



Estudio geoespeleológico de la cueva-sima de Vallmajor

POR

E. SUÑER, J. VICENTE, E. BOIXADERA*

INTRODUCCION

La cueva-sima de Vallmajor, no es una cavidad descubierta recientemente, muy al contrario, pues en 1909 ya se hacía mención de ella pero como cavidad de poca importancia. Después de la indicada fecha, se hicieron algunas exploraciones aunque muy superficiales pues actualmente se llegó hasta la primera pendiente importante (G.). Transcurridos unos años y con la ayuda de cuerdas se logró pasar esta pendiente y se alcanzaron la profundidad de 50 m. (H-I), puntos en que parecía que se terminaba la cavidad. En otoño de 1951, el G. E. S. del C. M. Barcelonés, hizo su segundo cursillo oficial de exploraciones subterráneas escogiendo para una de las lecciones prácticas, el recorrido de la presente cavidad por las dificultades que presenta llegado solamente hasta los anteriormente indicados puntos (H-I). En el año 1952, un pequeño grupo de jove-

* Permítasenos dedicar el presente estudio a los hermanos Salvador, Luis y Juan Viñas, del pueblo de Vendrell.

nes de la Sección Excursionista de la Congregación Mariana del Vendrell, entre los cuales había los hermanos Viñas, hombres decididos y amantes de aventuras, penetraron en la indicada cavidad sobrepasando la anterior cota al encontrar un pequeño agujero que les condujo por entre unas salitas (J) a la boca de un pozo de 24 m. de profundidad (K) en cuyo extremo encontraron lo mejor y más amplio de toda la cavidad, alcanzando tras 8 horas de dura fatiga la cota -118 m. (F'). Debido al gran interés que presentaba la cueva-sima de Vallmajor, después de algunas exploraciones parciales, los días 8 y 9 de octubre se exploró en su totalidad alcanzando la máxima profundidad de -139 m. (A') y haciendo el presente estudio. El equipo estaba formado por los Sres. Jorge Guitart presidente de la Congregación Mariana del Vendrell, Salvador Viñas, José Bassa, Juan Borrell y Jose Mañé del Grupo Excursionistas del Vendrell, Enrique Suñer que se encargó de la geología exterior, Juan Vicente de la arqueología y paleontología y Enrique Boixadera de la espeleología, topografía y documentación gráfica, perteneciendo los tres últimos al Grupo de Exploraciones Subterráneas del Club Montañés Barcelonés. El Dr. Español nos facilitó una lista de los insectos recogidos en diversas exploraciones, también los Sres. Serra Rafols y Villalta prestaron su colaboración en clasificar el material de arqueología y paleontología respectivamente.

SITUACION

La cueva-sima de Vallmajor está situada a 5 Km. 800 m. en línea recta y dirección W 10 N del Vendrell y a 2 Km. 250 m. en línea recta del pueblo de Albiñana en dirección S 40 W. Enclavada en la misma montaña de Vallmajor y a 90 m. de altura sobre el torrente y fuente que lleva el mismo nombre con una pendiente entre ambos de 45 grados.

ESTRATIGRAFIA DE LOS ALREDEDORES DE LA CUEVA

El intento de datación que efectuamos y que parece ha dado resultado, nos obligó a efectuar un estudio minucioso de los alrededores de la cavidad, a fin de relacionar todas las unidades tanto estratigráficas como tectónicas y morfológicas. Para tal fin, levantamos un mapa a escala 1:10.000, orientado según unos complejos tectónicos que van desde la ventana de Bonastre hasta el caserío de las Pesas; extensión bastante exagerada si consideramos unicamente el motivo principal del trabajo, la cueva de Vallmajor, pero creímos necesario estudiar por un lado el Mioceño medio del Panadés, al SE. de Albiñana y les Peses, que nos proporcionó datos muy interesantes; así como por el otro extremo, la ventana de Bonastre, valle en que las innumerables surgencias están en íntima relación con el aparato cárstico de Vallmajor. Era precisamente aquí, en este valle, donde afloran los niveles más bajos de la región, en el fondo del barranco de Mercadé y subiendo hasta cerca de Coll Escansá; son arcillas rojas en posición horizontal, que ocupan el fondo de todo el trazado del valle; encima de ellas se apoyan calizas compactas algo dolomitizadas, sobre todo por el sur, en la vertiente izquierda del valle y cerca de Albiñana; su potencia es próxima a los 30 m.; forman todas las cumbres próximas al vértice Claro, por el N.; y por el S. toda la meseta de Vallmajor; es precisamente en este lugar donde se asienta la cavidad y demás fenómenos cársticos motivo principal de esta nota.

En coll Escansá, siguiendo el camino que va de el Más a encontrar el sendero de Albiñana a Bonastre, se cruza el siguiente perfil:

- a) Calizas muy carstificadas de la sierra de Vallmajor, 30 m.
- b) Calizas delgadas, margosas, con fucoides en coll Escansá, 10 m.
- c) Calizas finas, margosas, con hiladas litográficas, 20 m.

El conjunto forma un sinclinal con el flanco N. pegado a una

falla orientada de E. a W. Estas capas llegan con muy poca potencia hasta el S. de la ermita de San Antonio.

La cota 407 o montaña de San Antonio y alrededores, está toda ella ocupada por las calizas y dolomías de la base de la serie caliza, quedando separadas del sinclinal anterior por la dislocación de coll Escansá, empiezan en el collado inmediato al coll Escansá, siguiendo por el camino de Albiñana a Bonastre, donde se observa claramente el contacto arcillas rojas-calizas; continúan por la cota 383 y montaña de San Antonio quedando cortadas por la falla que pasa por encima de Albiñana, (continuación de la de coll Escansá) en el collado entre el turó de San Antonio y la cota 291 encima de les Peses; el conjunto buza suavemente al NW. unos 30-35 grados.

Separados por la dislocación que hemos llamado de coll Escansá; la cual al llegar al S. de la ermita de San Antonio toma la dirección N-S. y al E. de esta dislocación yacen los niveles superiores a la caliza compacta. Encima de Albiñana ascendiendo desde este pueblo, después de pasada la Iglesia, camino de Mas Cuadrell se cortan:

a) Calizas delgadas margosas con fucoides, 15 m.

a continuación y correspondiendo a un nivel inmediato inferior viene el núcleo de un anticlinal, calizas y dolomías compactas del nivel a), que siguen por encima del cementerio de Albiñana; repitiendo el nivel anterior vuelven:

b) Calizas delgadas margosas con fucoides, 20 m.

c) Calizas finas margosas con tongadas litográficas, 10 m. igualmente limitadas por el norte por la falla del N. de Albiñana.

En los alrededores de les Peses, hay las calizas y dolomías compactas, que al WW del caserío están cubiertas parcialmente por el Vindoboniense.

En el margen SE. de la región estudiada, ya dentro de la depresión del Panadés y por el SE. de Albiñana, afloran el Mioceno casi cubierto por el Cuaternario. Un corte muy claro puede sacarse siguiendo el barranco de Nicolau, a partir de su con-

fluencia con el dels Bancals, que baja de Albiñana; siguiendo éste aguas arriba se cortan:

d) Conglomerados de grandes elementos de caliza, hasta de 1 m. de volumen 20 m.

e) Arenisca lumaquélica con fauna Vindoboniense, 20 m.

f) Margas grises amarillentas, 15 m. visibles.

Los primeros conglomerados no dejan de ser interesantes en cuanto hace referencia a sus componentes, oscilan entre 10 cm. y 2 m. de volumen por término medio, con una frecuencia mutua entre estos volúmenes de 90% y 10%. La forma es bastante rodada, sin llegar a ser esféricos completamente, observandose en ellos señales de erosión aérea, por descontado premiocena; así como en algunos de ellos indicios de carstificación, también presedimentaria; su frecuencia es de 2 a 5 cm. de distancia. El cemento que los une es una arenisca calcárea que oscila entre 3 mm. 1 cm. de calibre: el conjunto forma una masa con estratificación muy poco diferenciada.

Esta tumultuosa y juvenil erosión, procede de los niveles calizos Cretácicos (Calizas y Dolomías con rudistos), las cuales forman el 80% del sedimento; el resto está integrado por calizas triásicas, de tamaño más pequeño. Estos datos nos corroboran la erosión de una cobertera Cretácica, correspondiente a la continuación de los niveles de Montmell, cobertera que durante esta fase inicial del Vindoboniense no debía andar muy lejano (tamaño de los cantos). Las areniscas lumaquélicas que siguen a continuación con abundante fauna Vindoboniense, corresponden a una mayor profundidad suficiente para fosilizar los relieves de Vallmajor y sierra de San Antonio, apoyando la opinión de Llopis, que considera todos estos niveles exhumados durante el Mioceno; la extensión del área de sedimentación debió de ser máxima durante la deposición de las arcillas superiores que coronan la facies marina de la transgresión, se pueden ver en los alrededores de Albiñana y en el camino del pueblo a la font del Benet.

El Cuaternario se deposita con un claro abarrancamiento sobre el Mioceno, muy rico en travertinos con nódulos dispersos en toda la masa, los niveles que forman costras travertínicas son escasos, cuando los hay tienen el borde muy difuso. La gran abundancia de estos travertinos, es consecuencia inmediata del paisaje calcáreo de la región.

Únicamente cerca de las lomas con pendiente acentuada, las arcillas pasan a brechas con los cantos angulosos, todos ellos de elementos locales, muy cementados con el travertino; son clásicas brechas de piedemonte.

Igualmente se forman lechos con relativa frecuencia en los bordes de los cursos fluviales, pero con los cantos mucho más pequeños y algo rodados, se pueden observar perfectamente en los bordes de la terraza. Hay una sola terraza de 5 a 10 m. de altura s/r., que bordea el barranco de Nicolau y dels Bancals está encajada hasta el yacente Mioceno.

Resumiendo tenemos que de abajo arriba, para la región comprendida por el mapa, la siguiente sucesión:

Yacente. TRIASICO. MUSCHELKALK MEDIO.

Arcillas y margas rojas.

MUSCHELKALK SUPERIOR.

- a) Calizas y Dolomías, con establecimientos cársticos, 50 m.
- b) Calizas margosas con fucoides, 15 m.
- c) Calizas margosas en láminas delgadas, 10 m.

Discordancia y laguna.

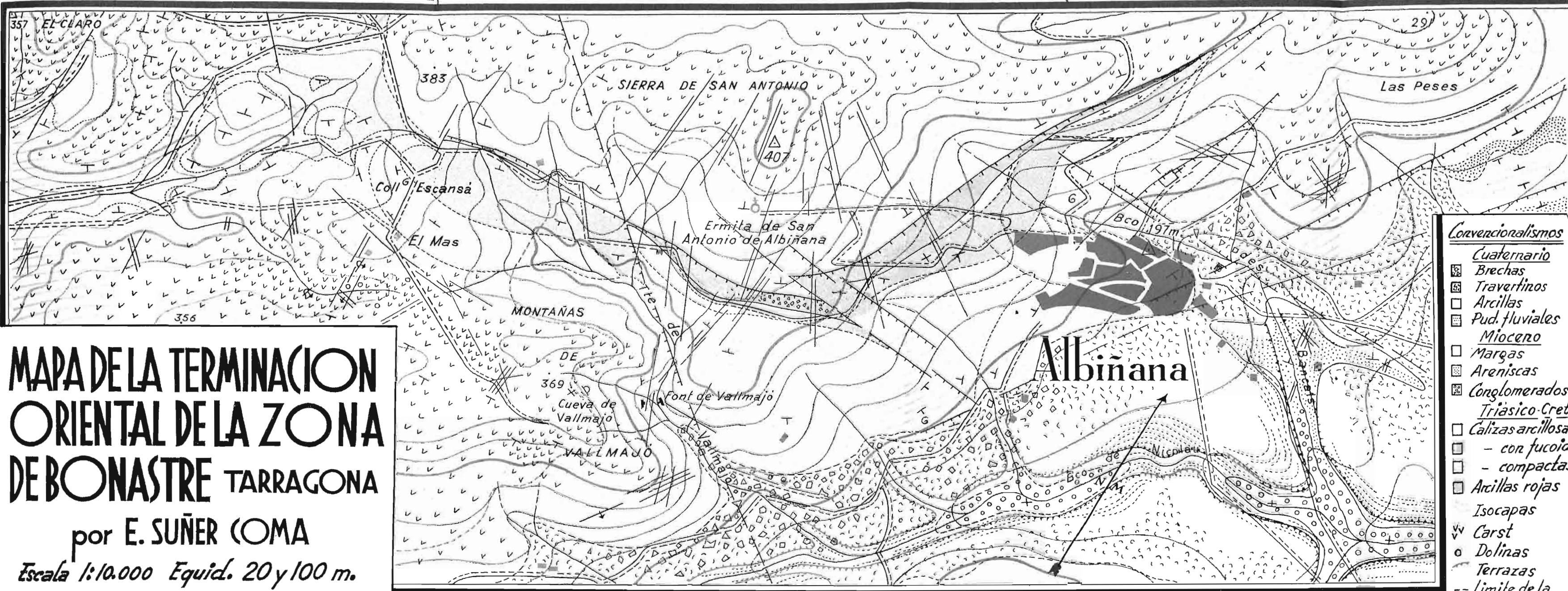
MIOCENO, VINDOBONIENSE

- d) Conglomerados de grandes elementos de caliza, 20 m.
- e) Arenas lumaquélicas calcáreas, 15 m.
- f) Margas gris amarillentas, 15 m.

Discordancia, laguna y abarrancamiento.

CUATERNARIO

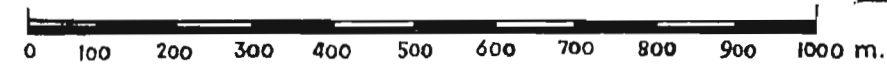
Arcillas muy travertinizadas, potencia variable.



MAPA DE LA TERMINACION ORIENTAL DE LA ZONA DE BONASTRE TARRAGONA

por E. SUÑER COMA

Escala 1:10.000 Equid. 20 y 100 m.



Convencionalismos

- Cuaternario**
- ▣ Brechas
- ▣ Travertinos
- Arcillas
- ▣ Pud. fluviales
- Mioceno**
- Margas
- ▣ Areniscas
- ▣ Conglomerados
- Triásico-Cret.**
- Calizas arcillosas
- ▣ - con fucoide
- ▣ - compactas
- ▣ Arcillas rojas
- Isocapas
- ∇∇ Carst
- Dolinas
- Terrazas
- Limite de la sup. de erosión

TECTONICA DE LA TERMINACION ORIENTAL DE LA VENTANA DE BONASTRE

La clásica ventana de Bonastre y la depresión del Panadés se enlazan por Albiñana con una serie de accidentes, que seguidamente pasaremos a describir. Sin dejar de reconocer y considerar carácter general de la región el tipo jurásico de los pliegues, Llopis, cuya orientación de conjunto es NNE-SSW; precisamente aquí se indentan en esta estructura, una serie de dislocaciones y cambios de rumbo de los pliegues dignos de tenerlos en cuenta.

El último extremo hacia el E. de la tranquila estructura de la región Bonastre-Salomó, está entre el barranco de Mercadé y coll Escansá; únicamente con alguna dislocación de poca importancia como las del S. del vértice Claro, y la situación más al E.; esta última sigue la dirección NW-SE. y puede reconocerse en la riera de Vallmajor ya muy atenuada. El barranco que desciende de coll Escansá hacia el SW. ocupa sensiblemente el eje de un lado sinclinal; el resbalamiento de bloques de caliza que la erosión remontante deja aislados y que las arcillas plásticas de la intercalación continental del Muschelkalk lubrican, es muy común en todo el trayecto del valle.

En la planicie de Vallmajor, carstificada en casi toda su totalidad; los pliegues están orientados de E. a W. El principal eje anticlinal recorre desde el mogote, cota 369, a la izquierda del torrente de Vallmajor, pasando por encima mismo de la cueva va a morir al valle tributario del barranco de Mercadé en su eje se encaja subsecuentemente un valle senil, reflejo superficial de un talweg hipógeo subterráneo. Hacia el N. se suceden los pliegues siempre con la misma dirección, pero de menos importancia, hasta la falla E-W de coll Escansá. En este complejo, las diaclasas dominantes son: en el extremo W., como ya hemos dicho, la N-45 W; en la parte media son dominantes las paralelas a coll Escansá, de dirección E-W, en esta dirección se es-

tablecen las primeras galerías de la cueva de Vallmajor. No obstante, según el trazado de las demás galerías, las diaclasas de profundidad no son las mismas que las de superficie, cambiando el rumbo predominante superficial, por el N-35 W y N-40 E, paralelo a la falla de les Peses. En el mogote que se prolonga hacia el E. por encima de la cueva, y debido a la influencia de la prolongación de la falla limitante de la fosa del Panadés, las líneas de diaclasas predominantes es también la N-40 E. igual que las de la parte baja de la cueva.

La falla de coll Escansá, por la que ascienden diapíricamente las arcillas rojas, tuercen hacia el N. al llegar al S. de la ermita de San Antonio, encajándose en el núcleo de un anticlinal; exactamente al SE. de la ermita, en un pequeño collado, hemos encontrado pellizcados en el plano de falla restos del conglomerado Mioceno, e incluso areniscas con moldes de la fauna Vindoboniense; fenómeno que autoriza a considerar la falla o post miocena o removilizada después del Vindoboniense, pero no obstante, anterior al barrido de los sedimentos que exhumban las lomas de Vallmajor-Montañas de San Antonio.

El macizo calcáreo de San Antonio, tiene un buzamiento uniforme al N. y NNW. de dirección NNE.-SSW., generales de la región, toma en el mismo vértice de San Antonio la E-W. debido a tal flexión y como reacción de la tensión en abanico a que es obligado el vértice del codo, se desarrolla un sistema radial de diaclasas, cuya convergencia debe buscarse al NNW, de San Antonio y cuyas direcciones van desde la N 30 W. hasta la N 10 E. desplazándose los rumbos entre estos límites extremos de E. a W.; la dirección dominante por el W. o sea la N 10 E. coincide por prolongamiento con la dominante de encima la cueva.

En los alrededores de Albiñana, flanco S. de un pliegue que corre entre les Peses y San Antonio, se escalonan una serie de fallas, cuya génesis debe buscarse en la formación de la fosa del Panadés. La principal, la que pasa por el mismo pueblo de

Albiñana interesa al Vindoboniense, chocan contra ella bruscamente las margas superiores en el camino de Albiñana a Bonastre por la font del Benet. Esta falla se difumina hacia el SW. divagándose en una mayor preponderancia de diaclasas, con su misma dirección: torrente de Vallmajor.

Hacia el NE. la falla se bifurca, tomando una de ellas, la meridional, un rumbo más hacia el N. en el escalón que forma con la anterior, se conserva el retazo de Mioceno de les Peses. La dirección dominante al principio también continúa por el caserío de les Peses.

Al N. de Albiñana, y cerca de la falla, predomina en la dirección de las diaclasas, la paralela a esta falla; pero mucho más hacia el N., en el nivel del cementerio la alineación dominante es la E-W. dirección que engendra unas dislocaciones de poca importancia; una situada entre el cementerio y la población perfectamente visible en el camino del cementerio, y otra, relacionada con la falla de coll Escansá, y que parece corresponde a su prolongación hacia la depresión de Albiñana a partir del collado del S. de San Antonio; ambas con alguna otra de menor cuantía, limitan dóvelas que interesan al Mioceno.

Las diaclasas del Mioceno, parece que no guardan ninguna relación con las que afectan al Triásico, aunque si, unicamente cuando aquellas se resuelven en fallas. En la carretera de Albiñana hemos tomado la dirección de ellas dándonos una dominante casi N-S. una dirección E-W. paralela a los sistemas de coll Escansá, está relegada a segundo término; todas tienen componente vertical. Según tal, parece que son de génesis completamente individual de los complejos triásicos o sea de intramiocenas.

EVOLUCION TECTONICA Y MORFOLOGICA DEL SECTOR ESTUDIADO

Datación de la cueva-sima de Vallmajor.

El conocimiento de la evolución paleogeográfica nos llevará a datar la época de formación de la cavidad.

El relieve exhumado de que habla Llopis, está completamente demostrado, (cantos miocenos en la falla de coll Escansá facies y litología del Mioceno, aspecto del relieve, testigos al N. de Salomó, etc.).

Las dislocaciones que desnivelan hoy la peniplanicie Vallmajor-Sierra de San Antonio, y falla de Albiñana-les Peses, todas ellas posteriores al Mioceno y anteriores a la fase de denudación de los sedimentos miocenos, han tenido una gran intervención en el proceso de desaloje de los sedimentos de cobertera, de tal modo que han sido la causa de que desapareciera de la parte alta casi totalmente la cobertera de exhumación al desnivelar las dovelas favoreciendo de este modo mucho más los procesos gliptogenéticos en las partes altas, correspondientes en principio a las dovelas elevadas. En las bajas aún se conservan testigos de la cobertera (barrio de les Peses) y sobre todo en la depresión del Panadés, en la que el proceso de denudación únicamente fué iniciado.

El juego de dislocación puede sincronizarse con los movimientos de la fase rodánica de Stiller, por cuanto hay sedimentos pontienses continentales en la depresión del Panadés, con cantos Vidobonienses (La Bisbal del Panadés) como producto de la regresión pontiense y que muy verosimilmente se extendían por toda la depresión. Llopis en su tesis doctoral, sitúa la formación de megafallas en la fase Antillica, siguiendo la nomenclatura de Blackwelder, el cual para América reúne todas las fases intramiocenas en una sola. Llopis sensatamente no quiere exponerse a los pocos puntos de apoyo existentes, para discernir los distintos episodios.

A últimos del mioceno y principios del plioceno se inicia la total descubertización, descubriendo poco a poco las masas calcáreas del W. de Albiñana, estableciéndose una red hidrográfica orientada al SW. hacia el valle de Bonastre.

La ventana de Salomó-Bonastre, al principio de la transgresión miocena, ya no poseía la cobertera de Triásico calizo (Mus-

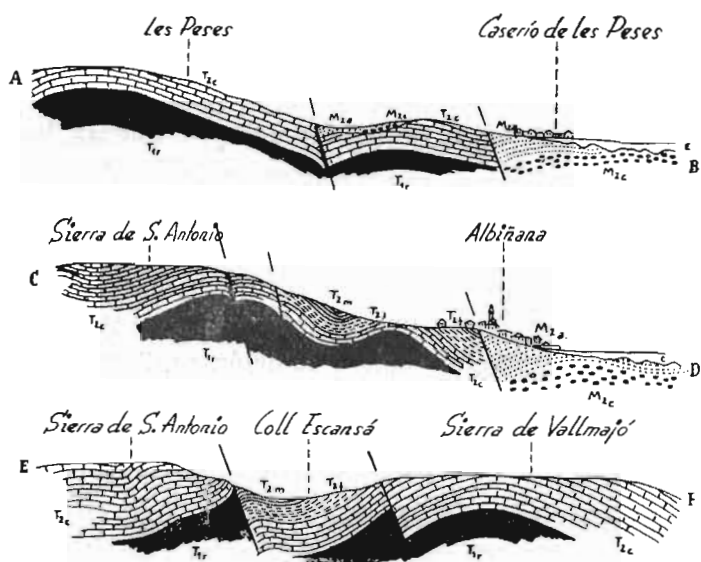


Fig. 1.—Cortes correspondientes a la terminación oriental de la ventana de Bonastre, (Tarragona).

T_{1r} . —Muschelkalk medio, (arcillas rojas), T_{2c} . —Muschelkalk superior (calizas y dolomías), T_{2t} . —Cal. con fucoides, T_{2m} . —Cal. margosas finas, M_{2c} . —Vindoboniense, conglomerados, M_{2a} —Arenas lumaquéllicas, C. —Cuaternario.

chelkalk superior); demostrado por los testigos de Burdigaliense de Salomó sobre el triásico medio rojo. Favorecen los niveles del Muschelkalk medio rojo, el establecimiento de una red fluvial que progresa en profundidad, mucho más de prisa que la del sector E. o sea la del Panadés. Sobre todo la erosión es rápida una vez barrido el mioceno que la cubría a modo de cobertera. La superficie de calizas que el desmantelamiento dejó

al descubrirse, corresponde a una serie de niveles que se relacionan perfectamente a la actualidad. Con un detallado estudio de su morfología se observan una serie de caracteres, que descubren una red naciente orientada hacia el W. Tanto en las lomas de San Antonio, como en la magnífica superficie de erosión del vértice Claro o las montañas de Vallmajor. En general los valles de dirección W. son mucho más suaves que los de dirección E., más modernos, los cuales, por medio de escarpaduras y saltos de pendiente, progresan hacia el W. cortando la superficie de erosión. Un ejemplo de ello es el torrente de Vallmajor, que situado a un nivel geográfico inferior avanza hacia poniente, originando los magníficos escarpes del W. de Albiñana.

La estructura cárstica de las superficies de erosión de Vallmajor, también demuestra una circulación hipógea hacia el W., en el W. del Más, cerca de coll Escansá, se observa una serie de fenómenos que llevan una orientación E-W. tales como dolinas, lenares y pequeñas simas; también es digno de notar la serie de surgencias tanto vivas como muertas que se establecen en el valle de Bonastre, en el contacto de las arcillas y calizas del Muschelkalk e incluso dentro del propio Muschelkalk calizo, aquí todas ellas fósiles y que hacen del valle un lugar fértil, en contraste con la esterilidad de las lomas calcáreas de Vallmajor-San Antonio. En la cueva de Vallmajor sobre todo en sus primeros trazados, se observa una marcada tendencia de la alineación de las galerías a orientarse hacia el W. es a partir del punto (H) que toma un rumbo S.

Los valles de dirección W-E. debieron ser en un principio de tipo muy senil como atestigua la cabecera del torrente de Vallmajor, cerca de coll Escansá, asentado sobre la hombrera miocena. El nivel del Panadés la gana con un fuerte escalón, situado, hoy frente a la cueva de Vallmajor.

Es al nivel de base del Panadés que corresponde el segundo tramo de la cueva desde la sala (punto H) hasta su final, tramo que se orientó hacia el SSW. Según parece el proceso de Glyp-

togénesis de la cobertera miocena iniciado en el plioceno, se continuó hasta el cuaternario medio (Paleolítico), en que sobre las abarrancadas pudingas y areniscas miocenas se sedimenta la terraza de 7 m. perfectamente datada con el hallazgo de su parte alta, por uno de nosotros de una pieza de sílex tallada. Posteriormente ya más moderno, viene la disección de esta terraza e incluso llega a los niveles Vindobonienses de su base.

En lo que hace referencia a la cueva, situamos su origen durante los primeros tiempos de quedar al descubierto la masa calcárea de Vallmajor; varios hechos lo corroboran: el carácter de sumidero de la cavidad, tenía que forzosamente iniciarse en el fondo de una vallonada, de tipo de meseta, hoy en día se encuentra colgada a 90 m. por encima del talweg actual, desnivel que forzosamente corresponde al escalón en progresión del nivel de base del Panadés.

Además, el trazado hacia el W. de sus primeras galerías dan la impresión de una mayor fuerza de drenaje hacia el W. que no hacia el E. como ocurriría si el nivel del Panadés fuera el mismo que en la actualidad; su gran analogía con la dirección de los demás fenómenos cársticos, que siguen al parecer una línea entre la cota 369 de encima de la cueva y el valle situado al S. de el Mas, o sea, una dirección E-W. dirección de drenaje interno, paralelo a los sistemas de diaclasas y falla de coll Escansá (E-W), y por tanto posterior a ellos.

Frente a la fuente que hay en el torrente de Vallmajor, debajo de la cavidad hay una pequeña surgencia que se puede relacionar perfectamente con la cueva de Vallmajor y que representa la expulsión de las escasas aguas que recoge en la actualidad, la cuenca cárstica de dicha cueva. Otro fenómeno en relación está situada en el camino de Albiñana a Bonastre por la font den Benet, esta ya de mayor importancia.

Así pues, no creemos expuesto situar la formación de esta cueva, dentro del plioceno inferior y precisamente en el principio del desmantelamiento de la cobertera miocena.

Resumiendo, tenemos la relación siguiente de hechos:

- 1.—VINDOBONIENSE. Transgresión marina venida del S. y SW. sobre el Triásico-Cretácico.
- 2.—PONTIENSE. Regresión y sedimentación continental pontiense.
- 3.—FASE RODANICA. Formación de fallas que desnivelan el paisaje, a partir de los sistemas de diaclasas premiocenas.
- 4.—PLIOCENO. Gliptogénesis sobre la cobertura miocena, con el drenaje fluvial y cárstico dirigido hacia el W.
- 5.—Establecimiento de la cavidad y formación de las primeras galerías orientadas en dirección E-W.
- 6.—Por aproximación del nivel de base del Panadés, solitud del drenaje hacia el S. y formación del segundo tramo.
- 7.—Profundización del barranco de Vallmajor, por progresión del nivel de base del Panadés, muerte de la cavidad.
- 8.—Formación de las exiguas surgencias, una en el torrente de Vallmajor y otra en el camino de Albiñana a la font den Benet, como desagüe actual de las escasas aguas infiltrantes.

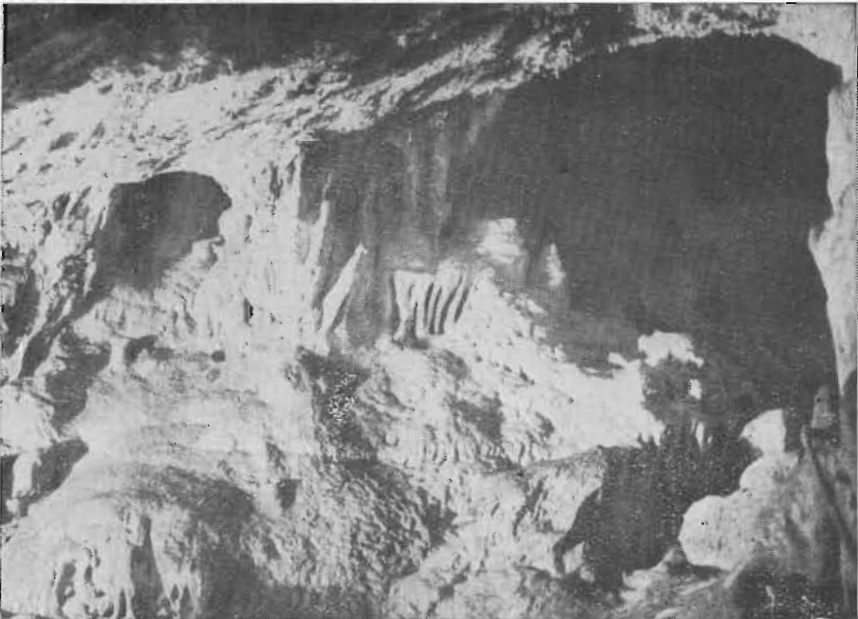
DESCRIPCION Y MORFOLOGIA

La cueva-sima de Vallmajor, abre su boca de 5 m. de altura por 3 m. de ancho entre calizas compactas del Triásico, sus pasillos se desarrollan por un completo sistema de diaclasas, siendo los individuos de dirección S 40 W-N 40 E, los que presentan más desarrollo y por lo tanto mayor número de galerías se han abierto en la indicada dirección. En toda la cavidad predomina una fuerte pendiente oscilando entre los 10 grados como mínimo y los 60 grados como máximo, sin contar con los pozos (K y L) que sin llegar a la verticalidad absoluta alcanzan los 80 grados de inclinación.

La entrada de la cavidad, mirada principalmente desde el interior (Lám. 1), nos muestra una erosión turbillonar, la cual nos demuestra que el caudal hídrico que por allí circulaba, lo hacía



Entrada de la cueva-sima de Vallmajor vista desde el interior donde podemos apreciar la marcada erosión turbillonar. (Fot. E. Boixadera)



Interior de la cavidad en la que vemos superpuestos el proceso litogénico al cársico (Fot. E. Boixadera)

a gran presión, su orientación S 40 W, solo llega hasta los 15 m. dando un giro en el indicado punto hacia el W 20 N, con ligeras variaciones de 10 grados en ambos sentidos hasta alcanzar los 70 m. lineales y los 45 m. de profundidad, lugar en que aparecen dos bifurcaciones, la primera en dirección NE, nos conduce después de recorrer unos 25 m. a su final que ha tomado la dirección hacia el SW, alcanzando en dicho lugar (H) los 50 m. de profundidad. La segunda bifurcación de dirección S 30 W, nos conduce a un pozo de 8 m. de profundidad relleno de bloques en cuya parte lateral existe una pequeña cornisa que desemboca en la parte más reducida de toda la cavidad (J).

En el recorrido de la anteriormente indicada galería W 20 N, podemos contemplar dos distintos procesos clásticos y dos distintos procesos litogénicos sobrepuestos los unos a los otros alternativamente.

A los 35 m. de la entrada y en su parte izquierda de la dicha galería W 20 N, una reducida gatera de 50 cm. por 40 cm. pone en comunicación con un laberinto de estrechos pero altos pasillos que tienen otra salida a los 20 m. más de recorrido de la antedicha galería. Estos pasillos con un promedio de 4 m. de altura por 60 cm. de ancho, tienen sus paredes de la parte N. formadas por cascadas fósiles, tras las cuales se esconden enmascaradas por la capa de carbonato cálcico allí depositado, enormes bloques, en la parte alta del punto (B') se ha desarrollado un proceso litogénico de considerable proporción con un gran número de "gours" y microgourgs, así como el desarrollo de unas pozas totalmente cilíndricas de una profundidad de 40 cm., encontrando en el indicado punto un buen número de columnas de reducido tamaño, así como un buen número de estalactitas y estalagmitas. El suelo del mencionado laberinto, está totalmente cubierto por terra rossa.

Continuando por la parte (J) penetramos en tres salas separadas entre si por cortos y estrechos pasillos no sobrepasando los 50 cm. de anchura, las indicadas salas de una altura máxi-

ma de 1 m., están bellamente adornadas por un proceso litogénico muy desarrollado, en ambas, pero con una particularidad que distingue a cada una de ellas, en la primera encontramos gran cantidad de estalactitas, estalagmitas y columnas sobrepuestas a un caos de bloques totalmente enmascarado por la litogénesis, en la segunda de las salas se desarrolló una cascada fósil de una pendiente de 10 a 20 grados totalmente escalonada de microgourgs y gourgs de buen tamaño con un techo repleto de estalactitas y escasas estalagmitas en el suelo, en la tercera y última de las salas, la encontramos repleta de columnas con escasas estalactitas y estalagmitas.

Esta última sala da acceso por un estrecho paso de 40 cm. por 50 cm. a una cascada fósil, (pozo K), con un diámetro de 12 m. por 50 cm. como término medio en su total profundidad de 24 m.

Al final de dicho pozo, se abre una espaciosa sala, la mayor de toda la cavidad, de dirección S 40 W, con sus 60 m. de larga por 20 de ancho y alcanzando los 12 m. de altura en más de un punto. En dicha sala encontramos un proceso clástico de considerable magnitud, totalmente enmascarado por las grandes avenidas de arcilla que con espesores de 40 cm. a 1 m. invaden la totalidad de la sala. También podemos contemplar un proceso litogénico de no mucha importancia a excepción de un serial de columnas que con altura media de 7 a 9 m. forman ringlera siguiendo una diaclasa de dirección S 40 W. En la parte derecha, se encuentran dos salidas unidas entre si por un estrecho pasillo en la última de las cuales se encuentra un reducido charco de agua de 7 m. por 5 m. y escasa profundidad (D), en ambas salas tenemos representados dos procesos uno clástico y el otro litogénico. Continuando por la que podríamos llamarle gran sala, y a la derecha al igual que las anteriores, se abre otro pasillo de iguales características que la gran sala unidas ambas por una pendiente de 3 m. en su parte inferior tras abrirnos paso forzando diversas concreciones, se abre un nuevo pozo totalmente

concrecionado de 32 m. de profundidad (F) descendiendo por el cual se llega a una reducida sala de tipo sumidero repleta de arcilla totalmente pastosa al igual que la existente en la llamada sala grande, debido a las filtraciones hídricas, con una espesor de 130 cm., alcanzando en este punto la máxima profundidad de -139 m. (A'). Por la parte media de este último pozo existe un estrecho pasillo que también fué abierto por entre las concreciones pero de diámetro reducidísimo 45 cm. por 40 cm., que pone en comunicación directa el pozo con la gran sala.

Retrocediendo y pasando de nuevo a la gran sala, encontramos en su parte izquierda dos salas, la primera con un desarrollado proceso litogénico, (D') y la segunda formada por una cascada fósil (F'') en cuyo desarrollado proceso litogénico se suceden escalonadamente los gourgs y microgourgs con las columnas, las estalactitas y estalagmitas, alcanzando en la indicada sala la cota -118 m. Están unidas las indicadas salas con la gran sala por mediación de estrechos y bajos pasillos.

ESPELEOMETRIA

El recorrido total de la Cueva-sima de Vallmajor es de 820 m.

Altura máxima en toda la cavidad, 12 m. en la gran sala.

Profundidad total del pozo K, 24 m.

Profundidad total del pozo L, 32 m.

Altura mínima en toda la cavidad, 35 cm. punto J.

Ancho máximo en toda la cavidad, 20 m. en la gran sala.

Ancho mínimo en toda la cavidad, 40 cm. en varios lugares.

Desnivel total dende la entrada, 139 m.

Superficie de la parte superior hasta el pozo K, 3250 m².

Superficie de la parte inferior hasta el final 12400 m².

Total superficie 15650 m².

Volumen de la cavidad parte superior hasta el pozo K, 24300 m³.

Volumen parte inferior hasta el final, 182120 m³.

Volumen total de la cavidad, 206420 m

Pendiente pozos K y L, 80 grados.

Pendiente máxima punto G. 60 grados.

Pendiente mínima 10 grados varios puntos.

Altura de la boca de entrada sobre el nivel del mar 330 m.

Altura de la entrada sobre el torrente de Vallmajor, 90 m.

DIACLASAS

Las aguas que engendraron la mencionada cueva-sima, se abrieron camino por entre un completo sistema de diaclasas. El máximo desarrollo lo encontramos entre los individuos de dirección S 40W-N 40E, gracias a los cuales se originó la presente cavidad. Le sigue en importancia el sistema en aspa con respecto a los demás individuos cuya dirección W 20N-E 20S, tuvo por misión el ensanche de la cavidad, sigue en importancia los individuos del sistema transversal o de dirección NW-SE, y N 35W-S 35E, y por último un variante del principal sistema longitudinal de dirección S 20W-N 20E, de escasa importancia pero que en su origen prestó gran ayuda al desarrollo del principal.

METEOROLOGIA

La cueva-sima de Vallmajor es en la actualidad una cavidad, que debido a los accidentes acaecidos en su interior, se formaron una serie de pasillos y fisuras impenetrables que gracias a las cuales, tiene lugar una circulación de aire constante en sentido de circunvalación notándose en los puntos B', D', E' y F', una corriente descendente, mientras que en los puntos K, J, G y B, el sentido de la corriente es ascendente.

Observando detenidamente este fenómeno, podemos afirmar que existen un completo sistema de microfisuras las cuales ponen en comunicación los puntos B' y D', a igual que entre los puntos D' y E' en que son visibles.

No podemos asegurar que la dirección de esta corriente circunvalatoria interior sea siempre la misma indicada puesto que al observar la dirección de la corriente exterior fué siempre de W a E, pudiendo casi afirmar que la dirección interior depende exclusivamente de la exterior pues es de suponer que al variar la dirección exterior de E a W varíe también el sentido interior descendiendo por los puntos L, G, J y K, y ascendiendo por F', E', D' y B'.

La temperatura registrada en distintos lugares nos da el siguiente resultado; punto B, -1 m. 23 grados. punto K, -58 m. 22 grados. punto A', -139 m. 21 grados., siendo la humedad relativa en los mismos lugares del 78%, 83% y 91% respectivamente.

ARQUEOLOGIA

La utilización de la cueva de Vallmajor, como morada prehistórica no difiere de las demás cuevas y abrigos de la comarca. Su habitación empieza en el Eneolítico, cuando las gentes meridionales ibero-saharienses provenientes de Almería se expanden por la costa del Mediterráneo hacia Levante; penetrando por Cataluña se desparraman por la provincia de Tarragona subiendo después hacia el norte, para estacionarse en la cordillera pirenaica con las arcaicas formas de la llamada Cultura de las Cuevas de imprecisa cronología.

La influencia en Vallmajor de la cultura Almeriense se impone a los elementos locales de tradición capsiese, utilizándose como armas el hacha pulida, la punta de flecha y un utillaje de instrumentos cortantes de sílex sumamente pobre; también se usa el hueso. La cerámica predominante es negra, brillante y lisa de perfiles más o menos argáricos; hay otra cerámica grosera, lisa o decorada con relieves de cordones, incisiones unguiculares e impresiones digitales y una tipología de asas de pezón, de orejas y cintiformes rudimentarias.

Posiblemente una nueva oleada de almerienses trae el vaso campaniforme en las postrimerias del Eneolítico, obtenido sin duda por aquellas gentes de la relación con otros pueblos andaluces en el tráfico del metal de las minas de Huelva, recibiendo así del círculo cultural del Guadalquivir el Vaso Campaniforme. Desarrollándose en Almería una tipología local más pobre, con una decoración a base de líneas de puntillado y zig-zag.

Llega pues a Tarragona la cerámica de Ciempozuelos, extendiéndose por Salomó Cartañá de la Riba, Escornalbou, y Benifallet. La cerámica decorada con puntillado, líneas o ángulos incisos de la cova de Vallmajor, debe corresponder al tipo de cerámica argárica con influencia ornamental del vaso campaniforme como los hallados en las cuevas de Pontils del Gayá y Arbolí, situados cronológicamente en la transición del Eneolítico a la Edad del Bronce.

La cueva de Vallmajor sigue habitada ininterrumpidamente en la Edad del Bronce, evolucionando con los mismos elementos argáricos del Eneolítico. El fragmento de vaso ornamentado con relieves grandes y surcos paralelos, puede fecharse como perteneciente a la última fase de la Edad de Bronce.

La presencia céltica también está representada con la cerámica de Hallstat en la cueva habitada posiblemente por gente indígena influída por la cultura extranjera. La cerámica halls-tática tiene sus precursores tecnológicos a finales de la Edad de Bronce.

Como ya se sabe, pertenece dicha cultura a un pueblo de origen indogermánico que penetró en España los siglos VI al VII antes de J. C. o quizá posiblemente como opinan varios arqueólogos Catalanes, se habían introducido ya las primeras vanguardias indogermanas dos o tres siglos antes de la fecha citada. Eran portadores del hierro y practicaban el culto de cremación de cadáveres que depositaban incinerados en urnas bajo túmulos de tierra y piedra.

Finalmente después de un tiempo de inhabitada, la cueva de Vallmajor en época ibérica se nota la presencia humana con un fragmento, resto de un ánfora torneada.

HALLAZGOS

En el exterior de la cueva, en la vertiente que va al torrente de Vallmajor se encuentran bastantes fragmentos de cerámica, así como también pedazos de sílex, restos probables de antiguas tallas. En el interior de la cueva se encontraron: un raspador de sílex, gran cantidad de fragmentos de cerámica negruzca, sin ornamentación, de tradición almeriense.

3 fragmentos de vaso con incisiones verticales en el borde del mismo.

3 fragmentos de vaso de gran tamaño con cordón de impresiones digitales.

1 fragmento de cerámica con impresiones unguiculares.

1 fragmento de borde de vaso con fondo semiesférico y asa cintiforme.

1 fragmento de cerámica con tetón situado en la mitad de dos rayas incisas horizontales.

2 fragmentos de borde de vaso de cerámica rojizo-negruzca con impresiones en la parte superior.

2 fragmentos de cerámica con orejas de suspensión de distinto tamaño.

2 asas en forma de oreja partida, una situada en el borde del vaso y la otra a 15 cm. del borde.

1 fragmento de vaso de más de 20 cm. de altura y vientre muy abultado.

1 fragmento de cerámica con asa y grandes relieves y surcos paralelos en zig-zag de tipología semejante al vaso del "Cau de la Vila" de La Fabró y del de la "Cova Fonda" de Salomé. Su altura sería de unos 40 cm.

1 fragmento de cerámica semejante con sus relieves en forma acanalada y más anchos (2 cm).

1 fragmento de vaso con alineación de mamelones a 3 cm. del borde.

2 fragmentos de borde de casquete esférico de influencia cultural del vaso campaniforme con rayas incisas paralelas verticales u horizontales y el V, (Hoja de acacia).

1 fragmento de vaso de perfil argárico con línea de puntos incisos en la carena y tres líneas seguidas incisas, en ondas superpuestas, en la inferior hay un flequillo de raitas (ornamento similar a un vaso de este tipo de la Cova de la Gorja de Pontils del Gayá).

1 taza hallstática con acanalamientos en el borde interior y en el exterior desde la parte superior a la media.

1 fragmento de punzón de hueso.

1 valva de *Pactunculus* agujereada.

1 fragmento de ánfora ibérica de la parte de arranque del asa.

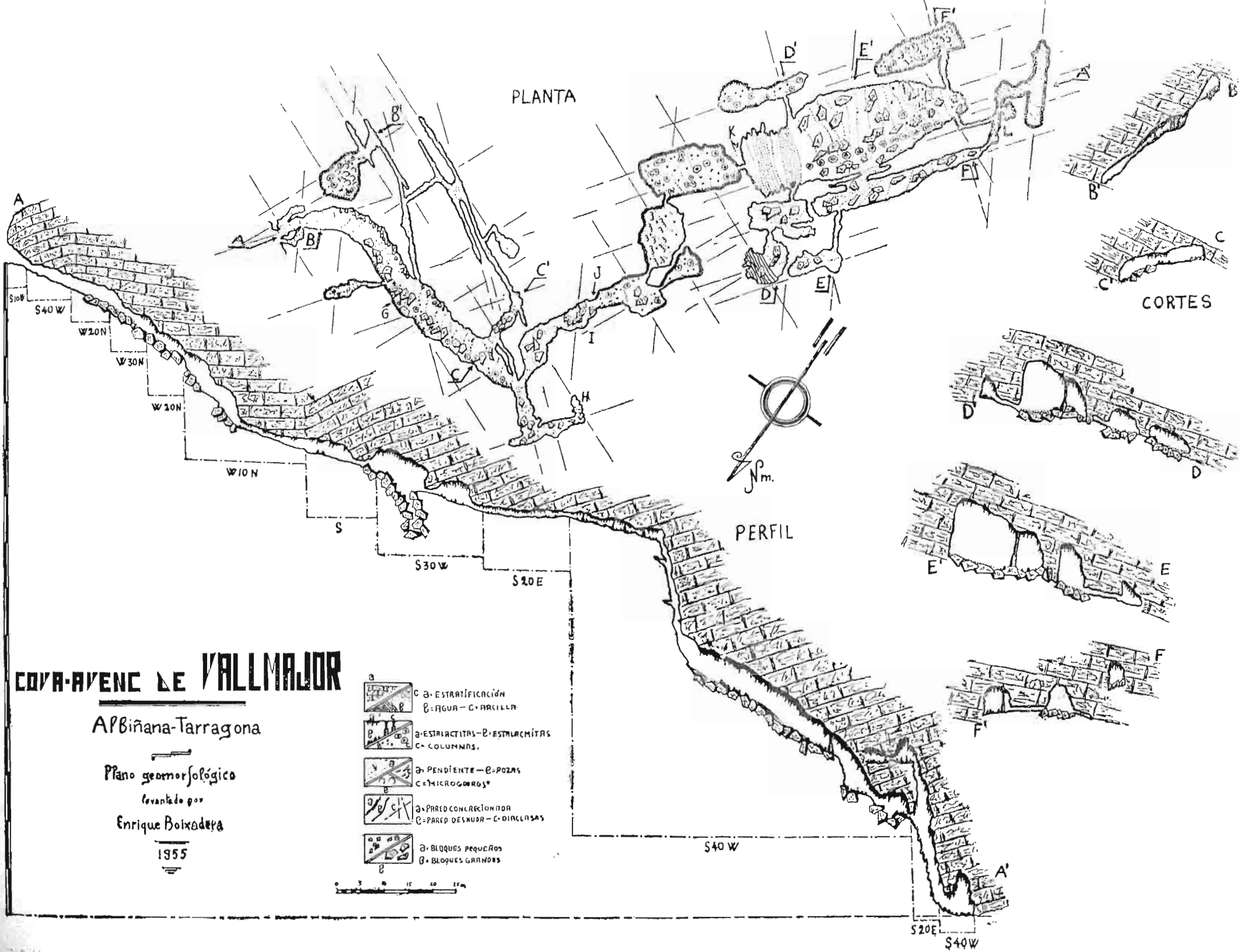
FAUNA SUBFOSIL

El estado incierto de la estratigrafía resta valor a los hallazgos de fauna acompañante en estado más o menos fósil. Pueden citarse como especies más comunes *Sus scrofa*, *Vulpes vulpes*, *Bos taurus*, *Ovies aries*, *Capra hircus*, *Cervus elaphus*, etc.

HUESOS HUMANOS

En el punto (H) se recogieron, procedentes de la parte superior y arrastrados por las aguas, huesos humanos. Siendo estos dos fragmentos (superior e inferior) de un femur derecho de un individuo adulto.

Todo lo relacionado en la presente nota, fué encontrado en distintas catas hechas durante la expedición que hace mención el presente estudio, de todos modos nos consta que la cueva de Vallmajor no es arqueológicamente inédita ya que con anterioridad se hicieron varias excavaciones algunas autorizadas



como la del Sr. Solé Caralt, comisario de excavaciones de la comarca del Vendrell, cuyos hallazgos se pueden admirar en la casa de Cultura de la Bisbal del Panadés, y reseñadas en sus publicaciones, otros intentos de excavación se llevaron a cargo por personas no autorizadas.

BIOESPELEOLOGIA

Debido al poco tiempo disponible para realizar el presente estudio, no nos fué posible recoger ningún insecto, pero gracias a la amabilidad del Dr. Español, nos facilitó la presente lista de los hallazgos en distintas exploraciones.

QUIROPTEROS

Miniopterus Schereibersii Natt.

Rhinolophus euryale Blas.

COLEOPTEROS

Traglocharinus españolii Zar.

PUPIPAROS

Nycteribia (Listropodia) schmidi Schin. sobre *Miniopt. Schreib.* y *Rhinos. euryali*.

Nycteribia (Celeripes) biarticulata Herm. sobre *Rhinos. euryali*.

ISOPODOS

Catalauniscus bolivari Arc.

ORIGEN Y EVOLUCION

Cuando las aguas empezaron a perforar las calizas de la cueva-sima de Vallmajor, la boca de entrada estaba situada en el mismo talweg del actual torrente de Vallmajor, hoy situada a 90 m. de desnivel. Dicha cueva actuaba como sumidero de las abundantes aguas que circulaban por aquel pretérito cauce. No

podemos abordar su evolución de una manera general, por lo complicado que resultó su estudio y por las variadas fases de su evolución en que ha pasado. Hemos creído mejor ir reseñando los hechos con el mismo orden en que se produjeron.

La corriente hídrica empezó su labor erosiva profundizando hacia el interior por entre las diaclasas de dirección S 40W, ayudando considerablemente la labor de ensanche, los individuos de dirección E 20S, formandose una cavidad única de forma triangular, siendo sus vértices aproximados los puntos, B, C y K, con una pendiente media de 40 grados hacia K, y de 30 grados hacia C.

La erosión ejercida fue de tipo totalmente turbillonar tal como queda demostrado en la entrada de la cavidad y la parte lateral interior lado N-E. Esta presión hidrostática que se conservó en la entrada y vestíbulo dejó de serlo en el interior a manera que la cavidad se iba ensanchando gracias a los individuos de dirección E 20S, quedando por lo tanto borrada toda huella de erosión turbillonar en la parte S-W. de la cavidad.

Las aguas invadieron totalmente la cavidad empezando una circulación hídrica por entre una extensa red de fisuras situadas en un plano de estratificación superior erosionando de tal forma los indicados conductos hasta dejar la bóveda montada en falso provocando por tal motivo y por efectos de gravedad un hundimiento de tipo graviclástico en la parte N. de la cavidad. Los bloques de tipo paralelepípedo al desprenderse de ciertas partes del techo no se estacionaron en el mismo lugar del accidente sinó que aprovechando la fuerte pendiente de la cavidad (de 40 a 50 grados) resbalaron hasta quedar apresados entre las partes más bajas del techo con el suelo quedando por tal motivo la primitiva cavidad subdividida en salas y pasillos.

Mientras por la parte N. tenían efecto estas variaciones, por la parte S. la corriente hídrica iba profundizando a través de la diaclasa S 40W, formandose la segunda parte de la cavidad a un nivel más bajo que el anterior tramo, esta segunda parte

está formada por una gran sala que sirvió de cámara receptora del agua que descendía de la parte superior por una cascada actualmente fósil, de 24 m. de profundidad abierta en la intersección de una diaclasa de dirección E 20S, punto K.

De manera que el talweg exterior que alimentaba la cavidad, fué profundizando la corriente por el interior de la cueva, fue disminuyendo, permitiendo empezar el desarrollo de un proceso litogénico por la parte superior de la cueva mientras tanto el escaso caudal iba arrastrando tierras y piedras que quedaron depositadas junto a los bloques caídos, soldándolos y formando una pared sólida ya que por la otra parte de los bloques se iban soldando gracias al carbonato cálcico que se iba depositando quedando convertidos en resbaladizas paredes en forma de cascada, quedando este proceso tan enmascarado por los más recientes, que en muchos sitios resulta imposible a simple vista darse cuenta de él. Solamente un minucioso estudio, abriendo trincheras, perforando paredes fruto de una serie de exploraciones parciales pudimos llegar a tal conclusión.

A juzgar por el tamaño de las concreciones este primer proceso litogénico fué duradero y de importancia, aún que como hemos dicho antes, solamente tuvo lugar en la parte superior de la cavidad.

Las filtraciones hídricas lentas y de escaso valor que iban penetrando por las múltiples fisuras convirtieron aquella masa caliza que servía de techo a la cavidad, en múltiples particiones, originándose lentamente un proceso de decalcificación por entre las fisuras disolviéndose químicamente el carbonato cálcico y otras materias solubles quedando por lo tanto bloques montados en falso que por efectos de gravedad se desplomaron provocando por lo tanto un hundimiento de tipo quimioclástico general por toda la cavidad tanto por la parte alta como baja. La importancia del mismo no fué igual en todos los sitios ya que en las partes más amplias de la cavidad es donde tomó más importancia siendo nula en las partes estrechas.

A continuación de este segundo proceso clástico empezó el desarrollo de un segundo proceso litogénico sumamente importante, actualmente la cueva-sima de Vallmajor se halla en plena fase reconstructiva.

Las arcillas, producto de decalcificación, y el carbonato cálcico que con abundancia se ha ido depositando sobre los bloques, ha enmascarado considerablemente este segundo proceso clástico, no obstante se vislumbran a simple vista en varios lugares.

Un caso muy curioso que ya ha sido observado en otras cavidades es el que presenta la cueva del presente estudio. Siguiendo la diaclasa S 40W, que va de los puntos A, A', nos encontramos con una serie de salas y pasillos escalonados en los cuales observamos que en el primer pasillo, punto G, se ha desarrollado un proceso clástico de consideración, a continuación encontramos la serie de pequeños pasillos en los cuales solo se ha desarrollado el proceso litogénico pero solamente depositándose el carbonato cálcico en la pared de la cara N, seguimos hacia el interior y encontramos un grupo de salas en las cuales solamente se desarrolló con toda clase de variaciones la litogénesis, columnas, estalactitas, estalagmitas, gourgs, etc., a continuación el pozo K, que se trata de una cascada fósil y la sala grande con un desarrollo extraordinario en el proceso clástico, y por último y antes de finalizar la cavidad otro pozo y salitas bellamente adornadas de todas las concreciones existentes.

Por tal motivo, podemos llegar a la conclusión de que en una serie de cavidades escalonadas unidas entre si por simples fisuras se desarrollaran distintos procesos, la primera, clástico, la segunda, litogénico, la tercera, clástico y así sucesivamente.

Resumiendo lo dicho tenemos la siguiente relación de hechos:

1.—Origen de la cavidad, a través de diaclasas S 40W, y E 20S. Erosión turbillonar. Formación de una sola cavidad superior.

2.—Invasión total de la cavidad por las aguas. Circulación hídrica por un plano de estratificación superior.

3.—Disminución del caudal interior. Hundimiento de la parte N. de tipo graviclástico. Subdivisión de la cavidad en salas y pasillos.

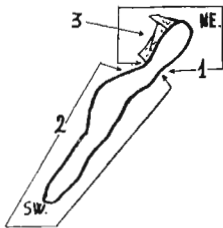
4.—Profundización verticalmente de 24 m. por una diaclasa E 20S. Formación de la segunda parte de la cavidad en el nivel inferior.

5.—Proceso litogénico en la parte superior de la cavidad. Consolidación y cementación de los bloques entre techo y suelo con el transporte exterior de arcillas.

6.—Muerte de la cavidad al descender el nivel del talweg exterior. Segundo hundimiento general por toda la cavidad de tipo quimioclástico.

7.—Segundo proceso litogénico. Estado actual de la cavidad.

El lugar donde queda más visible y mejor representado toda la evolución general de la cavidad es en el corte B-B', por lo tanto hemos creído de interés representar gráficamente su evolución, (Fig. 2).



1.—Primer conducto abierto por entre la diaclasa S 40W.

2.—Prolongación y profundización a través de diaclasas E 20S.

3.—Circulación hídrica por la parte superior de la cavidad.

4.—Derrumbamiento y partición de la cavidad.

5.—Cementación mediante avenidas de arcilla.

6.—Consolidación y enmascaramiento por depósito de carbonato cálcico.

7.—Decalcificación de la bóveda.

8.—Total separación de la cavidad en dos.

9.—Segundo proceso cárstico.

10.—Segundo proceso litogénico.

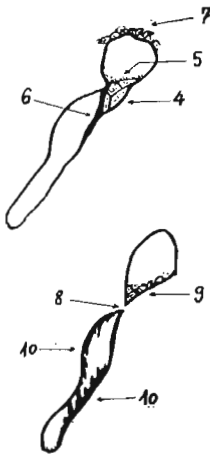


Fig. 2

Como también podemos ver en el presente esquema, la cámara superior domina el proceso cárstico mientras que en la inferior es el litogénico quien tiene la superioridad.

R É S U M É

La grotte-avenc de Vallmajor est placée a 6 Km. de la ville de Vendrell (Tarragone-Espagne) dans le calcaire massiv du trias. Elle a un parcours total de 820 m. et 139 m. de dénivellement.

Les galeries sont orientées par des systèmes de diaclases dominantes S 40W-N 40E, W 20N- E 20S, NW-SE, N 35W-S 35E et S 20W-N 20E, énumérés par ordre d'importance. On distingue dans son evolution: une phase d'érosion tourbillonnaire, un procès graviclastique, procès lithogenetique, procès chemiclastique et un deuxième procès lithogenetique.

S U M M A R Y

The deep cavern of Vallmajor, 894 yards long and 152 yards depth, is located 4 miles from Vendrell in the province of Tarragona (Spain). Its galleries are orientated by the systems of dominant joints S 40W-N 40E, W 20N-E 20S, NW-SE, N 35W-S 35E and S 20W-N 20E, mentioned in order of importance. It passed, in its evolution, through a turbinal erosion phase, a graviclastic process, lithogenic process, chemiclastic process and a lithogenic second process.

BIBLIOGRAFIA

FAURA Y SANS, M.—Explicació de la fulla núm. 34, Vilafranca del Panadés.—Servii del Mapa Geologic de Catalunya, 91 pp. 46 fig. 1 map. 1:100.000.—Barcelona 1922.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.—Memoria explicativa de la hoja núm. 446 (Valls) del Mapa Geológico de España 73 pp. 15 lám. 5 fig. 1 map. escala 1:50.000.—Madrid 1934.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.—Memoria explicativa de la hoja núm. 447 (Villanueva y Geltrú) del Mapa Geológico de España 60 pp. 1 lám. 2 fig. 1 map. escala 1:50.000.—Madrid 1952.

LLOPIS LLADO, N.—Contribución al conocimiento de la Morfoestructura de los Catalánides.—Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Lucas Mallada. 372 pp. 40 fig. XXII lám. 4 map. escala 1:200.000.—Barcelona 1947.

VIRGILI, C.—El tramo rojo intermedio del Muschelkalk de las Catalánides.—Memorias y comunicaciones del Instituto Geológico XIII. p. 37-77, 3 fig.—Barcelona 1955.

VILASECA, SALVADOR.—La industria del Sílex a Cataluña.—Reus 1936.

SERRA RAFOLS, J de C.—El poblament prehistoric de Catalunya.—Barcelona 1930.

DEL CASTILLO, ALBERTO.—La cultura del vaso Campaniforme.—Barcelona 1928.

HUBERT, HENRI.—Los celtas y la expansión céltica hasta la época de la Tène. (Vol. núm. 1).—Barcelona 1942.

VILASECA, SALVADOR.—La cova de la Gorja del Gayá de Pontils. Butll. del C. Exc. de C.—Barcelona 1930.

SOLE CARALT, JUAN.—Resum historic del Panadés (2 edició) 1948.

SOLE SABARIS, L.—Introducción a la Geología.

MONTORIOL PONS, J.—Los procesos Clásticos Hipógeos. Resegna Speleológica Italiana.

CLUB MONTAÑES BARCELONES.—Sota Terra. vol. núm. 1.

THOMAS, J. M.—Montoriol J.—La Cueva del agua (Granada). Speleon Tomo II núm. 1.—Oviedo 1951.

BOIXADERA, E.; SUÑE, E.; VICENTE, J.—La Cueva de Les Encantades Toloriu. Speleon Tomo VI, núm. 1-2.—Oviedo 1955.

BOIXADERA, E.—Filtración de las aguas. Ibérica tomo 23, pág. 308. Barcelona 1956.

LLOPIS LLADO, N.—Sobre algunos principios fundamentales de morfología e Hidrología carstica. Speleon tomo III, núm. 1-2.—Oviedo 1952.

MONTORIOL PONS, J.—Clave para la determinación de los procesos clásticos hipógeos. Speleon tomo 11, núm. 4.—Oviedo 1951.

BALCELLS, E.—Los quirópteros de la cueva de Vallmajor. Speleon tomo III, núm. 3.—Oviedo 1952.