Paris (1971).
- MASRIERA, A.: Contribución al estudio sedimentológico de la Cueva del Toll. Morfometría y caracteres de los cantos del nivel H de la galería Sur. *Geo y Bio Karst*, Año IV, pp. 446-448, 3 fig. Barcelona (1968).
- MENÉNDEZ AMOR, J.; FLORSCHÜTZ, F.: Análisis polínico de sedimentos tardiglaciares en la Cueva del Toll (Moyá) Barcelona. *Estudios Geológicos*, V. XVIII, pp. 93-95. Madrid (1962).
- SERRA RAFOLS; VILLALTA, J. F.; THOMAS, J. M.: Alentours de Barcelone et Moia. Livret guide des excursions B<sub>2</sub>-B<sub>3</sub>, INQUA Vème Congrès International. Madrid-Barcelona (1957).



## Perforaciones de anélidos en los sedimentos de la cueva de Cornavaques (Pollensa-Baleares)

por

J. A. ENCINAS S. (\*)

RESUMEN. — Durante el estudio de los *sedimentos autóctonos* de la Cueva de Cornavaques, se localizó una *fase* bien delimitada de *sedimentos alóctonos* conteniendo perforaciones de una colonia de *Anélidos Oligoquetos* (*Lumbricus communis?*) emplazada 200 metros de la entrada a la cavidad y a 20 metros de profundidad, en relación a la superficie exterior.

RÉSUMÉ. — Pendant l'étude des sédiments autoctones de la grotte de «Cornavaques» on a localisé une phase bien délimitée de sédiments alloctones, qui ont des perforations d'une colonie d'anélides, oligoquets situé a 200 m. de l'entrée à la cavité et à 20 m. de profondeur en relation à la superficie extérieure.

La Cueva de Cornavaques es uno de los más bellos fenómenos subterráneos de la zona de Pollensa (Mallorca - Baleares) y dentro de ella su «Sala de Las Columnas» adquiere una gran suntuosidad, con un *aporte hídrico cenital* constantemente precipitándose sobre las transparentes aguas de un pequeño lago. Este aporte, de agua cálida, le llega de un sumidero superficial instalado en un arroyuelo de un manantial emplazado ladera arriba de la montaña, y sigue en su descenso la superficie de contacto que le brinda largas raíces

---

(1) Gorg: hoyo, olla, charco, manantial, fuente. (*Al exte. ior*). Según el «Vocabulari Mallorquí-Castellà», de Francesc de B. Moll. Ed. Moll. Palma de Mallorca, 1965, pág. 159.

Gour: vocablo de la terminología espeleológica.

(\*) Del Grupo Norte de Mallorca.

de plantas del exterior (¿*Murtera*, *Myrtus Communis*?) que forman el núcleo de las *estalactitas* y *columnas* emplazadas en el centro de la sala, hasta el «lago» (12 metros de alto y de 3 a 5 cm de diámetro). El agua sigue el perímetro exterior de las raíces, a través de un proceso *laminar*, llegando a fosilizar completamente el núcleo vegetal.

El mismo sumidero superficial, localizado en la topografía exterior, nos ofrece otros fenómenos peculiares: este sumidero parece corresponder a un *gorg* (1) del lecho de un torrente, con una capacidad libre exterior de 1'5 m<sup>3</sup> aproximadamente; circunstancia que pretendemos relacionar con las siguientes observaciones:

— El aporte hídrico está asegurado normalmente durante todo el año, merced a las *escorrentías* superficiales provenientes de un manantial emplazado más arriba, sobre un lecho de *margas*.

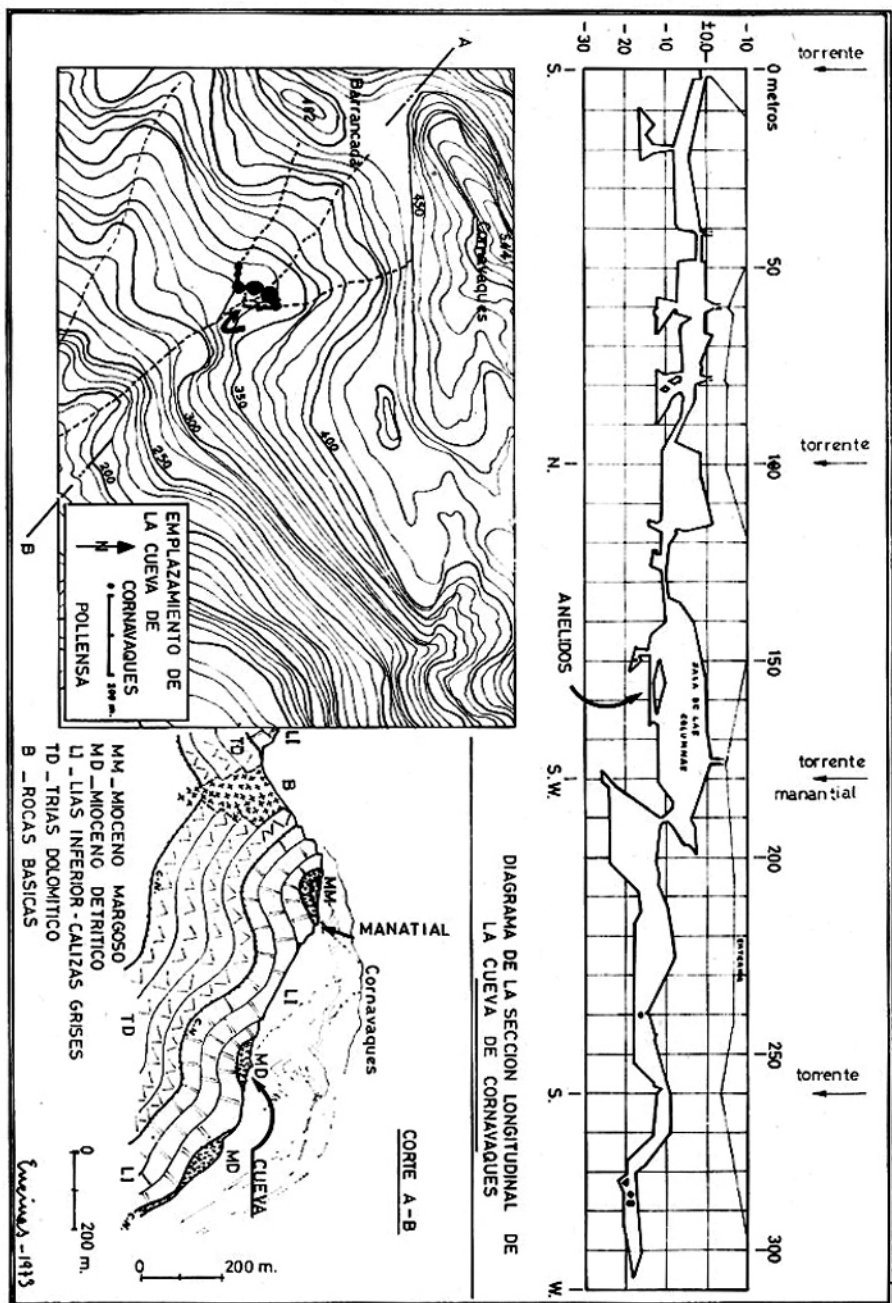
— La *sobrecarga* de agua motivada por las lluvias estacionales de invierno apenas interfiere el continuo *degoteo cenital*, que se mantiene relativamente constante, gracias al mecanismo regulador del mencionado *gorg* superficial. Cuando a este *gour* le llega un exceso de agua, rebosa hacia el cauce normal del torrente, lejos de las capturas hidrogeológicas de la cavidad. La *fase* actual debió originarse al quedar obstruido el antiguo sumidero que permitía la caída libre de agua torrencial, piedras de considerable tamaño y restos orgánicos, desde el exterior a la «Sala de Las Columnas».

— Coincidiendo con los *ejes estructurales* de la cueva (S-N: 90 m; N-SW: 70 m; S-W: 60 m) y la *megaclasa* responsable del espectacular torrente exterior, se origina una serie de aportes que se deslizan en sentido NW-SE, en función de la *escorrentía* y *reservas kársticas* del *lapiaz* suprayacente, que en definitiva, son los que vienen condicionando la morfología de la cavidad, con sus puntos de absorción provocando *cavitaciones fusoidales* intercomunicadas y favorecidas por la estructura geológica local.

— Fijada una *fase*, ya avanzada, que la reconoceremos (*fase B-1.<sup>a</sup>*) como representada por grandes *coladas* y *macizos columna-res* muy poderosos afianzados sobre *testigos de sedimentos detríticos*, podemos proseguir una lectura más asequible y cercana de la evolución sedimentológica de la cavidad. Estudiada ésta, nos plantea lo que llamaremos *fase de inundación* (*fase B-2.<sup>a</sup>*) por barros en casi toda la sección de la cueva, cubriendo un mismo *nivel* notablemente horizontal. (Ver figura).

Niveles sucesivos quedaron marcados (*ondas*) en todo el perímetro de las salas superiores de la cueva, y pueden ser debidos al periódico relleno *detrítico hipogeo*.

— En la *fase* «B-3.<sup>a</sup>» parece haber una *emigración* de los ba-



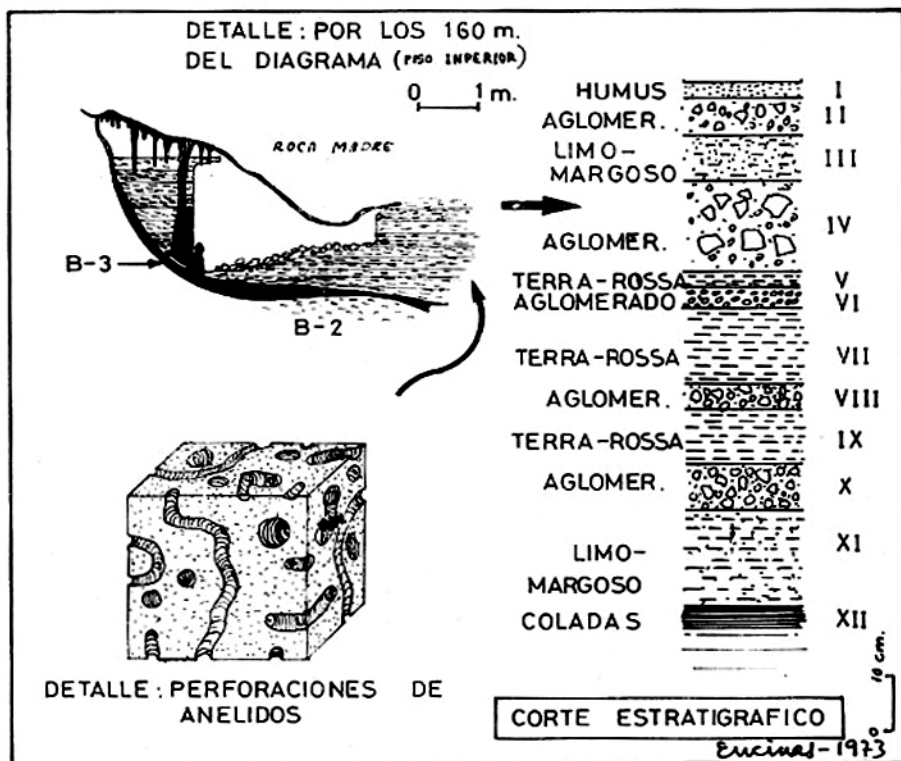
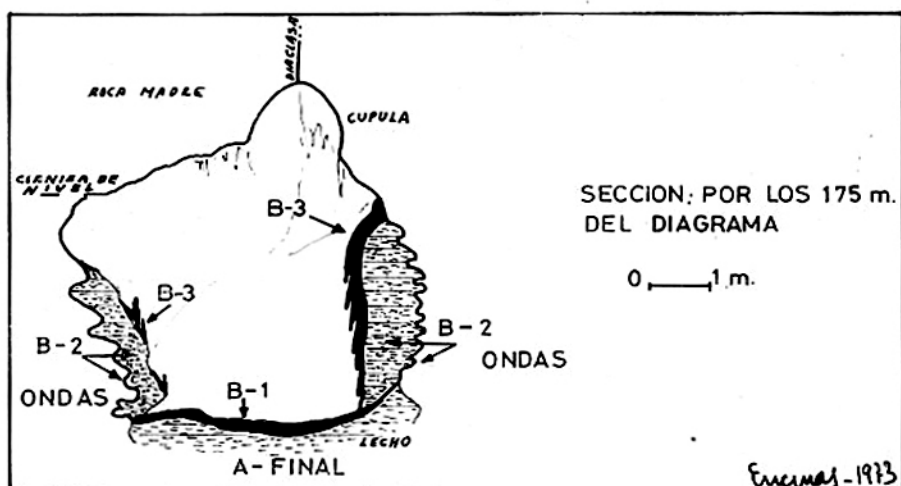
rros no consolidados por *cemento estalagmítico*; descubriéndose en esta *fase* antiguas *coladas* y concreciones antes sepultadas. Es posible que ello coincida con el inicio del aporte torrencial correspondiente al sumidero exterior, en el momento de su abertura. Por la boca de la sima así abierta, penetró barro, gravas y piedras de considerable tamaño (desde grano milimétrico hasta cantos de  $15 \times 25 \times 25$  cm).

En el corte estratigráfico (ver figura), puede observarse la alternancia entre gravas gruesas, gravas finas arenosas y limos.

En estos sedimentos no hemos podido clasificar ningún resto animal que nos permita situar cronológicamente los períodos correspondientes, pero sí se observa una selección de grano, mostrándonos un primer momento de *turbulencia* (predominan cantos gruesos), un momento de *arrastré* (cantos medianos y limos), y un momento de *deposición* (sólo granos finos- arenosos y limos), como partes integrantes de cada *interfase estacional* o meteórica breve.

Así pues: una lluvia torrencial debió provocar la *turbulencia* en su primer momento, seguido de *arrastré* menor al amainar el aguacero y, una vez las aguas en el fondo de la cueva, antes de infiltrarse en profundidad, depositan las materias en suspensión, producto de alteración de las calizas detríticas areniscosas del exterior.

El orden predominante de los granos finos incluidos en los estratos de granos más gruesos, y nunca a la inversa, demuestra, a nuestro entender, la momentaneidad de las *interfases*. Esto nos sitúa ante unos *coluviones* con una potencia de 1,50 metros, que pueden estar emplazados, y de hecho parecen estarlo, durante un tiempo mínimo. Sólo la presencia de *margas* del estrato III, antepenúltimo momento de una *interfase*, nos plantea cierto problema. Esto parece obedecer a un *arrastré* desde la zona más alta del terreno, donde está el manantial otras veces mencionado y significa el cierre de una *fase* que se inició con el primer depósito de *margas* sobre la *colada* de la *fase* precedente. El estrato II es un *arrastré hipogeo* de residuos alóctonos. El estrato I ofrece un dato concreto: las tierras húmicas introducidas desde los alrededores del manantial exterior transportaron con su llegada una colonia de *Anélidos*, *Oligoquetos* (*Lumbricus communis*?) que se instalaron y desarrollaron brevemente en el interior de la cavidad, comenzando sus perforaciones en la misma *capa madre* primero, y explorando luego las restantes, hasta desaparecer posiblemente por inadaptación. De que los *Oligoquetos* subsistieron durante cierto período de tiempo, parecen pruebas las 90 cabezas de perforaciones por cada metro cuadrado de la sección (60 % en los estratos I, II, III, y el resto decreciente), hasta incluso las *margas* del estrato de la base.



Los diámetros de las perforaciones oscilan entre 5 y 16 milímetros, con restos de los materiales removidos y buenos vaciados modelados en la compacta arcilla (*Terra-rossa y margas*) que conserva perfectamente todos los detalles externos del anélido perforador.

La frecuente *acronología aparente* de este tipo de estratigrafías (EGOZCUE, 1971) se muestra aquí en un caso típico muy representativo: primer momento, inicio de la *interfase* con *limos de margas*; y el último momento, de la misma *interfase*, con idénticos *limos margosos*.

Estratigrafía horizontal inalterada.

El estrato II y el XI, son debidos, según nuestras apreciaciones, a limos margosos transportados por el agua del manantial. El resto de los sedimentos, corresponde al aporte de aguas torrenciales de *escorrentia pluvial*.

El proceso se interrumpió al obstruirse la boca de penetración o sumidero y no dio lugar a repeticiones periódicas.

Posteriormente aguas agresivas reexcavaron parcialmente estos depósitos, prosiguiendo las sedimentaciones hacia la *fase «B-4.»*, pero esta fase sale ya de las pretensiones del presente trabajo y queda para el completo estudio, más extenso y cuidado, de los sedimentos de la Cueva de Cornavaques.

## BIBLIOGRAFÍA

- GRUP NORD DE MALLORCA: (1972). Inventari Espeleològic de Pollensa (Mallorca). Any 1971. «*Escuela Catalana de Espeleologia*». Publicación del II Simposium de Metodologia Espeleologica. VI b. 1-15. Barcelona.
- EGOZCUE, J. J.: 1971. Estudio del cono de materiales alóctonos de la «Cova de Sa Font». «*Speleon*», 18: 4-53. Barcelona.
- MASRIERA, A.: 1970. Contribución al estudio de los sedimentos varvados hipogeos. «*Speleon*», 17: 27-39. Barcelona.
- SCALA, C.: (1965). Istanze statiche ed dinamiche della Speleologia contemporanea. «*Speleon*», 1-4: 13-28. Oviedo.
- LLOPIS LLADÓ, N.: 1970. Fundamentos de Hidrogeología Cárstica. Edit. Blume: 144-155. Madrid.
- RENAULT, P.: 1971. La formación de las cavernas. Ed. Oikos-tau: 7-122. Barcelona.
- GÈZE, B.: 1968. La Espeleología Científica. Ed. Martínez Roca: 62-77. Barcelona.
- DAVIS, S. N.; WIEST, R. DE: 1971. Hidrogeología. Ed. Ariel: 49-109. Barcelona.
- MASRIERA, A.: 1968. Contribución al estudio sedimentológico de la Cueva del Toll. «*Geoc y Bio Karst*»: 4:446-448. Barcelona.



Speleon	20	Págs. 87-90	1973
---------	----	-------------	------

## Un nuevo *SPEOCHARIS* cavernícola del norte de Palencia

(COL. CATOPIDAE)

por

F. ESPAÑOL

**RÉSUMÉ.** — Description d'un nouveau *Speocharis* (Col. *Catopidae*) des Monts Cantabriques: *S. nuptialis* n.sp., récolté dans une grotte des contreforts méridionaux des Picos de Europa, près de Velilla de Carrión, prov. de Palencia (AUROUX leg.).

Como indico en la nota que acabo de dedicar a diferentes trépidos de la fauna española, en abril y agosto de 1971, miembros del S.A.S. del Centro Gimnástico Barcelonés organizaron sendas campañas espeleológicas en el sector de Velilla de Carrión, Camporeondo y Cardaño, al norte de la provincia de Palencia; campañas particularmente interesantes no sólo por afectar a una zona poco explorada bajo el punto de vista biospeleológico, sino también por haber logrado descubrir en dos de las cavidades exploradas un nuevo *Apoduvalius*, descrito en la referida nota, cuya captura amplía hacia el Sur el área del género, situándolo en las estribaciones meridionales de los Picos de Europa. En las mismas cavidades se recogieron algunos ejemplares de *Antisphodrus peleus* Schauf. que constituyen, junto con el indicado *Apoduvalius*, los primeros coleópteros cavernícolas por mí conocidos de la mencionada provincia.

Estimulados por el éxito de las citadas campañas, a mediados de agosto de 1972, el Sr. y Sra. AUROUX, aprovecharon su viaje de bodas para visitar una vez más la cueva del Triángulo en Velilla de Carrión, cavidad de regulares proporciones, unos 300 m de recorrido, por la que discurre un curso de agua y en la que consiguie-

ron descubrir otra interesante novedad que escapó a las precedentes prospecciones. Se trata, como era de esperar, de un pequeño *Bathysciinae* a colocar entre los *Speocharis*, género ampliamente extendido al Oeste de los Pirineos y que constituye uno de los elementos más característicos del dominio subterráneo del distrito Cantábrico. Sigue la descripción del mismo.

*Speocharis nuptialis* n. sp.

Holotipo, ♂, Cueva del Triángulo o de Calderón, Velilla de Carrión, prov. de Palencia, 15-VIII-1972, entre la arena húmeda depositada en el fondo de un gour (AURoux leg.). Paratipo 1 ♂ adelfotípico. Ambos en el Museo de Zoología de Barcelona.

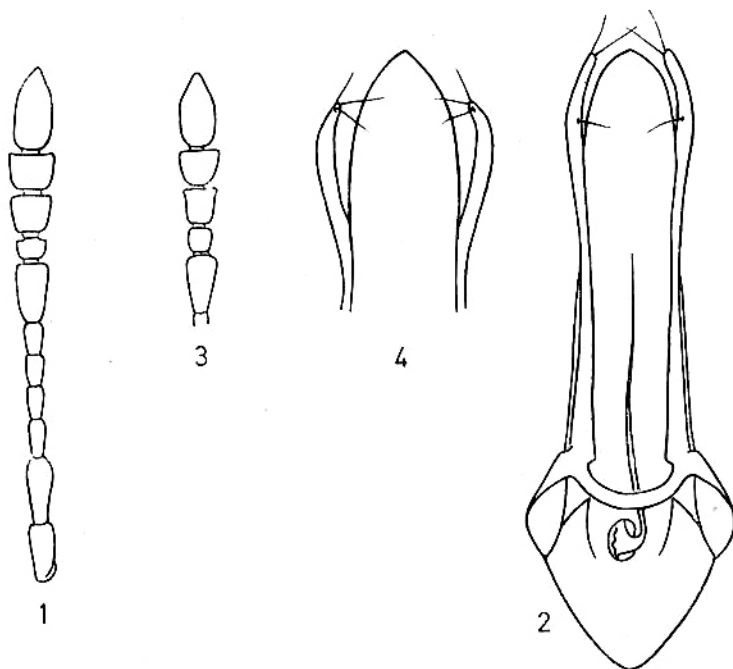
Longitud, 1,9 a 2 mm. Forma elíptica alargada, sensiblemente estrechada por detrás; pubescencia acostada, fina y bastante densa. Antenas (Fig. 1) cortas, sobrepasando poco los ángulos posteriores del protórax; en el ♂ el 8.º artejo es netamente transversal, como asimismo los 9.º y 10.º; el 11.º poco más del doble tan largo como el 10.º; las longitudes proporcionales de los artejos en el indicado sexo son: 2 - 2,1 - 0,8 - 0,8 - 0,8 - 0,8 - 2 - 0,5 - 1 - 1 - 2,4.

Protórax fuertemente transversal, casi doble tan ancho en la base, donde alcanza la máxima anchura, como largo en el medio; lados arqueados, continuando sin interrupción la curva de los élitros. Éstos vez y media tan largos como anchos en la base; sin estría sutural. Quilla mesosternal alta, en ángulo recto y con el vértice algo ganchudo. Tarsos anteriores del ♂ más estrechos que la extremidad de las tibias.

Órgano copulador (Fig. 2) arqueado; estilos laterales delgados, muy ligeramente engrosados en su parte terminal, tan largos como el lóbulo medio y armados de tres sedas: dos apicales y una lateral; ésta separada de las otras dos; estilete del saco interno muy evolucionado, flageliforme, curvado en la base e implantado sobre una placa redondeada, sin observarse huellas de las suturas de las faneras elementales que lo constituyen.

Por los élitros sin estría sutural, por el 11.º artejo de las antenas más del doble de largo que el penúltimo en el ♂ y por la estructura del órgano copulador, se sitúa en la sección II de la monografía de JEANNEL al lado de *S. sellai* C. Bol., con el que se relaciona, además, por las antenas cortas y por los estilos del órgano copulador armados de dos sedas apicales y una lateral; pero diferente de éste por los tarsos anteriores del ♂, incluido el primer artejo, sensiblemente más estrechos que el ápice de las tibias; por el 11.º artejo de las antenas proporcionalmente más corto, apenas dos veces

y media tan largo como el 10.º, y por los 8.º y 9.º artejos de las mismas, netamente transversos. Recordaré, a este respecto, que en *S. sellai* el primer artejo de los tarsos anteriores del ♂ es tan ancho como el ápice de las tibias; el 11.º artejo de las antenas es casi tres veces tan largo como el 10.º; y los 8.º y 9.º ligeramente alargados.



1-4. *Speocharis nuptialis* n. sp.: 1) antena del ; 2) órgano copulador, cara dorsal. *Speocharis pachecoi* C.Bol.: 3) últimos artejos de la antena del ; 4) órgano copulador, cara dorsal, región apical.

Más alejado de los otros componentes de la indicada sección por las antenas cortas, con el 11.º artejo menos alargado, y los 8.º, 9.º y 10.º transversos; diferencias que sumadas a otras particularidades, como los tarsos anteriores del ♂ más estrechos que el ápice de las tibias, la talla pequeña sin sobrepasar los 2 mm, etc., obligan a separarle de todos ellos.

Al margen de la referida sección recuerda bastante a *S. pachecoi* C. Bol., del que se separa por los élitros sin estría sutural (con ella muy tenue y borrada por delante en *pachecoi*); por el último

artejo de las antenas más alargado y los tres que preceden a éste, sobre todo el 8.º, netamente transversos (compárense Figs. 1 y 3), como también por los estilos del órgano copulador tan largos como el lóbulo medio y armados de dos sedas apicales y una lateral, tal como muestra la Fig. 2 (más cortos que el lóbulo medio y armados de tres sedas apicales en *pachecoi*, Fig. 4).

Por la relativa brevedad de las antenas podría pensarse en *S. adnexus* Schauf., pero inconfundible con éste por la talla mayor, las antenas más largas, los élitros sin estría sutural, el cuerpo más atenuado por detrás y por la distinta estructura del estilete del saco interno del órgano copulador.

Laboratorio de Zoología (1)  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Barcelona

#### BIBLIOGRAFÍA

- BOLÍVAR, C.: 1915. Un nuevo Sílido cavernícola de la región Cantábrica. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XV, p. 401-402.
- BOLÍVAR, C.: 1924 (1923). Notas sobre Sílidos cavernícolas de España (Col. *Bathysciinae*). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XXIII, p. 426-427.
- ESPAÑOL, C.: 1971. Nuevos tréquidos cavernícolas de la fauna española (Col. *Caraboidea*). *Publ. Inst. Biol. Apl.*, t. LI, p. 93-96.
- JEANNEL, R.: 1924. Monographie des *Bathysciinae*. *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, t. 63, p. 53-66.

---

(1) Este trabajo se ha beneficiado de la ayuda concedida a la Cátedra de Zoología (Invertebrados), con cargo al crédito destinado al fomento de la investigación en la Universidad.

Speleon	20	Págs. 91-93	1973
---------	----	-------------	------

## Addenda a "un nuevo speonomus de la provincia de Lérida"

por

OLEGUER ESCOLA

Mi último trabajo aparecido en esta misma revista (Speleon, 18, páginas 31-44, 1971), adolece de ciertas carencias de las que me di cuenta al verlo publicado y que intento solventar con esta corta nota complementaria: Biometría y Bibliografía.

### A. — FÓRMULA ANTENARIA DEL MACHO

(Longitud del cuerpo: 235 unidades).

Artejos:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Longitud:	21	22	23	23	28	24	27	12	18	14	22
Anchura:	8	7	6	6	6	6	9	7	9	10	9

### B. — OTROS DATOS BIOMÉTRICOS

Long. del pronoto ... ..	66
Anch. máx. pronoto en el tercio anterior ... ..	42
Anch. en la base del pronoto ... ..	119
Long. élitros ... ..	169
Anch. élitros ... ..	132
Long. Tibia 3 ... ..	93
Long. » 2 ... ..	63
Long. » 1 ... ..	50
Long. tarso 1 (primer artejo, tarso posterior) ... ..	31
Long. primer art. tarso anterior ... ..	18
Long. segundo artejo tarso anterior ... ..	12

Long. tercer artejo tarso anterior ... ..	9
Anch. max. tibia anterior ... ..	12
Anch. max. tarso anterior (primer artejo) ... ..	11
Anch. max. 2.º artejo tarso anterior ... ..	9

Estoy convencido de que la zona de Oliana (Massís de Sant Honorat-Serra d'Aubens), desconocida prácticamente en todos los aspectos espeleológicos hasta 1969, cuando Ribera y Viñas la «descubrieron», esconde aún numerosas novedades tanto geo como biospeleológicas. Como ejemplo de ello sólo hay que decir que de 1969 a 1971, *Speonomus vinyasi* Escolà, descubierto en el Avenc del Mort, se llegó a conocer de 6 localidades distintas (paratipos todos ellos).

Pero a pesar de esto desde el trabajo en el que se publicó la descripción hasta hoy no se ha conocido de ninguna cavidad más. Debe atribuirse ello a la escasez de gente que ha visitado la región, porque *S. vinyasi* debe aparecer en muchas otras cavidades.

Desgraciadamente personalmente sólo he efectuado dos visitas en la zona. En mi primera visita tuve la fortuna de recoger en el Avenc de Pau Esteve o Pou del Dring, tal como parece ser su originaria denominación, un solo ejemplar de *S. vinyasi* nov. entre tres o cuatrocientos ejemplares de *Speophilus fonti* Jeann. (nueva localidad y el tercer ejemplar captuado de la especie) mientras que en la segunda visita (10-III-73) tuvimos la «desgracia» de buscar por quinta vez una cavidad en la parte más alta del macizo (Serra d'Aubens) sin que nos fuera posible encontrarla gracias a las pésimas indicaciones del «guía» que nos dijo abajo, en el Pla de Talustre, que siguiéramos hasta el final de la pista, una pista que resultó no acabar nunca...

Esperemos que las futuras y próximas exploraciones en la zona den buenos resultados y permitan la localización de multitud de nuevas localidades de la especie y nuevas localizaciones del raro por el momento *Geotrechus ubachi* Español. Y en un futuro permita la realización del esperado Catálogo espeleológico de la zona.

---

Nota. — En las unidades de las antenas, cada 100 unidades equivalen a 1 mm (medidas con ocular micrométrico obj. 10x, oc. 10x). En el resto de medidas, cada 100 unidades equivalen a 1,5 mm (medidas con ocular micrométrico 10 × 20 aumentos).

## BIBLIOGRAFÍA

- JEANNEL, R.: 1924. Monographie des *Bathysciinae*. *Arch. Zool. Exp.* 63 (1): 1-436. (pp.: 130-163).
- ESPAÑOL, F.: 1956. Los *Bathysciinae* catalanes. 2.º Congr. Intern. Est. Piren., 3: 109-123. Toulouse.
- ESPAÑOL, F.: 1966. Dos años de actividades biospeleológicas en el NE de España (*Coleoptera*). *Graellsia*, 22: 13-23.
- ESPAÑOL, F.: 1966. Sobre *Bathysciinae* catalanes. *Int. Joournal of Speleology*, II: 1-8.
- ZARIQUEY, R.: 1922. *Bathysciinae* catalanes (*Col. Silphidae*). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* II (9): 159-162.
- ESCOLÀ, O.: 1973. Nuevos datos sobre la fauna cavernícola de la provincia de Lérida (*Col. Bathysciinae*) *Speleon*, 19.





Speleon	20	Págs. 95-102	1973
---------	----	--------------	------

## Los CARABOIDEA cavernícolas de Cataluña (COLEOPTERA)

por

XAVIER BELLES ROS (\*)

RÉSUMÉ. — Dans cette note, on fait un recueil de toutes les localisations qu'on connaît actuellement des *Caraboidea* cavernicoles de Catalogne.

Ils appartiennent à trois grands familles: *Trechidae*, *Pterostichidae* et *Scaritidae*.

Un petit commentaire bio-géographique, écologique ou taxonomique, accompagne la relation de localisations de chaque espèce.

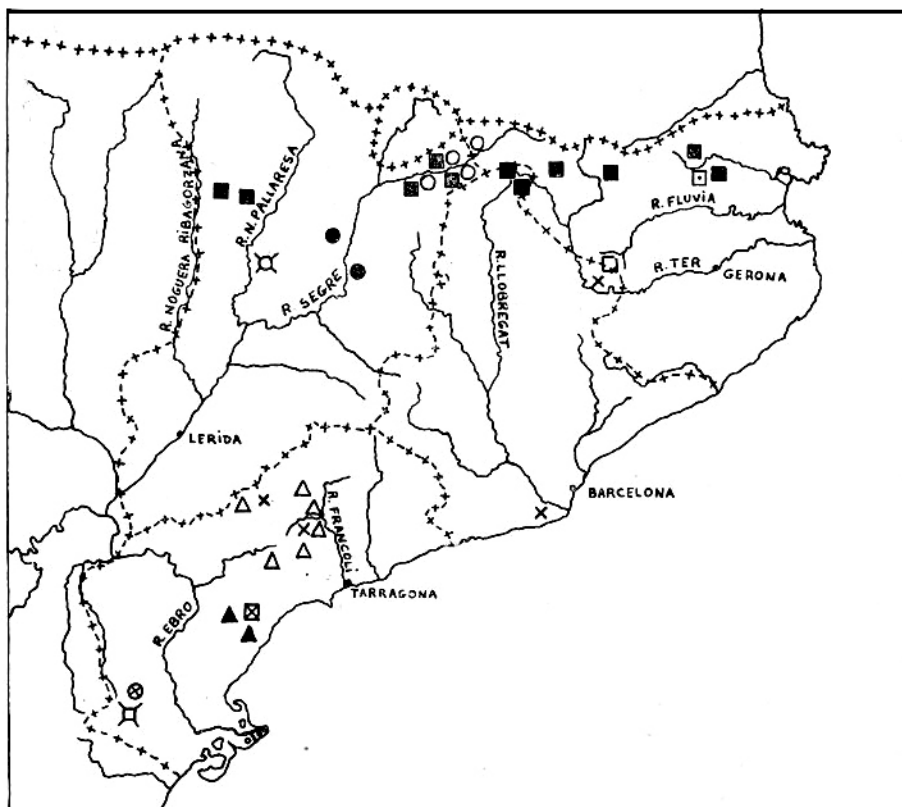
En estos últimos años, la actividad biospeleológica ha sufrido un notable incremento, lo cual ha derivado en un mejor conocimiento de nuestra fauna cavernícola; todo ello debemos agradecerlo a las valiosas aportaciones de numerosos recolectores y biospeleólogos que nos brindan su colaboración abierta y desinteresada.

La intención de este trabajo es reunir todas las localizaciones que actualmente se conocen de los *Caraboidea* cavernícolas de Cataluña, ello nos ofrecerá una idea de conjunto de la distribución geográfica de este tipo de fauna en esta región e incluso puede ser útil en posteriores exploraciones y estudios.

No quisiera cerrar este pequeño comentario sin agradecer antes la ayuda recibida por parte del Museo de Zoología de Barcelona, en especial de su Director, D. Francisco Español, sin cuya colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

---

(\*) De la sección de espeleología del G. M. GELERA.



Distribución geográfica de los Caraboidea cavernícolas catalanes

- |   |                                  |   |                                 |
|---|----------------------------------|---|---------------------------------|
| × | Porotachys bisulcatus Nic.       | ◻ | Zariquieya troglodytes Jeann.   |
| ● | Geotrechus ubachi Españ.         | ◻ | Molopidius spinicollis Dej.     |
| ○ | Geotrechus seijasi Españ.        | ■ | Antisphodrus oblongus Dej.      |
| ⊗ | Paraphaenops breuilianus Jeann   | ⊗ | Antisphodrus levantinus C. Bol. |
| △ | Duvalius berthae Jeann.          | ⊗ | Typhloreicheia bellesi Lagar    |
| ▲ | Duvalius berthae vilasecai Zariq | ⊗ | Hypotyphlus sotilloi Españ.     |

## Fam. TRECHIDAE

## Subfam. Bembidiinae

*Porotachys bisulcatus* Nic.

Nicolai, Diss. inaug., 26, 1822.

Barcelona: Cova de les Tunes, Tavertet (Español); La Falconera, Garraf (Español); avenc de la Fragata, Sitges (T. Cuñé). Tarragona: Cova de la Taberna, Margalef del Montsant (Español); cova de Can Masiet, La Riba (Fadrique, Bastida).

Ampliamente extendido por Europa Central y Meridional donde se considera como insecto lucífugo, se observa en Cataluña como troglófilo regular, así como en el N. de África (Jeannel) y en el Mediterráneo Oriental (Coiffait).

*Hypotyphlus sotilloi* Españ.

Español, Publ. Inst. Biol. Apl. t. LI, p. 79, 1971.

Lérida: Avenc de Sant Gervàs, Sant Miquel de la Vall (Sotillo, Español, Schibi, Auroux, Alberich).

Se trata del primer representante cavernícola del género, notable por su talla fuera de lo normal y por la longitud de las antenas que sobrepasan ampliamente la base de los élitros. Hasta la fecha *Hypotyphlus* contaba únicamente en nuestro país con tres representantes endogeos: *H. pandellei* Saulcy en el Valle de Arán (Lérida), *H. ribagorzanus* Bol. en Bonansa (Huesca) y *H. navaricus* Coiff. en la Alta Navarra.

## Subfam. Trechinae

*Geotrechus (Geotrechidius) ubachi* Españ.

Español, Publ. Inst. Biol. Apl. t. XXXVIII, p. 123, 1965.

Lérida: Avenc del Xato, Llinás, cerca de Oliana (Subils, Escolá, Senent, Pintó); Bofia de la Matella de les Planes, Cabó, en el extremo oriental de la Sierra del Boumort (Senent, Escolá).

Característico por su talla relativamente grande dentro del género, constituye junto con su compañero *G. seijasi*, toda la representación de *Geotrechus* en la vertiente española de los Pirineos.

*Geotrechus (Geotrechidius) seijasi* Españ.

Español, IV Congr. Intern. de Speleol. de Yugoslavia; Act. IV, p. 87-91, 1965.

Lérida: Fou de Bor, Bellver de Cerdanya (Seijas, Ribera, M. Ubach, Poderós, Victoria, Comas, Belles); cova d'Annes, Prullans

(Viñas, González, Lagar, Bertrán, Comas, Belles); cova d'en Manent, Isóbol (Viñas, Ribera); cova d'Olopte, Olopte (Castell); cova de les Encantades, Toloriu (Castell, Viñas). Gerona: Cova de les Encantades, Queralbs (Fadrique).

Conocido de mayor número de cavidades que *G. ubachi*, se distingue de éste por su talla menor, el cuerpo más robusto y las antenas más cortas.

*Paraphaenops breuilianus* Jeann.

Jeannel, Bull. Soc. Ent. Fr., pp. 280-283, 1916.

Tarragona: Cova del Gerret, en la Mola de Catí (Jeannel, C. Bolívar); cova Cambra, en la cima de la Mola de Catí (Breuil, Jeannel, C. Bolívar, Español, Lagar, García, Escolá, M. Ubach, Schibi); Forat del Rastre, en el extremo meridional de la Mola de Catí (Jeannel, C. Bolívar, Español).

Coleóptero de talla mediana, cuerpo grácil y despigmentado, muy notable por su avanzado estado de evolución subterránea y por su estrecha localización en el macizo de la Mola de Catí, al sur del Ebro.

*Duvalius berthae* s.sp. *berthae* Jeann (= *bolivari* Zariq.).

Jeannel, Bull. Soc. Ent. Fr., p. 282, fig. 1, 1910.

Zariquiey, Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., XX, p. 196, fig. 3, 1920.

Tarragona: Sierra de Prades, Cova Gran de la Febró, Macizo de la Musara (Jeannel, Racovitza, Zariquiey, C. Bolívar, Español, Colas, Coiffait, Lagar, González); cova de la Moneda, Montral, Macizo de la Musara (Español, Ochs, Comellini, Lagar, Genest, González); ressorgència Poblet, Els Motllats, Montral (Español, González-Urgellés, Cabeza); avenc de la Febró, Macizo de la Musara (Español, Nebot); avenc del GIEM, La Febró, Macizo de la Musara (Pallisé, Masdeu); cova de les Bruixes, Rojals (Pallisé); cova Cartanyà, La Riba, restos (González); cova de Can Masiet, La Riba (Lagar, Fadrique, Bastida); cova Superior de Can Masiet, La Riba (Lagar, Fadrique). Sierra del Montsant: Cova Santa, Cornudella (Jeannel, Racovitza, Zariquiey, C. Bolívar, Español, Lagar, Altimira). Sierra de Pradell: Avenc de la Popia, Pradell (Escolá, Senent).

La sub-raza *bolivari* Zariq., basada en la distinta impresión de las estrías de los élitros, se hace muy difícil de mantener a la vista de los numerosos ejemplares recolectados, sobre todo los procedentes de las recientes e inéditas localidades prospectadas, en los cuales se observa la gran variabilidad de este carácter.

*Duvalius berthae* s.sp. *vilasecai* Zariq. (= *zariquieyi* Españ.).

Zariquiey, Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., XX, p. 195, fig. 1, 1920.

Español, IV Congr. Intern. Ent., Madrid, p. 339, fig. 1-2, 1935.

Tarragona: Macizo de la Montaña Blanca de Pratdip, Cova de Xoles, Pratdip (Zariquiey, Jeannel, C. Bolívar, Español, Vilarrubia, Guimjuan); avenc de Pratdip, Pratdip (Español, Auroux). Macizo de Llabería: Cova del Ramé, Capçanes (Español, Vilarrubia, Vives, Montada, Mateu); cova del Janet, Llabería (Español, Vives, Montada, Mateu, Lagar, Bech, Altimira, Freixa, Ribes, Auroux, Bertrán, Belles); cova Masega, Llabería (Español, Lagar, Altimira).

Diferente de *D. berthae* s.str. por su cabeza alargada, sienes regularmente convexas y por sus élitros convexas, no deprimidos en la base. Podemos recordar la s.sp. *zariquieyi* Españ., propuesta para los ejemplares de la Sierra de Llabería, pero definitivamente descartada por la inestabilidad de los caracteres que la separan (Lagar, 1958).

### Fam. PTEROSTICHIDAE

#### Tribu Molopini

*Zariquieya troglodytes* Jeann.

Jeannel, Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona, vol. IV, n.º 8, 1924.

Gerona: Bauma de Brugué, Montaña de Santa Magdalena, Terrades (Zariquiey, Escolá, M. Ubach, Ribera); Bauma de Taleixá, a unos diez minutos escasos de la anterior (Español, René de la Borde, Gaudín, Negre, etc.).

Recogido por vez primera en 1923 por el Dr. Zariquiey en la Bauma de Brugué, muchas han sido las visitas posteriores a la citada cavidad con resultados negativos, hasta fecha reciente en que ha sido nuevamente localizado.

*Molopidius spinicollis* Dej.

Dejean, Spec. Col., p. 418, 1828.

Gerona: Pequeña cavidad innominada próxima a San Feliu de Pallarols (Vilarrubia).

Aunque en realidad se trata de una especie endogea, merece constar en el presente trabajo por sus características evolutivas en camino de adaptarse a la vida cavernícola. En el dominio endogeo se localiza en todo el margen izquierdo del Ter, desde Prats de Molló y Camprodón, hasta la parte norte de les Guilleries.

#### Tribu Sphodrini

*Pristonychus terricola* Hbst.

Herbst, Fuessly Arch., p. 140, 1783.

Las citas de este pterostíquido en cavidades catalanas son tan numerosas, que una relación exhaustiva de todas ellas nos daría una lista interminable. Se trata de una especie troglófila y guanobia, ampliamente extendida por Europa Media y Península Ibérica, lucífuga y frecuentemente localizada entre piedras, en bodegas y lugares oscuros más o menos húmedos. El doctor H. Coiffait, en un reciente estudio del insecto, describe hasta cinco razas geográficas, de las cuales solamente la *torres-salai* Coiff. está representada en la región que nos ocupa.

*Antisphodrus oblongus* Dej.

Dejean, Epec. Col., III, p. 50, 1828.

Barcelona: Avenc Sant Ou, Montgrony (Navarro); cova Tuta, Castellar de Nuch (M. Carretero, Belles). Lérida: Fou de Bor, Bellver de Cerdanya (Ribera, Castell, Belles); avenc de la Cabana d'en Garrava, Toloriu (Ribera); cova d'Annes, Prullans (Comas, Belles); cova Fosca de San Gervàs, Espluga Serra (Jeannel); Forat de l'Or, Terradets (Español); Forat la Bou, Serradell (O. Escolá). Gerona: Cau del Ciri, Sant Llorenç de la Muga (Español, Montada); Bauma dels Encantats, Camprodón (Español); Bauma de Taleixá, Terrades (Español).

Pterostíquido troglófilo y guanobio, se conoce también de otras muchas cavidades aunque todas ellas situadas en zonas pirenaicas o prepirenaicas. Suele frecuentar los vestíbulos e incluso zonas profundas de las cavidades, pululando a veces en los rincones donde hay acumulación de guano.

*Antisphodrus levantinus* C. Bol.

C. Bolívar, Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XI, 3, p. 153, 1919.

Tarragona: Avenc del Senglar, en la Mola de Catí (Schibi, Monsonís).

Descubierto en la cueva de Las Maravillas, Lucena del Cid, Castellón, está ampliamente extendido por toda esta provincia y extremo norte de Valencia. Con esta nueva e interesante cita, se amplía el área de extensión de esta especie hasta dentro de los límites de Cataluña.

#### Fam. SCARITIDIAE

*Typhloreicheia (Parareicheia) bellesi* Lagar.

Lagar, Misc. Zool., vol. III, fasc. I, 1971.

Tarragona: Cova Janet, cercana al pueblo de Llabería (Belles). Coleóptero de reciente descubrimiento y descripción, al pare-

cer bastante raro, pues todas las visitas posteriores a la citada cavidad, han resultado infructuosas. Se le puede considerar endogeo de cueva, ya que se le aprecian todas las costumbres y particularidades de un típico endogeo, pero observadas dentro del habitat cavernícola..

## BIBLIOGRAFÍA

- BOLÍVAR, C.: 1919. Estudio de un nuevo *Ceuthosphodrus* de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XIX, 3, p. 153.
- COIFFAIT, H.: 1956. Les *Pristonychus* s.str. de la région méditerranéenne occidentale. *Arch. Inst. Acclim. Almería*, vol. V.
- ESPAÑOL, F.: 1946. La *Zariquieya troglodytes* Jeann. *Graellsia*, t. IV, 4.
- 1950. Coleópteros cavernícolas (troglóbios) de la provincia de Tarragona. *Speleon*, t. I, n.º 2, p. 41-58.
- 1951. Los *Pterostichidae* hipogeos del Pirineo español (Col. *Adephaga*). *I Congr. Int. del Pirineo*, Zaragoza.
- 1965. Los tréquidos cavernícolas de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, t. XXXVIII, p. 123.
- 1965. Les *Geotrechus* du versant espagnol des Pyrénées (Col. *Trechidae*). *IV Congr. Int. Speleol. Yugoslavie*, Resum. des Communic., p. 77.
- 1966. Dos años de actividad biospeleológica en el NE de España. *Graellsia*, t. XXII, p. 13.
- 1966. Los pterostíquidos cavernícolas de la Península Ibérica e Islas Baleares. (Col. *Caraboidea*). *Publ. Inst. Biol. Apl.* t. XLI, p. 49.
- 1971. Nuevos *Anillini* cavernícolas del NE de España (Col. *Trechidae*). *Publ. Inst. Biol. Apl.*, t. LI.
- JEANNEL, R.: 1910. Deux nouveaux coléoptères cavernicoles de Catalogne. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 281.
- 1914. Sur le systématique des Sphodrides. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 235-240.
- 1916. Deux nouveaux *Trechus* cavernicoles de France et d'Espagne. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 85, p. 280-283.
- 1924. Coléoptères nouveaux de Catalogne. *Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona*, vol. IV, n.º 8.
- 1926-1928. Monographie des *Trechinae*. *L'Abeille*, XXXII-XXXV.
- 1936. Sur la *Feronia spinicollis* de Déjean. *Livre juv. E. L. Bouvier*, p. 213.
- 1937. Revision des genres de Sphodrides. *Rev. Fr. d'Ent.*, IV, p. 73-100.
- 1942. Coléoptères carabiques, deuxième partie. *Faune de France*, 40, p. 573-1.173.
- LAGAR, A.: 1958. *Duvalius berthae* y sus razas. *Speleon*, t. IX, n.º 3-4, p. 75.
- 1963. Contribución al conocimiento de la coleopterofauna troglobia de la provincia de Tarragona. *Speleon*, XIV, 1-4, 65-76.
- 1971. Nueva especie ibérica del género *Typhloreicheia* Holdhaus (Col. *Scaritidae*). *Misc. Zool.*, vol. III, fasc. 1.

- MATEU, J.: 1953. Revisión de los *Ceuthosphodrus* s.str. cavernícolas de la Península Ibérica. *Premier Congr. Intern. Spéleol. Paris*, t. III, sec. 3, p. 113-124.
- 1956. Estado actual de los conocimientos sobre carábidos cavernícolas de la vertiente española de los Pirineos. *Act. Deuxième Congr. Intern. d'Etud. Pyrén. Luchon-Pau*, t. 3, sect. II, p. 79-86.
- ZARIQUIEY, R.: 1920. Algunos *Trechus* (*Duvalius*) de la provincia de Tarragona. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XX, p. 195.



Speleon	20	Págs. 103-115	1973
---------	----	---------------	------

## Datos para el estudio de la zona de Roda de Berà - Albinyana - Les Pesses

por

ANTONI FERRER, JOSEP CASTELL, JOSÉ ANTONIO  
HERRERA, ANTONIO ALBALATE y JUAN MEDINA

RESUMEN. — Los datos que contiene este trabajo son el resultado de las exploraciones espeleológicas llevadas a cabo en la zona comprendida entre Roda de Berà, Albinyana y Les Pesses (Tarragona). Las observaciones se realizaron la mayoría de las veces en el transcurso del levantamiento topográfico de las cavidades.

Esta nota preliminar creemos que es de interés para el posterior estudio del karst de esta región.

RÉSUMÉ. — Les données qui font partie de ce travail sont les résultats des explorations spéléologiques dans la zone délimitée par Roda de Berà, Albinyana et Les Pesses (Tarragona). On a fait principalement ces observations au cours des travaux topographiques dans les cavités.

Nous croyons que cette note préliminaire est intéressante pour la réalisation de l'étude du karst de cette région.

### 1. — COVA D'EN MERLA (Roda de Berà, Tarragona)

Coordenadas: X = 59'43" y = 41°92'08" Altitud = 165 m.s.n.m.  
Según mapa catastral, hoja n.º 446.

Esta cavidad se encuentra situada en la Sierra de la Pastaresa o Sierra d'en Merla, en la provincia de Tarragona.

Conocida desde muy antiguo, la cavidad es citada en el Cartulario de Sant Cugat II, pág. 392, donde se dice que formaba parte de los antiguos dominios del Castillo de Albinyana. En 1897, N. FONT Y SAGUÉ cita dos cavidades con el mismo nombre, pero situadas en diferentes términos municipales: «Cova d'en Merla» en Roda de Berà y «Cova d'en Merla» en St. Vicens de Calders. De la primera no hace descripción alguna, pero sí la hace de la segunda: «*Està situada en la serra del mateix nom, coneguda també amb el de la Pasta-*

*resa. Té molta anomenada entre'ls habitants del país. Té un gran desnivell de més de 45 metres en una longitud de 180, o sia entre la boca i el fons. Se redueix a uns estrets y tortuosos carrerons, ab alguns aixamplaments coberts d'estalagmites y tapats per roques despreses de les parets y enganxats després pel carbonat de calç. L'entrada's verifica per un forat rodó d'un metre de diámetro el qual segueix una rampa molt rapida, després de la qual la cova's divideix en dues galeries. La de la dreta's dirigeix al SO. Es curta y hi fa molt mal anar. La de l'esquerra's troba també, en gran part, plena de grans roques en son primer terç, essent necessari arrastrarse un parell de metres per arribar a uns eixamplaments acabant ab una sinuosa rampa de rápida pendent, en qual fons tanquen el pas grosses incrustacions calisses».*

Esta explicación confirma con precisión todo lo que de la misma se conocía. La otra «Cova d'en Merla» sin descripción no sabemos si será la misma o se refiere a la que hoy se conoce por «Cova d'en Durán», precisamente en la misma Partida d'en Merla pero en el valle anterior y también en el margen izquierdo.

Para llegar a la Cova d'en Merla, en la época de estas descripciones, se hacia el camino desde S. Vicens de Calders, y aun hoy algunos lo siguen haciendo, por lo que no es extraño que se la considere dentro de este Término Municipal, cuando en verdad siempre ha pertenecido a Roda de Berà. A pesar de todo, la incógnita es si las dos son la misma en diferentes municipios, o si una es la d'en Merla y la otra es la d'en Durán.

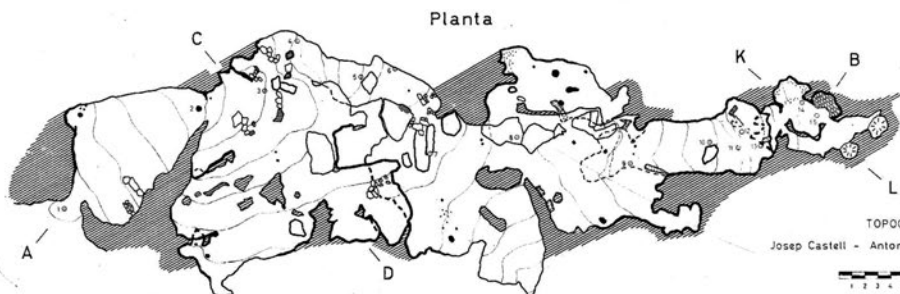
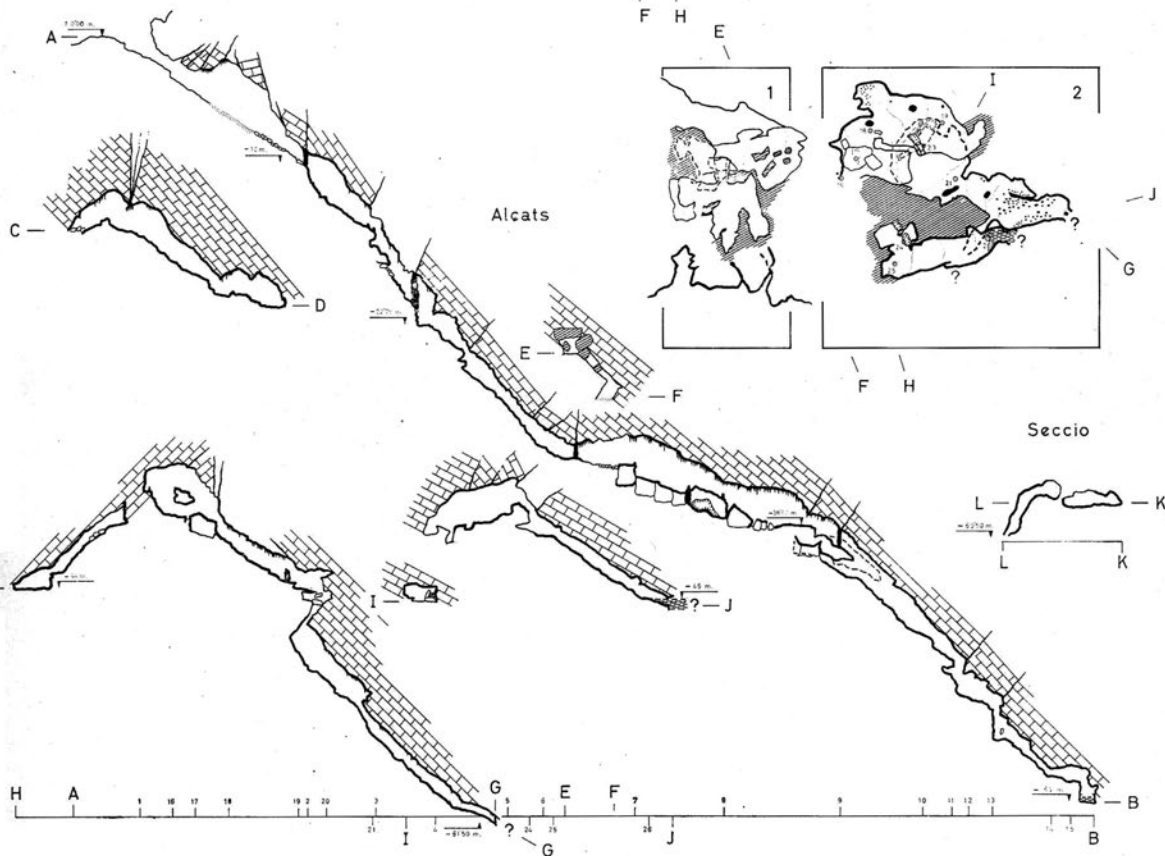
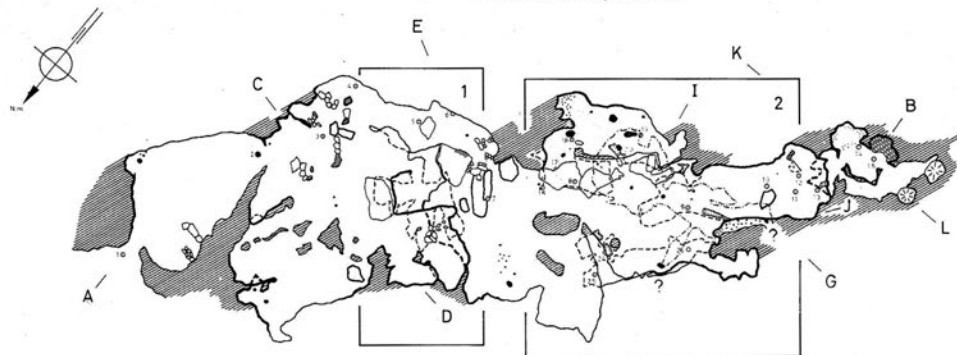
PUIG Y LARRAZ menciona esta cueva en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico; FAURA Y SANS lo hace en «Natura», II época, Vol. III, 1906, y en el catálogo de «Sota terra» (1907), del Club Muntanyenc Barcelonés, editado en Vilanova i la Geltrú en 1909.

### *Descripción*

La entrada de la cavidad se encuentra orientada al N, así como la primera sala (1-2), que tiene una pendiente de 34°. Más adelante cambia la dirección (55°), penetrando a través de una colada estalagmítica a lo que podríamos denominar segunda sala (3). Siguiendo hacia la izquierda se localiza una rampa que desciende inicialmente, entre bloques 60°, y seguidamente por una colada estalagmítica que conduce a un estrecho paso por el cual se llega a la antigua «Sala Blanca». Desde el centro de esta sala se divisa, a la derecha, una gran colada estalagmítica que por detrás deja un estrecho paso que da acceso a un pequeño lago donde finaliza el recorrido por esta galería. En su parte opuesta, después de 7 m de reco-

COVA D'EN MERLA  
FONDO D'EN MERLA - RODA DE BERA (Tarragona)

Plantes sobreposades



TOPOGRAFIA  
Josep Castell - Anton Ferrer - Joan Medina  
CORRES MIVELL 2 m.  
1-5-1972



rrido, se llega a una angosta entrada, entre bloques, por la cual se penetra a la nueva «Sala Blanca» en cuyo término se abre un estrecho agujero que permite proseguir la exploración 12 metros más hasta que se hace impracticable.

Situados de nuevo en el centro de la antigua «Sala Blanca» y en su fondo, se prosigue por dos pasos a una rampa de 45° que conduce a lo que era el final de la cavidad (ver punto 13 en planta).

### *Espeleometría*

Desplazamiento horizontal ... ..	65 m
Desnivel ... ..	61 m
Inclinación general ... ..	43°
Recorrido total ... ..	100 m

### *Observaciones geomorfológicas*

La cavidad se desarrolla en las calizas infracretácicas\* y parece originarse con formas turbillonares, observándose ya desde la boca de entrada y quedando aún visibles en las paredes durante todo su recorrido, especialmente en el final de la primera rampa, final de la Sala Blanca y final actual de la cavidad, poco antes de llegar al último pequeño lago. La formación turbillonar inicial fue favorecida por la inclinación de los estratos, aunque sus formas han ido borrándose por los procesos litogénicos y clásticos.

A medida que el curso hídrico de la cavidad fue disminuyendo, dejó de circular en su último tramo, llegando solamente hasta la antigua Sala Blanca, ocasionando el desarrollo quimioclástico de la nueva Sala Blanca.

Un importante proceso litogénico se observa en la segunda rampa o final de la cavidad, con un espesor de 10 o más centímetros en algunos puntos de la placa. Posteriormente se inició la formación de finas estalactitas por filtración de las aguas a través de las microfallas y que finalizó con las microformaciones de excéntricas.

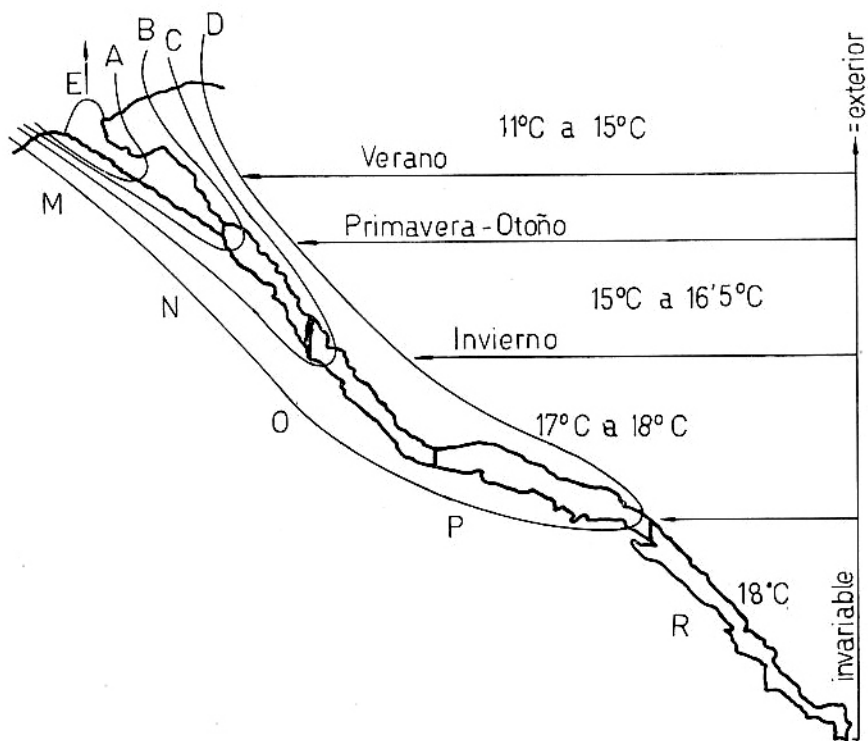
En el pequeño lago final se observan formaciones a más bajo nivel del agua que marcan tres niveles del mismo, separados 8 y 11 cm.

---

(\*) El cretácico ha desaparecido quedando solamente algunos islotes en la parte superior de la sierra.

### Climatología

La situación cara norte de la cavidad quizá desfavorezca la salida de aires caliente. En cambio los grandes gradientes térmicos atmosféricos provocan la entrada y salida de aires (isoterma D y E), sobre todo cuando a primeras horas del día se manifiesta un calentamiento más o menos intenso de las capas elevadas, lo que produce un descenso en la tierra. Hemos podido observar este fenómeno sobre todo en época estival, viendo cómo el humo de los carbureros descendía hacia el fondo (isoterma D). Cuando el fenómeno es inverso, época invernal generalmente, sale de la boca hacia el exterior (isoterma E). Tanto uno como otro, tienen efectividad durante casi todo el año debido a los cambios de gradientes atmosféricos, si bien ya hemos demostrado las principales estaciones de efecto.



La primera sala, por estar en continuo contacto con el exterior, acostumbra a tener una temperatura ambiente igual a la exterior sombra, pudiendo variar de uno a dos grados centígrados durante el día y cuatro a cinco durante la noche. La temperatura ambiental de la primera sala es por lo tanto muy variable. En la segunda sala hay una variación de dos grados en su parte central e invariable en su parte final (ver gráfico), por lo que a medida que avanzamos se estabiliza el gradiente térmico interior hasta hacerse invariable, llegando a un 94 % de humedad relativa.

M = Sala de entrada	— 71 % a 86 %	humedad relativa	
N = Segunda sala	— 82 % a 92 %	»	»
O = Primera rampa	— 90 % a 93 %	»	»
P = Sala grande	— 91 % a 93 %	»	»
R = Segunda rampa	— 93 % a 94 %	»	»

## BIOSPELEOLOGIA

### CAMPAÑA JEANNEL Y RACOVITZA. 12-X-1910

Quernetos: *Troglobisium racovitzai* Ellingsen.

Isópodos: *Anaphiloscia*

(cuando se recogió el género sólo era conocido de Mallorca).

Diplópodos.

Colémbolos. Tisanuros. Copeognatos. Dípteros.

Quirópteros.

Temperaturas tomadas por JEANNEL y RACOVITZA:

Fondo (termómetro seco): 17,2° C.

Fondo (termómetro húmedo): 17° C.

Humedad relativa (sin corrección de presión): 98 %.

### CAMPAÑA O. ESCOLÀ. 7-VI-1964 Y 27-II-1966.

Isópodos (troglóxenos y troglófilos?).

Araneidos Quernetos: *Troglobisium racovitzai* Ell.

Quilópodos.

Diplópodos.

Colémbolos.

Dipluros: *Campodeidae*.

Tricópteros.

Coleópteros: *Conosomus* sp.

(*Fam. Staphylinidae*).

En nuestra exploración efectuada el 6-VIII-1972 recolectamos un ejemplar inmaduro de *Troglobisium racovitzai* Ellingsen?

Agradecemos los datos sobre la fauna cavernícola, que nos han sido facilitados por O. ESCOLÀ (Conservador del Museo de Zoología de Barcelona).



## Arqueología (\*)

La Cueva d'en Merla presenta un notable interés arqueológico. Mientras se efectuaban prospecciones en la misma y durante las cuales ésta fue topografiada y estudiada, se descubrieron cierta cantidad de objetos, tanto metálicos como cerámicos que nos indican su importancia como yacimiento arqueológico. Entre estos hallazgos hay que destacar en primer lugar, la presencia de dos puñales triangulares de bronce con su base aplanada y dos agujeros para los remaches del empuñamiento, de los cuales uno se conserva. Su sección es romboidal y carecen de nervio central. A su lado, dos puntas de flecha, también en bronce, largo pedúnculo y aletas poco desarrolladas en una, y algo más en la otra (fig. 1). El hueso por su parte se halla representado por un punzón realizado sobre una pieza que conserva la articulación y una punta de flecha, de tipo alargado y sección ovalada, con pedúnculo de sección circular (fig. 2).

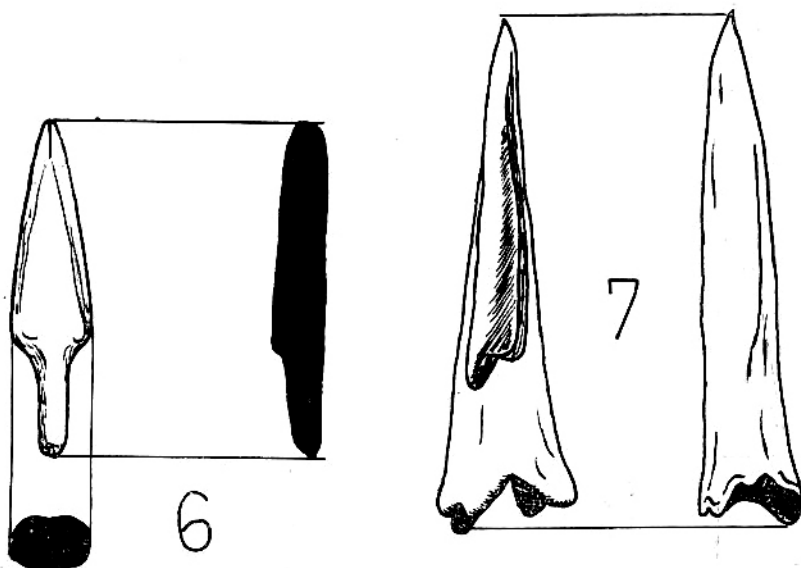


Fig. 2.— *Material óseo*: Punta de flecha de sección circular y punzón que conserva la articulación. Tamaño natural.

(\*) Los materiales aquí descritos, serán posteriormente objeto de un estudio más detenido.

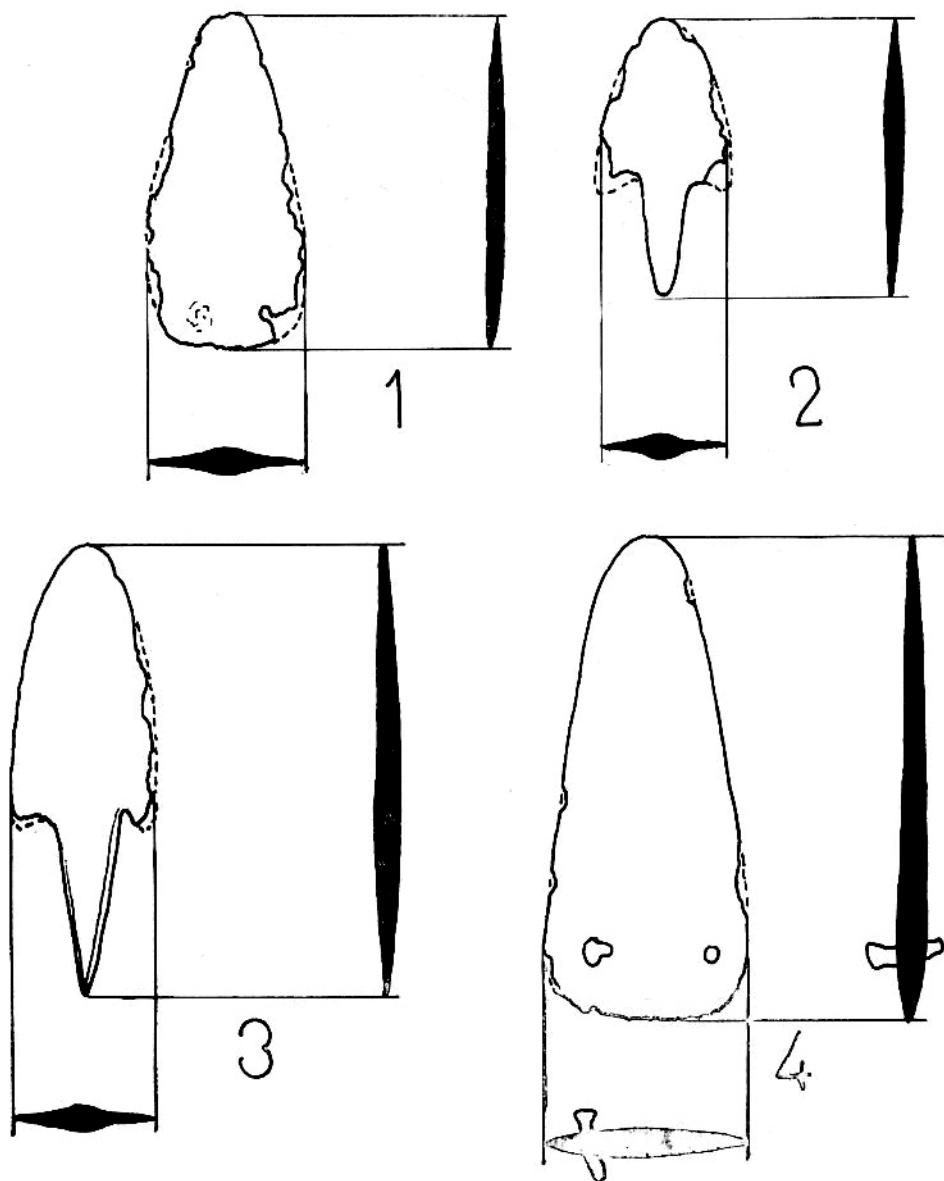


Fig. 1.—Puñales triangulares de bronce con agujeros para el emangue y puntas de flecha del mismo material con largo pedúnculo y aletas poco desarrolladas. Tamaño natural.

A su vez, los materiales cerámicos nos ofrecen un variado conjunto de ejemplares con predominio de las formas ovoídeas, hemisféricas y con perfil en S, sobre los tipos carenados. La decoración está realizada a base de incisiones con objetos punzantes, formando dibujos geométricos, triangulares, reticulados (fig. 6), etc., e im-

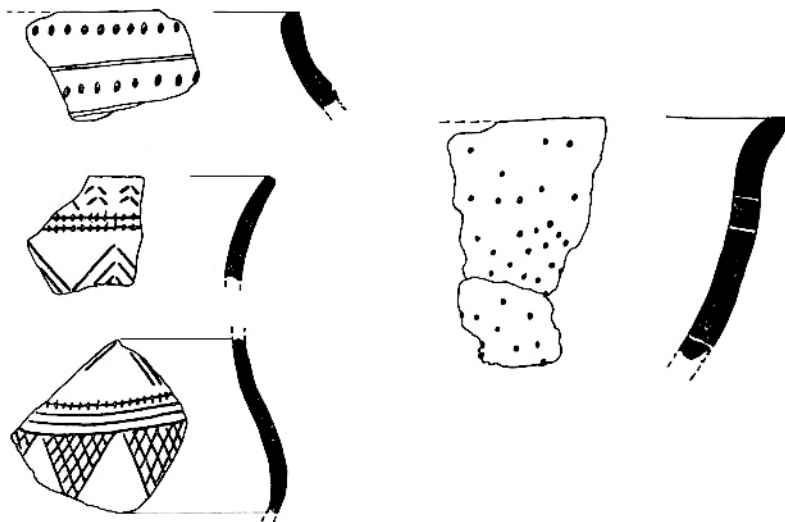


Fig. 6. — Diversos fragmentos con decoraciones incisas, formando dibujos geométricos y pieza con múltiples perforaciones.

presiones unguiculares. Igualmente, algunos bordes presentan su parte superior decorada con impresiones digitales —que volvemos a encontrar en el cordón digitado de otra pieza— e incisiones transversales. Las asas semicirculares tipo puente aparecen en un solo caso (fig. 3), mientras los demás ejemplares se reducen a sistemas de prehensión y tetones a veces perforados verticalmente (fig. 4), así como en algunas piezas la colocación de botones en relieve. De la serie de bases encontradas, todas ellas planas, tres presentan particular interés al mostrar en su parte inferior la impronta de esterillas circulares (fig. 5), motivo que aparece con harta frecuencia en fondos de vasos de yacimientos tarraconenses —Cova Fonda (Salamò), El Garrofet (Querol), etc.— y en menor cuantía en las regiones leridanas.

Las conclusiones cronológicas que pueden entresacarse del material descrito, abarcan un lapso de tiempo bastante dilatado. Las

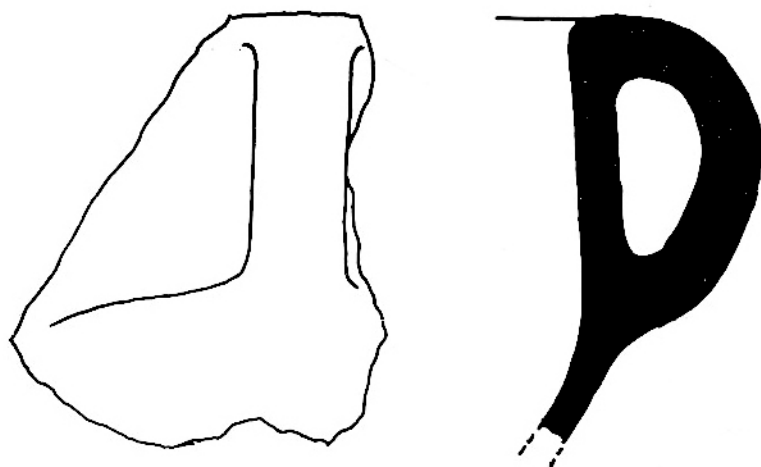


Fig. 3. — Asa semicircular de tipo puente.

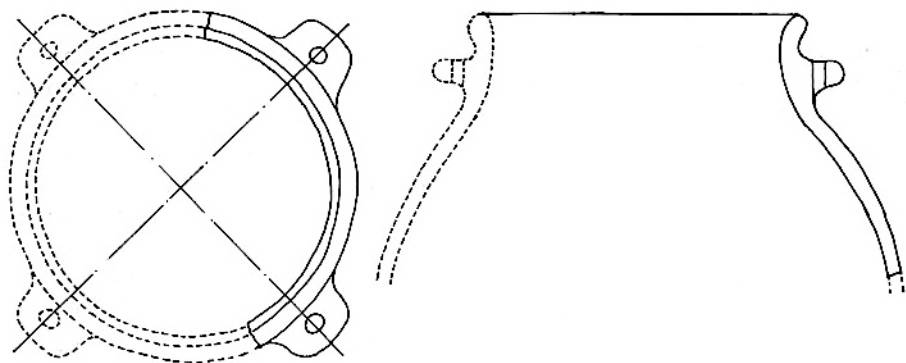


Fig. 4. — Visión vertical y sección de un gran vaso que presenta cerca del borde dos asas perforadas verticalmente.

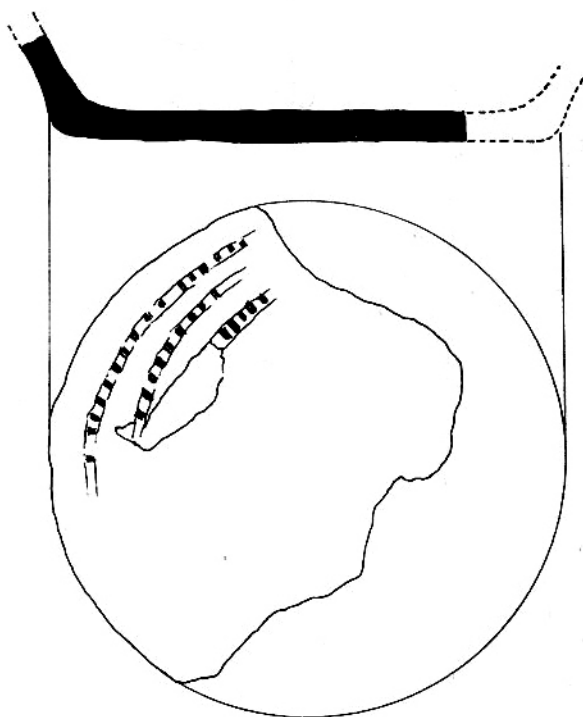


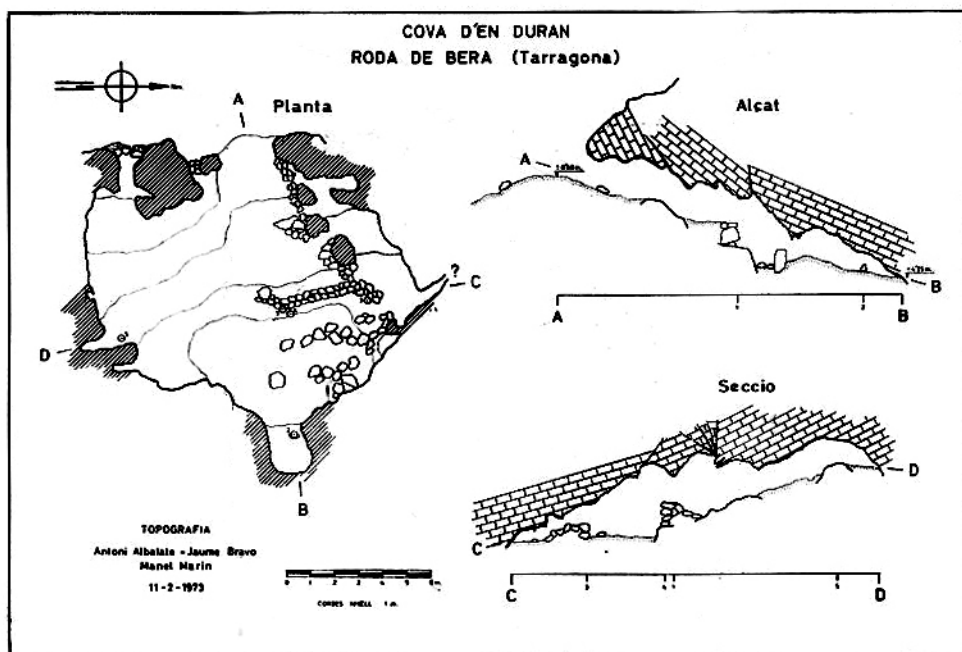
Fig. 5. — Fondo de gran vaso con impronta de estera circular.

puntas de flecha mencionadas al principio de estas líneas pueden fecharse a mediados de la Primera Edad de Bronce, y los tipos cerámicos se escalonan a lo largo de la misma Edad, hasta algunos que nos muestran su clara ascendencia hallstática, con lo que a grosso modo, la cronología de los materiales proporcionados por la Cueva d'en Merla, hasta el momento, ocuparía buena parte del 2.º y principios del 1.º a. C.

## 2. — COVA D'EN DURAN

Coordenadas:  $X=5^{\circ} 9' 23''$   $y=43^{\circ} 12' 10''$  Altitud: 145 m.s.n.m.  
Según mapa catastral, hoja n.º 446.

Se trata de un antiguo sumidero que se encuentra situado unos 10 m por encima del torrente, en su margen izquierdo, de di-



fácil localización por la abundante vegetación que crece en esta ladera. Este sumidero parece funcionar en algunas épocas del año. En la parte Sur de la cavidad se observa un fuerte proceso litogénico que ha soldado una serie de bloques que atestiguan una gran filtración en épocas de gran pluviosidad. Posiblemente la cueva debió ser utilizada a modo de cobertizo y almacén por las gentes que cultivan las tierras lindantes, por cuyo motivo es muy conocida por los labradores. Al parecer, en los años 30, el maestro de Roda de Bera, junto con sus alumnos, habían excavado el suelo de la cavidad, señales que todavía hoy permanecen, desfigurando la configuración de los estratos.

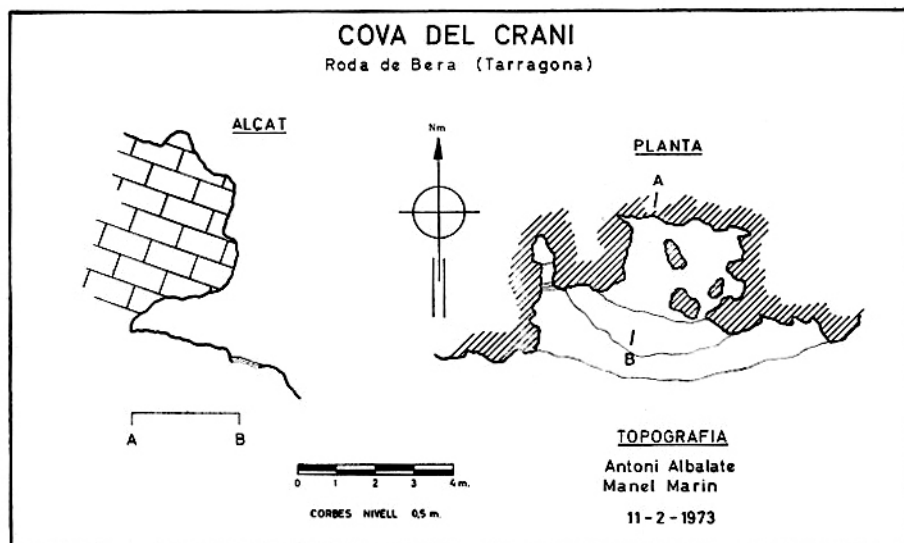
### 3. — COVETA DEL CRANI

Coordenadas:  $X=5^{\circ}9'21''$   $y=41^{\circ}12'17''$  Altitud: 170 m.s.n.m.  
Según mapa catastral, hoja n.º 446.

Se trata de un covacho que se divide desde la Cova d'En Durán y situado en un espolón rocoso originado por una falla de poco

resalte. Antiguamente formaría parte de unas surgencias actualmente destruidas por la erosión externa.

Al explorar una pequeña cavidad de este covacho, fue descubierto una calota humana que motivó el nombre de la cavidad, y de la cual se espera su estudio detallado.



## BIBLIOGRAFIA

- FONT I SAGUÉ, N.: (1897). «Catàleg espeleològic de Catalunya». Centre Excursionista de Catalunya, 42-44.
- FAURA I SANS, M.: (1906). «Excursió a les Coves d'En Merla». Butll. Inst. Cat. d'Hist. Nat. 6 (5), 66-71.
- FAURA I SANS, M.: (1909). «Recull espeleològic de Catalunya». Sota Terra. Club Muntanyenc. Barcelona, 43-52.
- CARALT, J.: (1942). «Las civilizaciones prehistóricas, ibéricas, romanas y mahometanas del Penedés». Bisbal historia.
- PUIG Y LARRAZ, G.: (1896). «Cavernas y Simas de España». Bol. Com. Map. Geol. de España, 21.
- FERRER, A. y GIRÓ, P.: (1943). «La colección prehistórica del Museo de Vilafranca». Ampurias V.
- TARRADELL, M.: (1962). «Les Arrels de Catalunya». Ed. Vives.
- DE LA VEGA, J.: (1970). «Cova de la Merla». Mediterrania n.º 6.
- (1932). Servei del Mapa Geol. de Cat. Hoja n.º 34. Vilafranca del Penedes.
- (1969). Soterrania n.º 1. AEA. Vilanova i la Geltrú.





Speleon	20	Págs. 117-124	1973
---------	----	---------------	------

## Estudio de un cráneo patológico descubierto en la Cova d'Annes

por

D. CAMPILLO VALERO

**RESUMEN.** — Se estudia un cráneo femenino, perteneciente probablemente a la Edad del Bronce, que muestra una lesión traumática en su bóveda, en las proximidades de bregma, con signos muy evidentes de cicatrización y supervivencia prolongada.

**SUMMARY.** — It is studied a female skull, probably belonging to the Bronze Age, which shows a traumatic lesion in its vault, close to bregma, with very evident signs of healing and long survival.

**RÉSUMÉ.** — On étudie un crâne féminin, probablement appartenant à l'Âge du Bronze, qui présente une lésion traumatique dans sa voûte au voisinage de bregma, avec des signes très évidents de cicatrisation et survivance prolongée.

Esta cavidad se encuentra situada cerca a la Casa d'Annes, a 1.300 m de altura y en el término municipal de Prullans, junto al de Bellver, por cuyo subsuelo transcurre en parte. Se trata de una de las cuevas más interesantes de la Cerdanya, si bien, hasta el presente, no se ha llevado a cabo ningún estudio arqueológico sistematizado.

Desde este punto de vista, los escasos hallazgos estudiados parecen pertenecer a la Edad de Bronce (2). En la zona del vestíbulo de la cavidad se encontraron los restos de diversos individuos.

En 1969, una prospección llevada a cabo por aficionados del grupo espeleológico Banesto de Barcelona en el vestíbulo de entrada, dio luz el cráneo objeto de este trabajo, que tras múltiples vicisitudes pudo ser recuperado, pasando a ingresar al Museo Arqueológico de Barcelona.

## ESTUDIO ANTROPOLÓGICO:

Neurocráneo en buen estado de conservación, al que falta la porción occipital de la base a partir del orificio magno, el etmoides y el esferoides. También se conserva el malar izquierdo y fragmentos de las arcadas maxilares superiores con algunas piezas dentarias aún engarzadas.

Parece tratarse de un individuo del sexo femenino de unos 50 años de edad.

## ANTROPOMETRÍA:

Longitud máxima ... ..	185 mm.
Anchura máxima ... ..	130 mm.
Anchura frontal mínima ... ..	91 mm.
Anchura frontal máxima ... ..	115 mm.
Anchura biastérica ... ..	105 mm.
Circunferencia horizontal máxima ... ..	520 mm.
Arco transversal ... ..	307 mm.
Arco sagital ... ..	376 mm.
Arco sagital frontal ... ..	121 mm.
Arco sagital parietal ... ..	130 mm.
Arco sagital occipital ... ..	123 mm.
Arco sagital de la escama occipital ... ..	80 mm.
Cuerda sagital frontal ... ..	101 mm.
Cuerda sagital parietal ... ..	118 mm.
Cuerda sagital occipital ... ..	98 mm.
Cuerda sagital de la escama ... ..	70 mm.
Angulo de inclinación frontal ... ..	84°
Angulo de curvatura frontal ... ..	46°
Capacidad calculada ... ..	1.377 c.c.
Índice cefálico ... ..	70'3 — Dolicocráneo
Índice frontal transversal ... ..	79'1 — Crestas divergentes
Índice fronto-parietal ... ..	70 — Eurimetrope

Los huesos son de escaso grosor, oscilando entre los 4-5 mm. en la escama frontal y en las *bolsas* parietales. Los relieves de las inserciones musculares resultan casi imperceptibles y la sinostosis casi es completa, excepto a nivel del asterion.

En su morfología (Figs. 1 y 2) muestra un contorno ovoide, con un perfil sagital aplanado, nasio, glabella y arcos superciliares poco marcados, occipucio prominente con inio apenas perceptible y mastoides poco robustas. La frente es ancha y asciende bastante verti-

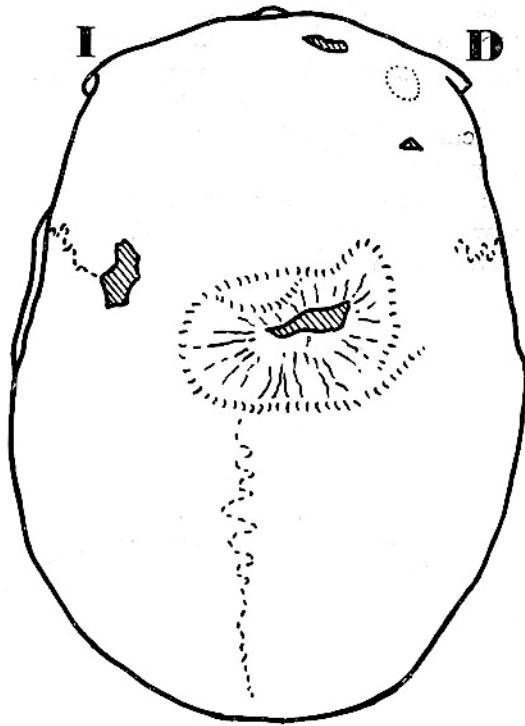


Fig. 1.—Craneograma visto en norma superior con la zona patológica (p) en las proximidades de bregma.

cal. El malar izquierdo, único que se conserva, es pequeño y poco robusto. No es posible dar una buena descripción del fragmento de arcada dental superior que se conserva, en la que permanecen adheridas las siguientes piezas: *a*) en el lado derecho: I-2 y P-1; *b*) en el lado izquierdo: I-2, C, P-1, P-2, M-1 y M-2. El desgaste dentario es intenso, mostrando caries en P-1, P-2 y M-2 del lado izquierdo, en cuya arcada se aprecia la reabsorción del alvéolo correspondiente a M-3. El contorno posterior es domiforme, sin que se aprecien huesos wormianos, ni hepactales. Cavidades glenoideas muy profundas.

*Estudio paleopatológico.* — Se aprecia la cicatriz de una herida antigua situada en la bóveda craneana sobre bregma, con pérdida

de substancia ósea y reosificación parcial. El área cicatricial mide en sentido anteroposterior 38 mm. y su diámetro transversal 48 mm. La pérdida de substancia se acentúa de la periferia al centro de la lesión, llegando a ser total en un sector de  $23 \times 7$  mm. (Figs. 3 y 4). Las celdillas diploicas no resultan visibles, ya que el hueso noviformado las recubre y confiere a la lesión un aspecto radial, dadas las excrecencias que se dirigen de la periferia hacia el centro. En los límites de la lesión el contorno se eleva, dando lugar a una cresta ondulada que bordea la cicatriz.

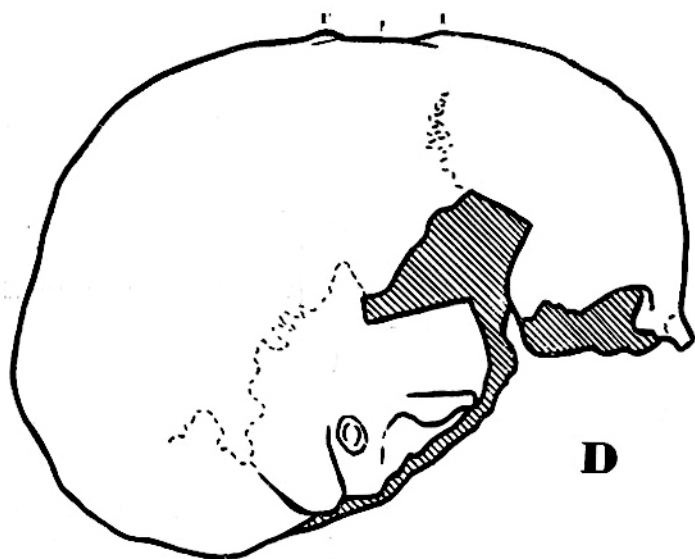
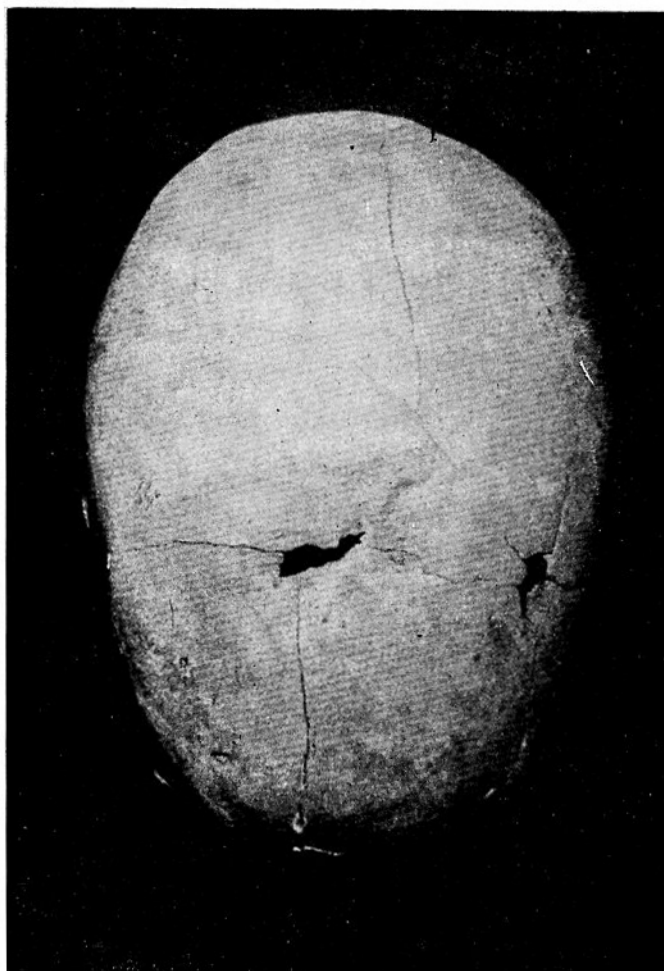


Fig. 2.—Craneograma visto en norma lateral derecha, con el área patológica (p) y los dos rodetes (r, r') hiperostóticos.

Fig. 3. — Detalle de la lesión con la pérdida de substancia ósea en el centro bordeada de la zona cicatricial que recubre la totalidad del diploe y le confiere una estriación radial. En la periferia de la lesión el rodete hiperostótico.



Fig. 4. — Bóveda en la que se aprecia el área lesional y las líneas de fractura, originadas por los escasos cuidados tomados durante su descubrimiento.



*Estudio radiográfico.* — En proyección lateral se aprecia la pérdida de substancia ósea descrita anteriormente, siendo muy ostensible el reborde hiperostótico que contornea la lesión, sobre todo en su porción posterior y que se origina exclusivamente a expensas de la tabla externa. Cabe destacar que en la zona media de la lesión, la tabla interna se incurva hacia el interior del cráneo. La proyección de Hirtz (submenton-vertex) pone en evidencia la falta de alteraciones de la estructura alveolar a distancia de la lesión, mientras que en las proximidades del orificio las celdillas diploicas son de menor tamaño como corresponde a las zonas de reosificación (Lacroix), que se muestran más intensa en el lado izquierdo. Alrededor de la pérdida de substancia, a 10 ó 15 mm. de la misma, a modo de halo, se aprecia el típico anillo de condensación ósea de las hiperostosis postraumáticas (Figs. 5 y 6).

*Comentario:* A nuestro criterio la lesión es de origen traumático, ocasionada por un objeto contundente duro, probablemente anguloso o arista, que habría actuado en sentido perpendicular a la fractura. Apoya este criterio la mayor longitud de la lesión en sentido transversal y la curvatura de la tabla interna hacia el endocráneo. No parece haya habido una complicación supurada, al menos importante, dada la indemnidad de la estructura del diploe en las proximidades de la lesión. Las esquirlas óseas que probablemente acompañaron la fractura seguramente fueron eliminadas durante el proceso de curación o extraídas o bien quedaron empotradas en los tejidos blandos y se han perdido. Pese a la gravedad que por su situación la lesión entraña, si tenemos en cuenta que casi por el centro de la misma pasaba el seno longitudinal superior, hubo una larga supervivencia, no inferior a un año, dada la gran reosificación que se aprecia, ya que estamos de acuerdo con el criterio que sustenta LACROIX (3). No creemos que la lesión hubiese tenido lugar en la infancia o siendo un adulto joven, ya que la reosificación probablemente hubiese llegado a ser total, así es que consideramos que la misma tuvo lugar en su edad madura.

*Diagnóstico diferencial.* — Consideramos que se puede descartar la etiología osteomielítica, según lo expuesto, ni tampoco se corresponde con la morfología de los blastomas osteolíticos o con otras erosiones del hueso. A nuestro parecer se puede descartar la posibilidad de una trepanación terapéutica o ritual, tanto por la irregularidad de la lesión, como por no poderse asimilar, ni en su situación, ni en su técnica, con las trepanaciones conocidas.

*Diagnóstico:* Fractura con hundimiento craneal, producida en su edad madura, con evidentes signos de regeneración ósea y larga supervivencia de la lesionada.

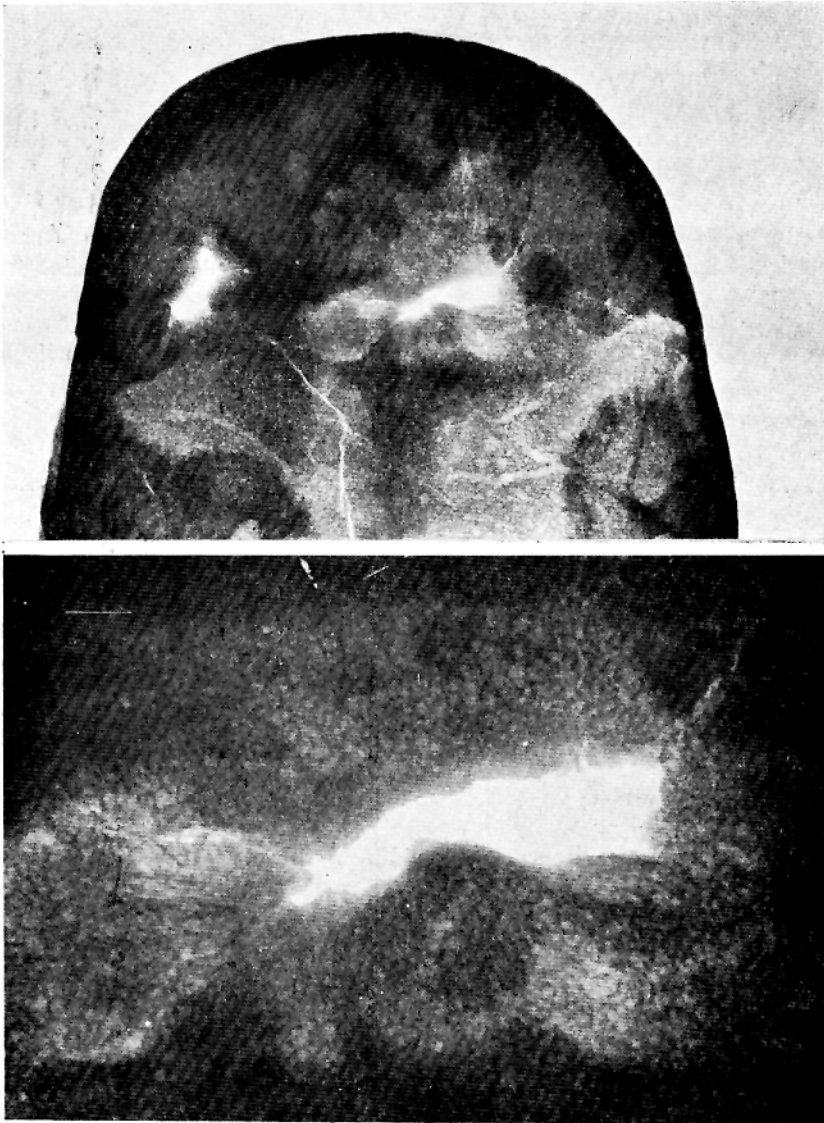


Fig. 5.—Radiografía de la bóveda practicada por el Dr. M. ROVIRA, en la que se aprecia: a) pérdida de substancia ósea; b) condensación del hueso y falta de diploe alrededor del orificio, seguida de inmediato de un tejido diploico que muestra unas celdillas de un tamaño más reducido; c) a mayor distancia, enmarcando la totalidad de la lesión, el rodete hiperostótico.

Fig. 6.—Radiografía ampliada cuatro veces y que muestra con mayor detalle el área lesional.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) CANALS, M.; RIBERA, C. y VIÑAS, R.: «La Fou de Bor i cavitats de l'alta vall del Segre». Ed. Montblanch, Barcelona, 1970. Pág. 98, fig. 15, fotos 44 y mapa.
- (2) RIPOLL PERELLÓ, E. y LLONGUERAS CAMPAÑA, M.: «Notas de Arqueología de Cataluña y Baleares (Prullans-Lérida)». Ampurias, XXIV, 1962, pág. 329.
- (3) LACROIX, M.: «Étude medico-legale des pertes de substance de la voute du crane». Ed. Masson. París, 1972. Pág. 124 y 24 fig.



Speleon	20	Págs. 125-138	1973
---------	----	---------------	------

## La cueva de l'Os en el macizo del Cogulló, Lérida

por

JORGE ROVIRA PORT y RAMÓN VIÑAS VALLVERDÚ

**RESUMÉ.** — Description de la caverne de l'Os —province de Lérida— et étude du matériel archéologique. Celui-ci, forme ici deux groupes: le plus nombreux composé par céramiques grossières, couleurs clairs, ornées avec motifs digités en relief et lisses. L'autre groupe —seulement 13 fragments— composé à sa fois, par pièces excellentement cuites, couleurs obscurs, bords à biseau et surfaces brunies et spatulées. Sa datation paraît appartenir au Bronze Final et le gisement on peut inclure par son matériel dans la traditionnelle voie de pénétration d'influences Indoeuropéennes du Segre.

La cueva de l'Os se halla situada a 1 Km aproximadamente al NE del pueblo de Vilanova de Meiá, en la vertiente W de la Sierra del Cogulló —estribación S del Montsec de Rubies, Prepirineo Leridano— y a una altitud de 700 m sobre el nivel del mar. Su emplazamiento corresponde a las cordenadas X — 41° 59' 53" Y 4° 43' 20" y a la Hoja n.º 328 Artesa de Segre del mapa 1:50.000 del Instituto Geográfico y Catastral.

La primera exploración espeleológica fue llevada a cabo por miembros del C.E.I. y del E.R.E. del C.E.C. durante la campaña 1964 de exploración del macizo del Cogulló en la que se visitaron varios fenómenos kársticos y entre ellos esta cavidad (1). Fue este último grupo el que descubrió parte del material cerámico objeto de este estudio en la zona baja de la galería superior, donde ésta desemboca al exterior formando una sala de 4 × 4 m cubierta de bloques inestables y a punto de desprenderse (A).

La galería de entrada se localiza a 5 m sobre la base de su boca (C). Esta galería de 5 m de recorrido con ligera pendiente ascendente, conduce tras 7 m casi verticales, por una colada estalagmítica, a una rampa que termina en un estrecho paso (B) en direc-

ción SE que da acceso a la galería o piso superior que presenta algo más lejos su abertura al exterior (A) (Fig. 1). El piso de esta galería de 14 m de recorrido y 30° de inclinación se encuentra parcialmente cubierto por una placa estalagmítica que forma parte del proceso litogénico activo, finalizando la cavidad en unas pequeñas salas de bóveda baja. En la morfología de la cueva observamos como, las aguas se abrieron paso a través de la diaclasa que forma la oquedad por varios puntos a diferentes niveles, dejando inseg-

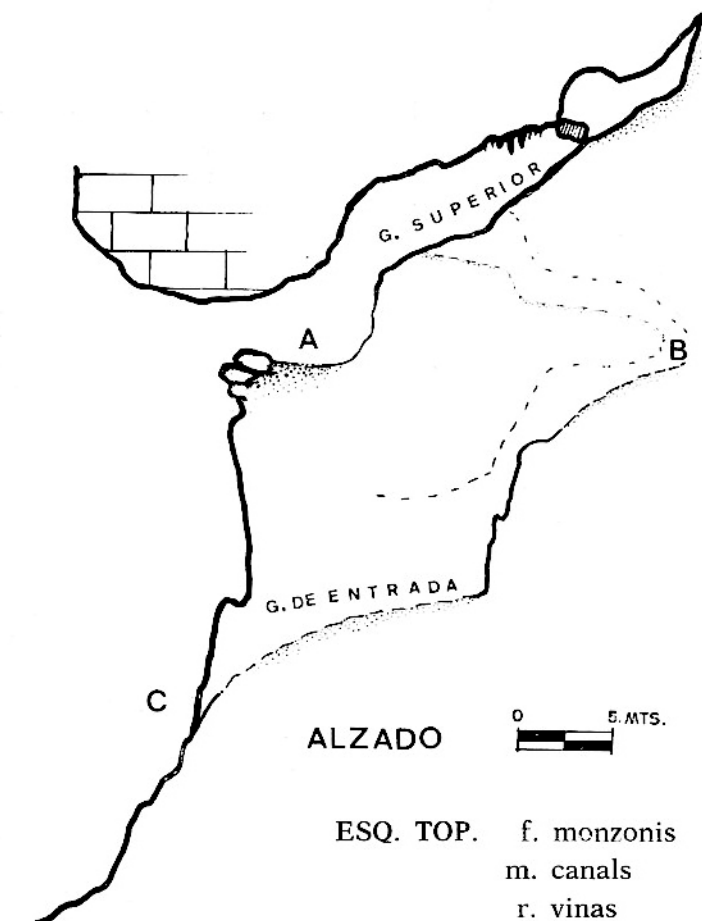


Fig. 1

ros caos de bloques que fueron estabilizándose gracias a la arcilla de descalcificación que fue soldándose con los procesos reconstructivos, y quedando la diaclasa dividida en plataformas y galerías a distintas cotas que conformaron la estructura actual de la cueva. Fue el hundimiento parcial de la sala superior tras el proceso citado, el que propició la recogida de más fragmentos cerámicos al precipitarse al vacío parte del material que allí debía encontrarse formando parte de los niveles de habitación.

Por ello, dada la relativa uniformidad y escasez de los hallazgos creemos conveniente el detallar en un inventario detenido la totalidad de las piezas que darán en conjunto una idea más aproximada del lote en cuestión:

Este, compuesto de 53 fragmentos en total, puede dividirse en tres grupos. En primer lugar, el formado por vasos cuyas paredes presentan la característica decoración aplicada de pequeños o grandes cordones impresos y a veces su superficie externa cubierta de rugosidades que puedan dar lugar incluso a toscos acanalados sobre la superficie blanda del barro.

En segundo lugar, las piezas de paredes más o menos lisas, desprovistas completamente de elementos decorativos —al menos en la parte que conocemos de ellas— y formando en una sola los mencionados surcos. Junto a este grupo hemos de colocar a los restos de bases que han llegado hasta nosotros con excepción de dos: uno, por pertenecer a la siguiente división y otro, por poseer en su cara externa la impronta de una estera, motivo sobre el que más tarde nos detendremos.

Por último, hemos reunido en un tercer grupo a los ejemplares cuyas formas y acabados, permiten reconocer el hallarnos en presencia de cerámicas más evolucionadas y con influencias extrapeninsulares que nos sitúan en un momento cronológicamente avanzado de la Edad del Bronce catalana.

Dentro de nuestra primera agrupación incluimos a los siguientes fragmentos:

1-3: Forman parte de la misma pieza. Se trata de un fragmento con borde recto y ancho cordón a poca distancia del mismo, con ingresiones digitales en diagonal y perfecta factura (Fig. 2). Alisada exterior e interiormente, arenilla como desgrasante y color pardo. Muy semejantes son los fragmentos 2, 18, 5 y 6, cuyos cordones presentan también sus impresiones inclinadas hacia la derecha. Estos dos últimos con la particularidad de tenerlo partiendo del borde ligeramente inclinado hacia el exterior. Gruesos granos de cuarzo como desgrasante e idéntica coloración que los anteriores.

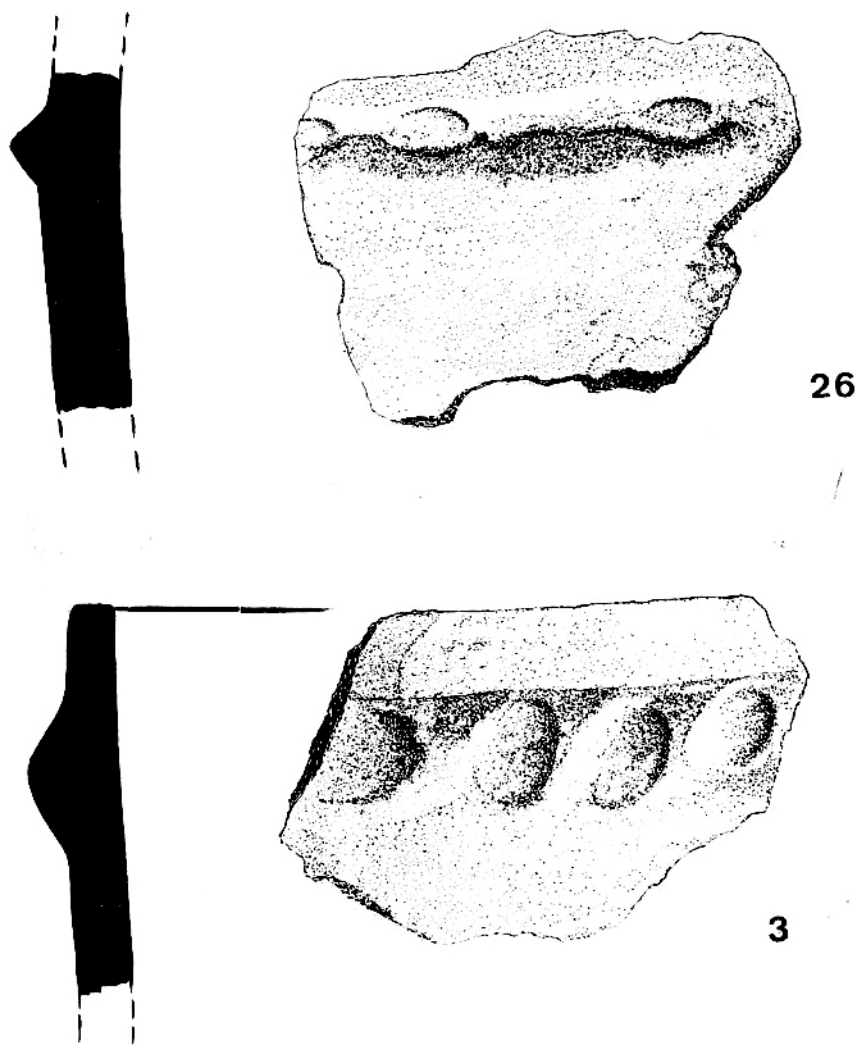


Fig. 2.—Fragmentos con cordones decorados digitalmente. Red  $\frac{1}{3}$ .

Aunque sea aventurado el querer hacer demasiadas clasificaciones tipológicas, y más en ciertos aspectos, GUILAINE al apuntar en su reciente obra (2) las características que toman las decoraciones plásticas en el Bronce Final del SE de Francia, indica que las impresiones digitales en los cordones aplicados evolucionan hacia formas más largas y oblicuas que en los ejemplares del Bronce Inicial

y Medio, formas además, muy semejantes a algunas de las citadas en este inventario. El hecho en sí no implica ningún cambio sustancial, sino la continuación de la preponderancia de tipos como los que siguen y que conviven cronológicamente con los anteriores hasta bien entrada la Primera Edad del Hierro.

7, 8, 10 y 9 (Fig. 3): Los tres primeros pertenecientes seguramente al mismo vaso. Todos presentan un pequeño cordón prolon-

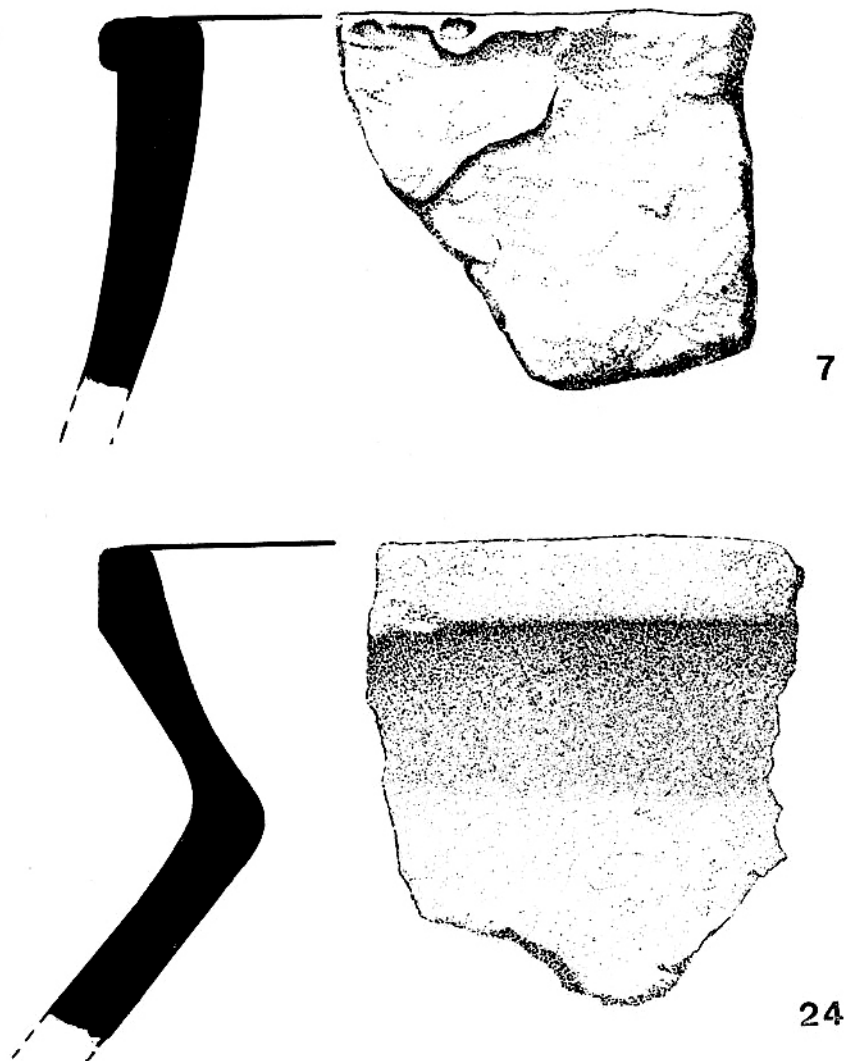


Fig. 3.—Bordes planos. El n.º 7 presenta un cordón con pequeñas impresiones y el n.º 24 sin decoración y algo saliente hacia el exterior. Red  $\frac{1}{2}$ .

gación del labio con minúsculas impresiones digitales en forma horizontal. Los bordes son rectos y las piezas se hallan alisadas por ambas caras. Arenilla como desgrasante y color rojizo en los tres primeros y grisáceo en el cuarto.

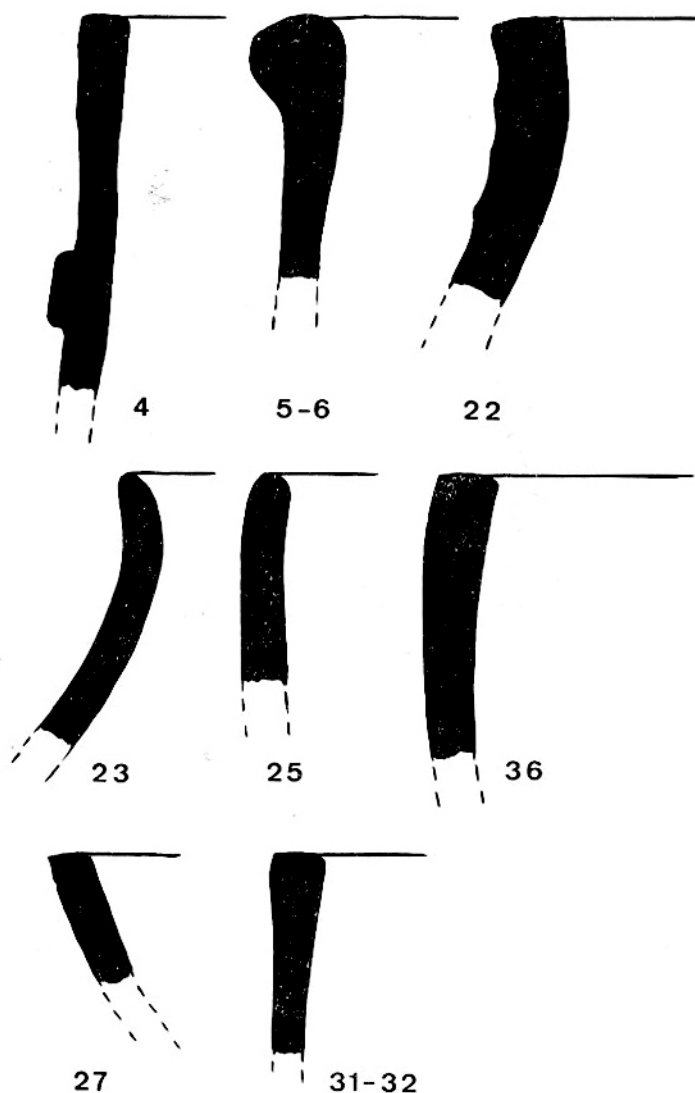


Fig. 4.— Fragmentos con bordes planos y redondeados, algunos de ellos decorados. Red  $\frac{1}{2}$ .

4, 11, 19, 20, 21, 26: Se aprecia en su totalidad que poseían el cordón impreso a cierta distancia de la boca, aunque sólo uno de ellos, el núm. 4 (fig. 4), conserve parte de la misma en forma de borde recto. Las impresiones son realizadas tanto horizontal como verticalmente (núm. 21), y el tamaño de su soporte es mediano, a excepción del que lleva el último (núm. 26, Fig. 2) y que forma un pequeño cordón de sección triangular sobre el que se han impreso las yemas de los dedos de forma algo suave y espaciada. Como es característico de casi todos los ejemplares, se muestran ambas caras alisadas, seguramente con repetidas pasadas de elementos vegetales a juzgar por el tipo de marcas dejadas. El color predominante, aunque con ciertas tonalidades, es el rojizo y su arcilla mezclada con numeroso desgrasante.

12, 13, 14, 15, 16, 17 y 31: Incluimos en este grupo a las piezas que por su grosor y tamaño pertenecen a grandes vasos cuya decoración aplicada se halla, ya sea junto al borde o a cierta distancia de él. El aspecto de los mismos es extremadamente tosco y rugoso en los números 13, 14, 15, 16 y 17, con sus superficies externas sumamente irregulares, mientras conservan las internas algo alisadas. Excepto en dos (núms. 12 y 31) (Fig. 5), los cordones consisten en gruesas tiras de barro colocadas sobre el cuerpo de la pieza, no a expensas de éste, con las impresiones digitales realizadas verticalmente y de forma completamente anárquica.

En estos otros ejemplares, la factura de la decoración es en cada caso perfecta. En tanto en el primero el motivo consiste en una doble tira de impresiones de tipo circular, y que debía componer un dibujo en forma de guirnalda, según parece mostrar su dirección hacia la izquierda, en el segundo, el cordón de tamaño menor aparece decorado con hoyuelos más o menos rectangulares y verticales. Bajo éste se desarrolla una lengüeta de prehensión de tipo semicircular en relieve que nada nos dice de nuevo sobre el conjunto. Sistemas de prehensión semejantes los encontramos a lo largo de toda la Edad de Bronce con oscilaciones debidas a la mayor o menor boga de los mismos, en la Primera Edad del Hierro e incluso con perduraciones en cerámicas ibéricas. La coloración presenta tonalidades ocreas, pardas y rojizas, mientras la arcilla parece no estar depurada en absoluto.

Con los números 32, 33, 34, 53, 22, 23, 24, 25, 27, 36 y 48 (Figuras 3 y 4), agrupamos aquellas piezas de superficies alisadas y espatuladas sin impresiones ni motivos decorativos de ningún género. Tan sólo la n.º 22 (Fig. 4) muestra en su cara externa una serie de surcos acanalados realizados probablemente con los dedos. Los bordes son en general, planos, redondeados, a veces con ligera in-

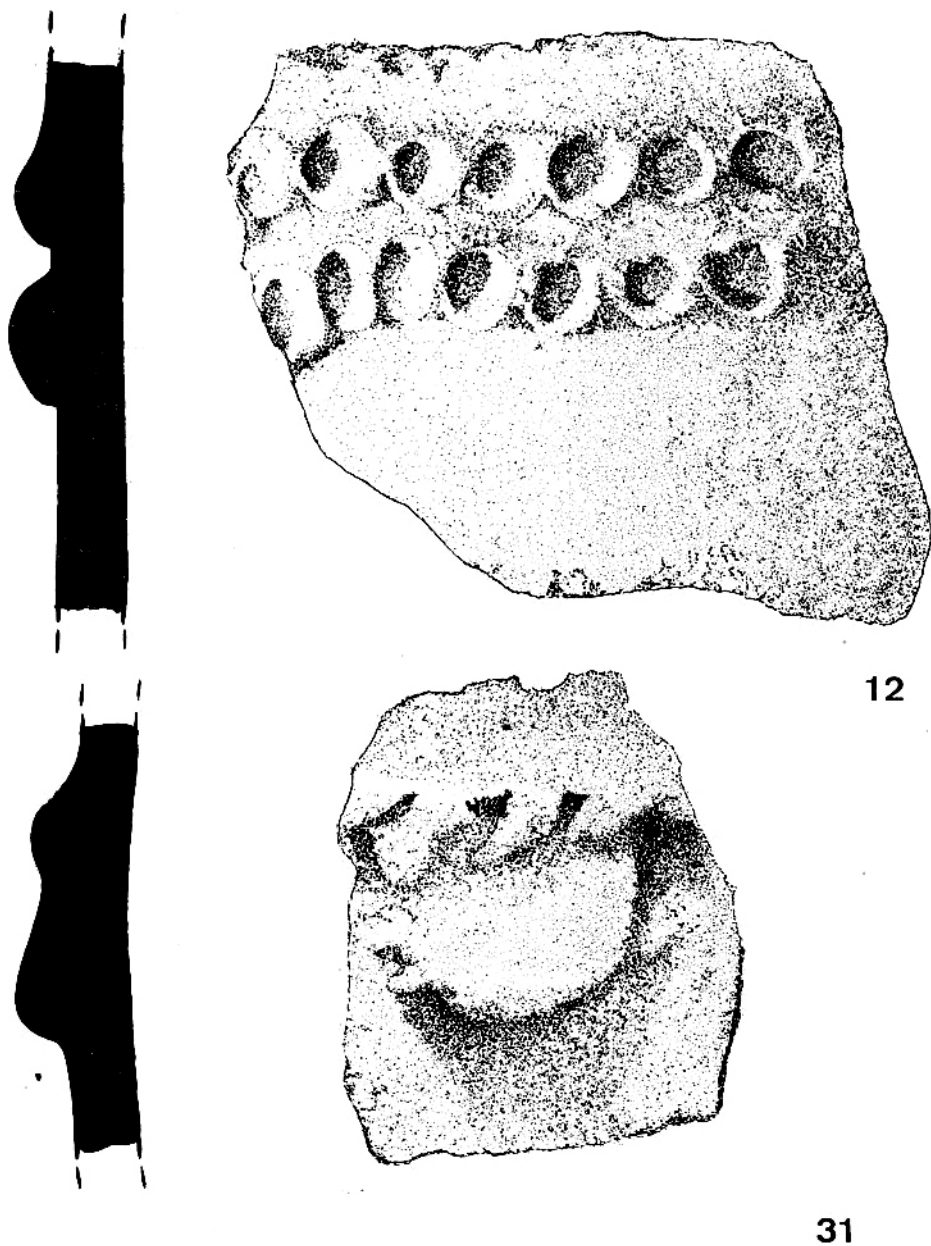


Fig. 5.—Fragmento n.º 12. Posee un doble cordón en relieve con impresiones digitales de tipo circular.

Fragmento n.º 31. Lengüeta de prehensión semicircular en relieve bajo cordón decorado con incisiones. Red  $\frac{1}{3}$ .



clinación hacia su interior o exterior, su color rojizo y desgrasante mucho menor que en las anteriores.

41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 (Fig. 6): Bases con características análogas a las citadas anteriormente, a excepción hecha del n.º 47, que corresponde al tercer grupo de nuestra originaria división.

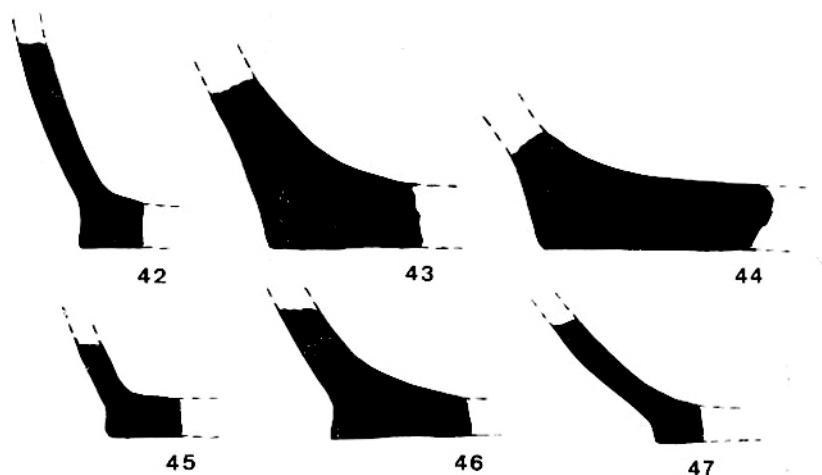
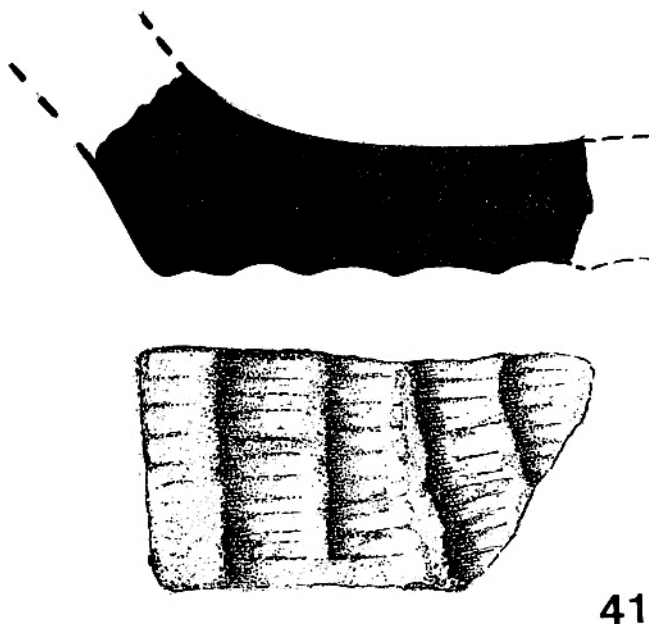


Fig. 6. — Fondos planos pertenecientes a medianos y grandes vasos. Red  $\frac{1}{2}$ .

Son fondos planos, alisados exterior e interiormente, y que presentan innumerables y gruesos granos de arena en su arcilla. El color varía: gris, pardo, rojizo. De ellos, el primero (Fig. 7), tiene la particularidad de presentar en la parte inferior que estaría en contacto inmediato con el punto de apoyo, la profunda huella dejada por una estera. Puede apreciarse perfectamente el negativo de cada una de las vueltas del entrelazado e incluso la marca detallada de las fibras de tejido vegetal con que se realizó. Improntas semejantes han sido localizadas por el momento en numerosos yacimientos catalanes cercanos a éste, en el mismo macizo del Montsec o más alejados. Así, las encontraremos en: la Cova de El Foric (Os de Balaguer), Cova de Joan d'Os (Tartareu), Puiganseric (S. Miquel de l'Aguda) (3), la Pleta de Comte (Peramea-Pallars) (4), Cueva del Segre (5), Cueva de Escornalbou (6), en la provincia de Barcelona en la Cueva Freda de Collbató (7), y ya en la provincia de Tarragona, en la Cueva Fonda de Vilabella o de Salomò (8), en la cova de



41

Fig. 7.—Base con impronta de esterilla circular. Tamaño natural.

la vila de la Febrò (Sierra de Prades) (9), El Garrofet (Querol) (10), Cueva d'en Merla (Roda de Barà), Cueva de Miloqueres (Marsa), esta última en estudio; Cueva de Porta-Lloret (11) (Ciurana) y cueva «M» de Arbolí (12) entre otros.

Un rasgo a destacar es siempre la presencia de este tema en contextos de la Edad del Bronce, ya sea antiguo o avanzado. En cuanto a su motivación, hay que referirse en primer lugar a la interpretación de S. VILASECA sobre si dichas esterillas circulares podrían formar parte del molde de la pieza o cuando menos ser utilizadas como tornos primitivos al permitir girar el vaso durante su moldeado.

A pesar de que la hipótesis citada podría ser cierta, hay que considerar que casi todas las improntas están realizadas de una manera muy simétrica, concéntrica, respetando un sentido estético en su colocación. Quizás podría argumentarse el que la esterilla tuviese el mismo diámetro que el fondo, y en este caso la simetría quedaría explicada, pero no es este nuestro caso, en el que se advierte claramente la continuación de fibra vegetal más allá del inicio de las paredes del vaso. Con todo ello, la suposición de que dichas

improntas tendrían un sentido ornamental parece tomar alguna consistencia, sin extrañarnos tampoco del lugar tan poco apropiado para este fin. Recordemos al respecto las decoraciones a base de acanalados e incisiones formando círculos, cruces, delimitando cuadrantes o tan sólo simulando una estrella, y que se observan sobre bases de cerámicas Bronce Final-Hierro, a veces en las mismas cuevas en las que encontrábamos el motivo de la esterilla —Garrofet (Querol) (13)— o en otras nuevas —Els Valls (Riudecols) (14), La Serreta de Sant Josep (Montblanch) (15)—, hasta llegar a yacimientos al parecer tan tardíos dentro del Hallstatt, como Santa Maria de Merlés (Sant Pau de Pinós) (16).

En último lugar, reunimos con los números de inventario 28, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 40, 49, 50, 51 y 52 (Fig. 8), a aquellos fragmentos que se diferencian perfectamente, tanto por su forma como por su realización, de los estudiados anteriormente. Son casi todos —a excepción de los números 38 y 47, este último, fondo—, partes altas y bordes abiselados y exvasados de piezas con ligero perfil en S, globulares con cuello de perfil oblicuo y hemisféricas.

Las pastas están excelentemente depuradas con minúscula arenilla como desgrasante y los colores van desde el negro, pasando por el gris, hasta el pardo. El hecho de que presenten sus superficies, y sobre todo las externas, cuidadosamente espatuladas y bruñidas, amén de una sonoridad metálica muy clara, aboca a ejemplares típicos del Bronce Final avanzado.

## CONSIDERACIONES FINALES

La ostensible diferencia entre los dos tipos de cerámicas que componen el hallazgo de la Cueva de l'Os es claramente sintomática sobre su carácter originariamente distinto. La estadística también lo es: de 53 fragmentos en total, sólo 13 pertenecen al grupo esmentado en último lugar. Nos hallamos pues, en presencia de dos tradiciones distintas que conforman el panorama cultural a finales del 2.º milenio a. C., en la zona que abarca Cataluña y el SE francés, hasta Italia.

Se trata, por un lado, del substrato indígena de la Edad del Bronce que sigue sus antiguas tradiciones y la fabricación de cerámicas groseras, de factura tosca, colores claros —ambiente oxidante— y formas ovoideas y hemisféricas. Por otro, aparecen en mucha menor cantidad, las piezas de excelente cocción, superficies bruñidas y espatuladas, colores oscuros —ambiente reductor— y bordes abiselados, que, procedentes de influencias directas del otro lado de los Pirineos, alcanzan el territorio catalán en una continuada

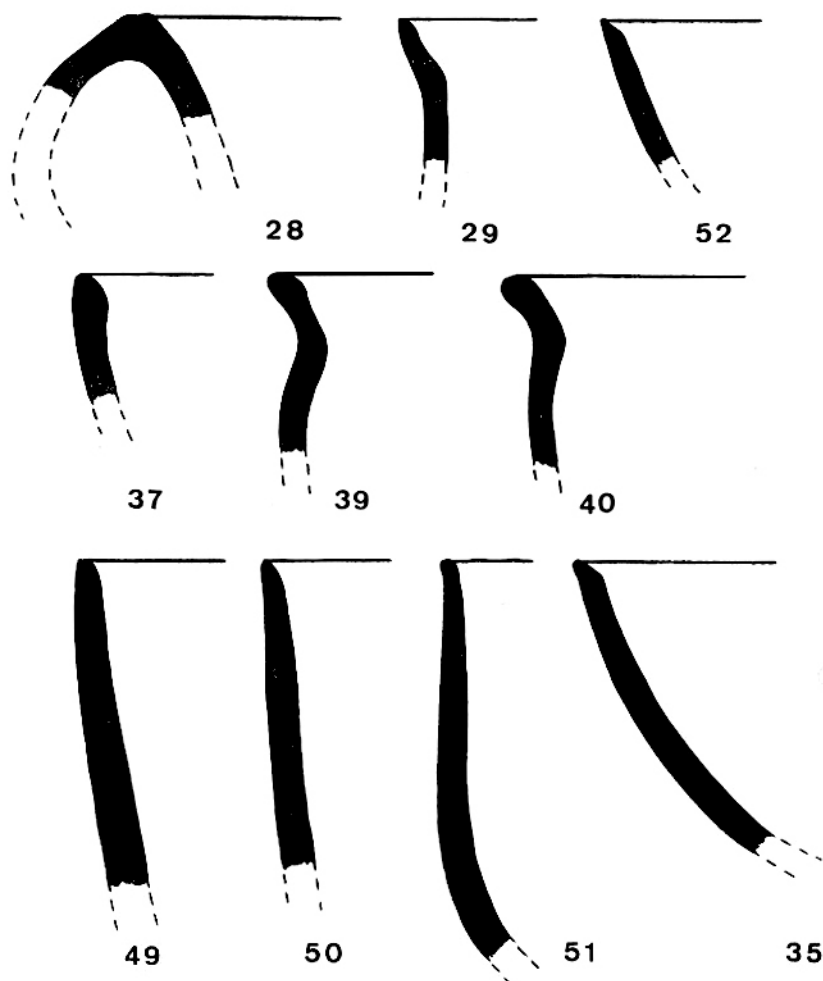


Fig. 8. — Bordes de pequeños y medianos vasos con sus superficies bruñidas y espatuladas. Red  $\frac{1}{2}$ .

relación desde, por lo menos, mediados de la Edad del Bronce.

Si intentamos relacionar con más sutileza los escasos hallazgos de la cueva, nos encontramos primeramente mediatizados por su misma pobreza, y seguidamente, abocados a las innumerables y cercanas cavidades con restos arqueológicos. Sin lugar a dudas, sus paralelos más cercanos los hallamos en el magnífico yacimiento de

la Cueva de Picals (Llusàs) (17), a unos 3 kilómetros de ésta, con materiales que abarcan desde el Eneolítico hasta lo Ibérico, y entre los cuales se encuentran piezas idénticas a las estudiadas. Ya en un segundo plano, se inscribe esta cavidad en el conjunto de las leridanas que han proporcionado materiales semejantes, tipológica y cronológicamente. Sus contactos con las cuevas de l'Aigua, Puig Anseric, Segre, Tabaco, Foric, Joan d'Os, Patxerro, etc., y las de más al Norte, parecen evidentes al incluirse por sus restos en la ruta que siguiendo el Segre, se convierte en tradicional vía de penetración para las influencias Indoeuropeas (18).

Por otro lado, el punto de comparación que nos proporciona el fondo de gran vaso con la impronta de esterilla circular, indica esta misma orientación y otras nuevas. Si carteamos su distribución, observaremos igualmente, ciertas conexiones culturales, de contacto o influencia, con la zona del Pallars, no muy lejos de donde se encuentra la cueva de Les Llenes (19), con abundante cerámica con decoración plástica y mucho más intensas hacia el Sur, con las regiones tarraconenses.

En resumen, un nuevo dato en el escalonamiento de las penetraciones Indoeuropeas por las orillas del Segre, y un nuevo punto en el ya denso panorama arqueológico del Montsec, panorama, que a no dudar, nuevas prospecciones convertirán en algo sumamente rico y complejo.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) ESCOLÀ, O. y otros: (1970). «Montsec. Número monogràfic». Espeleòleg E.R.E. 11-12, pág. 528. C.E.C.
- (2) GUILAINE, J.: (1972). «L'Age du Bronze en Languedoc Occidental, Roussillon, Ariège». M.S.P.F. t9 C.N.R.S. París.
- (3) SERRA VILARÓ, J.: (1927). «La civilització megalítica a Catalunya. Contribució al seu estudi». Solsona.
- (4) PANYELLA, A.: (1944). «La Pleta de Comte en Peramea (Pallars)». Ampurias VI, págs. 69-85.
- (5) SERRA VILARÓ, J.: (1918). «Excavaciones en la cueva del Segre». Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades. Memoria año 1917, N.º 7, pág. 11, lám. VI, fig. 4.<sup>a</sup>. Madrid.
- (6) — (1926). «Escornalbou Prehistòric». Castell d'Escornalbou.
- (7) COLOMINAS ROCA, J.: (1925). «Prehistòria de Montserrat», pág. 58, Lám. 31, Fig. 1. Montserrat.
- (8) SERRA VILARÓ, J.: (1918). «Excavaciones en la cueva del Segre». Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades. Memoria año 1917, N.º 7, pág. 11. Madrid.
- (8) SERRA RAFOLS, J. de C.: (1921). «La collecció prehistòrica de Ll. Marian Vidal». Publicacions del Seminari de Prehistòria de la Universitat de Barcelona.
- (9) VILASECA, S. y PRUNERA, A.: (1944). «La Cova de la Vila, de la Febrò, en la Sierra de Prades». Ampurias VI, págs. 87-95.
- (10) VILASECA, S.: (1954). «Nuevos yacimientos tarraconenses de cerámica acanalada», pág. 56. Reus.
- (11) VILASECA, S.: (1957-58). «La Cueva de Porta-Lloret en el antiguo término de Ciurana. Montes de Prades». Ampurias XIX-XX, págs. 103-121.
- (12) VILASECA, S.: (1941). «Más hallazgos prehistóricos en Arbolí». Ampurias III, págs. 45-62.
- (13) VILASECA, S.: (1954). «Nuevos yacimientos...», citado, pág. 56.
- (14) VILASECA, S.: (1954). «Nuevos yacimientos...», citado, pág. 18.
- (15) VILASECA, S.: (1954). «Nuevos yacimientos...», citado, pág. 48.  
Los yacimientos a los que no se les asigna referencia bibliográfica, tienen los materiales a que nos referimos inéditos.
- (16) SERRA VILARÓ, J.: (1915-20). «Treballa protohistòrica a Merlès». Anuari VI, pág. 573.  
— (1928). «Ceràmica de Merlès». Solsona.
- (17) SERRA VILARÓ, J.: (1923). «El vas campaniforme a Catalunya i les coves sepulcralcs encolítiques», págs. 81-84. M.A.D. Solsona.  
Materiales en estudio en el Instituto de Arqueología y Prehistoria. Universidad de Barcelona.
- (18) MALUQUER DE MOTES, J.: (1945). «La provincia de Lérida durante el Eneolítico, Bronce y Primera Edad del Hierro». Ilerda V, Lérida.  
— (1945-46). «Las culturas Hallstatticas en Cataluña». Ampurias VII-VIII.
- (19) MALUQUER DE MOTES, J.: (1950). «La Cueva de Les Llenes de Erinyà (Lérida)». Pirineos 17-18, año VI, págs. 447-460. Zaragoza.

Speleon	20	Págs. 139-159	1973
---------	----	---------------	------

## Sobre la aplicación de las coordenadas cartesianas en la excavación estratigráfica

por

GEORGES LAPLACE

La publicación en 1954, en el *Bulletin de la Société Préhistorique Française* (LAPLACE y MÉROC, 1954ab), de los principios de un método de excavación basado en la aplicación de las coordenadas cartesianas, fue acogida como una iniciativa de cierta audacia, feliz para los investigadores ávidos de rigor científico, y no considerada por la mayoría de aficionados (1).

Dieciséis años más tarde, el método conoce una difusión amplia, pero es bajo una forma pobre, reducida a sus rudimentos, con la que generalmente se utiliza. La memoria original, cuando no se ignora o se quiere ignorar, es difícilmente accesible, y las separatas se han agotado desde hace mucho tiempo. Por todo ello, y para atender así la demanda reiterada de jóvenes investigadores, nos ha parecido oportuno reemprender la exposición de nuestro método, enriqueciéndola con los perfeccionamientos surgidos en el curso de las múltiples experiencias adquiridas a lo largo de los años. Por último, este artículo metodológico nos ofrece la ocasión de disipar todo equívoco sobre la paternidad del método de aplicación de las coordenadas cartesianas a la excavación estratigráfica de un yacimiento (2).

---

N. de la R. — El presente artículo es la versión al castellano del original francés publicado en MUNIBE, Revista de la Sociedad de Ciencias Naturales «Aranzadi» de San Sebastián, n.º 2/3, de 1971, págs. 223-236. El extraordinario interés del método preconizado por el Prof. LAPLACE para la espeleoarqueología y para el estudio del Cuaternario en general, aconseja la máxima difusión de este artículo entre los investigadores de lengua castellana. Damos las gracias al autor y a don Jesús ALTUNA, director de MUNIBE, por la autorización que nos han concedido. Traducción de Francisco MARTÍ.

## HISTORIA

Inventado por L. MÉROC, este método fue aplicado por vez primera por él mismo en 1930, con ocasión de las excavaciones de arqueología prehistórica efectuadas en el Valle del Volp (Ariège).

En 1946 L. MÉROC, ayudado por un equipo numeroso, emprendió el estudio de los potentes rellenos de las cuevas de Montmaurin con la ayuda de este método del que preconizaba el empleo en la 10.<sup>a</sup> Región de Antigüedades Prehistóricas que él dirigía. Tuvimos conocimiento del mismo en esa ocasión y, en 1949, al publicar el yacimiento aziliense de la Tutte de Carrelore en Lurbe (LAPLACE, 1949), introdujimos la novedad de situar sobre el plano del yacimiento que ilustraba la memoria el emplazamiento de todas las piezas recogidas.

El método consistía entonces exclusivamente en el cuadrícula del yacimiento, en la situación por coordenadas cartesianas de todas las piezas y en su representación numerada sobre una planta y una sección frontal trazadas para cada cuadrado de un metro de lado, aún sin anotación cifrada de las coordenadas. Aunque revolucionario, el método no daba aún más que una visión demasiado rudimentaria de los diferentes niveles y de su articulación. Lo que pensamos intentando modificarlo y depurarlo para obtener un rendimiento mejor es lo de menos. Tras varias tentativas introdujimos entre 1949 y 1954 toda una serie de perfeccionamientos: distinción entre los diagramas de posición y las secciones estratigráficas trazados en relación constante; diagramas de posición frontal o lateral, total o parcial, secciones estratigráficas frontal o lateral, total o parcial, secciones estratigráficas frontal o lateral, normal o intermediaria; utilización exclusiva de las plantas y plantas-diagramas para las capas finas o los suelos caracterizados; coordenadas numéricas reseñadas en el diario de excavaciones; representación convencional de los elementos de las capas y aumento de las especies de elementos representados.

De esta manera, concebido esencialmente como un sistema de situación por L. MÉROC, este método que había creado se convertía, perfeccionado, en un instrumento práctico de análisis y de comprensión gráficas de una capa arqueológica y de sus relaciones con la estratigrafía. Al sugerir problemas que no se habían percibido en el curso de la excavación, se reveló como medio de prospección.

Aplicamos con igual éxito el método modificado, objeto de la publicación citada anteriormente (LAPLACE y MÉROC-1954a), en el estudio de yacimientos muy diferentes, en cueva o abrigo o al aire



libre, del Paleolítico inferior a la Protohistoria, tanto en los Pirineos Occidentales como en el Norte de África.

Inventado y puesto a punto en la región pirenaica, el método de las coordenadas cartesianas llegó pronto al Périgord cuando, durante el verano de 1951, por petición de F. Bordes fuimos a Pech-de-l'Azé Sur a iniciarlo en los procedimientos prácticos y, especialmente, a cuadricular el yacimiento.

Por lo que se refiere a los países extranjeros el método Laplace-Méroc fue difundido en lengua española e italiana respectivamente por nuestros colegas J. L. Lorenzo (LORENZO-1956) de la Universidad de México y A. Broglio (BROGLIO-1964) de la Universidad de Ferrara.

Por último entre 1954 y 1970 hemos aportado nuevos perfeccionamientos al método modificado. Se encuentran en el texto siguiente.

## PRINCIPIOS DEL MÉTODO

Nos referimos al caso más complejo, el de un yacimiento en cueva, pero es evidente que podría tratarse igualmente del caso de un yacimiento en abrigo o del de un yacimiento al aire libre (terrazza fluvial, fondo de cabaña, conchero, túmulo, dolmen, fuente, etcétera...).

### A. LA CUADRÍCULA: PLANO Y EJES DE REFERENCIA.

#### 1. *Plano de referencia o nivel cero.*

El plano de referencia o nivel cero, origen de las coordenadas verticales, es el plano horizontal tangente al punto más alto del relleno de la caverna. Se llama *curva de referencia* o curva cero la intersección del plano de referencia con las paredes. Para establecer esta curva:

a) en primer lugar se proyecta sobre las paredes el mayor número posible de puntos, marcados inmediatamente con un punzón, directamente con la ayuda de un nivel de agua de tubo flexible transparente, o con un nivel de agua de tubo metálico, o con un nivel de anteojo, o con una alidada niveladora o con un taquímetro (3);

b) en segundo lugar se materializa la curva de referencia uniéndolos los puntos determinados anteriormente con un trazo grabado acentuado con pintura;

c) en tercer lugar se establece a la entrada de la cueva y, si es preciso, en el interior, un sistema de barras metálicas perforadas situadas en el plano de referencia, destinadas a limitar convencionalmente la *superficie de referencia*. Estos son los *límites de referencia* (4).

## 2. *Punto cero.*

Se fija entonces el punto cero (Fig. 1), origen de las coordenadas horizontales, sobre la curva de referencia, preferentemente a la entrada de la cueva, en la vertical de la caída de la bóveda, es decir sobre la línea que marca aproximadamente el paso de la cueva propiamente dicha a la antecueva. Será marcado inmediatamente mediante la práctica de una perforación, poniendo un taco y colocando una armella redonda por medio de una clavija incorruptible (plomo o material plástico).

## 3. *Eje frotal.*

Situado en el plano de referencia y pasando por el punto cero, el eje frotal (Fig. 1) en la mayoría de los casos toma la dirección general del trazado de la entrada de la cueva. El punto de intersección del eje frotal con la pared opuesta es marcado por medio de una armella redonda. Materializará este eje frotal un cordel fuertemente tensado (el nylon trenzado es muy adecuado) entre las dos armellas. A partir del punto cero se dividirá el eje frotal en toda su longitud en segmentos de un metro con la ayuda de puntos de referencia precisos (pequeños ganchos metálicos prolongados por un cordoncillo lastrado).

## 4. *Eje sagital.*

Situado en el plano de referencia, pasando por el punto cero y perpendicular al eje frotal, el eje sagital (Fig. 1) es determinado con la ayuda de una escuadra de agrimensor o mejor con una escuadra óptica, más manejable. Su punto de intersección con la curva de referencia se marcará con una armella fijada en la pared y, con el límite de referencia, por un gancho con cabeza sobre la barra perforada. Una vez materializado por un cordel tensado, el eje sagital será dividido en toda su longitud, a partir del punto cero, en segmentos de un metro con la ayuda de puntos de referencia precisos.

## 5. Sectores.

A partir de cada punto de referencia métrica del eje frontal y por medio de la escuadra de agrimensor o de la escuadra óptica se determinan los puntos de intersección de las diferentes líneas sagitales, paralelas, al eje sagital, con la curva y el límite de referencia. Estos puntos serán marcados con la colocación de armellas fijadas en la pared para la curva de referencia y de ganchos con cabeza sobre la barra perforada para el límite de referencia. Las líneas sagitales, materializadas por cordeles tensados, dividen la superficie de referencia en sectores. Estos sectores son designa-

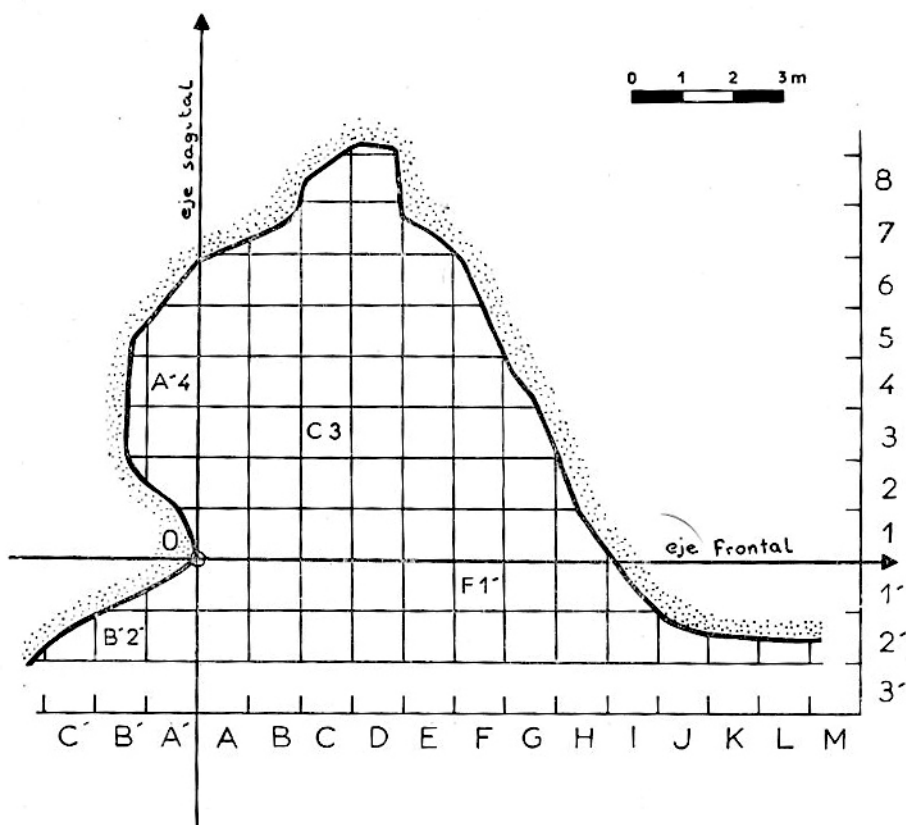


Fig. 1. — Cuadrícula de referencia o cuadrícula primaria de un yacimiento en cueva (Grotte du Poeymail).

dos de una y otra parte del eje sagital y a partir de este eje según dos secuencias alfabéticas (Fig. 1): la secuencia A, B, C, etc., hacia la derecha, la secuencia A', B', C', etc., hacia la izquierda.

#### 6. Secciones.

A partir de cada punto de referencia métrica del eje sagital y con la ayuda de la escuadra de agrimensor o de la escuadra óptica, se determinan los puntos de intersección de las diferentes líneas frontales, paralelas al eje frontal, con la curva de referencia o el límite de referencia. Estos puntos serán marcados con la colocación de armellas fijadas en la pared para la curva de referencia y de ganchos con cabeza sobre la barra perforada para el límite de referencia. Las líneas frontales, materializadas por cordeles tensados, dividen la superficie de referencia en secciones. Estas secciones son designadas de una y otra parte del eje frontal y partir de este eje según dos secuencias numerales: más allá según la secuencia 1, 2, 3, etc., y, hacia acá según la secuencia 1', 2', 3', etc.

#### 7. Cuadrícula y cuadros de referencia.

Los ejes y líneas frontales y sagitales determinan una cuadrícula de referencia, o *cuadrícula primaria*, formada por cuadros de un metro de lado. Cada uno de estos cuadros es designado por la asociación de la letra de su sector con la cifra de su sección (Fig. 1).

Ejemplos: C3..., F1'..., B'2'..., A'4.

La proyección vertical de los nudos de la cuadrícula sobre la bóveda de la cueva será marcada por armellas fijadas en la roca. Estas armellas permitirán el emplazamiento provisional o permanente de plomadas indicadoras de la exacta proyección de estos nudos sobre el suelo de la cueva, sobre la superficie del sedimento en curso de excavación o sobre la de la roca *in situ*.

Nota. — Es a partir de la cuadrícula que se levantará con el máximo rigor en primer lugar el plano de la cueva al nivel cero, y en segundo lugar el plano de la cueva en curvas de nivel. Por último, es evidente que por razones prácticas la cuadrícula puede instalarse por encima del nivel de referencia (VILAIN, 1968).

### B. LA SITUACION: COORDENADAS PUNTUALES Y GLOBALES, MARCADO.

La proyección vertical de la cuadrícula de referencia divide el relleno total de la cueva en volúmenes prismáticos en los que la

sección derecha es un cuadro de un metro de lado. Cada uno de estos volúmenes lleva la indicación del cuadro que le corresponde en la cuadrícula. Para mayor comodidad, cada volumen prismático es designado con el nombre de «cuadro».

### 1. Coordenadas puntuales.

Cada elemento estratigráfico, paleontológico o arqueológico puede situarse con precisión por coordenadas cartesianas (Fig. 2), expresadas en centímetros:  $p$ ,  $f$  y  $s$ . La coordenada de profundidad  $p$  representa la distancia del objeto al nivel cero (*plano Om*). Suponiendo al observador de cara al fondo de la cueva, el origen de la coordenada frontal  $f$  es el plano sagital *sinistro* que limita el cuadro, mientras que el origen de la coordenada sagital  $s$  es el plano frontal *anterior* que limita el cuadro.

A la práctica, para lo que concierne a la medición de la coordenada de profundidad, se pueden presentar dos casos (Fig. 2):

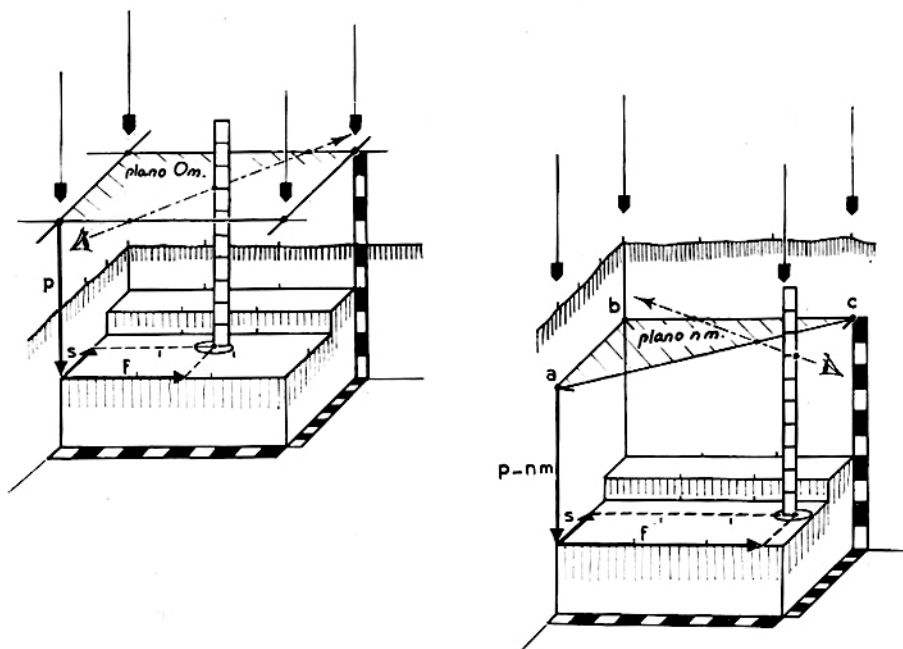


Fig. 2. — Situación de un objeto por coordenadas puntuales. A la izquierda por medio del plano de referencia (*plano Om*); a la derecha por medio del triángulo de referencia *abc* (*plano nm*).

a) Situado el ojo del observador sobre el nivel cero (*plano Om*), la profundidad  $p$  del objeto se obtiene por una simple visual que haga coincidir dos elementos de la cuadrícula de referencia y por la lectura directa sobre una regla graduada situada verticalmente sobre la base del objeto.

b) Si el ojo del observador no ve el nivel cero (*plano Om*), se utilizará como recurso un plano secundario de referencia (*plano nm*), paralelo al primero y a una distancia en lo posible múltiplo de un metro, determinado por tres puntos y materializado por cordeles tendidos formando un *triángulo de referencia* (*triángulo abc*). La profundidad en relación al plano secundario de referencia (profundidad relativa  $p-nm$ ) se obtiene por una simple visual que haga coincidir dos lados del triángulo y por lectura directa sobre la regla graduada colocada verticalmente sobre la base del objeto. La profundidad relativa  $p-nm$  aumentada de la distancia  $nm$  del triángulo de referencia al nivel cero da, evidentemente, la profundidad  $p$  del objeto.

## 2. Coordenadas globales.

La cantidad de elementos arqueológicos (microlitos, cuentas, fragmentos de puntas de hueso, etc.) o paleontológicos (restos de esqueletos de micromamíferos, gasterópodos, etc.) que escapan en el curso de una excavación a la disección más esmerada, varía con la calidad del sedimento. Se recogerán en la criba, pero importa poderlos situar en el nivel estudiado con una aproximación suficiente. Además, una larga experiencia nos ha convencido de la necesidad de proceder continuamente al estudio de la fracción grosera de los sedimentos, muy significativa para los fenómenos paleoclimáticos, fácilmente realizable según el método que expondremos más adelante. Es por estas dos razones por lo que hemos concebido y puesto empíricamente a punto un sistema de coordenadas cartesianas globales:

a) *Tallas y semitallas*: Llamamos talla (Fig. 3) la porción de sedimentos comprendida entre dos planos horizontales distantes de un decímetro, y semitalla, la porción de sedimentos comprendida entre dos planos horizontales distantes de  $1/2$  decímetro o 5 centímetros. Tallas y semitallas expresan las coordenadas globales de profundidad y son numeradas en decímetros a partir del nivel cero. Así la talla 10 representa la porción de sedimentos comprendida entre 9 y 10 centímetros de profundidad, la semitalla 10 inferior la porción de sedimentos comprendida entre 95 y 100 centímetros de profundidad. Se expresan gráficamente de la forma siguiente:

Talla 10	...	...	...	...	...	10
Semitalla 10 superior	...	...	...	...	...	<u>10</u> (con raya encima)
Semitalla 10 inferior	...	...	...	...	...	<u>10</u> (subrayado)

Nota. — Precisemos, si es que es necesario, que la disección del relleno por tallas o semitallas debe subordinarse a la estratigrafía definida por un conjunto de caracteres geológicos y culturales.

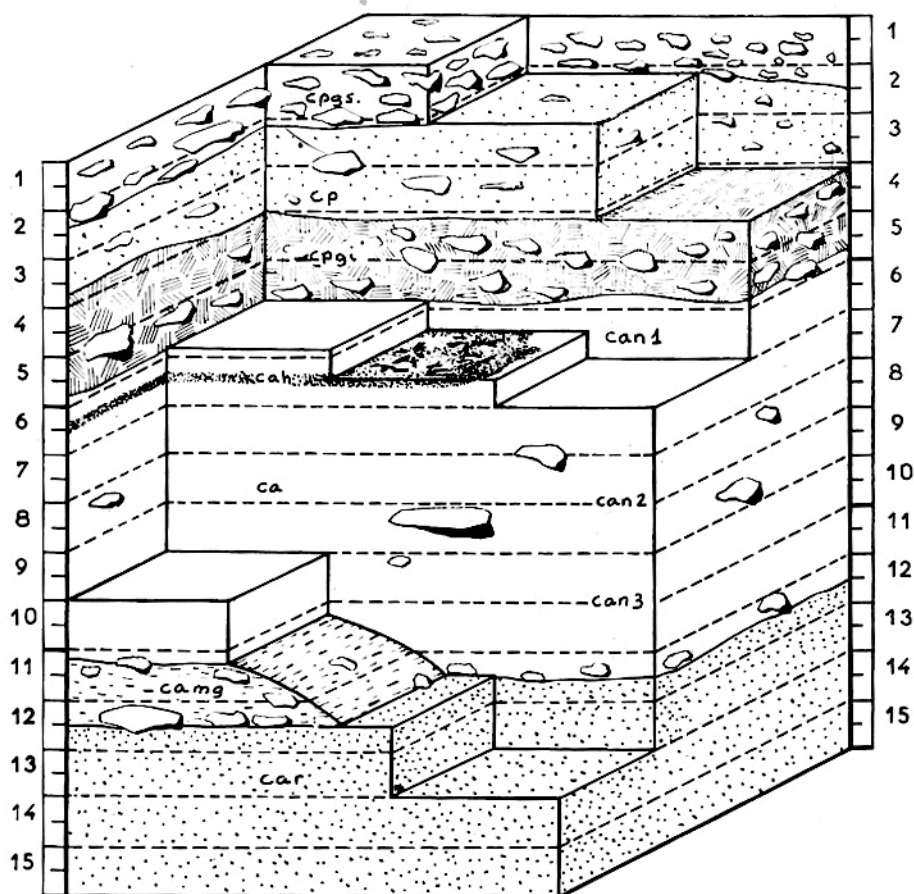


Fig. 3. — Excavación estratigráfica por unidades de excavación (Cueva Gatzarria). Leyenda: *cpgs* = capa parda con gravas superior; *cp* = capa parda; *cpgi* = capa parda con gravas superior; *ca* = capa amarilla; *can1* = capa amarilla, nivel 1; *cah* = capa amarilla, nivel 1, facies de hogar; *can2* = capa amarilla, nivel 2; *can3* = capa amarilla, nivel 3; *camg* = capa amarilla, nivel 3, facies con manganeso; *car* = capa amarilla rojiza.

b) *Cuadrados*: Llamamos cuadrado cada uno de los elementos que constituyen el cuadriculado de cada cuadro o *cuadrícula secundaria*. Hemos fijado empíricamente el número de estos cuadrados en 9. Así forman 3 sectores y 3 secciones secundarias y son numerados del 1 al 9, convencionalmente de izquierda a derecha y de delante hacia atrás, según el esquema frontal-sagital adoptado (Fig. 4). Estos números, situados entre paréntesis, expresan las coordenadas globales horizontales.

### 3. *Marcado de los objetos.*

Son marcados sin excepción todos los objetos recogidos y conservados (piezas líticas y de hueso, piezas paleontológicas, restos óseos, muestras mineralógicas, muestras sedimentarias, etc.) directamente o por medio de tubos o de sacos que los contienen.

Después de mucho tiempo, hemos abandonado el procedimiento de numeración convencional de cada objeto por cuadro o por sector, descrito en nuestra primera publicación, porque presenta dos inconvenientes importantes: la referencia continua y pesada al diario de excavaciones y, en el caso de deterioro o pérdida de ese diario, el riesgo de no poder ya situar exactamente el objeto en su estrato.

Según el nuevo sistema de marcado, cada objeto llevará un conjunto de letras y de cifras:

- a) La sigla del yacimiento, inteligible inmediatamente.  
Ejemplo: Gatzarria ... *Gat*.
- b) El signo indicativo del cuadro (sector y sección o viceversa).  
Ejemplo: D7.
- c) Las coordenadas globales (talla o semitalla y cuadrado).  
Ejemplo: talla 4 inferior, cuadrado 9 ... 4 (9).
- d) Las coordenadas puntuales ( $\underline{p}$ ,  $\underline{f}$  y  $\underline{s}$ ), en su caso.  
Ejemplo:  $\underline{p} = 36$  cm,  $\underline{f} = 72$  cm,  $\underline{s} = 85$  cm ... 36.72.85.
- e) La sigla indicativa de la capa o, en su caso, la de la facies.  
Ejemplo: capa parda con gravas inferior (*cpgih*), facies de hogar (*h*) ... *cpgih*.

Así, según sea situado por coordenadas globales o por coordenadas puntuales, el objeto podrá llevar una de las dos marcas siguientes:

*Gat D7 4 (9) cpgih* o *Gat D7 4 (9) 36.72.85. cpgih*



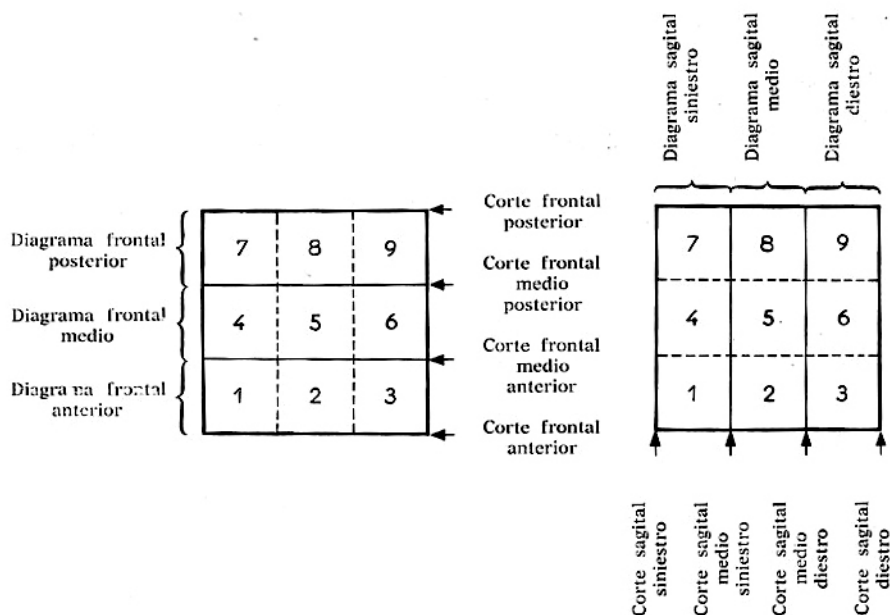


Fig. 4. — Cuadrícula de un cuadro o cuadrícula secundaria. Cortes estratigráficos y diagramas de posición, frontales y sagitales.

Nota. — La pendiente anormal de ciertas piezas se señalará con utilidad, a continuación de la marca, por el valor aproximado de su ángulo:

Ejemplo: pendiente de 45° ... *Gat D7* 4 (9) 36.72.85. *cpgh* 45°.

### C) LOS DIFERENTES TIEMPOS DE LA EXCAVACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y EL DIARIO DE EXCAVACIÓN.

#### 1. Unidad de excavación.

Habiendo sido excavado estratigráficamente el relleno por sucesivos desmontes, la unidad de excavación en el interior de cada cuadro está constituida por el volumen que tiene por base horizontal un cuadrado (33 cms de lado) y por altura la de una talla (10 cms). En la mayoría de los casos la disección del sedimento será llevada ventajosamente por semiunidades de excavación, volúmenes que tienen por base horizontal un cuadrado y por altura la de una semitalla (5 cms). Así pues, unidad y semiunidad de excavación derivan directamente de las coordenadas globales.

## 2. Preparación del diario de excavación.

Se consagrará en principio un diario de excavación a cada uno de los cuadros. Con el diario abierto, en la página de la izquierda se trazarán rayas verticales que delimiten de izquierda a derecha:

- a) Una columna destinada a recibir las indicaciones relativas a la unidad o a la semiunidad de excavación (coordenadas globales) y a la estratigrafía (sigla de la capa y, en su caso, de la facies).
- b) Una columna destinada a las coordenadas de profundidad (p).
- c) Una columna destinada a las coordenadas frontales (f).
- d) Una columna destinada a las coordenadas sagitales (s).
- e) Una columna destinada a recibir las indicaciones relativas a la naturaleza de las piezas situadas (5).

En la página de la derecha tendremos:

- a) La fecha y el nombre del o de los excavadores.
- b) Las observaciones estratigráficas y sedimentológicas.
- c) Las observaciones relativas al estado o a la posición de las piezas situadas.
- d) Los diversos croquis o esquemas explicativos que conciernen la estratigrafía y la posición de los objetos.

D7	p	f	s		Georges LAPLACE - 13 de agosto de 1962
4 (9)					Facies de hogar
cpgi					Sedimento ligeramente concrecionado
(h)					
	36	72	85	G8 sílex negro (1)	Inclinado 45° hacia dextro-anterior
	38	75	80	lasca de cuarcita (2)	
	39	70	68	diente Equus (3)	Roto en la capa
	39	82	95	bloque de 6.12.18	Anguloso, intacto y plano
					Caliza: 12 P6 Ea
					Granito: 3 P10 Ri

## 3. Disección estratigráfica.

Según nuestra experiencia, la organización más racional de una excavación descansa sobre la asignación a cada cuadro de dos ex-

cavadores, pues las observaciones se pulen, se verifican y se completan mutuamente. El diario de excavaciones será confiado con ventaja a uno de ellos por turno.

Cada excavador o equipo de dos excavadores dispondrá, además del utillaje de disección y de una pala plana ligera de mango corto, de un cubo de 8 a 10 litros, y de un juego de dos cubetas de material plástico de igual color:

- a) Se colocará en el cubo y en cada cubeta una ficha de identificación de bristol que lleve las coordenadas globales y la sigla estratigráfica características de la unidad o semiunidad de excavación estudiadas.  
Ejemplo: *D7 4 (9) cpgih.*
- b) Se pondrá atención en anotar las coordenadas de profundidad de la superficie del suelo o de la superficie de discontinuidad estratigráfica en los ángulos del cuadrado. El color del sedimento será indicado con la ayuda del *Code Expolaire* de Cailleux y Taylor (CAILLEUX y TAYLOR, 1963), y se describirá lo más exactamente posible su textura fina.
- c) En el curso de la disección estratigráfica se situará con coordenadas puntuales el máximo de objetos: además de los útiles líticos y óseos y las piezas paleontológicas identificables inmediatamente, las lacas y hojas en bruto, los fragmentos óseos, los minerales alógenos (hematites, manganeso, etc.), los elementos grandes (bloques, piedras y cantos de longitud superior a 10 cms) de los que se anotarán las tres dimensiones, etc. En su caso se mencionará su pendiente y la orientación de su eje de longitud. Precisemos que las coordenadas de los elementos grandes son las del medio de su base y que, para los más voluminosos, es conveniente anotar las coordenadas de sus límites. Los objetos que presenten una dimensión superior a 10 cms (piezas líticas u óseas, bloques, etc.) serán dibujados inmediatamente en planta y perfil en los diagramas de posición de los que hablaremos más adelante. Todos los elementos arqueológicos y paleontológicos situados por coordenadas puntuales recibirán un número de orden provisional, trazado en lápiz grueso sobre el objeto y reseñado en el diario de excavación en espera del marcado; se colocarán en la primera cubeta. En el caso de un nivel muy rico en el que las piezas líticas y óseas formen un auténtico lecho de elementos intrincados, se limitará a tomar las coordenadas pun-

tuales de los útiles y de las piezas de fauna determinables (huesos enteros, apófisis, dientes, etc.).

- d) El examen del sedimento recogido en la pala de excavación permitirá descubrir elementos que se colocarán en la segunda cubeta.

#### 4. *Cribado y elección.*

El cribado se efectúa en seco o con agua, por inmersión repetida o a chorro, con la ayuda de un juego de dos cribas superpuestas cuya dimensión de malla esté fijada empíricamente en 5 mm para la superior y en 2 mm para la inferior. Los productos del cribado son extendidos por separado sobre la *mesa de elección* en la que serán examinados minuciosamente, grano a grano, por medio de pequeñas paletas metálicas flexibles. Este proceso de la mesa de elección, de larga experiencia, permite recoger los elementos de microindustria (microlitos, cuentas de hueso y de esteatita, fragmentos de útiles, etc.) y de microfauna (elementos de esqueletos de pájaros y de micromamíferos, gasterópodos, etc.) que escapan sin remisión al excavador en el curso de la disección y al examen directo en la criba. Serán clasificados por categorías en tubos de vidrio o de plástico que lleven la marca de la unidad de excavación. Las piezas líticas y óseas más voluminosas se colocarán directamente en la segunda cubeta. Por último no debemos dejar de señalar en el diario de excavación los objetos destacables que se hayan descubierto eventualmente en el curso de la elección de los productos del cribado.

#### 5. *Empaquetado, limpieza, marcado.*

Las piezas recogidas en el curso de las operaciones de disección y de cribado de la fracción de capa delimitada por la unidad o la semiunidad de excavación se pondrán en dos bolsas distintas de plástico:

- a) Una dotada de su ficha de identificación, contendrá el conjunto de objetos situados tan sólo por coordenadas globales.
- b) La segunda, de medidas lo suficientemente reducidas para introducirla en la anterior con facilidad, y dotada de su ficha de identificación, contendrá exclusivamente los objetos situados por coordenadas puntuales.

El trabajo del excavador o del equipo de dos excavadores terminará con la limpieza de los objetos, su eventual consolidación y su marcado según las indicaciones que hemos dado antes, operaciones efectuadas sin demora en la excavación o en el laboratorio.

#### 6. *Análisis continuo de la fracción grosera.*

Es sabido que la textura o composición granulométrica de un sedimento se define por la proporción de sus elementos, que se suponen esféricos, clasificados por categorías de grosor, después de la destrucción de los agregados. Si el estudio de la fracción fina, formada por elementos (arcillas, limos, arenas) de diámetro inferior a 2 mm, y de la fracción media, que tiene elementos (gránulos y gravas) de diámetro comprendido entre 2 mm y 2 cms, debe efectuarse en el laboratorio (6) obligatoriamente, no sucede lo mismo con la fracción grosera con elementos (piedras y bloques) de diámetro superior a 2 cms.

Nuestras observaciones sobre los fenómenos de relleno de las cuevas y abrigos nos han conducido a proceder sistemáticamente, en el curso de la excavación, al análisis continuo de la fracción grosera del sedimento que constituye la capa estudiada. En efecto, las variaciones cualitativas y cuantitativas de los elementos que forman la fracción grosera, fácilmente determinables según el método que proponemos, aparecen muy significativas de variaciones estratigráficas y, correlativamente, paleoclimáticas.

Las piedras (diámetro comprendido entre 2 y 10 cms) y los bloques (diámetro superior a 10 cms) recogidos en el curso de las operaciones de disección y cribado serán diferenciadas sucesivamente según :

- a) *Su naturaleza*, caliza de la bóveda, concreción, granito, esquisto, etc.
- b) *Su granulometría*, en cuatro clases dimensionales :
  - Piedras de diámetro comprendido entre 2 y 4 cms (P4).
  - Piedras de diámetro comprendido entre 4 y 6 cms (P6).
  - Piedras de diámetro comprendido entre 6 y 10 cms (P10).
  - bloques anotados en sus tres dimensiones.
- c) *Su carácter romo*, según el estado de usura de sus aristas, en tres tipos morfológicos :
  - Elementos con aristas vivas o angulosas (A).
  - Elementos con aristas romas o embotadas (E).
  - Elementos sin aristas o redondeados (R).

- d) *Su grado de alteración*, en tres grupos :
- intactos (i).
  - alterados en superficie (a).
  - alterados en profundidad o descompuestos (d).

Nota. — Este análisis, esencialmente volumétrico, en ciertos casos puede completarse con un análisis ponderal.

Los resultados del análisis de la fracción grosera se consignarán en el diario de excavaciones de forma explícita o utilizando las siglas anteriormente citadas.

Ejemplos: un bloque de caliza de 6.12.18 anguloso intacto ... *caliza B 6.12.18 Ai*.

- 12 piedras de caliza de diámetro comprendido entre 4 y 10 centímetros, de aristas romas alteradas ... *caliza 12 P6 Ea*.
- 3 cantos de granito de diámetro comprendido entre 6 y 10 centímetros intactos ... *granito 3 P10 Ri*.

## 7. Cortes estratigráficos

A medida que va progresando la excavación, se trazan sistemáticamente dos tipos de cortes estratigráficos para cada cuadro (Fig. 4):

- a) *Los cortes primarios*, que constan de dos cortes frontales, anterior y posterior, y de dos cortes sagitales, siniestro y dextro, derivados de la cuadrícula de referencia o cuadrícula primaria.
- b) *Los cortes secundarios*, que comprenden dos cortes frontales medios, anterior y posterior, y dos cortes sagitales medios, siniestro y dextro, derivados de la división del cuadro en cuadrados o cuadrícula secundaria (Fig. 5).

Nota. — A veces es útil trazar otros cortes que los que hemos indicado. Estos *cortes complementarios* se definirán por la dirección de su trazado sobre el cuadro.

## 8. Diagramas de posición.

Pueden llevarse a cabo después de la excavación, pero en muchos casos, es conveniente realizarlos a medida que progresa la disección estratigráfica, pues constituyen una guía preciosa para el trabajo ulterior:

- a) *Diagramas primarios*: Derivados de la cuadrícula primaria, representan la proyección sobre un plano frontal (diagrama frontal) o sobre un plano sagital (diagrama sagital) de todos los objetos situados en el cuadro. Los diagramas primarios son poco válidos, salvo en el caso de capas subhorizontales que no presenten una variación notable de espesor.
- b) *Diagramas secundarios*: Derivados de la cuadrícula secundaria (Fig. 4), representan la proyección sobre planos frontales o sagitales de todos los objetos situados respectivamente en cada una de las tres secciones secundarias (diagramas frontal anterior, frontal medio y frontal posterior) y en cada uno de los tres sectores secundarios (diagramas sagital siniestro, sagital medio y sagital dextro) que determina la división del cuadro en cuadrados (Fig. 5).
- c) *Plantas y plantas-diagramas*: Representan la proyección sobre un plano horizontal de todos los objetos situados en la superficie de un antiguo suelo en el caso de una planta, o en la masa del sedimento en el caso de una planta-diagrama. Evidentemente, una planta-diagrama que englobe varias capas no tiene sentido. Una planta-diagrama será tanto más reveladora de hechos etnográficos cuanto más pequeño sea el espesor de la porción de capa considerada; el modelado de esta porción debe ser determinado en función del modelado de las superficies estratigráficas inferior y superior.
- d) *Representación convencional de los elementos situados*: Todos los objetos líticos y óseos serán representados; para ello puede utilizarse el color para diferenciar las materias (por ejemplo: amarillo para los fragmentos de cerámica, rojo para el sílex, azul para la cuarcita, verde para el hueso) y signos convencionales para distinguir los útiles de las lascas, las piezas paleontológicas de las esquirlas óseas (por ejemplo: semicírculos para los útiles líticos y óseos, elipses para las piezas paleontológicas, trazos para las lascas y las esquirlas óseas). Este sistema de representación permite, en su caso, señalar la pendiente de los diferentes objetos.

Se representarán también en los diagramas de posición los bloques y piedras grandes de caliza de la bóveda, las piedras de hogar, los cantos, etc., señalados en coordenadas puntuales con sus dimensiones y, eventualmente, su pendiente. Serán representados esque-

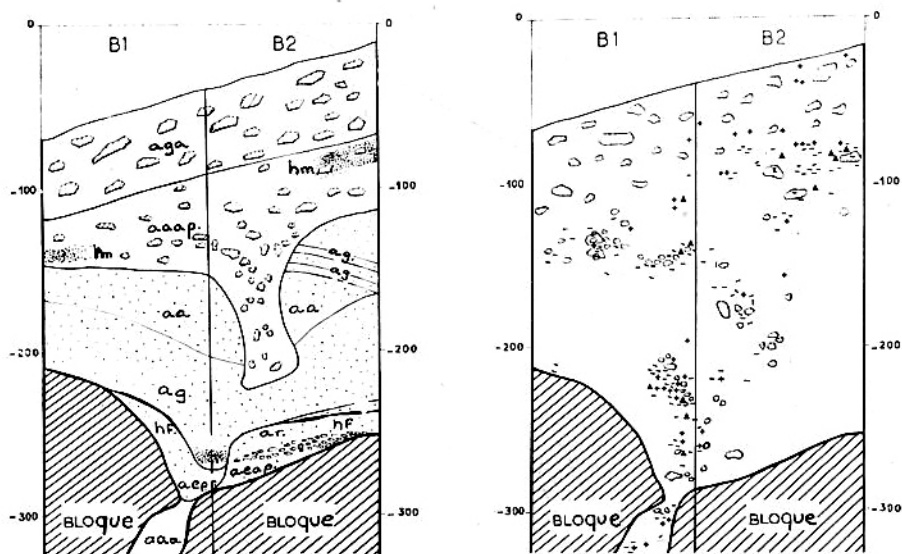


Fig. 5. — A la izquierda, corte estratigráfico frontal medio anterior de los cuadros B1 y B2 del yacimiento Olha II.

Leyenda: *aga* = arcilla con gravas amarilla; *aaap* = arcilla arenosa amarillo parduzca; *hm* = hogar medio; *ag* = arena gris; *aa* = arena amarilla; *hi* = hogar inferior; *hf* = horizonte ferrificado; *ar* = arena rojiza; *aeap* = arena estratificada amarillo pálido; *aepr* = arena estratificada pardo rojiza; *aaa* = arcilla arenosa amarilla.

A la derecha, diagrama de posición frontal anterior de los cuadros B1 y B2 del yacimiento Olha II.

Leyenda: *bloques*, *pedras*, *cantos* = rayado; *siliceo* = trazo que indica la pendiente; *cuarcita* = triángulos; *hueso* = cruces.

Nota. — La estratigrafía visible concuerda con la que puede deducirse de la posición de las piezas. De tal manera que, aunque hubiese sido invisible la estratigrafía real, la posición removida de los objetos habría revelado la existencia de una bolsa (crioturbación, aspiración, etc.).

máticamente a escala (de la misma forma que las piezas líticas y óseas de longitud superior a 10 cms), teniendo en cuenta su forma y la inclinación de su eje longitudinal, y diferenciados, si es necesario, por colores o rayados convencionales.

Esta tarea puede parecer fastidiosa a quien comienza en el empleo del método. Muy pronto se revelará no sólo apasionante, sino indispensable, pues permite comprender y reconstruir los episodios de la formación del relleno, las variaciones climáticas y la historia de la ocupación humana.



## CONCLUSIÓN

El método de las coordenadas cartesianas tiene por objeto inmediato la situación puntual o global y la observación de los elementos estratigráficos, paleontológicos y arqueológicos de un yacimiento, tanto en el plano horizontal como en el vertical.

La situación y la anotación en el plano horizontal permiten:

- a) Delimitar con precisión la extensión de las capas geológicas y localizar exactamente sus facies.
- b) Poner de manifiesto las estructuras etnográficas de habitat, hogar y sepultura.
- c) Determinar si sobre un mismo suelo han vivido, en épocas más o menos próximas, varios grupos humanos portadores de culturas diferentes.

La situación y la observación sobre el plano vertical permiten:

- a) Seguir en los menores detalles la evolución de la estratigrafía y, por consiguiente, de la paleoclimatología.
- b) Reconstruir los fenómenos criopedológicos que afectan la estratigrafía.
- c) Averiguar si una misma capa geológica contiene uno o varios niveles arqueológicos.
- d) Poner en evidencia y estudiar los fenómenos de evolución de un complejo industrial en el seno de una misma capa geológica.
- e) Constatar, en capas geológicas diferentes, si la misma industria prosigue sin cambios o si varía correlativamente a las oscilaciones climáticas perturbadoras del biotopo.

De esta manera, imponiendo al investigador una lentitud relativa y saludable, el método de las coordenadas cartesianas le permite tomar conciencia de problemas que hubiesen permanecido ignorados y, a veces, resolverlos. El yacimiento en su totalidad, y no sólo el conjunto de piezas recogidas, pasa a ser el objeto del estudio, y su interés crece extraordinariamente. Se ha dicho a menudo que todo yacimiento es un documento destruido por el que lo lee. El método que acabamos de exponer palia parcialmente esta destrucción, permitiendo la conservación de una serie relativamente completa y precisa de documentos que expresan las realidades estratigráfica y arqueológica.

La era de los pioneros se ha cerrado ya y toda excavación con-

ducida según los métodos de antaño tuvieron su mérito. Sólo servirán para llenar los cajones de coleccionistas y para destruir yacimientos sin hacer progresar nuestros conocimientos. El empleo *simultáneo y complementario* del método estratigráfico, del método de las coordenadas cartesianas y del método tipológico analítico (LAPLACE, 1964 y 1968), nos parece, en la actualidad, el mínimo indispensable que debe imponerse todo investigador ávido de ver como su trabajo sirve al progreso de la geología del cuaternario y de la arqueología prehistórica.

#### NOTAS :

(1) Precisemos ante todo que esta publicación, aparecida con dos firmas, se compone en realidad de dos textos diferentes: el primero, «Application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement», redactado e ilustrado por completo por G. LAPLACE, trata esencialmente de los principios del método; el segundo, «Complément à notre note sur l'application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement», debido exclusivamente a L. MÉROC, desarrolla los detalles prácticos de aplicación.

(2) En efecto, aunque pueda parecer lisonjero, en cierto sentido, ver como un sistema original entra a formar parte del dominio público, preferiríamos que ciertos autores (como SONNEVILLE-BORDES, 1967) no dejaran de citarnos en las referencias, aunque fuese para permitir a los lectores distinguir y, por consiguiente, apreciar su aportación personal.

(3) El instrumento más apropiado por su resistencia, precisión y facilidad de manejo, es sin género de dudas, el «Nivel automático Cowley».

(4) En el caso de un abrigo, en el que la curva de referencia no puede trazarse más que en el fondo de la cavidad, el sistema de barras perforadas forma los límites laterales y anterior de la superficie de referencia y, en el caso de un yacimiento al aire libre, materializa por sí solo esta superficie.

(5) Los adeptos de la tipología analítica (LAPLACE, 1964 y 1968), utilizarán con ventaja la sigla del tipo primario de la pieza identificada.

(6) De todos modos, el examen de los productos del cribado sobre la mesa de elección permite descubrir y valorar las variaciones bruscas de la composición de la fracción media del sedimento.

## BIBLIOGRAFÍA

- BROGLIO, A.: (1964). «La ricerca preistorica moderna». *Rendiconti della Società di Cultura Preistorica Tridentina*, 1, 1-42, 23 figs.
- CAILLEUX, A. y TAYLOR, G.: (1963). «Code Expolaire». N. Boubée et Cie., París.
- LAPLACE, G.: (1949). «Gisement azilien de la Tutte de Carrelore à Lurbe (Basses-Pyrénées. Découverte et outillages)». *Bulletin de la Société de Sciences Naturelles de Toulouse*, 84, 227-236, 5 figs.
- (1964). «Essai de typologie systématique». *Annali dell'Università di Ferrara (Nuova Serie). Sezione XV. Paleontologia Umana e Paleontologia*, supl. II al vol. I, 86 págs. y 8 figs.
- (1968). «Recherches de typologie analytique 1968». *Origini, Preistoria e protostoria delle civiltà antiche*, II, 7-60, 26 figs.
- LAPLACE, G. y MÉROC, L.: (1954 a). «Application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, LI (1-2), 56-66, 4 figs.
- (1954 b). «Complément à notre note sur l'application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, LI (7), 291-293.
- LORENZO, J. L.: (1956). «Técnica de exploración arqueológica. Empleo de las coordenadas cartesianas según G. Laplace y L. Méroc». *Ateneo. Escuela Nacional de Antropología e Historia*, 2.ª época, 10, 18-21, 4 figs.
- VILAIN, R.: (1968). «Fouilles préhistoriques dans le département de l'Ain». *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, 24, 82-147, 36 figs. y 5 láms.
- SONNEVILLE-BORDES, D.: (1967). «La préhistorique moderne». Pierre Fanlac, Périgueux.



Speleon	20	Págs. 161-165	1973
---------	----	---------------	------

# Relación de trabajos presentados en el I y II Congreso Nacional de Espeleología

por

MARÍA CANALS

El I Congreso Nacional de Espeleología se celebró en Barcelona del 5 al 8 de diciembre de 1970, organizado por el Comité Catalano-Balear de Espeleología. Las sesiones tuvieron lugar en el Palacio de las Naciones de la Feria Oficial e Internacional de Muestras, y en las mismas se trataron temas relacionados con el estudio y los problemas de la espeleología española.

Las comunicaciones presentadas fueron divididas en cinco secciones y han sido publicadas recientemente por el Excmo. Ayuntamiento de Barcelona, en un volumen que recoge 35 trabajos que pasamos a relacionar para informar a todos aquellos que no pudieron asistir a este Congreso.

## SECCIÓN PRIMERA

*Morfología. — Hidrología kárstica. — Espeleogénesis.*

ANDRES BELLET, Oscar: La génesis y evolución de dos cavidades subterráneas de la cabecera del Torrent del Dalmau: El «Avenc del Daví» y la cueva de «Les Casetes del Bufí» (macizo de Sant Llorenç del Munt, Barcelona).

BOQUERA FILLOL, Juan; COULLANT, Juan León; FULLEA GARCÍA, José, y GÁLVEZ, J. Antonio: Estudios realizados en la zona kárstica del río de «La Hoz Seca», Checa (Guadalajara).

GRUPO EEPELEOLÓGICO G.E.C.A., Cieza (Murcia): La caverna del Puerto, en Calasparra.

DONAT ZOPO, José: La Tectónica de los materiales clásticos en la

- provincia de Valencia y su influencia en la genética de las cavernas.
- ERASO ROMERO, Adolfo: Un excepcional ejemplo de caverna vadosa: El complejo de cavidades de las simas de la Piedra de San Martín-Tête Sauvage.
- MONTORIOL-POUS, Joaquín, y DE MIER, Jorge: Contribución al conocimiento de las formaciones vulcano-espeleológicas de la Grindavikurkraun (Islandia).
- ROMERO I RECTORET, Martí: Nota pel coneixement espeleològic de la depressió de Villaluenga (Cádiz).
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; AGUEDA VILLAR, J. A.; ERASO ROMERO, A.: Problemas de explotación y prospección de acuíferos kársticos.
- VALENZUELA MOÑINO, Arturo: Un karst fósil y depósitos minerales de origen kárstico, al sureste de la zona Bética.
- DE TORRES PÉREZHIDALGO, Trinidad José: Estudio cronoestratigráfico de la Cueva del Reguerillo y su relación con la geología cuaternaria.

## SECCIÓN SEGUNDA

### *Bioespeleología*

- AURoux, L.: Distribución biogeográfica de algunos isópodos cavernícolas de Cataluña.
- BATTESTINNI PONS, Rafael: Enfermedades transmitidas por quirópteros.
- CRIADO FERNÁNDEZ ACEVEDO, Ascensión: Sobre la existencia de fauna en una cavidad fósil.
- GONZÁLEZ URGELLÉS, I.: Aspirador «URGELLES».
- ESCOLÀ BCADA, O.: Los Dolichopoda de Cataluña.
- ESPAÑOL COLL, F.: Los coleópteros cavernícolas de Marruecos.
- RIBERA ALMERJE, Carlos: Resultados faunísticos de la campaña «Seranía de Ronda, 1970».
- ROMERO RECTORET, Dolores: Avance de los trabajos espeleológicos efectuados en la zona de Oliana (Lérida).

## SECCIÓN TERCERA

### *Arqueología. — Prehistoria. — Paleontología.*

- ENCINAS S., J. A.: Las cuevas de incineración en Pollensa (Mallorca).

- MARTÍ JUSMET, Francisco: Bronces prehistóricos en las cuevas de Cerdaña y Alto Urgel.
- NUIX ESPINOSA, José M.<sup>a</sup>: La aportación espeleológica a los descubrimientos prehistóricos y arqueológicos.
- VIÑAS VALLVERDÚ, Ramón: Prospección arqueológica en la Cueva de la Dehesilla (Jerez de la Frontera).

#### SECCIÓN CUARTA

*Técnica (material, topografía, fotografía, inmersión, etc.).*

- GONZÁLEZ URGELLÉS, I.: La fotomacrografía al servicio de la bioespeleología.
- RCCA ROSELL, Carlos José: Equipos de televisión en circuitos cerrados aplicados a la espeleología.
- SIERRA SERRANO, Fco. Javier: Normalización en topografía espeleológica.
- VILLALTA, Jorge: Sobre la utilización de trazadores químicos para realizar afloros de surgencias subterráneas.

#### SECCIÓN QUINTA

*Documentación. — Catastro. — Experimentación. — Salvamento.*

- ANDRIEUX, Claudie: Sur le role de la climatologie dans les recherches souterraines.
- BATTISTINI PONS, Rafael: Pruebas de permanencia «fuera del tiempo».
- CANALS, María: La Fou de Bor i cavitats de l'Alta Vall del Segre. E.R.E. DEL C.E.C.: Espeleòleg: índice de los números 1 al 10.
- ESCOLÀ BOADA, Oleguer; RAVENTÓS SOLER, Joan A., y ROMERO RECTORET, Martí: Catálogo Espeleológico del Montsec (provincias de Lérida y Huesca).
- HERNÁNDEZ BERNEJO, J. Esteban: Información del contenido y objeto del libro-film «Flora Subterránea».
- LÓPEZ BRAVO, Antonio: Contribución al estudio de los mecanismos de sincronización de los ciclos endógenos al medio subterráneo: La Operación CIVIS.
- MIQUEL, Doménech: Notas para un planteamiento pedagógico de los cursillos de iniciación.
- MORIÓN RUEDA, Antonio: Documentación sobre cuevas y simas de la provincia de Cádiz.

- POLICARPO I PÉREZ, Andreu : Primera fase de los estudios realizados por el E.I.E. en la cueva de la «Fou de Bor».
- RODÓN I CARRERAS, Guillem : Reflexiones sobre la espeleología en Cataluña dentro de una perspectiva histórica.
- ULLASTRE MARTORELL, Juan : Notas sobre los diez últimos años de actividad espeleológica en el Club Montañés Barcelonés.
- VALENZUELA MOÑINO, Arturo : El inventario nacional de cavidades naturales : Técnica y método de catalogación.

\* \* \*

El II Congreso Nacional de Espeleología se celebró en Oviedo los días 13 al 15 de octubre de 1972, organizado en esta ocasión por el Comité Regional Nordeste de Espeleología. Las sesiones se desarrollaron en las Aulas de la Facultad de Ciencias de la Universidad.

Las memorias presentadas en este Congreso se hallan todavía pendientes de publicación, por lo que aquí transcribimos la relación de trabajos según el programa distribuido por el Comité Organizador, conservando el mismo orden.

- ERASO ROMERO, Adolfo : El control ecológico de las cavernas mediante sencillas mediciones climáticas. Aplicaciones a la bioespeleología y a la conservación del patrimonio cultural.
- ERASO ROMERO, Adolfo : Problemática actual en el estudio del karst. Nuevo enfoque en su investigación.
- TORRES PÉREZ HIDALGO, Trinidad de; ERASO ROMERO, Adolfo : Análisis de los elementos traza (Ti, Fe, Cu) en algunas estalactitas de la Cueva del Reguerillo (Madrid), estimación de su correlación con relación al paleoclima regional.
- MONTSERRAT NEBOT, Alfredo : Contribución al estudio de las zonas kársticas de la cuenca alta del Ter. «Operación Alt Ter».
- GÁLVEZ GARCÍA, José Antonio : La Cueva de Castañar de Ibor.
- PALLISÉ CLOFENT, J. : Fauna cavernícola de los Montes de Prades (Tarragona).
- ASTIER Y TURRÓ, Luis : Speleofilatelia.
- BELLES ROS, Xavier; MOR BENEDITO, Jorge y MONTSERRAT NEBOT, Alfredo : Consideraciones en torno a los colorantes químicos y su utilización como trazadores en hidrología subterránea.
- ENCINAS S., J. A. : Una constante espeleogenética en la zona de Pollensa.
- VICTORIA LÓPEZ, José M.<sup>a</sup> : Nota morfológica sobre los meandros del Forat Micó (Cardona).



- BELLES ROS, Xavier: Los coleópteros cavernícolas de la Cueva de Cullalvera (Santander).
- PONS, Salvador; ELÍAS, Ferrán y ROMERO, Rafael: Contribución al estudio de acuíferos kársticos. Cálculo integral de caudales en una resurgencia subterránea, utilizando trazadores químicos.
- GINÉS GRACIA, Ángel y Joaquín: Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la «Cova de Sa Bassa Blanca» y su paralelismo con las formaciones marinas del Cuaternario Superior.
- COMITÉ CASTELLANO CENTRO DE ESPELEOLOGÍA: Catálogo de cavidades de la provincia de Guadalajara.
- SÁNCHEZ REVILLA, Francisco y MARTÍN YEBRA, Pedro: Intento de unificación de signos convencionales en la topografía de cavidades.
- GRUPO ESTUDIOS TECNOLÓGICOS AVANZADOS (Barcelona): La recuperación de accidentados a través de cavidades sifonantes.
- GRACIA ALONSO, Carlos Alberto: La flora de la boca en la Cueva de las Guixas (Villanúa-Huesca).
- G. E. NIPHARGUS (Burgos): Aparato telefónico para exploración de simas.
- GÓMEZ-TABANERA, José Manuel: Espeleología y Arqueología prehistóricas: el método espeleológico en Prehistoria.
- GINÉS GRACIA, Joaquín: El medio fluvio-lacustre hipogeo en Mallorca y su asociación de morfologías.
- PLANA PANYART, Pedro: Estaciones de observación permanentes para el estudio de los niveles hídricos en «Ojo Guareña».
- ORTIZ, Eugenio: Datos sobre los litobidos cavernícolas de la fauna española.
- SORIA HEREDIA, Fray Fernando: Sentido de composición artística en la pintura paleolítica.
- PETIT I LLONGUERES, Esteve: La organización de la espeleología en España.
- GÓMEZ TABANERA, José Manuel: La caverna como dimensión sacral en la historia primitiva del hombre.
- MALLO VIESCA, Manuel: Topografía espeleológica y arqueológica.
- GRUPO ESPELEOLÓGICO GECA (Cieza): Estudio geológico superficie del karst de Los Losares.
- SÁIZ DE OMEÑACA, J.; LEÓN GARCÍA, M.; GÓMEZ CALDERÓN, M.; PRIETO HERRERA, R. y FERNÁNDEZ PORTILLA, P.: La zona kárstica de Pechón (Santander).
- MENÉNDEZ GARCÍA, R.: Primeros estudios sobre la ecología de la Cueva del Calero (Oreña-Santander).



Speleon	20	Págs. 167-224	1973
---------	----	---------------	------

## Aportación al conocimiento geoespeleológico de algunas regiones kársticas del Perú

por

JUAN ULLASTRE MARTORELL (\*)

*Lo que me atraía a los bellos territorios de la zona tórrida no era ya el afán de una vida errante llena de aventuras, sino el deseo de ver una Naturaleza grandiosa; con la perspectiva de recoger experiencias que contribuyesen al progreso de la Ciencia.*

A. de HUMBOLDT

RESUMEN.— En este trabajo se exponen los resultados obtenidos por la primera Expedición Espeleológica Española al Perú (1973), pionera en el campo de la investigación karstológica en este país.

Se da cuenta de la espeleografía y morfología kárstica de tres importantes zonas, en las cuales se han practicado notables primeras exploraciones espeleológicas.

Estas zonas son el Karst de Tingo María, el Karst del SE de Junin y el Karst de Ninabamba, que por ahora y de acuerdo con los resultados que en ellas se han obtenido, podemos calificar como las más importantes del Perú.

ABSTRACT.— The results obtained during the first Spanish Speleological Expedition to Perú (1973) are exposed in this work. This study is pioneer in the peruvian karst research.

The speleography and karst morphology concerning to three important areas are studied. In these areas were practised first and remarkable speleological explorations.

The three explored regions were: the Karst of Tingo María, the Karst of South-East of Junin and the Karst of Ninabamba.

Nowadays we can qualify these speleological regions how most importants of Perú.

---

(\*) Del G.E.S. del C.M.B. (Barcelona - España) y de la Sociedad Geográfica de Lima (Lima - Perú).

## Í N D I C E

## INTRODUCCIÓN.

## ASPECTOS GEOGRÁFICOS GENERALES.

## LAS REGIONES KARSTICAS EXPLORADAS.

## I. — EL KARST DE TINGO MARÍA.

1. — *Descripción geográfica y geomorfológica del macizo kárstico de «La Bella Durmiente».*
2. — *El Sistema Subterráneo de «La Bella Durmiente».*
  - A) *Los elementos integrantes y su posición dentro del macizo.*
  - B) *Espeleografía, espeleomorfología y funcionamiento hidrogeológico.*
    - a) *La Cueva de las Lechuzas.*
    - b) *La Cueva de los Guacamayos.*
    - c) *La Cueva de la Ventana.*
    - d) *La Ocultación del Río Santa y la Resurgencia.*
  - C) *Relación morfogenética entre los elementos hipogeos del karst.*
3. — *La Cueva «Pumawasi».*

## II. — EL KARST DEL SE. DE JUNIN.

1. — *Ubicación de la zona explorada.*
2. — *Descripción geográfica y geológica.*
3. — *Las formas kársticas y el funcionamiento hidrogeológico.*
  - A) *La morfología exokárstica.*
  - B) *Las formas subterráneas: espeleografía y espeleomorfología.*
    - a) *El «Millpu de Kaukiran».*
    - b) *Los «millpus» de Antakocha.*
    - c) *La Cueva «Guagapo».*

C) *La alimentación y la circulación hipogea.*

D) *Tipología del karst.*

4. — *La Cueva «Warimachai».*

### III. — EL KARST DE NINABAMBA.

1. — *Descripción geográfica y geológica.*

2. — *El Sistema Subterráneo de «Uchkupisjo».*

A) *Los elementos integrantes y su relación con la hidrografía de la zona.*

B) *Espeleografía, espeleomorfología y funcionamiento hidrogeológico.*

a) *«Pakaritambo — Tamputoko — Uchkupisjo».*

b) *El Tragadero y la Resurgencia.*

C) *Evolución geomorfológica del sistema.*

### DATOS PARA UNA EXPLORACIÓN AL KARST DE CUTERVO.

#### NOTAS SOBRE TOPONIMIA.

1. — *Topónimos de origen kechwa escritos según las normas de PERROUD y CHOUVENC (1970).*

2. — *Observaciones sobre otros topónimos de origen kechwa.*

#### CONCLUSIÓN.

#### BIBLIOGRAFÍA.

## INTRODUCCIÓN

El Grupo de Exploraciones Subterráneas del Club Montañés Barcelonés (Barcelona — ESPAÑA), ha dado continuidad a su constante afán de conocer, explorar e investigar distintas regiones kársticas del mundo, con la realización de la «Expedición Espeleológica a la Alta Cuenca del Amazonas» (Perú, julio y agosto de 1973).

Dicha misión, integrada por los espeleólogos Alicia MASRIERA, Rafael ULLASTRE y Juan ULLASTRE, tuvo como propósito principal investigar el fenómeno kárstico relacionado con una parte de la inmensa red hidrográfica del río Amazonas. Para tal fin se visitaron y exploraron distintas zonas que, si bien hidrográficamente pertenecen al sistema fluvial amazónico (por estar enclavadas al oriente de la divisoria continental), desde el punto de vista geomorfológico tienen características muy distintas, por corresponder a climas tan variados como son el de las regiones intertropicales de altura y el de los relieves y llanos cubiertos de espesas selvas, que se extienden al pie oriental de los Andes.

La expedición realizó un largo recorrido, primero por el Perú Central, explorando en el Huallaga medio y en la alta cuenca del Perene. Luego, pasó al Norte del país para estudiar y explorar el sistema kárstico de Ninabamba y, desafortunadamente, no pudo viajar a Cutervo, sobre cuyo lugar, no obstante, daremos noticia de los datos que poseemos.

\* \* \*

Antes de dar comienzo a la exposición de nuestro trabajo, tenemos el incuestionable deber de testimoniar desde estas líneas nuestro sentimiento de gratitud hacia todas aquellas personas o entidades, sin cuyo concurso esta expedición difícilmente habría conseguido plenamente sus objetivos.

Ante todo, nuestro reconocimiento hacia la Federación Catalana de Montañismo, y de un modo muy especial, hacia su Presidente, el Sr. Francisco Martínez Massó, por su intervención en la penosa labor de financiación de la empresa.

En el Perú fuimos asistidos por el Dr. César Morales Arnao, del Ministerio de la Educación. La Sociedad Geográfica de Lima y el prestigioso geógrafo Sr. César García Rosell, nos brindó toda clase de facilidades y orientaciones, poniendo a nuestra disposición su interesantísima biblioteca —en donde hemos estado trabajando—

y tras nuestras exploraciones tuvimos el honor de ser nombrados Socios Correspondientes de la casi centenaria entidad geográfica limeña. El Dr. Salomón Vilchez Murga, del Ministerio de Agricultura, no regateó esfuerzos en su afán de ayudarnos. El Sr. Alfredo del Arroyo Loayza, Presidente del Club Andino Peruano, se desveló por hacernos grata nuestra visita al Perú.

En Tingo María, la Universidad Nacional Agraria de la Selva nos acogió fraternalmente, y el Sr. José Vizquerra Torres, estudiante, profundamente enamorado de la selva, se convirtió en un entrañable compañero, con el cual vivimos todas las satisfacciones y sinsabores de nuestra exploración geográfica y espeleológica en medio de la floresta inextricable y puso a nuestra mano todos cuantos medios de ayuda tenía a su alcance; y, aún más, nos contagió su apasionada admiración hacia la naturaleza salvaje de la amazonia.

En Palcamayo, el Sr. Modesto Castro Choquehuanca nos llevó por los altos valles y «*punas*» del Perú Central.

En la Provincia de Santa Cruz de Succhubamba, el Sub-Prefecto Sr. A. Custodio Florian Alva nos apoyó en todo, y la familia de Isauro González, de Ninabamba, no tuvo más que desvelos por nosotros.

Desde Venezuela, nuestro colega y amigo el Sr. Carlos Bordón nos complació siempre con su valiosa orientación.

Finalmente, vaya nuestra gratitud hacia aquellas gentes humildes, habitantes de la selva o de la sierra, que a pesar de su no privilegiada situación cultural, supieron comprender el impulso que nos movía y aceptaron acogernos o guiarnos en nuestro viajar por la imponente tierra peruana.

## ASPECTOS GEOGRÁFICOS GENERALES

De los países tropicales de América, es quizá Perú el que muestra los más vigorosos contrastes.

Los Andes peruanos entre los 5° y los 15° de latitud Sur, porción del sistema de montañas circumpacíficas americanas, juegan un papel fundamental en la fisiografía de esta parte del país. Ellos, es decir la peculiar forma y disposición de sus relieves y de sus valles, introducen marcadas modificaciones climáticas, que se traducen en distintas unidades paisajísticas (PULGAR VIDAL, 1973).

Así mismo, los relieves occidentales andinos, que en el centro del Perú se elevan hasta más de 6.000 m por encima de la costa del Océano Pacífico, dividen hidrográficamente el desagüe superficial. Por el Oeste los cursos que vierten sus aguas al Pacífico son torren-

ciales, y por el Este una dilatadísima red hidrográfica encaja la cabecera de sus cursos en el macizo de los Andes, para discurrir luego por los llanos amazónicos hasta alcanzar el Océano Atlántico.

Atendiendo la naturaleza geológica de estos terrenos, a grandes rasgos, se puede apuntar un predominio de los materiales volcánicos y graníticos en las sierras occidentales, y en el flanco oriental de la cadena andina cabe señalar las series paleozoicas junto a restos de capas mesozoicas, estas últimas integradas especialmente por calizas, pelitas y conglomerados.

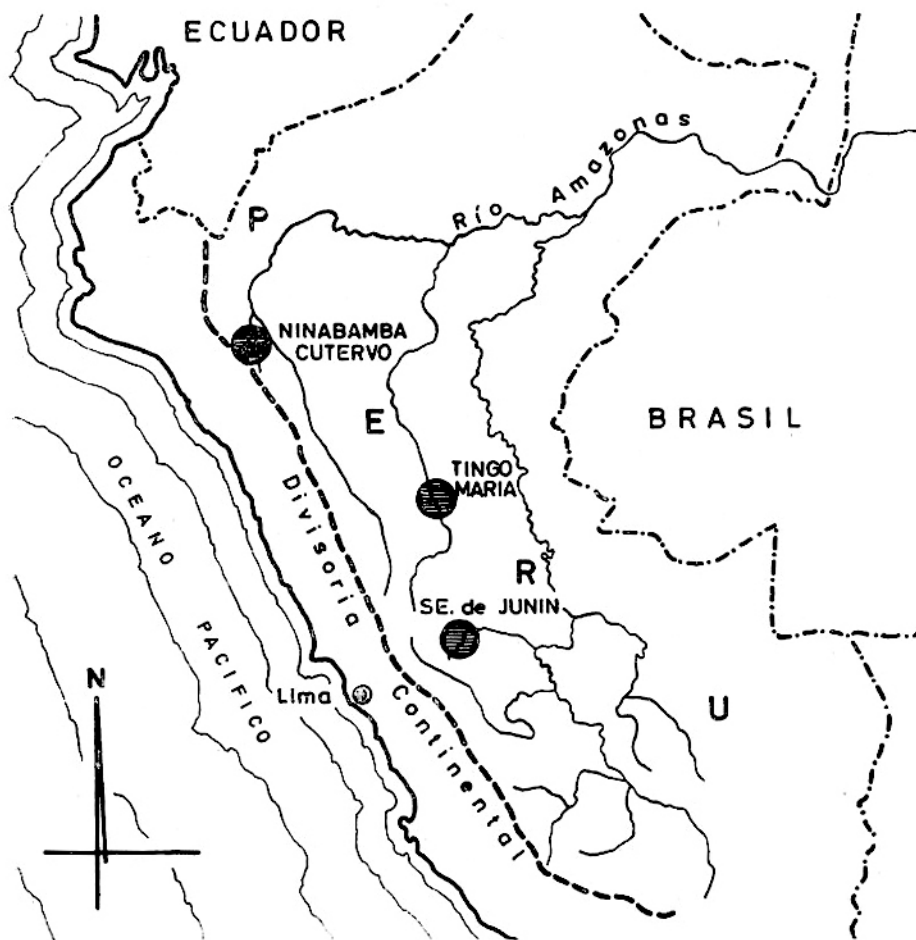
De acuerdo con los rasgos litológicos fundamentales de la región andina peruana, el fenómeno kárstico se desarrolla especialmente al Este de la divisoria.

Las zonas del Perú Central estudiadas por nosotros corresponden pues, a esta parte del país (Fig. 1).

Una de ellas es la del SE de Junin, la cual comprende formas kársticas muy notables, unas establecidas sobre las «*punas*», que se extienden entre los 4.000 m y los 4.500 m de altitud, y otras excavadas sobre las vertientes de los valles que conducen a las selvas del pie de monte andino. En esta zona las calizas mesozoicas alcanzan notable espesor. En la evolución morfológica de los relieves que forman estas rocas, se observa, en algunos puntos, una antigua acción glaciaria, sensiblemente modificada por una karstificación en condiciones climáticas intertropicales de montaña. Este clima se caracteriza por la alternancia de una estación seca y una húmeda. El período húmedo, llamado «invierno», tiene lugar de octubre a abril. Durante esta época las temperaturas son siempre positivas por debajo de los 4.000 m de altitud y no experimentan grandes variaciones diarias. En cambio, durante los meses de junio a septiembre, las variaciones de temperatura entre el día y la noche son muy acentuadas. La temperatura media entre 4.000 m y 4.500 m de altitud (región «*puna*») es aproximadamente de 5° C y entre los 3.500 m y los 4.000 m de altitud (región «*suní*») la temperatura media es de unos 10° C. En cuanto a las precipitaciones, éstas fluctúan entre 500 mm y 1.000 mm anuales.

La otra zona kárstica del Perú Central que hemos estudiado, corresponde a la región natural llamada «*rupa-rupa*», ubicándose en la cuenca del río Huallaga junto a Tingo María. En este lugar las series calizas mesozoicas alcanzan espesores extraordinarios y la morfología de los relieves que éstas forman, ha evolucionado bajo unas condiciones de clima intertropical cálido y húmedo de tipo *guineo* (MARTONNE, 1964). La densa vegetación de las selvas cubre casi absolutamente las cumbres y los valles. El clima es el correspondiente a la llamada «Tierra caliente», con temperaturas medias





Situación de las zonas exploradas por la Expedición Espeleológica del G.E.S. del C.M.B. 1973. ( Barcelona - España )

FIG.1

de unos 25° C y un promedio de precipitaciones que incluso puede superar los 3.500 mm anuales. No existe estación seca propiamente dicha; tan sólo durante los meses de julio, agosto y septiembre se observa una ligera disminución en el régimen de lluvias. La fauna y la flora de las selvas de la «rupa-rupa» son de una variedad infinita y dan al paisaje una personalidad inconfundible, llena de extraordinaria belleza.

En el Perú, por encima de los 3° de latitud Sur, los relieves andinos casi no superan los 4.000 m de altitud y, al mismo tiempo, el macizo pierde anchura en el sentido Este-Oeste, especialmente si lo comparamos con las cadenas montañosas andinas del Sur del Perú. En esta parte del país las mesetas tienden a desaparecer y las crestas y valles se suceden. El desagüe superficial se organiza alrededor del profundo valle del río Marañón y en ocasiones las peculiaridades climáticas y del paisaje varían de un valle a otro. La huella glaciaria es apenas visible; sólo la «jallka», a casi 4.000 m de altitud, ha sufrido los efectos del hielo.

En la zona explorada de Ninabamba-Cutervo, a caballo de la divisoria continental, los sedimentos mesozoicos son muy abundantes, estando representados generalmente por calizas y rocas detríticas finas. En este lugar la pluviosidad es elevada y su distribución variable. Cabe indicar que puede llover cualquier día del año, siendo no obstante la estación de lluvias de enero a mayo y la estación más seca de julio a noviembre (VILCHEZ MURGA, 1944). Con todo, la variabilidad en la distribución de los días de lluvia es tan grande que —teniendo en cuenta que la amplitud térmica anual es pequeña— popularmente, denominan «invierno» a cualquier día que llueva y «verano» a no importa el día del año con la condición de que luzca el sol.

La zona en cuestión pertenece a la región natural llamada «yunga fluvial», del Norte del Perú. Se caracteriza por la presencia de valles y quebradas entre los 1.000 m y los 2.300 m de altitud, con abundante vegetación boscosa tropical, que alterna con áreas de pastos y matorrales.

## LAS REGIONES KÁRSTICAS EXPLORADAS

### I. — EL KARST DE TINGO MARÍA

Tingo María es una pequeña población, capital de la Provincia de Leoncio Prado (Departamento de Huánuco), establecida a orillas del caudaloso río Huallaga, uno de los tres grandes ríos peruanos que dan lugar al Amazonas. Esta población se halla a unos 9° de

latitud Sur y dista de Lima alrededor de 600 Km. Para llegar a ella por tierra, es preciso cruzar los Andes de Oeste a Este, pasando por el collado denominado el Ticlio que, a pesar de estar sólo a 150 Km por carretera del puerto marítimo de El Callao, tiene una altitud de 4.850 m sobre el nivel del mar. Luego, la ruta recorre las elevadas pampas de Junin, para después hundirse por el agreste valle del Huallaga hasta llegar finalmente a Tingo, a sólo 670 m de altitud.

Este itinerario es aleccionador en extremo para los espíritus atentos, por cuanto con él se tiene una visión de las principales regiones naturales del Perú.

En Tingo María se desarrolla uno de los karst más espectaculares que hemos conocido en tierra peruana. Las características climáticas del lugar, netamente tropicales, le confieren un sello característico, facilitando al propio tiempo, el desarrollo de extensos sistemas subterráneos. Sin embargo, esta región así como toda la cuenca del Huallaga medio, también de interés kárstico, es difícilmente explorable si tenemos en cuenta las exuberantes selvas que la cubren. Tan sólo salirse de las orillas de los grandes ríos, cualquier penetración por los valles y cerros calizos, es extraordinariamente penosa.

Nuestra labor se centró de modo preferente en la exploración del macizo kárstico de «La Bella Durmiente», conjunto de cumbres calizas, situadas al SW de Tingo María, que ocupan unos 50 Km cuadrados.

Como en la mayoría de sitios del oriente peruano, aquí se carece también de levantamientos topográficos, por lo cual el trabajo espeleológico se hizo más enojoso, viéndonos obligados a confeccionar un esquema topográfico a base de los datos de campo obtenidos por nosotros, y el posterior estudio estereoscópico de fotografías del Servicio Aerofotográfico Nacional (Lima) (Fig. 2). Ello, sin embargo, ha redundado en beneficio nuestro, puesto que ha permitido poseer un conocimiento infinitamente más claro del que se tenía sobre el famoso macizo de «La Bella Durmiente». Al mismo tiempo ha sido posible establecer ideas sobre el funcionamiento hidrogeológico de este karst.

#### 1. — *Descripción geográfica y geomorfológica del macizo kárstico de «La Bella Durmiente»*

Se le da el nombre de «La Bella Durmiente» a la silueta que determina la crestería de un conjunto de relieves calizos, dispuestos a modo de arco, cuya convexidad mira hacia Tingo María. El macizo limita al Este con el Río Huallaga y al Norte con el Río Monzón.

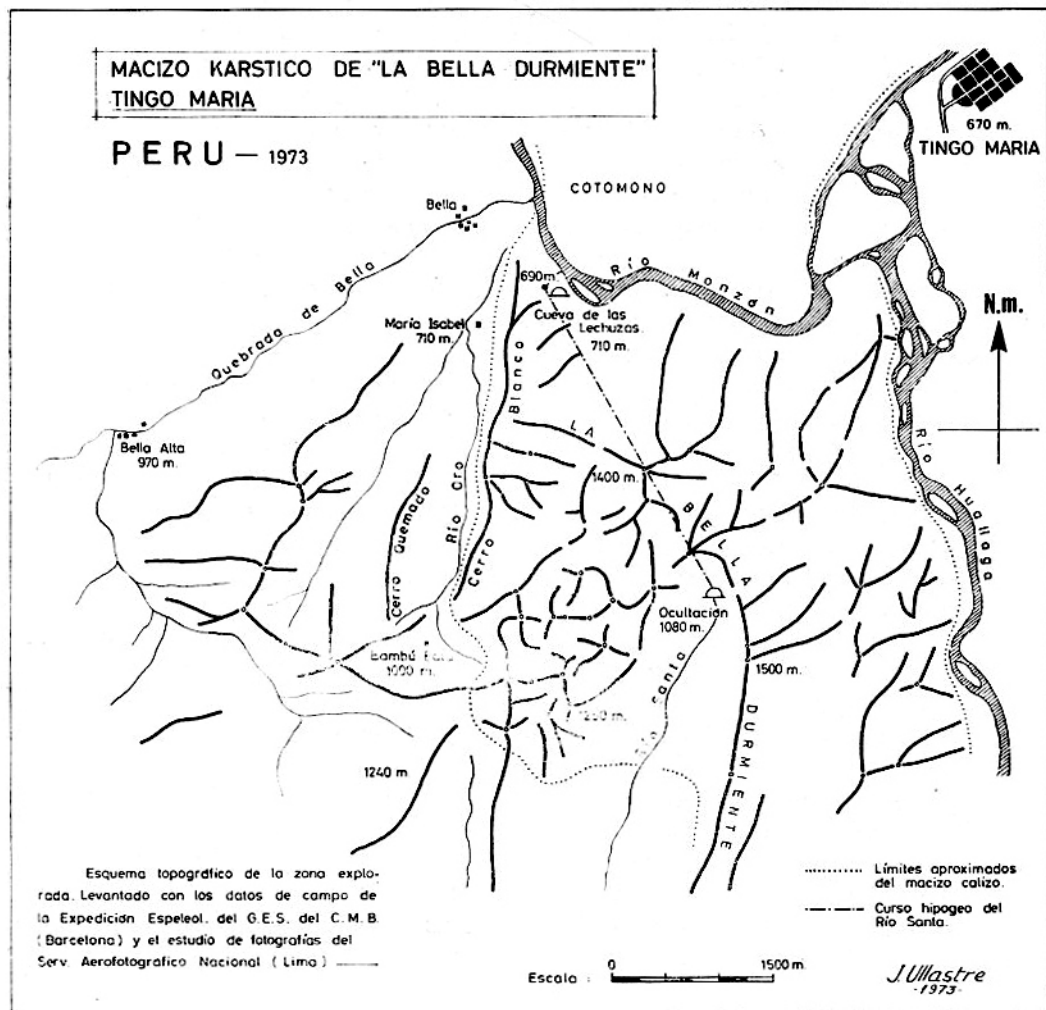
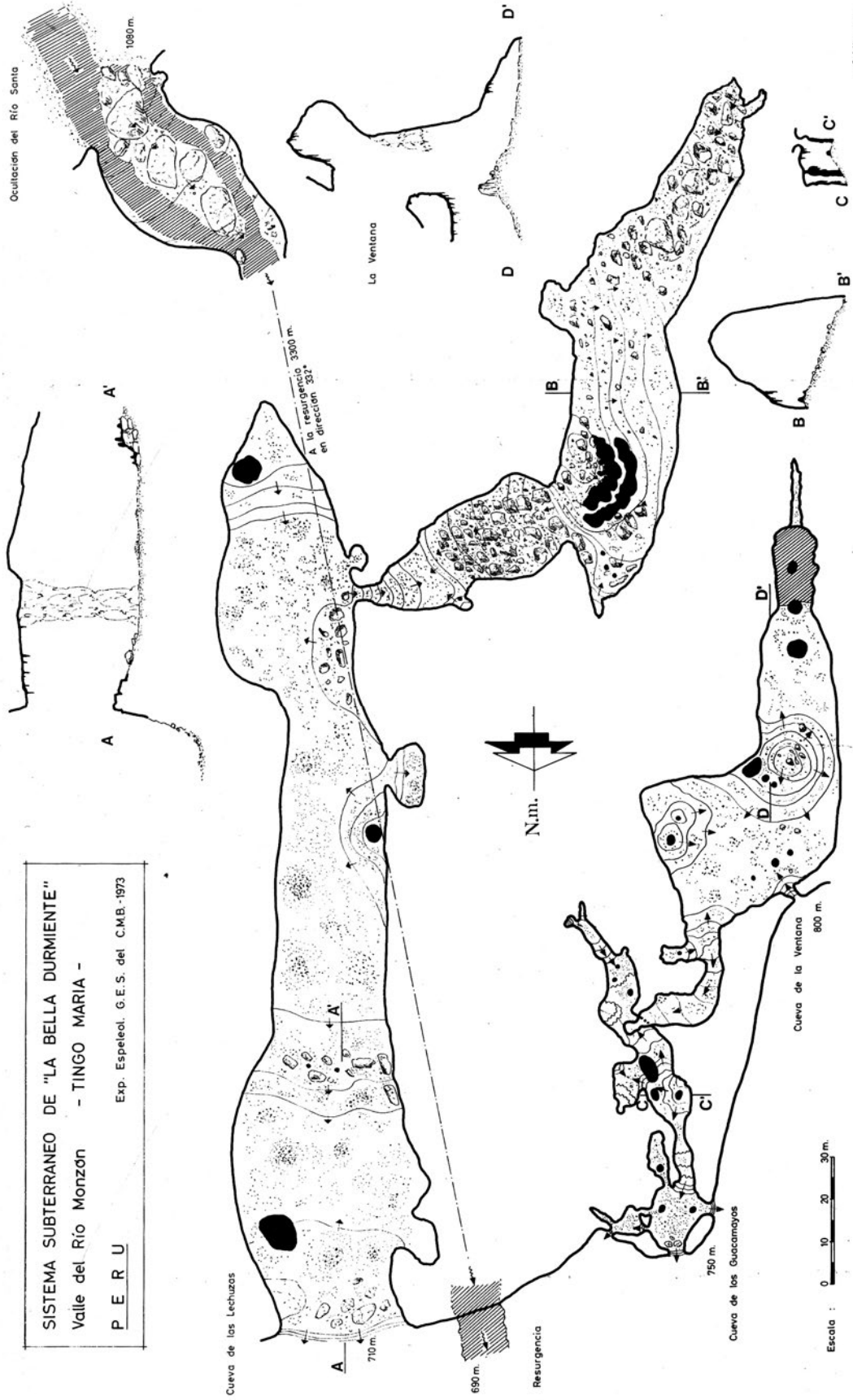


FIG. 2

SISTEMA SUBTERRANEO DE "LA BELLA DURMIENTE"  
 Valle del Río Monzón - TINGO MARIA -

P E R U

Exp. Espeleol. G.E.S. del C.M.B. -1973



Escala : 0 10 20 30 m.

J. Ullastre  
 -1973-

FIG. 3



Ambas corrientes confluyen al pie del ángulo Noreste de «La Bella Durmiente». Por el borde occidental tiene el Cerro Blanco y la quebrada de Río Oro, y por el Sur el valle del Río Santa (Fig. 2).

Al Norte del macizo en cuestión, a la orilla izquierda del Río Monzón, los materiales calizos se extienden para formar las cumbres del Cotomono.

Los cerros a que dan lugar las estribaciones que se desprenden de las laderas oriental y septentrional de la cadena principal, se elevan hasta 300 y 500 m por encima de los llanos aluviales circundantes. Las cumbres más eminentes de «La Bella Durmiente» estimamos pueden alcanzar 1.400 m o 1.500 m sobre el nivel del mar, según las observaciones hechas con el aneroides.

Al Este del Río Huallaga, al Oeste del Río Oro (Cerro Quemado), al Sur de Bambú Pata y parte del valle del Río Santa, se extienden los materiales detríticos finos (arcillas y areniscas) de las llamadas «*capas rojas*» (DOLLFUS, 1965). Estas, forman colinas redondeadas, con vertientes que evolucionan por soliflucción de los materiales limo-arcillosos rojos.

Tanto las calizas como las «*capas rojas*» han sido consideradas como mesozoicas (BELLIDO y SIMONS, 1957), (S.C.I.F., 1962).

Las calizas, atribuidas al Jurásico, en Tingo María generalmente se presentan formando series de gran potencia, con buzamientos muy acentuados. Los intervalos entre planos de estratificación son casi siempre grandes, alcanzando hasta 5 m. La red de diaclasas es así mismo poco tupida, siendo sus intervalos comprendidos entre dos y cuatro metros. Estas calizas tienen grano fino, son muy compactas y contienen con frecuencia nódulos de sílex.

Estos materiales están sometidos a un régimen de gran pluviosidad (3.500 mm anuales) y de temperaturas elevadas que, como ya hemos dicho, se identifica como un clima intertropical de tipo *guineo*.

Bajo estas condiciones las calizas han sido modeladas a modo de sierras con multitud de picos o mogotes más o menos aislados, entre los que median depresiones cerradas; las cumbres son redondeadas y las paredes verticales. El aspecto general recuerda al de los karsts de las Antillas (Cuba, Jamaica y Puerto Rico), Indonesia, etc.

La densa vegetación cubre la totalidad de los relieves, incluso a veces las paredes más verticales.

En la base de los cerros de la parte Norte del macizo, lindante con el valle del Río Monzón, se sitúan varios puntos de surgencia, destacando entre ellos el de la Quebrada de las Lechuzas. Una de las características importantes que se observa al pie de los farallones de esta parte, es la presencia de grutas llamadas de «*pie de la*

dera» (NÚÑEZ JIMÉNEZ, 1967). Unas son de escasa profundidad y en ocasiones se ven inundadas por el agua que se encharca en la base de las vertientes, o bien constituyen puntos ocasionales de emisión del agua infiltrada en los hoyos y quebradas del interior del macizo. Otras cuevas se abren a niveles más altos, son profundas y han servido de cauce a corrientes subterráneas.

Analizando el relieve de la parte central del macizo podemos ver que, entre Cerro Blanco y el Valle del Río Santa, existe una área difícilmente penetrable de intrincada topografía. Infinidad de valles cerrados con vertientes muy inclinadas surcan el terreno en todos los sentidos aislando cerros, que en ocasiones forman crestería. Estos accidentes se desarrollan por encima de los 1.000 m de altitud. El drenaje lo ejerce esta zona en función del nivel del Río Monzón, el cual es el nivel de base del karst.

Por el Sur, llega al macizo el Río Santa, el cual, en las proximidades del contacto de los materiales no karstificables con las calizas, ha excavado un *valle ciego*, con una enorme caverna que actúa de sumidero de las aguas de este curso epígeo. Es un ejemplo de desorganización de una antigua hidrografía por motivo del fenómeno kárstico.

Por el aspecto morfológico y el funcionamiento hidrogeológico de este macizo nos parece poco acertado equipararlo con un típico *kegelkarst*.

Según nuestro modo de ver, su morfología se acercaría más a la del *cockpit karst* de Jamaica (VERSEY, 1972).

Los *kegelkarst*, como por ejemplo el de la Sierra de los Organos en Cuba (NÚÑEZ JIMÉNEZ, 1965, 1967), presentan los pitones aislados totalmente o en grupos bien individualizados. A su alrededor se extienden los amplios *poljes*, cuyos fondos llanos han llegado muchas veces hasta cerca del nivel de base de los valles circundantes. Por tal motivo, el agua que llega a estas depresiones no puede profundizarlas, actuando entonces sobre la base de los mogotes calizos excavando grutas que, en ocasiones, sirven de desagüe al comunicar una depresión con otra.

En cambio, el karst de Tingo María consiste en un macizo integrado por numerosos cerros de aspecto cónico, entre los cuales se abren múltiples depresiones cerradas, angostas, sin fondo llano y que se están excavando en función de una circulación hipogea atraída por un nivel de base determinado por las grandes ríos epígeos, que rodean el macizo. Los anchos *poljes*, muy evolucionados, son inexistentes y la circulación kárstica está polarizada hacia el valle del Río Monzón.





Tingo María y los relieves calizos al Norte del Cotomono (Amazonia Peruana).  
(Foto del Servicio Aerofotográfico Nacional, Lima, Perú.)

## 2. — *El Sistema Subterráneo de «La Bella Durmiente»*

A) *Los elementos integrantes y su posición dentro del macizo.* Lo que hemos convenido en denominar Sistema Subterráneo de «La Bella Durmiente» (Fig. 3), consiste en un conjunto de tres cavidades, situadas sobre la margen derecha del Río Monzón, al Oeste de Tingo María y a 1'5 Km aproximadamente antes de llegar al poblado de Bella. Junto a este grupo de cuevas, situado en la Quebrada de las Lechuzas, cabe añadir la Resurgencia del Río Santa, y en la parte meridional del macizo una gran cueva que es la Ocultación o pérdida del mencionado río.

El total de galerías exploradas y topografiadas por primera vez, suma 925 m de desarrollo horizontal.

B) *Espeleografía, espeleomorfología y funcionamiento hidrogeológico.* — A continuación pasamos a describir cada una de las partes del sistema, para más adelante juzgar el papel de cada uno de estos elementos dentro de la evolución del complejo hipogeo.

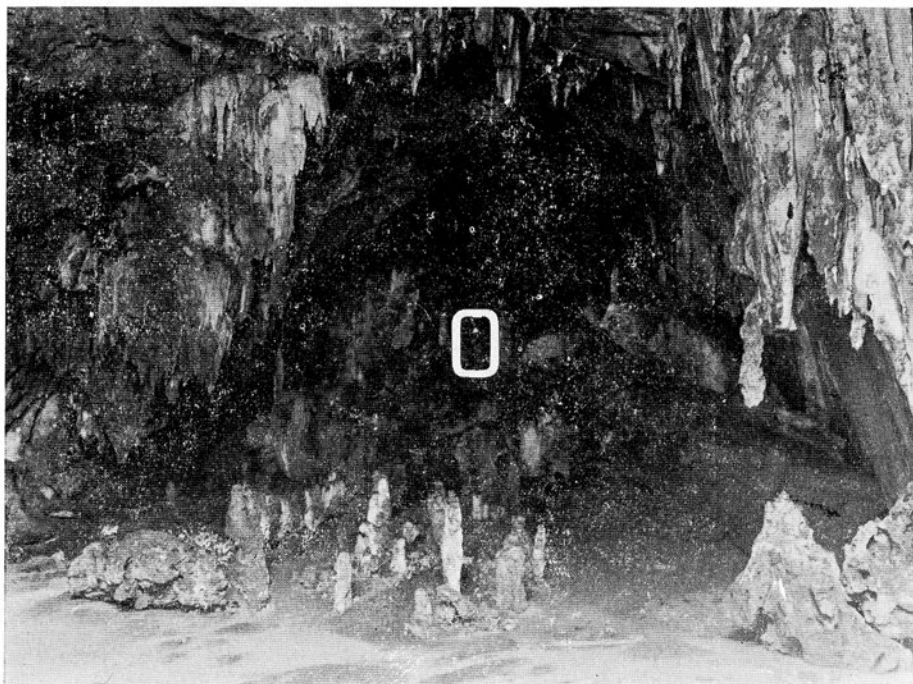
a) La cueva de las Lechuzas. — Esta impresionante caverna es conocida por los indígenas desde tiempo inmemorial. En el siglo pasado ya fue citada por el sabio RAIMONDI (1942).

La popularidad de esta cueva ha sido debida a la presencia, en la enorme galería de entrada, de importantes colonias de Guácharos (*Steatornis caripensis*, Humboldt), curiosa ave cavernícola exclusiva de algunas cuevas sudamericanas, cuyos polluelos son muy buscados por los nativos, puesto que de ellos se extrae un apreciado aceite. La rareza de esta ave y el peligro de su extinción, han movido a los gobiernos interesados en la protección a la naturaleza, a prohibir su caza, no obstante ello, hasta la fecha, no ha tenido grandes resultados positivos.

La gran boca de entrada de 20 m por 30 m, se abre en medio de un farallón calizo envuelto en una tupida vegetación tropical, a unos 20 m por encima de la Resurgencia. Su altitud es de unos 710 m.

Traspasado este majestuoso pórtico, en cuya parte alta anida el «loro maizero» o «chamire», se accede a un amplio salón de 45 m de ancho, adornado con estalactitas, grandes concreciones estalagmíticas y que en parte de sus paredes muestra huellas de disolución.

Más adelante se remonta una pequeña muralla de bloques *graviclásticos*, sobre los cuales se han desarrollado robustas estalagmitas (Fig. 3, sección A - A'). Luego, una gran galería de unos 25 o 30 m de ancho hasta por 20 o 30 m de alto, a modo de un verdadero túnel, se prolonga hasta 220 m de la entrada. En este espacio los



Cueva de las Lechuzas (Tingo María). Obsérvese el tamaño del espeleólogo.  
(Foto del autor.)

depósitos litoquímicos son muy escasos, a excepción de una impresionante cascada estalactítica, desarrollada en el lado occidental del conducto, y de la colada estalagmítica que obstruye el extremo meridional de esta galería; la morfología generalmente es de erosión-corrosión. El piso, aparte de algunos bloques dispersos, está formado por un grueso estrato de cáscaras de semillas y excrementos, todo ello depositado por las colonias de Guácharos que allí se alojan.

A la impresión que ocasionan el graznido y el chasquido de estas aves, de gran envergadura (de 90 a 95 cm de expansión alar), mientras vuelan en medio de la oscuridad de la cueva, podemos añadir la que ofrece la observación del suelo, materialmente invadido por millones de insectos y otros artrópodos, y de las paredes de la caverna ocupadas por enormes arácnidos, probablemente de la especie *Admetus pumillo*, Koch. (DOUROJEANNI y TOVAR, 1972). Además de esta variada fauna, existe una no menos interesante flora, que se desarrolla en las partes húmedas expuestas a cierta claridad del exterior, aunque sea muy tenue.

En esta porción de la cueva se ha constatado la presencia del hongo denominado *Histoplasma capsulatum*, Darling. La aspiración de sus esporas, suspendidas en el aire, produce la Histoplasmosis, enfermedad de gravedad variable, que en el Perú se le llama «fiebre de Tingo María».

Situados en el anchurón que se halla al final de la galería de entrada, la caverna prosigue tras cruzar una abertura de escasa altura. El conducto se dirige hacia occidente, por espacio de unos cincuenta metros. A partir de los 20 m el piso lo forma una gran rampa de bloques. Después de subir por ella, la cueva toma nuevamente rumbo Sur, presentando un desarrollo volumétrico impresionante. Un dilatado hemicono de materiales clásticos, se encuentra adosado a la pared oriental. Estos productos de hundimiento han sido parcialmente cementados por concreciones estalagmíticas pavimentarias. Dado que en el sector más culminante del depósito clástico inciden los aportes gravitacionales del estilicidio de la bóveda, se han desarrollado pequeños *gours*, en cuyo interior pudimos recoger muestras de *pisolitos* («perlas de caverna») (ULLASTRE y MASRIERA, 1973). Este tramo de galería tiene 150 m de longitud, una anchura entre 20 y 30 m y alturas de techo que en algunos puntos creemos alcanzarán hasta 40 m. En el extremo final de la galería existe un punto en donde se han desarrollado concreciones excéntricas (*helictitas*).

Esta parte de la caverna la consideramos originada gracias a un proceso *gliptoclástico*. Es decir, mediante un mecanismo de hundimiento de los pisos mediadores entre varios conductos superpuestos. El gran desarrollo tridimensional, la morfología de las bóvedas y de los materiales clásticos, nos hacen pensar en ello.

Esta caverna se ciega a unos 450 m de la entrada, no habiendo visto en ella el río que surge al pie de su entrada, ni la posibilidad de encontrar otras galerías que continúen internándose en el macizo.

Como característica especial, cabe hacer notar la presencia, en las proximidades de la sección B-B' (Fig. 3), de mineralizaciones fosfatadas (*fosforitas*), que se presentan a la manera de los *espeleotemas*. El estudio de campo nos hizo suponer dicha naturaleza, la cual ha sido corroborada en el laboratorio, al efectuar un análisis cualitativo de las muestras recogidas.

Dado el interés científico que presenta la naturaleza de este sedimento, depositado en el medio subterráneo, su estudio petrológico será objeto de una nota aparte.

b) La Cueva de los Guacamayos. — Los lugareños denominan

con este nombre a una caverna —en la cual se guarecen estas preciosas aves— que se abre sobre el mismo cerro calizo que el de las Lechuzas.

Distante, en proyección horizontal, unos 50 m en dirección Oeste, de la Cueva de las Lechuzas y está a unos 40 m por encima de ella. Su altitud es de 750 m aproximadamente sobre el nivel del mar.

De las tres bocas de entrada, la más occidental constituye el acceso lógico. Para llegar a ella, partiendo del lado izquierdo de la Resurgencia, hay que remontar la Quebrada de las Lechuzas, sumido en la floresta, hasta situarse al pie del escarpe. Luego, deben escalarse unos 3 m de pared vertical. La entrada, de dimensiones modestas (algo más de 2 m), da paso a un amplio vestíbulo groseramente circular, de unos 12 m de diámetro. En la pared septentrional se abre un balcón y en la oriental dos conductos, que a los pocos metros se reúnen en un anchurón, el cual comunica con el exterior. En esta zona vestibular, el desarrollo litoquímico es importante. El piso lo cubre un depósito de productos orgánicos (semillas, excrementos, etc.) y sobre él se levantan algunas bien desarrolladas estalagmitas.

Los rayos del sol, que se filtran entre los corpulentos árboles y la maleza del exterior, dan una claridad atenuada al vestíbulo, al penetrar por sus aberturas, la cual permite el desarrollo en esta parte de la cueva de varias especies vegetales.

En el lado meridional de esta sala de entrada, se inician dos galerías. Una de ellas se ciega a los pocos metros. La otra, a manera de corredor, lleva hasta una segunda sala, la cual comunica con el exterior por medio de un boquete abierto en el techo como una claraboya (Fig. 3, sección C - C'). En la pared Este, una abertura lleva a un compartimento lateral. Por el Sur, la galería continúa con una anchura de 3 a 5 m, para después hacerse más angosta y baja y finalmente cerrarse. En el punto final existe un diminuto embalse lleno de agua.

El levantamiento topográfico de las galerías de esta caverna ha dado un recorrido horizontal de 150 m aproximadamente.

En toda la cueva la morfología de reconstrucción tiene un desarrollo muy notable, estando representada por infinidad de formas zenitales, parietales y pavimentarias. La morfología primitiva está, pues, muy modificada por los mencionados procesos de reconstrucción. Los fenómenos clásticos son inapreciables; tan sólo el cono de derrubios, que se alza debajo de la claraboya (Fig. 3, sección C - C'), altera la uniformidad morfológica del piso de esta cueva.

Por la orientación de los *gours* suponemos que, en una época

pretérita, se producía una evacuación hídrica en el sentido Sur-Norte.



Cueva de los Guacamayos (Tingo María). Morfología de *re-construcción*. (Foto del autor.)

c) La Cueva de la Ventana. — A unos 80 m, en proyección horizontal, al Sur de la Cueva de los Guacamayos y a 50 m por encima de ella, se abre la boca inferior de la Cueva de la Ventana; caverna, así denominada, por presentar una segunda abertura de grandes

dimensiones (unos 17 m de alto), que es la entrada de un pozo, el cual incide con la sala principal (Fig. 3, sección D - D').

Penetrando por la estrecha boca inferior, situada a 800 m de altitud, se desciende por encima de una colada estalagmítica, hasta alcanzar el piso de una vasta sala. Este espacioso compartimento de forma paralelogramática (de 45 m por 32 m), tiene en su ángulo SW un eminente cono de derrubios, que coincide con el eje del pozo de la Ventana; de su ángulo NE sale una galería descendente de 37 m de longitud, con gran profusión de *espeleotemas*.

La gran sala, de elevado techo, presenta bellas muestras de morfología de reconstrucción. Robustas concreciones estalagmíticas y estalactíticas se han desarrollado en las proximidades de las paredes.

Esta caverna sirve también de habitat al Guácharo, por ello, las características del piso, son análogas a las de la galería inicial de la Cueva de las Lechuzas.

Al Sur del cono de derrubios la sala se prolonga para formar la base del pozo de la Ventana (unos 50 m entre el techo y la base), por el cual se precipita un pulverizado chorro de agua. Esta prolongación tiene 57 m y termina con un embalse hídrico de nivel variable. Por encima se abre una angosta galería, que se interna unos 15 m en dirección Sur.

Esta cueva es probable que, antiguamente, hubiese estado en comunicación con la de los Guacamayos, a través de la galería septentrional. Comunicación, en la actualidad obstruida, por el volumen de las concreciones.

Tanto la boca inferior como la Ventana, que está por encima de ella, son, al parecer, accesos fortuitos, generados por hundimiento, al evolucionar las vertientes del cerro y adelgazarse el tabique mediador entre el espacio hipogeo y el exterior.

El desarrollo total de esta cueva es de 175 m aproximadamente.

d) La Ocultación del Río Santa y la Resurgencia. — El Río Santa que, a grandes rasgos, corre de Sur a Norte, tras dejar las regiones extrakársticas, penetra en el macizo calizo de «La Bella Durmiente», en donde ha excavado un *valle ciego*, al haberse abierto una gran caverna por donde se pierden en masa las aguas de este curso epígeo.

Para llegar a lo que hemos denominado Ocultación del Río Santa, dada la complejidad del relieve en la parte interior del macizo y lo difícil que es caminar en la selva, es preciso efectuar un gran rodeo.

De entre los itinerarios de exploración que hicimos, el que nos permitió llegar a dicho lugar, sale del poblado de Bella (Fig. 2).

Primero hay que remontar la Quebrada de Bella hasta Bella Alta, a 970 m de altitud, luego, siempre a través de la selva, se asciende por una quebrada que se dirige aproximadamente hacia el SE, hasta alcanzar una cresta divisoria entre la cuenca del Río Bella a occidente y la del Río Santa a oriente (cota 1.240 m, según altímetro). A continuación, siguiendo trochas, a veces imperceptibles, abiertas en la espesura de la selva, se desciende hasta el fondo de una quebrada, por la cual corre un riachuelo sobre un lecho de margas y areniscas rojas (según nuestro guía, afluente del Río Santa). Seguidamente se sube la ladera opuesta y después de un largo flanco, se entra por la vertiente occidental al valle del Río Santa. Una vez alcanzado el thalweg, se sigue este, cruzando repetidas veces el curso del agua, hasta llegar a un sitio en donde hace un recodo hacia el NW, los elevados escarpes calizos se cierran y las aguas se pierden en una gran cueva. El lecho del río tiene acumulaciones de aluviones poligénicos (areniscas rojas, rocas volcánicas, etc.).

Más o menos al NE del punto de pérdida, se observa por encima del cauce una profunda incisión a modo de un valle suspendido, abierta en la actual divisoria entre el Río Santa y el Río Huallaga, la cual quizá podría ser testimonio de una antigua marcha del Río Santa hacia el Huallaga.

El recorrido expuesto (entre Bella y la Ocultación), de unos 15 Km, es bastante penoso, debido a los desniveles, a la vegetación y al húmedo y bochornoso clima tropical.

La cueva, que constituye la Ocultación o sumidero del Río Santa, se abre en la base de una impresionante pared caliza, a 1.080 m de altitud aproximada. La boca, de unos 20 m de ancho y quizás 8 o 10 m de alto, da paso a una galería descendente por donde se precipita entre peñascos la espumeante agua del río alóctono (Figura 3).

De esta cueva, al parecer extensa, sólo reconocimos una pequeña parte, debido al peligro que representa la fuerza del agua; esto, teniendo en cuenta que, a la sazón, disfrutábamos del mínimo caudal hídrico. Si recordamos que la cantidad de lluvias que caen en la región es de 3.500 mm anuales, que no existe una estación seca propiamente dicha y que los chubascos torrenciales se producen en el momento más inesperado, se comprenderá fácilmente que, en multitud de ocasiones, penetrar o incluso acercarse a la cueva es totalmente imposible.

La morfología de esta imponente oquedad es *gliptogénica*. Las acciones mecánicas de excavación son múltiples y poderosas. A la erosión turbillonar y la corrosión se suman los hundimientos por



disgregación de la bóveda, debida a las distensiones del equilibrio mecánico, que tienen lugar al profundizarse el cauce hipogeo.

Por encima de esta cueva y sobre la misma pared caliza, se aprecia la existencia de algunas grutas inaccesibles, en las cuales, al decir de nuestro guía, también habita el Guácharo.

La Resurgencia de este río subterráneo alóctono, suponemos, es la que se ubica debajo de la Cueva de las Lechuzas (valle del Río Monzón), a 690 m de altitud y a 3.300 m en dirección 332° de la Ocultación (Figs. 2 y 3). Esta suposición se apoya en el reconocimiento geológico del macizo, la observación del caudal y en la naturaleza de los sedimentos que las aguas surgentes arrastran consigo.

Se trata de una resurgencia subaérea permanente, excavada en la base misma de la ladera caliza, casi a nivel del thalweg epígeo del Río Monzón. La emisión del agua se realiza a través de un sifón. El cauce excavado por este manantial tiene unos 10 ó 12 m de ancho y lleva las aguas hasta el Río Monzón. Las variaciones de caudal son notables; nosotros pudimos apreciar una oscilación del nivel de casi un metro y medio, entre dos momentos dados de nuestra permanencia en la zona. Según los indígenas, las oscilaciones máximas no son mucho mayores. Durante la crecida, especialmente, la turbidez del agua es considerable.

En cuanto al transporte de sedimentos podemos indicar que sólo evacua materiales finos en suspensión, a pesar del desnivel de casi 400 m que hay entre la Ocultación y la Resurgencia. Después de estudiar su naturaleza creemos proceden, esencialmente, de la disgregación de las areniscas, limos y arcillas rojas de las zonas extrakársticas que cruza el Río Santa. Este hecho, tan sólo, evidencia la aloctonía del curso subterráneo en cuestión.

La particularidad de que esta corriente lleve hasta el exterior sólo materiales en suspensión, significa que en el interior existen zonas de descarga, es decir, lugares en donde la corriente subterránea, al perder velocidad, sedimenta parte de su carga sólida. Estas pérdidas de velocidad podrían motivarlas la existencia de anchurones y ascensos en el cauce hipogeo, los cuales ejercerían un efecto de levigación del producto transportado por la corriente fluvial.

\* \* \*

Si comparamos los caracteres de la Resurgencia, de la cual hemos tratado, con los otros puntos de emergencia, que se localizan al pie del macizo calizo en su vertiente del Río Monzón, encontraremos claras diferencias.

Así, vemos que, de estas emergencias, unas son permanentes y otras temporales. En ambos casos las aguas aparecen completamente claras (incluso durante las crecidas) y no arrastran ningún tipo de sedimento. Las surgencias temporales entran en funcionamiento cuando el régimen de lluvias aumenta, lo cual denota que son los *trop-pleins* de un sistema coherente de evacuación de las aguas autóctonas del macizo. Los caudales de cada una de estas emergencias son más reducidos que el de la Resurgencia, ya que haciendo una consideración global podríamos hablar más bien de emergencias múltiples. Concretándonos a los alrededores de la Cueva de las Lechuzas, pudimos observar detenidamente tres manaderos autóctonos, cuyas aguas salen casi a nivel del curso epígeo a través de los *coluviones*. Uno de ellos es intermitente.

C) *Relación morfogénica entre los elementos hipogeos del karst.* — El estudio morfológico precedente nos evidencia la existencia de tres tipos de formas, en cuanto a su estado de evolución u origen, dentro del Sistema Subterráneo de «La Bella Durmiente». Un tipo está caracterizado en la trilogía: Cueva de las Lechuzas-Cueva de los Guacamayos-Cueva de la Ventana; el otro, lo representan las emergencias de carácter autóctono y el último, el curso hipogeo alóctono.

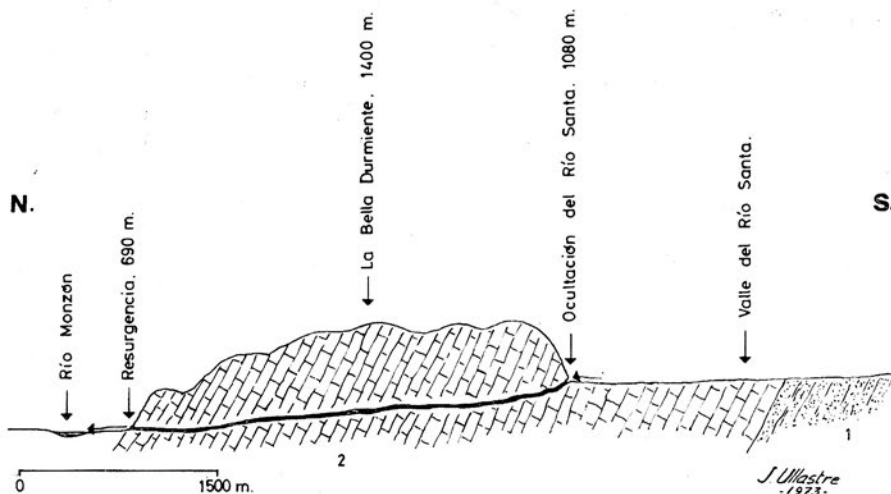
A la luz de nuestras observaciones debemos descartar por el momento la idea de una pretérita relación entre el conjunto subterráneo de Las Lechuzas y el curso hipogeo del Río Santa. Nosotros, en este grupo de cavidades fósiles no hemos hallado datos que acrediten un origen a partir de aguas alóctonas. Creemos, en principio, que estas galerías habían actuado de colectores de las aguas autóctonas infiltradas en las superficies de absorción del macizo. En la actualidad su estado *merofósil* indica una avanzada evolución, con la cual ha sobrevenido la *muerte hidrológica*, puesto que no representan ningún papel en la circulación hídrica activa del karst. Las formas de descarga del actual acuífero kárstico, son las emergencias que hemos calificado de autóctonas.

En cuanto al curso hipogeo alóctono, constituye un accidente con personalidad propia dentro de la circulación kárstica del macizo. Las grutas que se abren por encima de la Ocultación quizá podrían representar el inicio de la absorción kárstica del curso epígeo, aparejada con el establecimiento de una nueva divisoria, que concluyó con la pérdida en masa del Río Santa, la excavación del *valle ciego* y el cambio completo en el camino de las aguas.

De haber sucedido esto, el Río Santa pasó de ser tributario del Huallaga a serlo del Río Monzón, después de cruzar subterránea-

mente los tres kilómetros de calizas que se interponen en el camino (Fig. 4).

Por los caracteres del valle del Santa y de la Resurgencia, juzgamos a este curso subterráneo alóctono como poco evolucionado.



Corte esquemático de La Bella Durmiente, mostrando el curso hipogeo del Río Santa: 1- Areniscas y arcillas rojas. 2 - Calizas con nódulos de sílex.

FIG. 4

### 3. — La Cueva «Pumawasi»

«Pumawasi» o «La casa del puma» es una cueva situada a orillas del Río Tullumayu (670 m de altitud), afluente de la derecha hidrográfica del Huallaga. Está a unos 25 Km de Tingo María siguiendo la ruta de Pucallpa, poco después del cruce que lleva a Aucayacu.

La boca de acceso se abre en la parte baja de un cerro calizo. Tiene unos 3 m de alto por 1'5 ó 2 m de ancho. La cueva, esencialmente, está formada por una galería de dimensiones modestas, que quizá tiene cien metros de longitud. En la parte próxima a la entrada la morfología de erosión-corrosión es muy clara a excepción del piso. En el resto, los *espeleotemas* dominan en la morfología de la caverna.

Por encima de «Pumawasi», sobre el mismo paredón, existe otra cueva sólo accesible mediante la escalada.

## II. — EL KARST DEL SE. DE JUNIN.

Cuando dejamos la atractiva región de Tingo María, lo hicimos para ascender las laderas orientales de los Andes hasta llegar a las dilatadas pampas de Junin. Allí, los tímidos riachuelos dejan las frías lagunas de la «puna», para discurrir primero por las incipientes quebradas y luego, poco a poco, engrosar su caudal hasta conseguir su plenitud en las selvas bajas de la amazonia.

La pequeña población de Junin, a 4.100 m de altitud, es la capital del Departamento de igual nombre. Geográficamente está en el límite entre la región «suni» y la «puna» (PULGAR VIDAL, 1973). Al oriente de Junin, en el fin de las pampas, los divagantes cursos provenientes de los altiplanos se encajan en agrestes quebradas para formar, entre Oxapampa y San Ramón, en el pie del monte andino, el Río Perene.

Uno de los cursos tributarios, el Río Palcamayo, tiene sus nacientes en la zona kárstica que se extiende entre el Este y Sureste de Junin, dentro de los distritos de San Pedro de Cajas y Palcamayo.

Este karst, situado alrededor de los 11° de latitud Sur, es de características diametralmente opuestas al de los valles cálidos de Tingo María. Tal como hemos indicado en los Aspectos Geográficos Generales, las condiciones climáticas en este lugar, difieren mucho de las de allí; las temperaturas son acentuadamente más bajas y el régimen de precipitaciones es cinco veces menor.

Las formas kársticas subterráneas, no obstante, están bien representadas y aunque no son de mucha espaciosidad y belleza, por las longitudes y profundidades que alcanzan, se sitúan no sólo entre las más importantes del Perú sino que, el «Millpu de Kaukiran» concretamente, con sus 400 m de desnivel, creemos es hasta la fecha la sima más profunda explorada en Sudamérica.

### 1. — *Ubicación de la zona explorada*

Las observaciones morfológicas y geoespeleológicas se desarrollaron en una región comprendida entre los 3.500 m y los 4.500 m de altitud, situada al Norte de la línea: San Pedro de Cajas-Palcamayo (provincia de Tarma).

El área estudiada limita al Sur con el Río Chaka, al Este con la Quebrada Wailli Uran y los cerros de Antakocha y Laonkocha, al Oeste con la Quebrada de Chakamarka y el cerro Surayniyoq, por el Norte nuestras exploraciones terminaron en la laguna Sojiakocha.

## 2. — Descripción geográfica y geológica (1)

El Río Chaka, entre Uchku y Tinku, discurre por un profundo valle de la «*suní*», rodeado de empinadas cumbres calizas. Al pie de las vertientes, los depósitos *coluviales*, a menudo cementados, tienen gran importancia. En ellos podemos ver diminutos andenes de cultivo, con frecuencia separados por pequeñas áreas de coluviones fuertemente unidos por una matriz arcillosa, que al ser erosionados han quedado a manera de sopeñas y cornisas. En este valle las tobas calizas son abundantes.

En Tinku, el mencionado río recibe por su margen izquierda el arroyo que discurre por la Quebrada de Chakamarka. Este valle angosto se desarrolla entre Tinku al Sur y Pukulluman al Norte, a lo largo de unos 7 Km y pasa de una altitud de 3.650 m en la confluencia a una de 4.250 m en la cabecera. Morfológicamente presenta una marcada asimetría entre sus dos vertientes, la cual indica una adaptación de la erosión a la estructura, especialmente característica en la mitad septentrional del valle.

Al NE del cerro Suraynioq y Pukulluman, se extiende el aquí ondulado altiplano de la «*puna*», siempre por encima de los 4.000 m de altitud, cubierto de una vegetación continua de césped, champa y pajonales.

Una serie de lagunas, llamadas Antakocha, Leonkocha, Patakocho y Sojiakocha, se alinean al pie de los cerros que desde Antakocha van hasta más allá de Machaq Punta, siguiendo el contacto entre los materiales no karstificables y las calizas (Fig. 5). Estos relieves, alineados de NW a SE, están formados por capas de conglomerados rojos poligénicos y areniscas, que suponemos pertenecen a la base del Mesozoico. El buzamiento medio es de unos 25° hacia el SW. Las cimas son ligeramente redondeadas y han resistido mejor la erosión que los materiales calizos estratigráficamente superiores, en los cuales se han modelado bajo las acciones kársticas, hoyas y lapiaces.

Como ya se ha hecho notar, en contacto normal con los conglomerados, las calizas con nódulos de sílex (pertenecientes al Jurásico-Cretácico ?), forman el altiplano kárstico. La mayoría de las lagunas citadas desagüan a través de este karst.

Al Sur de Ayamachai y de Antakocha y al oriente de la Quebrada de Chakamarka, se abre el valle kárstico de Akrakancha, el cerro

---

(1) Ver: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (1972), Mapa Topográfico a escala 1:100.000, hoja 23-I, Tarma.

calizo de Chayoq-Chayoq se eleva hasta 4.400 m. de altitud al lado de Sakramachai, y en la base de la ladera oriental corre el riachuelo de Kaukiran (dentro de la Quebrada Wailli Uran), el cual se pierde en el «*millpu*» del mismo nombre.

La Quebrada Wailli Uran al acercarse a la unión con la vaguada del Río Chaka, se estrecha extraordinariamente entre formidables murallones calizos para formar el Cañón de Uchku, que a lo largo de más de un kilómetro impresiona por su angostura.

A unos 500 m al Oeste de Uchku, siguiendo el *thalweg* del Río Chaka, se sitúa la Cueva «Guagapo» y la resurgencia de su río subterráneo. En este paraje se aprecia un pliegue sinclinal ligeramente fallado de flancos asimétricos, cuyo eje se orienta hacia el cerro Chayoq-Chayoq (cota 4.400 m), (Figs. 5 y 6). El flanco oriental, hasta cerca del sumidero de Kaukiran, tiene buzamientos entre 25° y 34°, en cambio, en el flanco occidental, la inclinación de las capas es de 60° o 65°.

### 3. — *Las formas kársticas y el funcionamiento hidrogeológico*

A) *La morfología exokárstica.* — En todo aparato kárstico existe una zona superficial de absorción en donde la morfología tiene caracteres muy propios, no sólo hablando en términos generales, sino considerando el aspecto climático en que se han desarrollado.

La zona de absorción de la región estudiada se inicia en Kaukiran y Chayoq-Chayoq y se dilata hacia el Norte hasta Sojiakocha, en donde el karst aún se prolonga en áreas no exploradas.

La dolinización es el aspecto más sobresaliente de la superficie de infiltración. Las dolinas estructurales, ya sean establecidas sobre la penillanura o retocando el fondo de antiguos valles glaciares, presentan muchas veces en su interior de modo visible el elemento colector esencial, que en la región denominan «*millpu*», es decir, tragadero o sumidero.

Estos sumideros pueden ser formas cerradas, en donde la absorción se realiza con cierta lentitud, o bien formas abiertas, en cuyo caso el agua se engulle en masa.

Al Nornoroeste de Fukulluman, entre Patakocha y Sojiakocha, el drenaje se efectúa a través de «*millpus*» cerrados, establecidos en el contacto de los conglomerados rojos y las calizas. La laguna Sojiakocha, por mediación de su emisario, desagüa en una enorme depresión doliniforme, a 4.300 m de altitud (Fig. 5). En el borde S55W del embudo se halla el Millpu Grande, que constituye el tubo de absorción de la dolina.

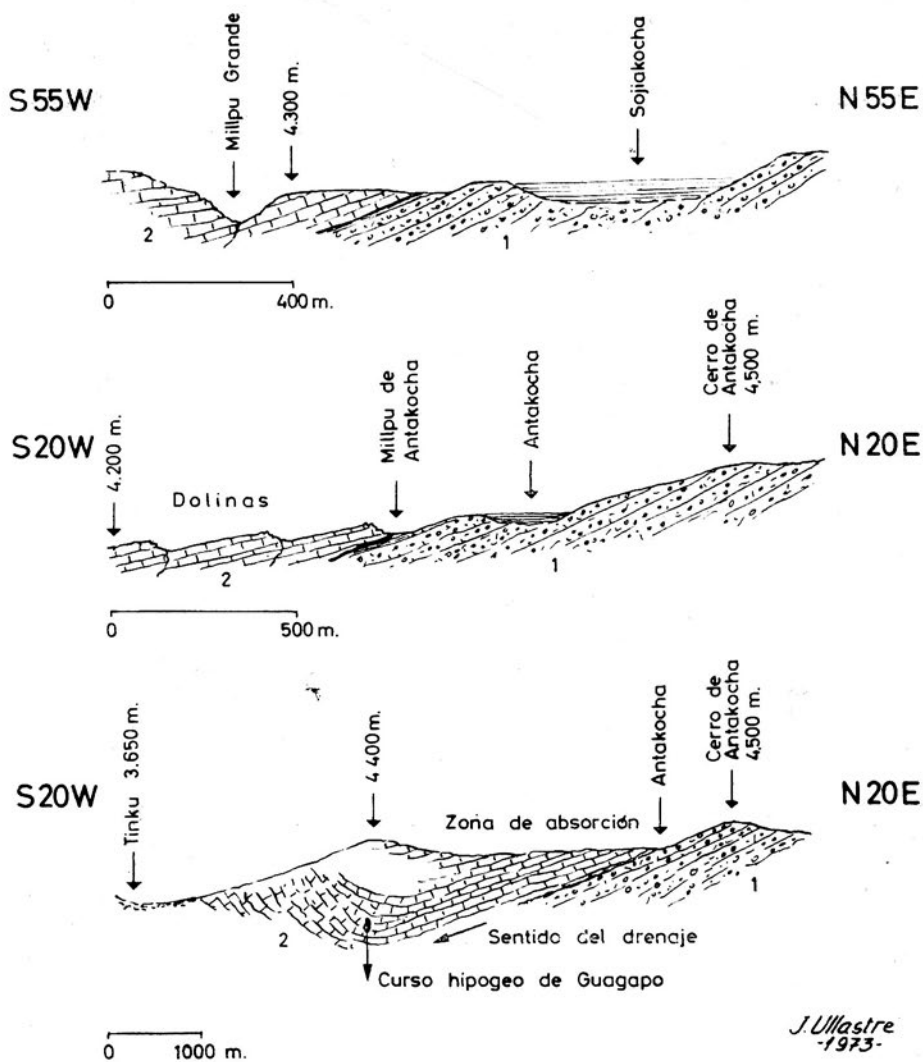
A estas altitudes y en los puntos de drenaje es donde se asientan preferentemente los fenómenos de disolución y gelivación; fenómenos propios de este medio intertropical frío, con alternancia de una estación húmeda y otra seca. Durante el período húmedo la corrosión toma un papel preponderante en el ataque de la caliza, por contra durante la estación seca el frío se agudiza y la gelivación interviene en la disgregación mecánica de las paredes de roca desnuda. Una y otra acción se complementan perfectamente, pues el hielo determina la fragmentación de la caliza en pequeños trozos, aumentando así la superficie de ataque, lo cual en resumen significa ayudar a una mayor disolución.

Al Sur de Ayamachai se abre el valle de Akrakancha. Se trata de una ancha vaguada cóncava, con dirección S20W, posiblemente de origen glaciario, fuertemente retocada por una acción kástica posterior. En el fondo se han desarrollado grandes *dolinas disimétricas*. Los bordes escarpados de ellas, se disponen transversalmente al sentido del valle, hasta más abajo de Akrakancha, desde 4.350 m hasta 4.150 m de altitud en una distancia de 3 Km. Luego, el fondo del valle presenta una marcada ruptura de pendiente y, pasando por Yanapampa, desciende hasta la quebrada de Chakamarka, desde 4.150 m hasta 3.850 m de altitud en una distancia de 2 Km.

El fondo de estas *dolinas en artesa* lo ocupa los sedimentos arcillosos (en donde crece el césped), los cuales generalmente impiden una absorción rápida de las aguas. En algunas de ellas, no obstante, existen sumideros. La laguna de Antakocha, concretamente, desagüa por medio de los «*millpus*» de Antakocha, excavados a favor del buzamiento, que son formas de absorción abiertas, es decir, que permiten una exploración directa.

En los bordes escarpados de las dolinas, los bancos calizos se muestran cuarteados por las diaclasas, que se han ensanchado bajo la acción disolvente del agua. Por encima de los bloques, que estas diaclasas aíslan, la lapiazación es intensa, originando cisuras, crestas y acanalamientos a la vez que dejan en relieve los nódulos de sílex insolubles, que contienen en abundancia las calizas de estos parajes.

Al Este de Chayoq-Chayoq se halla el «*Millpu de Kaukiran*», que durante la estación lluviosa drena las aguas de un arroyo procedente de las regiones extrakársticas limítrofes. Este «*millpu*» se ha podido explorar hasta 400 m de profundidad, siguiendo un sistema de conductos accesibles al hombre.



1- Conglomerados y areniscas rojas. 2- Calizas con nodulos de sílex.

FIG. 5



B) *Las formas subterráneas: espeleografía y espeleomorfología.* — Describiremos a continuación, primero, los fenómenos hipogeos de absorción y conducción («*millpus*» abiertos), seguidamente, el curso subterráneo y la resurgencia de «Guagapo».

a) El «*Millpu de Kaukiran*». — Se trata de una cueva-sima que alcanza los 400 m de profundidad y tiene un recorrido de 1.600 m de galerías en proyección horizontal.

La primera exploración total se debe a una expedición inglesa, dirigida por BOWSER (COWARD, 1972), (WALKINGTON, 1973), que actuó en la zona algunos meses antes que nuestra expedición española.

Este «*millpu*» está situado junto al thalweg de la Quebrada Wailli Uran, cerca del poblado llamado Kaukiran. La altitud del punto en donde se ubica es de unos 4.000 m (Fig. 6).

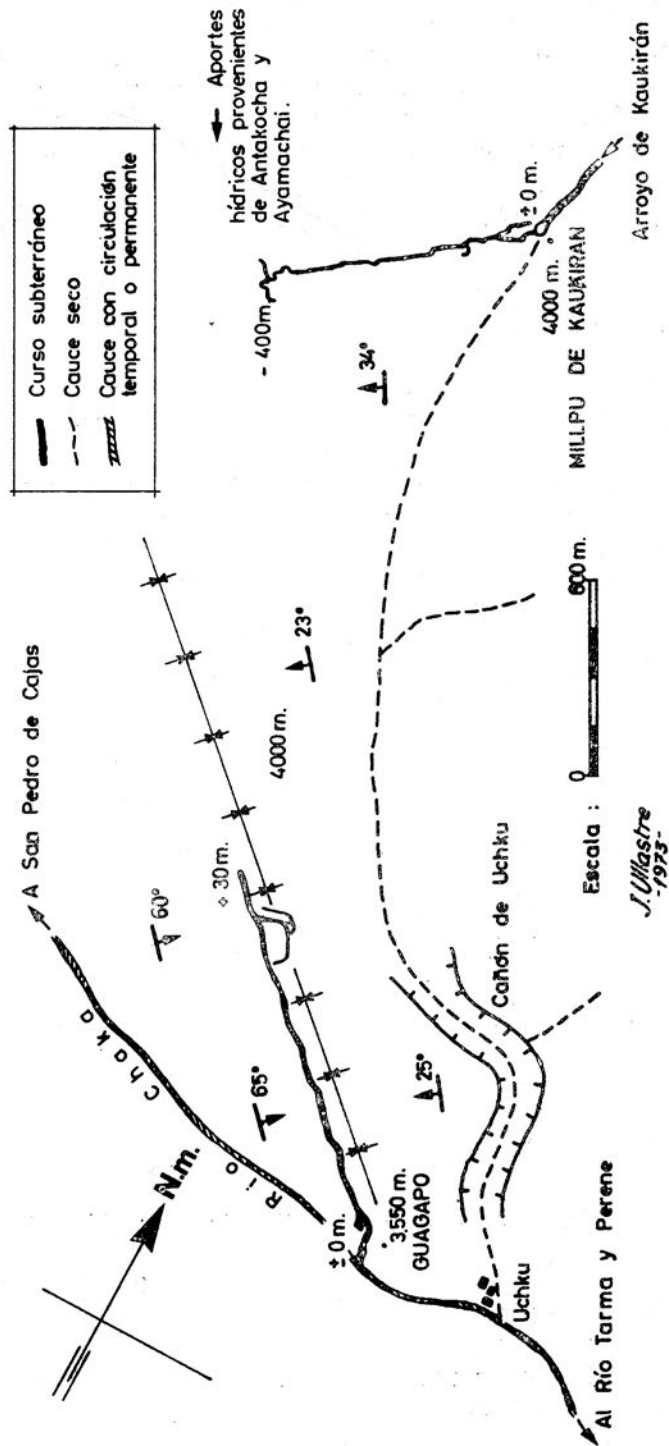
En un cantil de calizas de la margen derecha en el fondo de la quebrada, existen dos puntos de pérdida del arroyo de Kaukiran. El primero no permite la entrada. Sin embargo, el segundo, situado algo más abajo, da acceso a una galería muy estrecha, que en unos cuantos metros lleva hasta un salto vertical de 9 m. Luego, una galería descendente estructurada sobre diaclasas y planos de estratificación, con una anchura de 1'5 a 2 m, describe algunas sinuosidades hasta llegar a un escarpe de 7 m (cota —50 m). De este sitio sale una galería ascendente que se desarrolla paralelamente a la de acceso y que remonta hasta muy cerca de la superficie.

Dejando la cota —50 m, la galería, con dimensiones análogas, desciende hasta un anchurón de unos 20 m, después de un salto vertical de 11 m (cota —85 m). En este lugar el conducto se prolonga en dos sentidos opuestos, por un lado en descenso y por el otro ascendiendo. Por ambos caminos, no obstante, se alcanza la cota —100 m.

En todo este sector la morfología de erosión-corrosión es dominante, a excepción del piso, que está casi siempre ocupado por cantos rodados alóctonos o materiales clásticos, y alguna exígua concreción estalactítica.

En la cota —100 m hay una cámara de regulares dimensiones, de la cual sale en dirección Sur un corto pasadizo, que termina en un sifón. Hacia el SW la galería general prosigue su marcha descendente. Después de un fuerte recodo toma dirección Sur, bajando en pequeños escarpes, para volver al poco trecho a la dirección general, hasta un pocillo de 10 m (cota —130 m). A partir de aquí la galería toma la dirección esencial del sistema: S50W, hasta la profundidad de —290 m. Esto, claro está, sin tener en consideración las pequeñas sinuosidades y recodos que el conducto hace, para volver alternativamente sobre el rumbo indicado.

**ESQUEMA DE LOS CURSOS HIPOGEOS DE GUAGAPO Y MILLPU DE KAUKIRAN  
 Patcamayo - TARMA - PERU - Exp Espetol. G.E.S. del C. M. B. 1973**



**FIG. 6**

Entre la cota —130 m y —200 m, junto a los numerosos declives, la galería presenta dos saltos verticales de 8 y 9 m. De los —200 m de profundidad hasta —290 m, el conducto —a lo largo de 600 m— es muy regular. Está estructurado sobre una solución de continuidad vertical, rigidamente orientada hacia el S50W y presenta, reiteradamente, bruscos desniveles de 2 o 3 m y un salto vertical de 8 m. La anchura, en los puntos de máxima separación de las paredes, es de 5 o 6 m. Las gravas y los materiales clásticos alternan con algunas zonas inundadas de corta extensión. El thalweg a veces se observa encajado, dando secciones de forma estrellada. Sobre las paredes la huella de la corriente fluvial, que circula durante la estación lluviosa, es bien visible. Aquí, como en todo el sistema, las formas debidas a la erosión-corrosión son muy abundantes.

Al dejar la cota —290 m el conducto se asienta sobre la solución de continuidad maestra, así como sobre diaclasas sensiblemente ortogonales a aquella. Antes de llegar a los —320 m se encuentra un talud de unos 8 m de desnivel. Más adelante, el carácter descendente del pasaje prosigue, hasta la cota —360 m, en donde un pozo de 11 m incide hacia la mitad de los dos puntos extremos de la galería terminal.

Esta galería final se orienta casi ortogonalmente al rumbo del resto de la cavidad. Por una mitad es bastante espaciosa y en ella se encuentra una sala con *gours*, pasada la cual, dos saltos verticales de 5 o 6 m llevan a uno de los puntos extremos. Por la otra mitad, el conducto es mucho más estrecho y hace una serie de recodos antes de llegar al sifón de la cota —400 m, máxima profundidad vertical alcanzada en el Perú y creemos también en todo Sudamérica.

b) Los «*millpus*» de Antakocha». — Tal como ya se ha dicho, Antakocha es una laguna establecida en el contacto de los conglomerados rojos y las calizas, en la cabecera del valle karstificado de Akrakancha (Fig. 5).

El emisario de esta laguna se pierde en un «*millpu*», que se abre a unos 4.250 m de altitud. La boca, estructurada sobre planos de estratificación, tiene unos 4 m de ancho por 1 m de alto y da paso a un conducto muy bajo de techo, que a los pocos metros lleva a dos compartimentos consecutivos, desarrollados sobre diaclasas. Más adelante, la galería se estrecha para después ensancharse y haciendo dos fuertes recodos llegar al final.

El recorrido horizontal es de unos 100 m y el desnivel entre los dos puntos extremos de la galería es de unos 15 m.

La corriente hídrica que circula por esta cueva, según COWARD (1972), fue coloreada y se confirmó su relación con el curso subterráneo de «Guagapo».

A corta distancia de esta primera cueva, en dirección Sur, existe un segundo «*millpu*». Su acceso es un embudo de unos 20 m de diámetro y 10 m de profundidad, en el fondo del cual se abre un boquete, que da paso a una ancha galería descendente. A unos 20 m de la entrada y después de bajar un escarpe de 3 o 4 m, se encuentra un riachuelo que circula entre los detritus del piso describiendo un amplio meandro y luego desaparece en la angostura final de la cavidad.

El desarrollo horizontal es de unos 125 m y la profundidad de 50 m aproximadamente.

c) La Cueva «Guagapo». — Esta gran caverna es conocida desde tiempo inmemorial, así lo acredita la leyenda que ha dado origen a su nombre. (Ver: Notas sobre Toponimia).

La primera exploración se debe a un equipo de científicos peruanos, dirigido por MORALES ARNAO (1970).

Está situada a 3'5 Km del pueblo de Palcamayo, siguiendo el camino que lleva a San Pedro de Cajas, el cual pasa por el valle del Río Chaka.

La boca se abre sobre la vertiente izquierda de la vaguada a 3.550 m de altitud y a unos 30 m por encima del thalweg.

Para ingresar en la gruta se desciende un inclinado talud de materiales coluviales, hasta el lecho por donde corre el arroyo subterráneo. El agua cuele por un pequeño conducto lateral para salir al exterior —después de un recorrido de 90 m— a la derecha de la abertura principal, a un nivel ligeramente más bajo. Las aguas de esta resurgencia, en el exterior, han formado una bella cascada de tobas calizas.

La zona vestibular de «Guagapo» es de una grandiosidad impresionante, dada su anchura y la gran elevación del techo, adornado con gruesas y largas estalactitas. Avanzando por el cauce, después de subir por encima de un caos de bloques, la cueva gira a la derecha. En este punto, el río que sale de un pequeño agujero, hace un remanso. Para continuar la exploración es preciso escalar la pared hasta situarse en una concavidad superior bastante espaciosa. Por encima de ella se eleva una chimenea, por la cual hay que ascender para hallar la continuación del conducto. Traspasado un estrechamiento, la galería se ensancha, hasta no menos de 5 m, por espacio de 40 m. El techo de este subterráneo es elevado y en el piso hay dos pequeños pozos; a través de ellos se oye discurrir el

río. Algunas concreciones robustas adornan esta porción de la cueva.

Al final de esta galería superior, a unos 250 m del exterior, hay un salto vertical que lleva de nuevo sobre el cauce del río.

A partir de aquí, la cueva sigue aún con mayor rigidez el eje de las charnelas del sinclinal. Este accidente estructural canaliza las aguas kársticas del macizo, en la dirección NW-SE (Fig. 6).

Desde este punto la galería se presenta como un enorme cañón, de paredes verticales o subverticales, con una separación a nivel del thalweg de 4 o 5 m como máximo, a lo largo de unos 400 m. Las aguas corren sobre un lecho de gravas y arenas poligénicas, a excep-



Cueva «Guagapo» (Palcamayo, Tarma). El gran cañón del río subterráneo. (Foto del autor.)

ción de algunos trechos en que hay embalsamientos. Las formaciones estalactíticas tienen por lo común un desarrollo aislado y modesto. La galería es muy poco tortuosa; sólo en algunos trozos hace pequeñas inflexiones a derecha o izquierda.

A casi 700 m de la entrada, el río hipogeo discurre por un canal tortuoso con aguas profundas, durante algo menos de 150 m. Poco después, en la pared de la derecha, se halla una abertura que da paso a un retículo de pequeñas galerías laterales con estalactitas. El desarrollo horizontal de esta porción de cueva es de unos 400 m.

Continuando por la galería principal se avanzan 150 m más, sobre un lecho de sedimentos detríticos, y se llega al sifón terminal.

El desarrollo total en proyección horizontal del curso subterráneo y las galerías secundarias, tiene una longitud de 1.500 m.

El sifón terminal de «Guagapo» está a 1.800 m, en línea recta, del sifón terminal del «Millpu de Kaukiran» y a un nivel 20 m inferior al de éste.

C) *La alimentación y la circulación hipogea.* — Al hablar de la morfología exokárstica ya indicamos los elementos que ejercen la absorción hídrica. Recordemos, no obstante, que por una parte tenemos las formas cerradas, dolinas y «*millpus*» en donde la absorción es lenta, y por otro lado las formas abiertas, es decir, algunos «*millpus*» o sumideros, que drenan las aguas que en masa provienen de las zonas extrakársticas limítrofes.

En la alimentación hídrica de este karst, por tanto, coexiste el carácter autóctono y alóctono, con la particularidad de que tanto unas aguas como las otras, son canalizadas por un colector esencial, excavado a favor de un eje sinclinal.

El drenaje se realiza sobre el flanco NE de la estructura sinclinal y de modo preferente en los frentes de contacto con los conglomerados rojos, lugar especialmente favorable para la absorción de las aguas alógenas («*millpus*» de Antakocha, «Millpu de Kaukiran», etc.).

La circulación a favor del buzamiento termina en las charnelas sinclinales y el flanco opuesto —con buzamientos subverticales— actúa de «muro», obligando a una circulación a lo largo del eje del mencionado accidente tectónico (Fig. 5).

Con esto, tenemos que las zonas hidrodinámicas del karst se hallan desplazadas lateralmente a tenor de la inclinación de las capas.

La emergencia de «Guagapo» —quizá la principal del sistema— a obedecido a la disecación transversal del eje de la estructura sinclinal, por parte del Río Chaka, en las proximidades de Uchku.

En resumen, la circulación hipogea parece realizarse primero en el sentido general NE-SW, hasta alcanzar la zona profunda del karst, para después evacuar en el sentido NW-SE.

D) *Tipología del karst.* — Bien sabemos que las líneas hasta aquí escritas no constituyen un estudio del karst del SE de Junin, sino tan sólo unas primeras notas de campo, sobre una región que nunca había sido explorada desde el punto de vista morfokárstico. A pesar de ello, nos hemos formado una idea, aunque provisional, sobre este karst en relación a la estructura, al clima y a su estado evolutivo, idea que a continuación exponemos.

Atendiendo al tipo estructural, podríamos calificarlo como un *karst de montaña* (LLOPIS LLADÓ, 1970), propio de las regiones plegadas.

Si consideramos las condiciones climáticas en que evoluciona actualmente, cabría hablar de un *karst pluvio-nival* —modificado en relación al prototipo por la latitud y el carácter continental de la zona— en el cual se combinan la disolución y los fenómenos de gelivación, especialmente por encima de los 4.000 m de altitud.

Morfologicamente presenta una escasa evolución. La morfología epikárstica ha retocado sensiblemente un antiguo modelado glaciar. Las aguas profundas han excavado redes kársticas de pequeño desarrollo volumétrico, rigidamente adaptadas a lo largo de los accidentes estructurales. Por último, las emergencias de las aguas frías provenientes de los altiplanos, han depositado en los valles tobas calcáreas, al entrar en contacto con una atmósfera más cálida.

La incipiente evolución de este karst, según DOLLFUS (1965), podría relacionarse con la relativa juventud del sobrelevantamiento andino. Según nuestro modo de ver, cabe añadir la influencia de las fases glaciares del Cuaternario, las cuales —a estas altitudes— casi seguro dieron lugar a la formación de un *tjåle*, que impedía o dificultaba la infiltración y con ello el desarrollo y evolución de la red profunda.

#### 4. — *La Cueva «Warimachai»*

Esta caverna ha sido llamada por GARCÍA ROSELL (1965), Gruta del Rosario o de la Capilla. Nosotros, sin embargo, hemos indagado acerca de su nombre, concluyendo en que la denominación originaria es la expresión «kechwa», «Warimachai», es decir la «cueva en donde hay entierros del hombre aborigen».

Está abierta en las calizas de la vertiente izquierda del valle del Río Chaka, muy cerca de Tinku (San Pedro de Cajas).

Su altitud es de 3.750 m sobre el nivel del mar y de unos 80 m sobre el fondo de la vaguada.

La cueva presenta un salón único, de aspecto subcircular, de unos 30 m de diámetro. En la entrada (de casi 25 m de ancho), la bóveda es elevada (8 o 10 m) y se mantiene así hasta cerca del centro de la cueva; después, desciende paulatinamente hasta juntarse con el suelo.

El piso de la caverna lo ocupa gran cantidad de materiales clásticos y arcillas, que en el centro forman un pequeño talud transversal, parcialmente fosilizado por gruesas y altas estalagmitas. Es curioso señalar que las estalactitas correspondientes, regularmente desarrolladas, presentan una marcada desviación respecto a la vertical (Fig. 7).

Las excavaciones realizadas en este sitio son numerosas, aunque se han practicado de modo desordenado y probablemente a cargo de buscadores de «tesoros». El resultado ha sido dismantelar varios enterramientos del hombre primitivo, que quizá tenían interés arqueológico.

### III. — EL KARST DE NINABAMBA

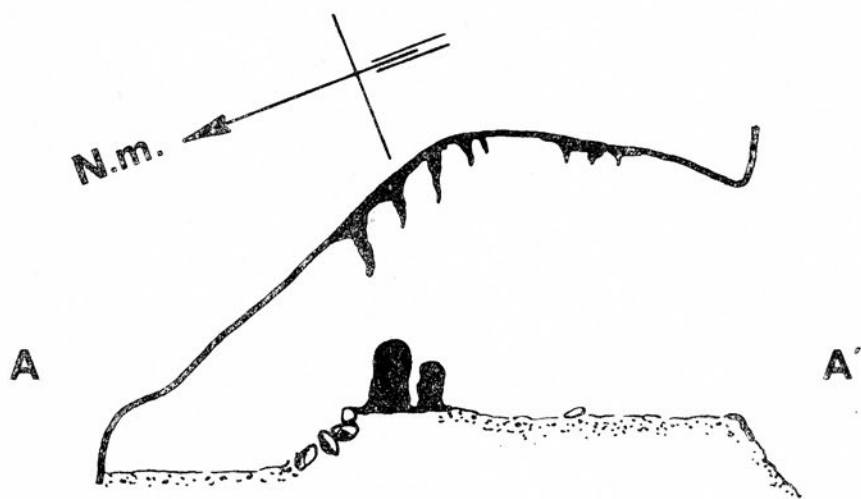
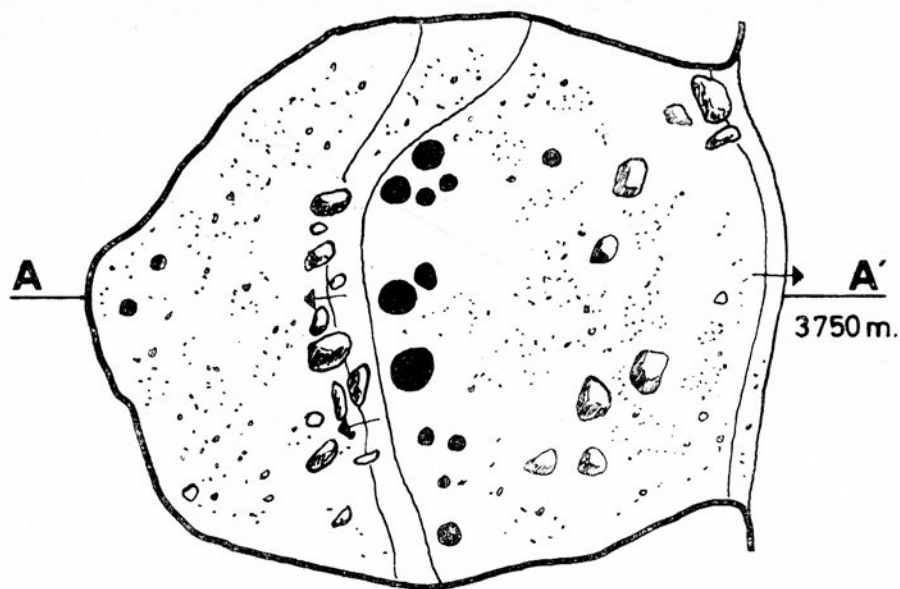
Después de nuestras exploraciones en el Perú Central, viajamos hacia el Norte del país para dirigirnos a la Provincia de Santa Cruz de Succhubamba, a algo más de 6° de latitud Sur, en el Departamento de Cajamarca.

Sobrevolamos la desértica costa peruana hasta la ciudad de Chiclayo. Desde allí, dejando atrás la fértil llanura del Chancay, remontamos las ásperas quebradas que recorre este río, hasta la población de Santa Cruz.

Este itinerario se desarrolla, en su mayor parte, dentro de la luminosa región de la «yunga marítima» (PULGAR VIDAL, 1973). Región, terriblemente accidentada, árida y despoblada, en donde las vías de comunicación, muy escasas y deficientes, constituyen, no obstante, una muestra de la tenacidad del hombre. La vegetación xerófila llama poderosamente la atención, destacando una gran variedad de *cactáceas*, entre las cuales tenemos el *curis* (que alcanza dimensiones gigantescas de 3 o 4 m de altura), la *pitajaya*, la *cabuya* o *maguey*, etc.

De Santa Cruz de Succhubamba hasta el distrito de Ninabamba, tuvimos que viajar a caballo, a lo largo de un accidentado territorio. El camino de ida se desarrolló por Mitopampa, Yauyucan, Andabamba y por último Ninabamba. Al regreso, dejamos Nina-





0 20 m.

*J. Ullastre*  
-1973-

WARIMACHAI

TINKU -  
San Pedro de Cajas - PERU.

FIG.7

bamba y pasando por La Paqcha, Miraflores, Chakill, El Choro y Kiwa, llegamos nuevamente a Santa Cruz.

El primero de estos itinerarios tiene unos 40 Km de recorrido, que cubrimos en unas 11 horas efectivas de marcha a caballo. El segundo, si bien es más corto, presenta fuertes y repetidos desniveles a lo largo de unos 30 Km, que hicimos cabalgando durante 8 horas ininterrumpidas.

El fenómeno kárstico en Ninabamba, es muy importante, tiene originalidad tipológica y difiere mucho de los otros modelados kársticos que hemos estudiado en el Perú, ya que aquí las formas exokársticas son inexistentes.

### 1. — Descripción geográfica y geológica (2)

El Río Chancay, desde cerca de Santa Cruz hasta más allá de Chancay Baños, describe un arco (de Oeste a Este) hasta adoptar la dirección Norte-Sur, para discurrir al pie de los poblados de Uticyacu, Ninabamba y Yauyucan (3).

El paisaje del territorio que cruza el valle del Chancay, hasta más arriba de Chancay Baños, es el característico de la árida «*yunga marítima*». En cambio, a partir de Uticyacu hacia el Sur, el aspecto de las tierras cambia subitamente. La vegetación se hace abundante; un manto verde de césped cubre los valles y las lomas, a menudo moteados por zonas boscosas de árboles corpulentos. La lluvia cae en abundancia y las temperaturas son suaves gracias a la altitud.

Este acentuado contraste, entre las pampas de Santa Cruz (2.000 m) y el feraz valle de Yauyucan-Ninabamba (entre 1.800 m y 2.300 m de altitud), es muy visible para el viajero que llega a Yauyucan por el Cerro Puchuden (2.600 m).

La anomalía climática del alto valle del Chancay, caracterizada por una gran pluviosidad, suponemos debe atribuirse a la peculiar disposición y altitud de los relieves.

El valle de Yauyucan-Ninabamba, orientado de Norte a Sur, tiene al Norte y al Este los relieves de la divisoria continental y por el Oeste una línea de cumbres que se elevan hasta 2.800 m de altitud.

La divisoria continental, a unos 10 Km al Norte de Ninabamba, tiene tan sólo 2.500 m de altitud. Esto permite el paso hacia occi-

---

(2) Ver: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (1965), Mapa Topográfico a escala 1:100.000, hoja 14-F, Chota.

(3) Esta descripción la hacemos remontando la corriente fluvial, es decir, dirigiéndonos hacia la cabecera del Río Chancay.

dente de las continuas borrascas que llegan a la vertiente amazónica de los Andes, las cuales descargan sobre Yauyucan-Ninabamba, al ser detenidas por los cerros occidentales del valle, de 2.800 m. Ello hace que el clima y el paisaje de Ninabamba sean análogos a los de la «*yunga fluvial*» del Río Chotano (afluente del Marañón, que corre a sólo 11 Km al NNE de Ninabamba).

El karst de Ninabamba se ha desarrollado al Oeste de esta aldehuela, en el valle del Chancay comprendido entre la Quebrada de Iraca y el Río San Juan.

Los materiales sedimentarios en esta zona, están representados por calizas, limos y arcillas. Las calizas (estratigraficamente inferiores a los sedimentos limo-arcillosos) (Fig. 8), presentan un ligero buzamiento hacia el Estesudeste (unos 8°). La potencia de los bancos es de 1 a 3 m. Entre las diaclasas señalamos la existencia de grandes elementos o *megaclavas*, que cortan toda o casi toda la masa caliza del afloramiento, y de *interclavas*, que afectan sólo a bancos aislados. La distribución e intervalos de estas últimas son variables de acuerdo con las características de detalle de cada banco calizo. Sin embargo, por lo general, la separación entre *interclavas* varía entre 0'50 m y 3 m.

Estas calizas, con abundantes fósiles de *lamelibranquios paquiodontos*, suponemos pertenecen al Cretácico; BENAVIDES (1956) y BELLIDO y SIMONS (1957), hacen referencia a la existencia del Aptiense-Albiense en el Norte del Perú.

Los sedimentos detriticos finos, de color rojizo, están dispuestos por encima de las calizas, impidiendo el desarrollo de las formas exokársticas (lapiaz, dolinas, etc.).

Al Norte de Ninabamba, en la confluencia del Río San Juan con el Chancay, se observa una falla, que ha desnivelado las calizas poniéndolas en contacto con los sedimentos limo-arcillosos rojos superiores (Fig. 8).

En el sector estudiado, tenemos un relieve disimétrico en *cuesta*, cuyo frente lo forma el afloramiento de calizas.

## 2. — El Sistema Subterráneo de «Uchkupisjo»

La cueva «Uchkupisjo» o también llamada de Ninabamba, se conoce desde tiempo inmemorial.

En el año 1802, el eminente naturalista Alejandro DE HUMBOLDT, en su viaje de Jaén a Cajamarca, dice haberla visitado.

Al cabo de más de medio siglo, el sabio italo-peruano RAIMONDI, durante sus dilatados viajes por el Perú, pasa por Ninabamba y llega hasta la cueva de «Uchkupisjo»; es en el año 1868. En su libreta

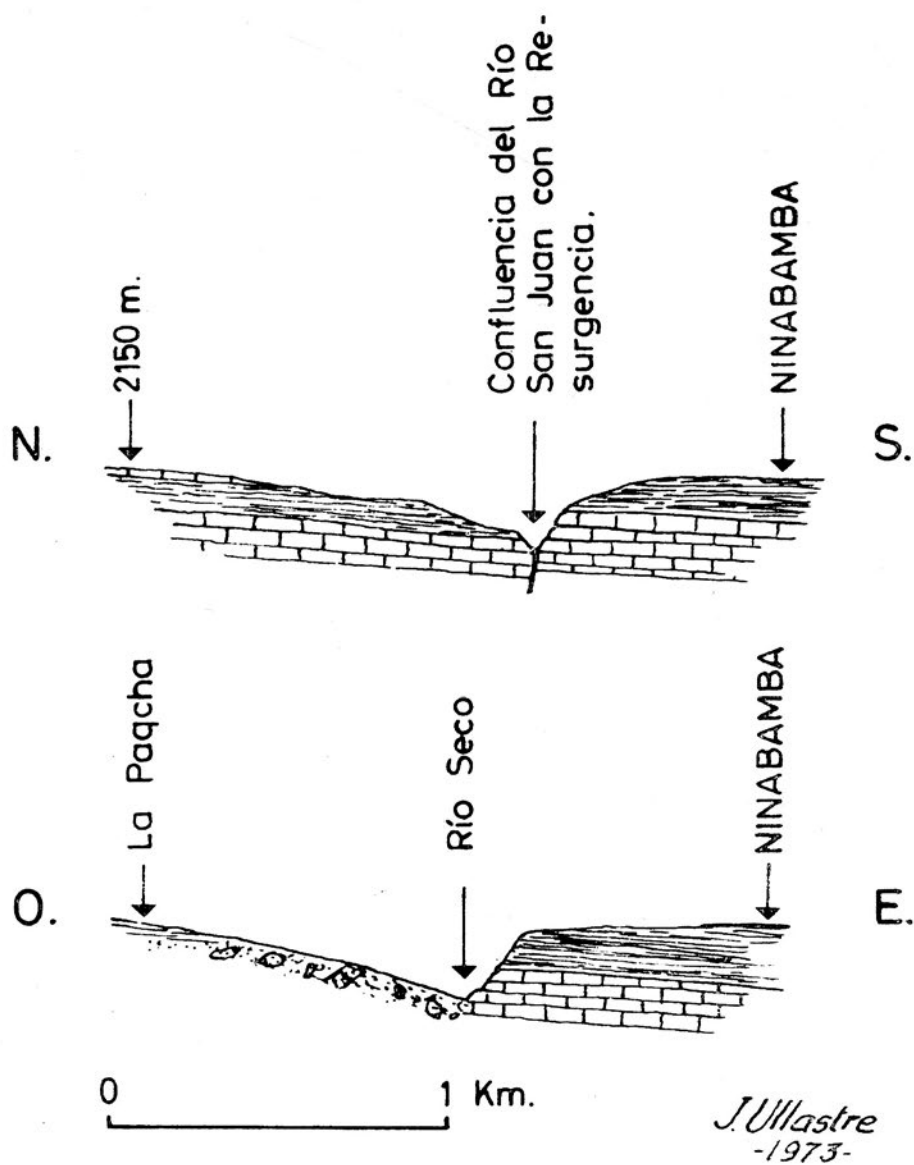


FIG. 8

de itinerarios anotó una breve descripción de su visita a la cueva y en ella dejó entrever su gran importancia (RAIMONDI, 1901), (GARCÍA ROSELL, 1965).

El nombre, «Uchkupisjo», que significa «agujero de los pájaros», obedece a la presencia en esta gruta del Guácharo; ave cavernícola que HUMBOLDT —comparándola con las halladas en 1799 en la cueva de Caripe (Venezuela)— clasificó como *Steatornis caripensis*, Humboldt.

Hasta la fecha, no obstante, nadie había realizado una exploración y estudio de esta cueva con carácter espeleológico, cosa que ha iniciado nuestra expedición.

A) *Los elementos integrantes y su relación con la hidrografía de la zona.* — Con el nombre de Sistema de «Uchkupisjo», designamos al curso hipogeo del Río Chancay. Este río, que arranca de los altos de Quilcate (3.400 m) (conocidos por las aguas termales, Termas de Quilcate), al llegar cerca de la Quebrada de Iraca desaparece por El Tragadero (2.000 m) (boquete abierto en la pared caliza del lado oriental del thalweg) y reaparece en la Quebrada del Río San Juan (1.880 m) (afluente de la derecha del Chancay).

Entre la pérdida y la resurgencia, el valle epígeo, que mantiene un cierto paralelismo con el curso subterráneo, se conoce como el Río Seco. Siguiendo el Río Seco hacia abajo (dirección Norte), poco después de haber dejado a la izquierda la Quebrada de la Samana, a la derecha del cauce, se hallan tres enormes aberturas; accesos al río hipogeo. La primera, llamada por algunos «Pakaritambo», absorbe las aguas que bajan de la Samana y ocasionalmente las que rebosan del Tragadero, y se intercomunica con la segunda, conocida por «Tamputoko». El tercer acceso al río subterráneo es el que, con mayor propiedad, se llama «Uchkupisjo» porque en él habita temporalmente el Guácharo; se halla envuelto en una ubérrima vegetación tropical.

Más allá de las cuevas citadas, el Río Seco recibe por su izquierda las aguas provenientes de la Paqcha y las vierte, después de 350 m, al Río San Juan (Fig. 9).

B) *Espeleografía, espeleomorfología y funcionamiento hidrogeológico.* — Describiremos en primer lugar las partes del sistema que hemos podido explorar directamente y a continuación la pérdida del río exterior, su trayecto subterráneo y la resurgencia.

Las condiciones meteorológicas que imperaron durante nuestra estancia en Ninabamba, no fueron tan afortunadas como era de desear, teniendo en cuenta el largo viaje que habíamos hecho con el exclusivo propósito de explorar y estudiar la zona.

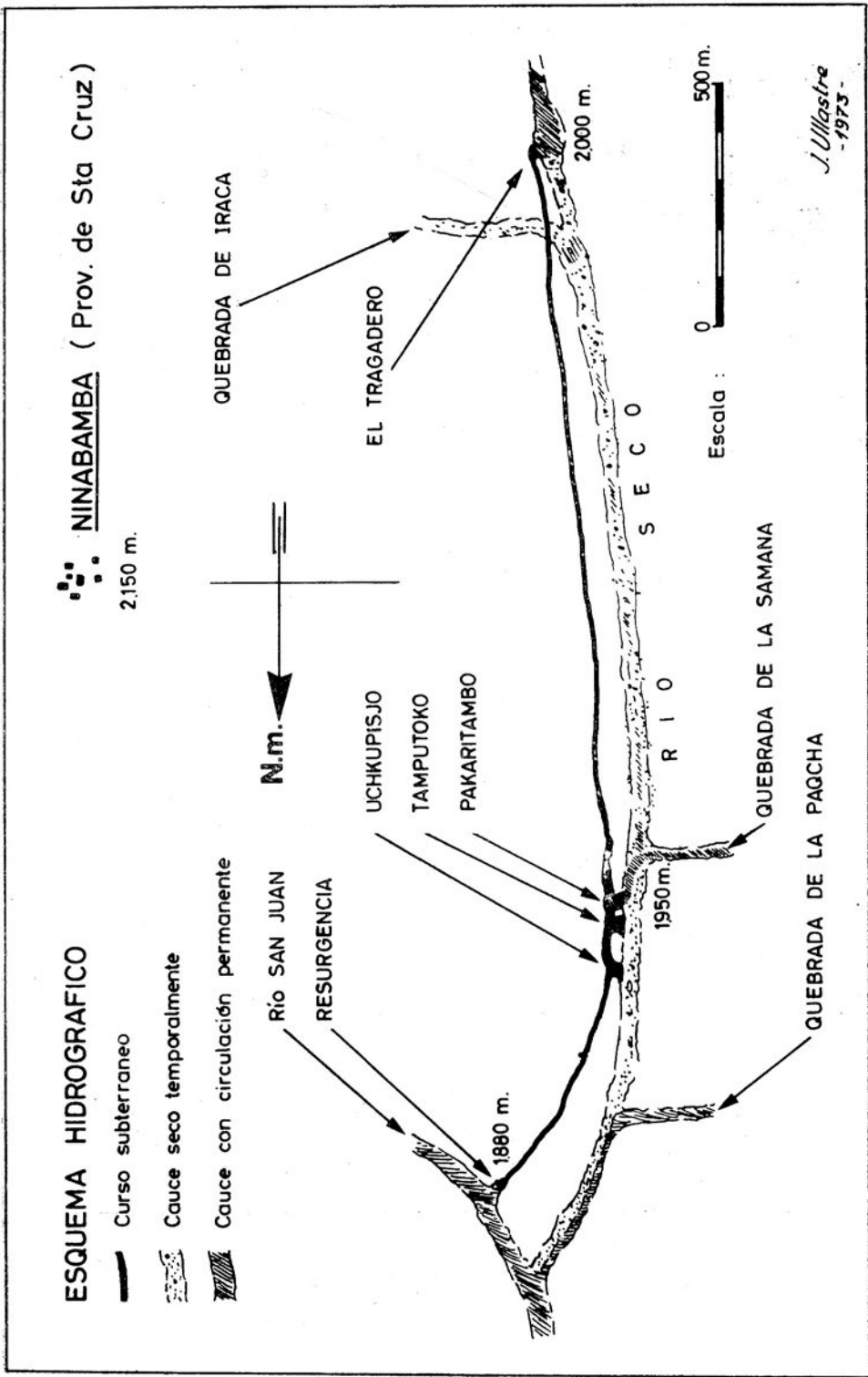


FIG.9

La lluvia arreció de día en día. Los caminos se hicieron difíciles no sólo para las cabalgaduras, sino también para nosotros. La cueva nunca presentó el caudal de estiaje. La exploración río abajo escapaba a las posibilidades humanas y río arriba significó una lucha peligrosa en extremo. El Tragadero y la Resurgencia tan sólo pudimos otearlos, pues la fuerza del agua impedía toda penetración. A pesar de la adversidad, conseguimos explorar unos 1.100 m de galerías, de este extraordinario sistema subterráneo, topografiar parte de ellas y tomar un buen número de datos inéditos sobre este karst.

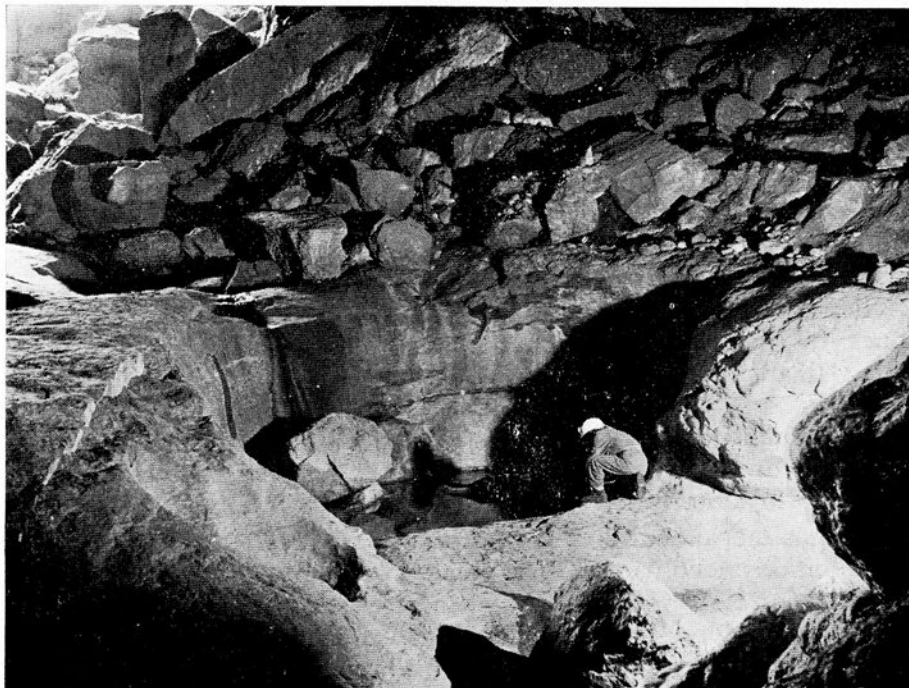
Speleologicamente, esta zona, después de nuestras exploraciones, figura entre las tres más importantes del Perú (Sureste de Junin, Ninabamba y Tingo María).

a) «Pakaritambo - Tamputoko - Uchkupisjo». — Con estos nombres —tal como ya se ha dicho— se conocen las tres entradas intermedias al río subterráneo (Fig. 10).

La más meridional o «Pakaritambo», está a 1.950 m de altitud, tiene 40 m de ancho y unos 10 m de alto, en el punto máximo (Figura 10, sección A-A'). Al lado izquierdo se eleva un hemicono de derrubios y a la derecha corre el riachuelo procedente de la Quebrada de la Samana. Su curso describe un arco al pie de una terraza de materiales aluviales alóctonos, que contiene grandes cantos rodados en la base y culmina con arenas finas y concreciones. A los 30 m de la entrada, el río se precipita por una bonita cascada de 17 m de altura. Para llegar fácilmente al pie de dicha caída, conviene entrar por la segunda boca, llamada «Tamputoco» (a esta entrada, por ser la más elevada, referimos las cotas señaladas en el interior de la cueva [Fig. 10]; por tanto será el punto  $\pm 0$ ).

Si el «Pakaritambo» es una abertura de origen fluvial, el «Tamputoko» lo debemos a los procesos de hundimiento. Entrando por este boquete de 20 m de ancho, se desciende una fuerte rampa de bloques, hasta llegar al pie de la cascada a — 25 m de profundidad. En este lugar, el cauce hipogeo tiene 32 m de ancho. Sobre el piso, en posición lateral, hay una importante acumulación de bloques *graviclásticos*; el resto, está exento de sedimentos y en él se observan *marmitas de gigante*. A los 80 m de la entrada, en dirección ENE, el arroyo que viene del «Pakaritambo», se une al gran río hipogeo (de unos 15 m de ancho) procedente del Tragadero.

De la «confluencia» hacia abajo, la caverna se hace aún más espaciosa (de 40 a 45 m de ancho); siempre labrada sobre planos de estratificación, como lo acreditan las grandes superficies lisas del techo. El río desciende raudo sobre un lecho de gravas, cantos



Cueva «Uchkupisjo» (Ninabamba, Santa Cruz). Morfología *gliptogénica*. (Foto del autor.)

rodados y materiales clásticos, describiendo un meandro hasta llegar a la cota — 30 m. Sobre la orilla convexa o de colmatación existe un considerable depósito de gravas, arenas y restos vegetales; además, voluminosos bloques caídos de la bóveda.

En la cota — 30 m existe la gran cascada, y una galería que, después de dar un corto rodeo, forma un balcón sobre el río, desde donde puede verse —medio de frente— la referida caída de agua. Esta galería se prolonga hacia el N50W, a modo de un apéndice, por espacio de 30 m. El fondo está cegado por los sedimentos litoquímicos. En este conducto es interesante señalar la existencia de un puente de roca, constituido por sedimentos detríticos y quimiolitogénicos. Esto denota una colmatación y una posterior reexcavación, o, mejor dicho en este caso, una socavación, que se ha llevado los sedimentos inferiores del relleno, probablemente no consolidados.



Por la gran cascada (cota — 30 m), de unos 8 m de altura, el agua se precipita para correr luego por una abrupta garganta, hasta encontrar otra caída de unos 4 m de alto y alcanzar el fondo de «Uchkupisjo», a — 42 m de profundidad.

«Uchkupisjo» está a 140 m al NNW del «Tamputoko» y a un nivel 20 m inferior. La entrada —desde la cual se oye con fragor el raudal que pasa por el fondo de la cueva— da paso a un vestíbulo de piso llano y polvoriento. Al poco trecho se quiebra, formando un talud de materiales detríticos de acarreo. La morfología de las paredes y techo es de erosión-corrosión. Bajando por la referida pendiente, a los 30 m se llega junto a la orilla del río hipogeo (cota — 42 m). Éste, marcha por el interior de un túnel, formando violentos rabiones, que nos imposibilitaron aventurarnos por él.

Volviendo al «Tamputoko», añadiremos que, a pocos metros de la entrada, sobre la pared septentrional existe una abertura, la cual da paso a un pequeño conducto. Las dimensiones de su sección son pequeñas. Primero marcha hacia el NNW durante 22 m; después toma la dirección NE a lo largo de 50 m y finalmente hace dos recodos y se dirige hacia el S30E; en 27 m más desemboca, a manera de balcón, por encima del río muy cerca de la «confluencia». Se trata de una galería superior, excavada en virtud de las *interclasas*.

La exploración río arriba se inicia en la antes indicada «confluencia». A los pocos metros, se puede ver como el río desciende por una angosta cascada, difícilmente accesible. Pero, si marchamos una corta distancia en dirección Oeste, por encima de los materiales clásticos, hallaremos una pequeña abertura. A través de ella se llega a la parte alta de la cascada. La galería, aquí, es considerablemente ancha (40 m); la altura, no obstante, es modesta (Figura 10, sección B-B'). El techo lo forma una superficie plana (planos de estratificación). El río corre a un lado del conducto; en el otro, una magnífica terraza de aluviones, forma una elevada plazuela. La terraza presenta dos niveles muy claros; uno inferior de productos aluviales de gran tamaño y origen alóctono (gravas y cantos rodados poligénicos), y otro superior de arenas finas. Más allá de la sección B-B', la galería tuerce hacia el S40W. La corriente subterránea circula encajada a favor de los planos de estratificación, siempre sobre un álveo de cantos rodados. La morfología de disolución es muy remarcable, tanto en las paredes como en el techo, que muestra *canales anastomosados* y *pendants*. Esta morfología acredita el importante papel desempeñado por las *interclasas* en el origen de la cueva.

La topografía río arriba, termina en un lugar en que el agua inunda la galería de un lado al otro (Fig. 10). A partir de aquí, a

pesar del ímpetu del agua, avanzamos un buen trecho metidos en ella, hasta un sitio en donde se desprende una galería lateral. Por el río seguimos un poco más y decidimos abandonarlo. Por la galería lateral, que muestra señales de inundaciones periódicas, pudimos adentrarnos, siempre caminando por un piso de sedimentos detríticos finos. Llegados a un punto en que parecía no poder proseguir, subimos a un nivel superior por encima de unos peñascos. Fue éste un camino que nos permitió avanzar bastante. Sin embargo, su exploración se hizo con precipitación, puesto que en el exterior el aguacero caía incesantemente, engrosando el caudal del río subterráneo. Y un elevado riesgo significaba prolongar la permanencia en este sector de la cueva.

Río arriba, la separación entre el punto final de nuestra topografía y el Tragadero, es de 1.550 m. en línea recta. Río abajo, desde el fondo de «Uchkupisjo» hasta la Resurgencia, la distancia en línea recta es de 450 m. Estas medidas se han deducido de los cálculos realizados en el exterior y su valor es aproximado.

b) El Tragadero y la Resurgencia. — El Tragadero o pérdida del Río Chancay se halla a 1.200 m al SW de Ninabamba; muy cerca de la unión de la Quebrada de Iraca con el Río Seco, a 2.000 m de altitud aproximada.

La cueva por donde se oculta el río, tiene su entrada de forma cuadrangular (Fig. 10, sección C-C'), abierta a expensas de diaclasas y superficies de estratificación. Su anchura es de unos 8 m y su altura de 11 m aproximadamente.

El Río Seco, entre el Tragadero y el «Pakaritambo», sólo es motivo de circulación hídrica en los momentos de grandes avenidas. Es decir, cuando el Tragadero no puede engullir la totalidad del caudal que llega hasta él. Entonces, el agua circula por la vaguada epígea hasta el «Pakaritambo», que actúa de segundo tragadero drenando el sobrante hídrico. Cuando esto sucede —nos han explicado los lugareños—, por un agujero existente en la Quebrada de Iraca, cerca de su unión con el Río Seco, el agua mana con tanta fuerza, que incluso se eleva a manera de surtidor. Al mismo tiempo, cerca del «Pakaritambo», hacia la mitad del escarpe calizo de la derecha de la vaguada, existe una grieta que aspira y expulsa aire alternativamente con violencia y clamor. Al parecer se trata de un «resolladero» del río subterráneo.

Estas observaciones, sin duda verídicas, dan fe de la extraordinaria potencia que, en ocasiones, adquiere el agua que circula por esta cueva. A ello podemos añadir el haber visto, en estos subterráneos, enormes troncos de árbol encajados a considerable altura, en las proximidades de las bóvedas.

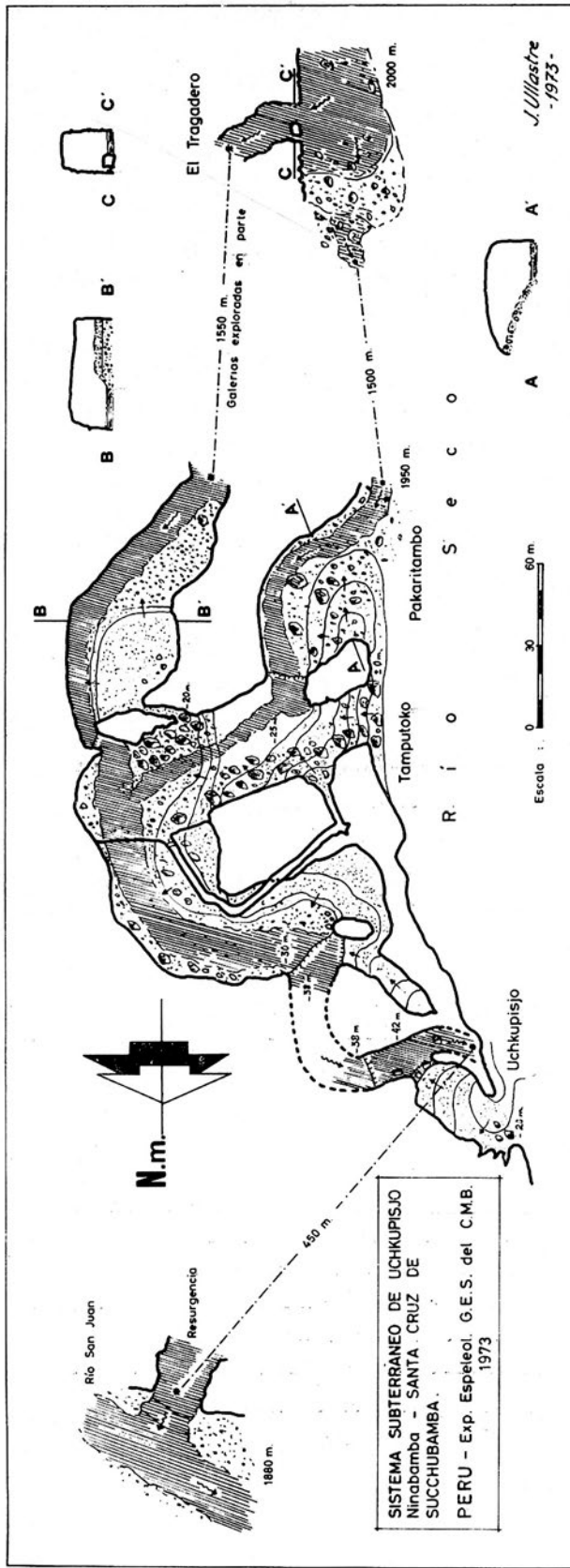


FIG 10

Entre el «Pakaritambo» y la Quebrada de la Paqcha, la circulación fluvial es inexistente, en cualquier época del año. Sobre el fondo de la vaguada y en las vertientes, la vegetación crece con exuberancia y no se aprecia ningún signo de circulación hídrica, como no sea el de una tenue corriente alimentada por la escorrentía.

La Resurgencia se halla en la vertiente izquierda del Río San Juan, casi a nivel del thalweg, al N30W de Ninabamba, a unos 1.800 m de altitud. Sus dimensiones son notables.

En este sitio el Río San Juan circula encajado en un valle *obsecuente*. Su excavación se ha visto favorecida por la existencia de una fractura. En cambio, tanto el Río Seco como el curso hipogeo del Chancay, son corrientes *ortoclinales* o *consecuentes*, propias de un relieve en *cuesta*.

La distancia en línea recta que separa el Tragadero de la Resurgencia es de 2.100 m aproximadamente. La diferencia de nivel la estimamos en unos 120 m.

C) *Evolución geomorfológica del sistema.* — El curso *subsecuente* del Río Chancay, en las proximidades de la cabecera, disecó los materiales limo-arcillosos de San Juan Pampa y Ninabamba, y luego las calizas subyacentes. En este momento debió comenzar la absorción kárstica de las aguas epígeas. Primero, a través de planos de estratificación y diaclasas, labrando conductos de escasa sección a veces anastomosados. Más tarde una absorción más localizada debió realizarse en «Uchkupisjo» y seguidamente en el «Pakaritambo». Simultáneamente sobrevino la deposición de aluviones (con estratificación cruzada) en los puntos de absorción («Uchkupisjo» y «Pakaritambo»), la cual posiblemente fue adquiriendo potencia a la vez que la oquedad se ampliaba por el techo; así parece indicarlo la observación de las acumulaciones de materiales alóctonos de acarreo, que hay en las entradas de los mencionados puntos de drenaje; también el análisis del perfil del Río Seco nos ha ilustrado acerca de la evolución kárstica.

Veamos las características del valle epígeo y su posible evolución. Entre la confluencia del Río Seco con el Río San Juan y el «Pakaritambo», hay una distancia de unos 800 m con un desnivel de casi 100 m. En cambio, entre el «Pakaritambo» y el Tragadero, en una distancia de 1.500 m solamente existe un desnivel de 50 m. Esto pone en evidencia que el perfil del Río Seco sufre una ruptura de pendiente a la altura de «Uchkupisjo - Pakaritambo».

A nuestro modo de ver, este cambio en la inclinación del cauce puede explicarse del modo siguiente: al iniciarse la absorción localizada en «Uchkupisjo» y más tarde en el «Pakaritambo», la evolu-

ción del valle hacia la confluencia fue sensiblemente moderada, mientras que río arriba la erosión remontante niveló paulatinamente el cauce, a la vez que depositaba su carga sólida en los puntos de absorción kárstica (fase de sedimentación de los materiales gruesos de la terraza). Estos puntos, debido a la presencia de sedimentos en el piso, se fueron ampliando hacia arriba por erosión-corrosión de la bóveda. Bajo la acción de este mecanismo, llegó un momento en que el thalweg epígeo, mostraba una escasa pendiente y sólo transportaba materiales finos que depositaba en «Uchkupisjo - Pakaritambo» (fase de sedimentación de las arenas de la parte alta de la terraza).

En estas condiciones, el agua del río subaéreo buscó río arriba un nuevo paso hacia el interior del paquete calizo, excavando la abertura del actual Tragadero. A continuación, la vaguada seca que antes estaba comprendida entre la confluencia (Río Seco - Río San Juan) y «Uchkupisjo - Pakaritambo», se amplió hasta el Tragadero. Sin embargo, una porción de este valle comenzó a actuar de rebosadero a través del «Pakaritambo», ocasionando la reexcavación del depósito aluvial y como consecuencia la formación de la terraza.

Los procesos clásticos, la deposición de aluviones y formación de terrazas a nivel inferior, la socavación del depósito aluvial de «Uchkupisjo» y tantos otros fenómenos hipogeos de detalle, han acaecido con posterioridad a las fases evolutivas descritas.

## DATOS PARA UNA EXPLORACION AL KARST DE CUTERVO

La Provincia de Cutervo (Departamento de Cajamarca), se extiende al oriente de la divisoria continental andina; entre ésta y el Río Marañón.

Por el Norte tiene Jaén de Bracamoros y por el Sur la Provincia de Chota.

Dentro de la Provincia de Cutervo existen varias zonas de interés kárstico. Especialmente al Sur y al Este de la Cordillera de Tarros. Estos relieves están dentro de la cuenca del Río Marañón, a unos 50 Km de su margen izquierda.

Para llegar a la población de Cutervo (2.650 m de altitud), capital de la provincia, el mejor itinerario es el que saliendo de Chiclayo pasa por Chongoyape, Llama y Cochabamba.

Cutervo, está emplazado dentro de una enorme depresión cerrada, la cual es motivo de una circulación kárstica, al parecer importante. Tenemos noticia de la existencia de grandes depresiones doliniformes y de algunas pérdidas de cursos epígeos.

Así, al WSW de Cutervo existe un campo de dolinas, en donde hay un «tragadero» llamado «Yakuchinkana». VILCHEZ MURGA (1944) dice que el arroyo que baja de Ylucan se pierde en el citado «tragadero», por una especie de túnel natural, y reaparece en el Ingenio, al otro lado de la Conga de Allanga. En este sector también, pero algo más al Norte, se sabe de algunos topónimos como Uchkurumi o «cueva o hueco en la piedra», cerro Machaipu o «cerro de la cueva», que indican la presencia de fenómenos espeleológicos, cuya importancia, no obstante, desconocemos.

Al SE de Cutervo, cerca de Chiguirip, nombres como Hacienda, Sumidero y Tragadero (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1966), pueden señalar parajes de interés kárstico, y más, si tomamos en consideración las depresiones cerradas que allí se indican.

Hasta aquí en cuanto al Sur de la selvática Cordillera de Tarros.

Por lo que corresponde al oriente del mencionado accidente orográfico, en donde se ubica el distrito de San Andrés de Cutervo, cabe citar otros fenómenos de marcado interés espeleológico.

Para llegar a San Andrés, desde Cutervo, debe viajar primero a Socota —siguiendo la vaguada del Río Sucse— unos 30 Km, y luego 20 Km en números redondos, por camino de herradura.

En las cercanías de dicha población se citan las Cuevas de San Andrés o de los Guácharos, porque en ellas también habita el *Steatornis caripensis*, Humboldt. Se sitúan en las inmediaciones del Pajonal, a una hora y media de San Andrés. VILCHEZ MURGA (1969), que las exploró por primera vez en 1947, dice recorrió en ellas unos 400 m de galería principal. Al propio tiempo halló una comunicación con otra caverna lateral, que también fue recorrida parcialmente. Ambas cavidades son cruzadas por un pequeño torrente hipogeo.

Durante nuestra permanencia en Lima tuvimos la oportunidad de conversar con el destacado Biólogo y Ex-Diputado Dr. Salomón VILCHEZ MURGA, el cual nos facilitó otros datos de interés acerca del karst de San Andrés. Así nos dijo que, cerca de Chitabamba, al Oeste de San Andrés hay una especie de dolina embudiforme por donde se pierde un riachuelo. Según nos contó, se ha establecido la hipótesis de que todas las aguas —tanto las de las Cuevas de los Guácharos como las de Chitabamba— se reúnen para emerger en el manantial conocido por el Mayuc, en las proximidades de San Andrés de Cutervo.

Como se puede ver, en esta zona existe un buen número de referencias sobre interesantes fenómenos kársticos, en su mayor parte inexplorados y faltos de estudio.

Nuestro gran deseo de explorar en la región cutervina se vio

malogrado por circunstancias que no viene al caso indicar. Sin embargo, aún está en nuestro ánimo volver un día a la tierra peruana para cumplir con este deseo. Y sino, con estas notas habremos contribuido a divulgar un camino más, por donde tiene que seguir la investigación espeleológica en el Perú.

#### NOTAS SOBRE TOPONIMIA (4)

Con el estudio de la toponimia *kechwa* se descubrió un saber geográfico popular de un valor a veces inestimado.

Cabe decir que, el intento de buscar el significado de muchos nombres de lugares, nos ha permitido conocer *a priori*, no sólo zonas de interés kárstico, sino muchos otros detalles relacionados con los caracteres más sobresalientes del paisaje. Hablamos en este sentido puesto que nos hemos ocupado de confrontar las significaciones sobre el terreno y casi siempre nos han parecido acertadas.

Sin duda, el estudio de los topónimos, que figuran en las cartas topográficas, constituye un medio de investigación geográfica de gabinete, que debe preceder cualquier trabajo de campo, especialmente cuando se trata de regiones no estudiadas.

A través de nuestra modesta inquietud por los topónimos peruanos, hemos vislumbrado la complejidad de dicho estudio. Complejidad en primer término, porque no todos los nombres de lugar son de origen *kechwa*, y por ello su significación no puede explicarse siempre con el recurso de esta lengua. En segundo término, por la falta de unidad en el momento de escribirlos e incluso de pronunciarlos, induciendo todo esto al confusionismo.

No obstante, válgannos las notas que damos a continuación, en las cuales no pretendemos mostrar erudición, sino simplemente dejar constancia de nuestro interés en saber algo del profundo sentido geográfico que encierra la Toponimia Peruana.

1.— *Topónimos de origen kechwa escritos según las normas de PERROUD y CHOUVENC (1970).*

*Akrakancha.* — De *akra*: macilento; y *kancha*: corral.

*Antakocha.* — De *anta*: cobre, coloreado como el cobre; y *kocha*: laguna.

---

(4) En estas notas nos referimos exclusivamente a topónimos citados en el presente trabajo.

Se trata del nombre de una laguna del Karst del SE. de Junin, establecida junto a los conglomerados de tonos rojizos.

*Ayamachai*. — De *aya*: cadáver, muerto; y *machai*: cueva. «Cueva de los muertos».

*Chaka*. — Puente, ronco, umbral. Algunos escriben «Shaca».

*Chakamarka*. — De *chaka*: umbral; y *marka*: pueblo. «Pueblo del umbral».

Este nombre corresponde a una diminuta población del SE. de Junin, emplazada en un valle que lleva a la *puna*, poco antes de llegar a ella.

*Jallka*. — En el Norte del Perú es sinónimo de *puna*.

*Kiwa*. — Hierba, todo pasto para animales.

*Leonkocha*. — De *leon*: sinónimo de puma; y *kocha*: laguna.

*Machaipu*. — De *machai*: cueva; y la partícula *pu*. «Cerro *Machaipu*» es un topónimo que significa «Cerro de la cueva».

*Millpu*. — Tragadero. Cuando el agua penetra en la tierra sin llenar el agujero. Por extensión podría equipararse a sima absorbente. Algunos escriben incorrectamente «milpo».

*Pakaritambo*. — De *paka*: oculto, secreto, misterioso; y *tambo*: posada. «La posada misteriosa».

*Paqcha*. — Chorro de agua, caída de agua, cascada.

*Patakocha*. — De *pata*: grada, cornisa, rincón; y *kocha*: laguna.

*Pumawasi*. — De *puma*: león americano; y *wasi*: casa. «Casa del puma».

Nombre de una cueva de las selvas de Tingo María.

*Puna*. — Altas cumbres y páramos andinos, que se extienden entre 4.000 m y 4.800 m de altitud (PULGAR VIDAL, 1973).

*Rupa - Rupa*. — De *rupaq*: ardiente. La repetición del vocablo es un modo indígena de expresar el superlativo.

Constituye una región natural, correspondiente a la selva alta, que se caracteriza por su grandísimo calor.

*Sakramachai*. — De *sakra*: cosa inservible, inútil; y de *machai*: cueva.

*Samana*. — Descanso. Quizá «La *Samana*» signifique «lugar de descanso».

*Sojiakocha*. — De *sojia*: tierra por donde fácilmente se escurre el agua; y *kocha*: lago, laguna. «Laguna que desagua fácilmente». Este nombre corresponde a una laguna del Karst del SE. de Junin, la cual desagua a través de un sumidero (Millpu Grande), abierto en las calizas.

*Suni*. — Largo, alto, tieso. Según PULGAR VIDAL (1973), existe una región natural en el Perú que se llama así, la cual se eleva desde 3.500 m hasta 4.000 m de altitud.



*Tamputoko*. — De *tampu*: posada; y *toko*: hueco en la tierra, ventana. «La ventana de la posada».

Si recordamos que la cueva *Pakaritambo* o «La posada misteriosa», tenía otra entrada, que vista desde el interior parecía una ventana, veremos el acierto en estas denominaciones.

*Tinku*. — Junta o reunión de dos cosas. Geográficamente significa confluencia o unión de dos ríos.

Este vocablo lo hemos visto escrito así: «tinco», «tingo», «tin-cu», etc.

*Tullumayu*. — De *tullu*: palabra que indica flaqueza, debilidad; y *mayu*: río. «Río flaco» o poco caudaloso.

*Uchku*. — Hueco, agujero. Entra en la formación de algunos nombres de cuevas o de otros accidentes kársticos.

*Uchkupisjo*. — De *uchku*: hueco, agujero; y *pisjo*: ave, pájaro. «Agujero de los pájaros», porque allí habita el Guácharo.

Este nombre ha sido escrito por otros autores, de las más diversas maneras: «Uscopisco», «Ushcupishgo», «Uzcopisco», «Ushcushpisgo», etc.

*Uchkurumi*. — De *uchku*: hueco, agujero; y *rumi*: piedra. «Hueco en la piedra».

*Wailli Ura*. — De *wailli*: canto, canción; y *ura*: bajo, abajo.

*Warimachai*. — De *wari*: aborigen, autóctono, primitivo; todo lo fúnebre que proviene de los entierros del hombre aborigen; y *machai*: cueva. «Cueva en donde hay entierros del hombre aborigen».

*Yakuchinkana*. — De *yaku*: agua; y *chinkana*: escondrijo, lugar en donde uno se pierde. «Escondrijo del agua». Dicha significación corresponde a una pérdida de un río epígeo, en la provincia de Cutervo.

Este topónimo se ha escrito «Yacuchingana». Forma incorrecta, especialmente porque *chingana* quiere decir «un sitio donde se venden licores», y ello no tiene ningún sentido en este caso.

*Yanapampa*. — De *yana*: negro; y *pampa*: llano, campo. Obedece este nombre al color de la tierra de los campos en este lugar.

*Yunga*. — Valle cálido (PULGAR VIDAL, 1973). Se escribe también *kunka*. Ambas formas son correctas.

## 2. — Observaciones sobre otros topónimos de origen kechwa

*Andabamba*. — Posiblemente es una corrupción de *Antapampa*. De *anta*: color de cobre o cobre; y *pampa*: llano. «Llano color de cobre».

El poblado de Andabamba (Prov. de Santa Cruz), está situado

en un lugar donde afloran margas y limos de color rojizo, lo cual encaja con dicha etimología.

Cochabamba. — Se escribiría *Kochapampa*. De *kocha*: laguna; y *pampa*: llano.

Chancay. — Se debería escribir *Chankay*, que significa saltar, correr saltos. Esta significación se ajusta perfectamente cuando nos referimos al Río Chancay, del Norte del Perú (Chiclayo), puesto que su cauce es muy accidentado, presentando rápidos y cascadas.

Chitabamba. — Debería escribirse *Chitapampa*. De *chita*: oveja, cabrito, chanchito, etc., aunque generalmente es sinónimo de oveja; y *pampa*: llano.

Guagapo. — Es probable que sea una corrupción de *Wajapu*, palabra ésta derivada de *wajay*: llorar, gemir a voces. Guagapo es la «cueva que llora».

Los lugareños nos contaron una leyenda sobre este nombre, que en resumen dice así: «Durante unas rivalidades, que tuvieron lugar en la zona, un grupo de mujeres y niños se refugiaron en la cueva. Allí lamentaron y lloraron la muerte de su jefe y tan grande fue el raudal de sus lágrimas que desde entonces están manando al pie de la cueva».

Algunos escriben: «Huagapo», «Guacapo», «Guajapu», etc.

Junín. — Según PULGAR VIDAL (1973), podría ser una corrupción de *Sunin*; palabra derivada de *suni*.

Mayuc. — Probablemente sea una deformación gráfica de *Mayup*.

De *mayu*: río; y la partícula *p*, que añadida a los nombres terminados en vocal se traduce por: del.

Este nombre es el de una emergencia de agua cercana a San Andrés de Cutervo, la cual se supone es la salida de un río subterráneo; sería por tanto la salida «del río».

Mitopampa. — Quizá sea *Mitupampa*. De *mitu*: barro, lodo; y *pampa*: llano.

Ninabamba. — Posiblemente se trata de *Ninapampa*. De *nina*: fino, perfecto; y de *pampa*: llanura, aunque esté un poco inclinada.

Oxapampa. — Se debería escribir *Oqsapampa*. De *oqsa*: planta; y *pampa*: llano (PERROUD y CHOUVENC, 1970).

Palcamayo. — Parece ser una corrupción de *Paljamayu*. De *palja*: llano; y *mayu*: río.

Succhubamba. — Creemos es una deformación de *Suqsupampa*. De *suqsu*: palo, bastón, cayado; y *pampa*: llano, llanura. Sería pues la «llanura de los palos».

Santa Cruz de Succhubamba es una población del Departamento de Cajamarca, establecida sobre una zona más o menos llana

en donde abunda la cabuya azul o maguey. Esta cactácea produce unos ejes florales extraordinariamente altos, que destacan desde lejos a modo de palos erguidos. Quizá de esto derive la denominación que aquí analizamos.

Tingo. — Véase: *tinku*. Tingo María: población en donde se unen los ríos Monzón y Huallaga.

## CONCLUSIÓN

El presente trabajo significa la primera aportación monográfica al conocimiento karstológico, en su aspecto físico, del Perú.

En él se detallan las observaciones e ideas obtenidas en el transcurso de nuestras exploraciones en tres regiones kársticas del Centro y Norte del país; regiones que, por ahora, podemos juzgar como las más importantes, puesto que en ellas hemos explorado las mayores cavernas y sistemas subterráneos conocidos en tierra peruana. Y, a más, el «Millpu de Kaukiran» concretamente, con 400 m de desnivel, se considera la sima más profunda de Sudamérica.

El territorio que ocupa la Nación Peruana ofrece una extraordinaria variedad de climas y paisajes, cosa que repercute en la fisonomía de sus karsts.

Los terrenos kársticos estudiados están ubicados entre los 6° y los 11° de latitud Sur, pertenecen por tanto a las regiones intertropicales de América, y dos de ellos tienen relación con el sistema fluvial amazónico. Sin embargo, morfológicamente hablando, acusan una tipología distinta, esencialmente motivada por esta variedad climatológica que concurre en esta tierra, al margen del factor latitud.

El Karst de Tingo María, situado en las selvas de la hoya amazónica, presenta una morfología desarrollada bajo las condiciones de un clima *intertropical cálido y húmedo*, con una pluviosidad que alcanza valores extraordinarios. En contra, el Karst del SE de Junín, entre 3.500 m y 4.500 m de altitud, tan sólo a 2° más de latitud Sur que el de Tingo, y también en la vertiente atlántica del sistema andino, tiene una morfología absolutamente distinta a la de aquel. Su desarrollo postglaciar, bajo condiciones *pluvio-nivales* le ha conferido un sello peculiar, a lo que ha contribuido además el estilo estructural de la zona.

En cuanto al Karst de Ninabamba, se trata de un desarrollo kárstico en el frente de una *cuesta*, merced a las pérdidas epígeas, caracterizado por un *curso hipogeo subsecuente*, y la ausencia de formas epikársticas por tratarse de un *karst parcialmente cubierto*.

La notable pluviosidad y la benignidad de las temperaturas en esta zona, determinan su analogía climática con las «*yungas fluviales*» de la cercana cuenca del Río Marañón.

Por último indicaremos que, preferentemente, las posibilidades espeleológicas en este país, las suponemos centradas en su mitad septentrional y al oriente de la divisoria continental. Regiones como el valle medio del Río Huallaga y las señaladas en la Provincia de Cutervo, entre otras, las consideramos del mayor interés para futuras exploraciones.

Esperamos que el presente trabajo, pionero en el estudio karsológico del Perú, sea juzgado de acuerdo con las circunstancias que han envuelto su realización. Circunstancias, a menudo adversas, tales como: el escaso conocimiento que se tenía de los sectores explorados, ausencia absoluta de documentación cartográfica en uno de ellos, relativa brevedad del tiempo invertido en los trabajos de campo, dificultades de comunicación terrestre, el corto número de colaboradores en los trabajos de exploración, topografía y fotografía, las penalidades que impone una naturaleza a veces salvaje, etc.

Confiamos también en que, a pesar de todo, nuestro estudio constituya una base para aquellos que emprendan nuevas y más profundas investigaciones en este campo tan inédito de la Geografía Peruana.

Barcelona, octubre de 1973

## BIBLIOGRAFÍA

- BALAZS, D. (1968). — «Karst regions in Indonesia». Karszt-és Barlangkutató. V. Evfolyan. 1963-1967. Budapest. :1-61.
- BELLIDO, E. y SIMONS, F. S. (1957). — «Memoria explicativa del Mapa Geológico del Perú». Bol. Soc. Geol. del Perú. 31 :1-88.
- BENAVIDES, V. (1956). — «Geología de la región de Cajamarca». Bol. Soc. Geol. del Perú. 30 :49-79.
- BORDON, C. (1972). — «Notas sobre espeleología suramericana». Bol. Soc. Venezolana de Espeleología. 3 (3) :233-235.
- COWARD, J. (1972). — «Caving in Peru». Canadian Caver. 4 (2) :48-55.
- CROSSLEY, J. C. (1964). — «An unusual karstic phenomenon in the Peruvian Andes». Cave Research Group of Great Britain. Newsletter. (94) :9-11.
- DOLLFUS, O. (1965). — «Les Andes Centrales du Pérou et leurs Piémonts. Entre Lima et le Pérou». Inst. Franç. Etd. Andines. Lima.
- DOLLFUS, O. (1967). — «Le Pérou». Colección «Que-sais-je» (1.284). París. :1-128.
- DOUROJEANNI, M. J. y TOVAR, A. (1972). — «Evaluación y bases para el manejo del Parque Nacional de Tingo María (Huánuco, Perú)». Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. :1-71.
- GARCÍA ROSELL, C. (1965). — «Cavernas, Grutas y Cuevas del Perú». Lima. :1-54.
- HARRISON, J. V. (1951). — «Geología de los Andes Orientales del Perú Central». Bol. Soc. Geol. del Perú. 21 :1-96.
- HUMBOLDT, A. von (1948). — «Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente». Caracas.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (1965-1972). — Carta Topográfica Nacional a escala 1:100.000, Hoja 13-F, Cutervo (1966), Hoja 14-F, Chota (1965), Hoja 23-I, Tarma (1972). Lima, Perú.
- LLOPIS LLADO, N. (1970). — «Fundamentos de hidrogeología kárstica. Introducción a la geoespeleología». Editorial Blume. Madrid. :1-269.
- MARTONNE, E. de (1964-1968). — «Tratado de Geografía Física». Editorial Juventud. Barcelona. Tomo I y II.
- MASRIERA, A. (1973). — «Viaje a las Selvas de la Alta Amazonia Peruana». Zoo (Barcelona). (18).
- MORALES ARNAO, C. (1970). — «La Cueva de Huagapo (Provincia de Tarma)». Revista de Andinismo y Glaciología. Lima. (8) :173.
- NÚÑEZ JIMÉNEZ, A. (1965). — «Nota sobre los Carsos de Cuba». Speleon. 16 (1-4) :29-68.
- NÚÑEZ JIMÉNEZ (A.) (1967). — «Clasificación genética de las Cuevas de Cuba». Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. :1-224.
- PERROUD, P. C. y CHOUVENC, J. M. (1970). — «Diccionario Castellano-Kechwa, Kechwa-Castellano». Lima. :1-162 y :1-200.
- PULGAR VIDAL, J. (1973). — «Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales del Perú». Editorial Universo. Lima. :1-256.
- RAIMONDI, A. (1901). — «Itinerario de los viajes de Raimondi en el Perú». Bol. Soc. Geogr. de Lima. 10 (10-11-12) :398-399.
- RAIMONDI, A. (1942). — «Notas de viajes para su obra El Perú». Tomo I. Imprenta Torres Aguirre. Lima. :54.

- RIETA, A. (1971).. — «Un cavernícola, el Guácharo o pájaro del aceite». Ibérica. (107) :204-206.
- ROMERO, E. (1965). — «Biografía de los Andes». Editorial Sudamericana. Buenos Aires. :1-217.
- ROSS, E. S. (1965). — «Birds That See in the Dark With Their Ears». Nat. Geographic. 127 (2) :282-290.
- S.C.I.F. (1962). — «Evaluación e integración del potencial económico y social de la zona Tingo María-Tocache (Río Huallaga)». Programa de Evaluación de Recursos Naturales. Lima.
- SHANAHAN, E. W. (1950). — «América del Sur». Ediciones Omega. Barcelona. :1-389.
- STEINMANN, G. (1830). — «Geología del Perú». Heidelberg.
- STRINATI, P. (1971). — «Recherches biospéologiques en Amérique du Sud». Ann. de Spéléol. 26 (2) :439-450.
- ULLASTRE, J. y MASRIERA, A. (1973). — «Morfogénesis de los oolitos y pisolitos de las cavernas». Speleon (20).
- U.N.E.S.C.O. (1946). — «Expedición científica al Huallaga Central». Lima.
- VERSEY, H. R. (1972). — «Karst of Jamaica». Cap. 14 «Karst». Elsevier. Publishing Company. :445-466.
- VILCHEZ MURGA, S. (1944). — «Breve visión de Cutervo». Chiclayo. Perú. :1-69.
- VILCHEZ MURGA, S. (1968). — «Parques Nacionales del Perú». Ediciones Cajamarca. Lima. :1-148.
- WALKINGTON, J. (1973). — «Caving in South America». Jour. of the London University Caving Club. (14) :30-34.



