

# ENDINGS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 22 • NOVEMBRE 1998 • MALLORCA



COVA DE SA CAMPANA (Escorca)

La publicació d'aquest número d'ENDINS ha estat possible gràcies a les subvencions concedides per:



FEDERACION ESPAÑOLA  
DE ESPELEOLOGIA



GOVERN BALEAR

Conselleria d'Educació, Cultura  
i Esports



GOVERN BALEAR

Conselleria de Medi Ambient,  
Ordenació del Territori i Litoral  
Direcció General de Medi Ambient



Consell Insular  
de Mallorca

Comissió d'Esports i Joventut



Consell Insular  
de Mallorca

Comissió de Cultura i Patrimoni Històric



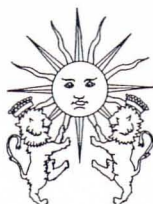
AJUNTAMENT DE FELANITX



AJUNTAMENT DE CALVIÀ  
MALLORCA



AJUNTAMENT  
DE SANTANYÍ



AJUNTAMENT DE SÓLLER

## NORMES DE PUBLICACIÓ

- ENDINS publica tot tipus de treballs sobre el karst i les coves de les Balears, prèvia acceptació pel Consell de Redacció.
- Igualment, ENDINS dóna cabuda a originals que, encara que surtin del nostre àmbit territorial, sien considerats d'interès general pel Consell de Redacció.
- L'idioma oficial d'ENDINS és el català. No obstant això, es publicaran també treballs en qualsevol dels idiomes oficials de la U.I.S. (castellà, anglès, francès, italià i alemany), llevat del rus per raons tècniques.
- El text serà presentat mecanografiat a doble espai, per una sola cara, en paper mida foli o DIN A 4. La seva extensió no sobrepassarà les 20 pàgines, inclosa la bibliografia.
- S'hi adjuntaran dos resums, de mig foli d'extensió màxima, redactats en els idiomes que l'autor consideri oportuns.
- Els dibuixos seran enviats en paper vegetal, exigint-se una presentació i rotulació acurades. Es recomana ajustar-se als formats DIN. Les fotografies s'hauran de presentar positivades, en paper lluent, preferentment en mida 9 x 13 o 13 x 18.
- Els originals s'enviaran a l'adreça indicada a davall.

## NORMAS DE PUBLICACIÓN

- ENDINS publica todo tipo de trabajos sobre el karst y las cuevas de las Baleares, previa aceptación por el Consejo de Redacción.
- Al mismo tiempo, ENDINS da cabida a originales que, aun saliéndose de nuestro ámbito territorial, sean considerados de interés general por el Consejo de Redacción.
- El idioma oficial de ENDINS es el catalán. No obstante se publicarán asimismo trabajos en cualquiera de los idiomas oficiales de la U.I.S. (castellano, inglés, francés, italiano y alemán) a excepción del ruso por razones técnicas.
- El texto se presentará mecanografiado a doble espacio, por una sola cara, en papel tamaño folio o DIN A 4. Su extensión no deberá sobrepasar las 20 páginas, incluida la bibliografía.
- Se adjuntarán dos resúmenes, de medio folio de extensión máxima, redactados en los idiomas que el autor juzgue oportunos.
- Los dibujos serán remitidos en papel vegetal, exigiéndose una presentación y rotulación esmeradas. Se recomienda ajustarse a los formatos DIN. Las fotografías deberán estar positivadas en papel brillante, preferentemente en tamaño 9 x 13 ó 13 x 18.
- Los originales se enviarán a la dirección abajo indicada.

## PUBLICATION RULES

- ENDINS publishes all types of articles dealing with the karst and caves of the Balearic Islands, once they have been accepted by the Editorial Staff.
- ENDINS may also include articles which in spite of dealing with other geographical areas are considered of interest by the Editorial Staff.
- The official language of ENDINS is Catalan. Nevertheless, ENDINS will publish articles in any of the official languages of the U.I.S. (Spanish, English, French, Italian and German), with the exception, for technical reasons, of Russian.
- The texts must be submitted typed, double spaced and on one side only, on size DIN A 4 paper. They must not be over 20 pages long, including the bibliography.
- Two summaries of a maximum length of half a page will also be included, in the languages that the author sees most fit.
- Drawings must be submitted on tracing paper and they must be cleanly and carefully executed. We recommend that DIN formats be used. Photographs must be printed on glossy paper, preferably sizes 9 x 13 or 13 x 18 cm.
- The manuscripts should be sent to the address included below.

Correspondència i intercanvi: ENDINS  
**Federació Balear d'Espeleologia**  
Carrer de la Posada de Lluc, 10 entresol  
07001 - PALMA DE MALLORCA  
(Spain)

# ENOINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia  
n.º 22. Novembre 1998.

## Sumari

LA COVA D'EN PASSOL I ALTRES CAVITATS LITORALS SITUADES ENTRE CALA SA NAU I CALA MITJANA (Felanitx, Mallorca) per Francesc Gracia, Bernat Clamor i Peter Watkinson .....	5
LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 3: COLL DES PASTORS (Calvià, Mallorca) per Miquel Àngel Barceló, Francesc Gracia, Damià Crespí, Damià Vicens, Vicens Pla, Antelm Ginard i Josep Antoni Casas .....	19
LES CAVITATS DE LA SERRA DES PINOTELLS (Calvià-Estellencs, Mallorca) per Pere Cifre i Eduard Belmonte .....	37
ESTUDI GEOESPELEOLÒGIC DEL PUIG DE S'ALZINAR I ELS SEUS VOLTANTS (Escorca, Mallorca) per Antoni Merino .....	43
LA FONT DES PATRÓ LAU (Sóller, Mallorca) per Miquel Trias .....	51
LA COVA DES DRAC DE CALA SANTANYÍ (Santanyí, Mallorca) per Francesc Gracia, Bernat Clamor, Cosme Aguiló i Peter Watkinson .....	55
RESULTADOS DE DOS CAMPAÑAS ESPELEOLÓGICAS EN PICOS DE EUROPA (Asturias) per Antoni Merino .....	67
EL JACIMENT FOSSILÍFER DE LA COVA C-2 (Ciutadella de Menorca) per Bartomeu Seguí, Pere Bover, Miquel Trias i Josep Antoni Alcover .....	81
DATAZIONIES Th/U DE ESPELEOTEMAS FREÁTICOS CONTROLADOS POR EL NIVEL MARINO, PROCEDENTES DE CUEVAS COSTERAS DE MALLORCA (España) per Paola Tuccimei, Joaquín Ginés, Àngel Ginés, Joan J. Fornós i Pierluigi Vesica .....	99
DADES MORFOMÈTRIQUES SOBRE LES ESTRIES DE LAPIAZ DELS ALPS CALCARIS SUÏSSOS I LA SEVA COMPARACIÓ AMB LES ESTRIES DE LA SERRA DE TRAMUNTANA per Àngel Ginés .....	109
CONTRIBUCIÓ AL CONEIXEMENT DE LES MINES DE COURE SITUADES EN EL PERMO-TRIAS DE MENORCA per Damià Crespí i Antoni Merino .....	119

Foto portada: Sala des Gegant. Cova de sa Campana (Escorca).  
Fotografia: Antoni Merino, Pep Vega i Guillem Mulet.

# FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

## JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENT: Antoni MERINO JUNCADELLA  
VICE-PRESIDENT: Antoni CROIX SÁNCHEZ  
SECRETARI: Pere CIFRE MONSERRAT  
TRESORER: Maria Antònia GARAU LLABRÈS  
VOCAL SOCORS: Julián VEGA SANZ  
VOCAL ENDINS: Francesc GRACIA LLADÓ  
VOCAL: Josep VEGA MAYMÓ  
VOCAL: Eduard BELMONTE FABREGAT

## JUNTA DE PUBLICACIONS

DIRECTOR: Francesc GRACIA LLADÓ  
VICE-DIRECTOR: Miquel TRIAS GUSÓ

Cosme AGUILÓ ADROVER  
Josep Antoni CASAS LÓPEZ  
Damià CRESPI BESTARD  
Vicenç PLA MARTÍNEZ  
Guillem PONS BUADES  
Damià VICENS XAMENA  
Peter WATKINSON

© ENDINS

ISSN 0211-2515

Dipòsit Legal: PM 165-1974

Correspondència i intercanvi: ENDINS

**Federació Balear d'Espeleologia**

Carrer de la Posada de Lluc, 10 entresol

07001 - PALMA DE MALLORCA

(Spain)

Impressió:

 IMATGE 70

Pere Ripoll Palou, 20. Tel. 47 73 00

07008 - Palma de Mallorca

## LA COVA D'EN PASSOL I ALTRES CAVITATS LITORALS SITUADES ENTRE CALA SA NAU I CALA MITJANA (Felanitx, Mallorca)

per Francesc GRACIA <sup>1</sup>, Bernat CLAMOR <sup>2</sup> i Peter WATKINSON <sup>1</sup>

### Resum

Presentam la topografia i la descripció de quatre cavitats del litoral de Felanitx. Aquestes formacions endocàrstiques es localitzen a la plataforma tabular postorogènica del Llevant. Tres són de la tipologia anomenada coves de la zona de mescla costanera i almenys les més grans estan relacionades genèticament entre sí. L'altra és una cavitat d'abrasió marina de tipus túnel, però amb la peculiaritat que una de les boques es va taponar per una antiga duna, cosa que fa difícil destriar el seu origen.

La cavitat més destacable del treball és la cova d'en Passol, amb 2176 m de recorregut. Presenta tres zones subaquàtiques que totalitzen un recorregut de 1579 m, separades per una gran sala terrestre, que és en realitat un col·lapse. Una d'aquestes zones, el sífó des Somnis adquireix un elevat interès per la gran abundància i bellesa dels espeleotemes i pel volum de les sales. La fondària màxima sota l'aigua és de 25 m. Es poden observar diversos paleonivells freàtics pleistocènics enregistrats als espeleotemes de les galeries subaquàtiques. Aquests espeleotemes s'han trobat des de la cota -8 m fins a la cota -23 m.

### Abstract

We present the description and surveys of four coastal caves within the municipality of Felanitx. These karstic caves are located in a tabular platform Laid down after the Llevant mountain system orogeny. Three of them have origins associated with the coastal ground water mixing zone. The fourth is apparently a marine abrasion cave in the form of a tunnel with the particularity of having one of its entrances block by fossil dune, making it difficult to determine its precise origins.

The most notable cave in this paper is cave cova d'en Passol, with a total run of 2176 m. It has three subaquatic sections with a total run of 1579, these being separated by a large chamber, whose present day form is largely due to periodical roof-collapse. One of these subaquatic sections is great interest owing to its large abundance and beauty of its speleothems as well as the size of its chambers. The maximum (reach ed) dive-depth is 25 m. In the submerged galleries it is possible to observe speleothems indicating phreatic paleo-levels from the Pleistocene. These speleothems are at depths between minus 8 and 23 m.

## Introducció

La recerca de cavitats inèdites al Llevant de Mallorca segueix proporcionant interessants fruits i l'exploració dels llacs d'aquestes coves, i d'altres coves ja inventariades, en molts de casos aporta novetats importants.

Les quatre cavitats objecte d'aquest estudi eren conegudes popularment, però no figuraven a l'inventari espeleològic (ENCINAS, 1997), per tant estaven sense topografiar. Amb més raó s'ha de fer aquest estudi després de l'exploració dels sífons que modifiquen notable-

ment les cavitats i permeten entendre'n millor la gènesi, l'evolució i la connexió que presenten entre sí algunes d'elles, que originàriament formaven part d'un mateix sistema. De les cavitats del treball, una és de gènesi marina i les altres tres són coves freàtiques de la zona de mescla costanera.

Una característica d'aquest tipus de cavitats és el contrast que presenten en comparació amb els sífons de les galeries de drenatge, pròpies de la serra de Tramuntana i de moltes coves europees. A les coves litorals d'aquest estudi, hi ha sales voluminoses subdividides per col·lapses i massissos estalagmífics que incrementen molt el recorregut i no pas els sífons rectilinis, més

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia del GEM. Ciutat de Mallorca.

<sup>2</sup> Grup Nort de Mallorca. Pollença.



Foto 1: Fotografia aèria de la zona amb les cavitats: 1- Cova submarina de cala sa Nau, 2- Cova de ses Barraques, 3- Cova de cala Mitjana, 4- Cova d'en Passol. Els asteriscs assenyaals dos pous abandonats, perforats prop de la mar, amb la intenció de captar l'aigua que sorgeix a la cala. (Foto ESTOP).

estrets i senzills. Aquest fet provoca importants diferències de càlcul del recorregut, segons el criteri que s'adopti.

La història d'aquestes cavitats i la seva repercussió social és notòria: la **cova de ses Barraques** com a possible secret de contraban i punt de sortida a la mar de les aigües subterrànies que provoquen la baixa temperatura de l'aigua de la platja; la **cova de cala Mitjana**, amb l'explotació de l'aigua per poder sustentar un paisatge de verdor i la seva faceta turística amb barca inclosa; la **cova submarina de cala sa Nau**, important lloc de visita de bussejadors per la comoditat d'accés i la poca complicació que presenta; la **cova d'en Passol**, autèntica joia càrstica de Mallorca, per la bellesa de les galeries i formacions subaquàtiques. La sala terrestre d'aquesta cova (**sala de sa Nau**) només conserva els espeleotemes de gran mida, ja que els altres es varen arrabassar i carregar a un vaixell francès el segle passat que va emportar-se'ls per 100 duros.

Esperem que tots nosaltres i les institucions que ens representen actuem en conseqüència amb la necessitat de preservar el nostre medi subterrani.

## Situació

Cala sa Nau i cala Mitjana es troben situades entre Portocolom i cala Ferrera, encara que més prop d'aquesta darrera, i a devers 5 km de s'Horta. Formen part de la marina de Felanitx, constituïda per materials calcaris neògens, que en aquesta zona representa una franja de 4 km d'amplària. És una àrea on el litoral es troba molt estructurat formant multitud de cales i puntes.

Cala sa Nau presenta una disposició meandritzant i, igual que cala Mitjana, assoleix una penetració d'uns 500 m (ROSSELLÓ, 1995).

## Aspectes geològics

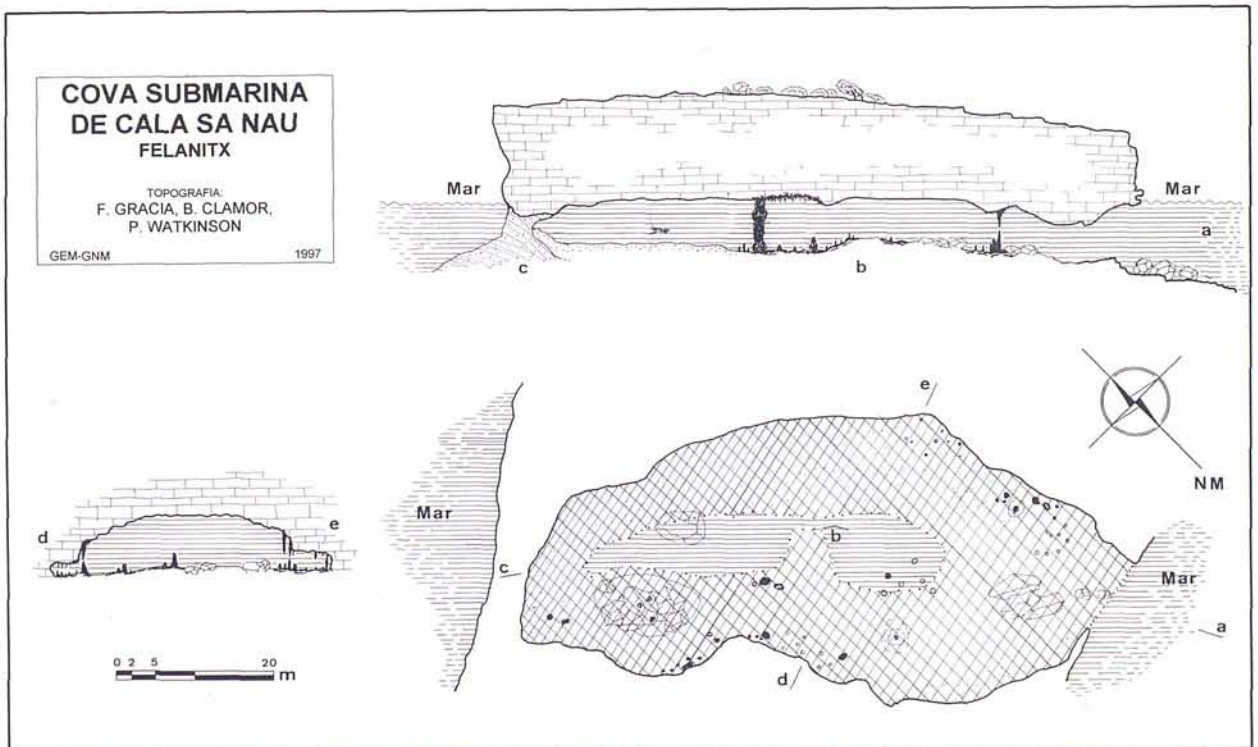
Les cavitats s'obrin dins terrenys neògens postorogènics, només afectats per falles distensives. S'han identificat diverses unitats litoestratigràfiques, que de baix a dalt són les següents (POMAR *et al.*, 1983): 1) Calcisiltites amb *Heterostegines*, assignades al Tortonà. 2) Unitat escullosa, que descansa sobre l'anterior, comença al Tortonà superior i acaba al Messinià. Es tracta de calcarenites bioclàstiques, amb pegats d'escullis d'albufera o llacuna. 3) Les margues de la Bonanova són dipòsits de con deltaic regressius. 4) Les calcàries de Santanyí, anomenades per d'altres *Complex terminal* i que popularment coincideixen en gran part amb la *pedra de Santanyí* molt apreciades per a la construcció. La unitat esmentada pertany al Messinià. És un *grainstone* format per calcàries oolítiques amb nivells estromatolítics, calcàries evaporítiques i, fins i tot, manglars. Aquestes calcàries poden fossilitzar espadats i col·lapses càrstics del calcari escullós, que són reblits per aquests materials. Totes les cavitats s'obrin dins l'Unitat escullosa.

## Descripció de les cavitats

### COVA SUBMARINA DE CALA SA NAU

Coordenades UTM: 521770/4360550(-1).

La espaiosa entrada, amb diverses morfologies d'e-





rosió marina, es troba per davall de la mar, al lloc anomenat sa pesquera de ses Llisses. Està situada a un costat de l'entrada de la cala, on els penya-segats tenen una alçària de 9 m. És una cavitat molt freqüentada per bussejadors, tant és així que apareix a un llibre d'itineraris de busseig (POYATOS i ALONSO, 1996).

Consisteix en una gran sala de direcció SE, de 76 m de longitud i 36 m d'amplària màxima. La profunditat de la sala està entre els 5 i 6,5 m, i arriba als -8 m de màxima. L'alçada del sòtil normalment està compresa entre els -4 m als costats i +1 m al centre per damunt del nivell de la mar, creant així una cambra d'aire llarga i baixa que segueix l'eix central de la cavitat. Feta la topografia de la superfície, per damunt del lloc on hi ha la cova, hem calculat que el gruix de roca del sostre és de 14 m. En horitzontal la distància que falta a la cavitat per travessar la península és mínima, cosa que ens duu a creure (fig. 1) que la gruta devia formar un túnel, cavitat d'abrasió marina que comunicava de banda a banda una punta geogràfica (GRACIA *et al.*, 1997 i GRACIA i VICENS, 1998) i que a una època glacial, durant una reculada de la mar es degueren adossar cordons dunars

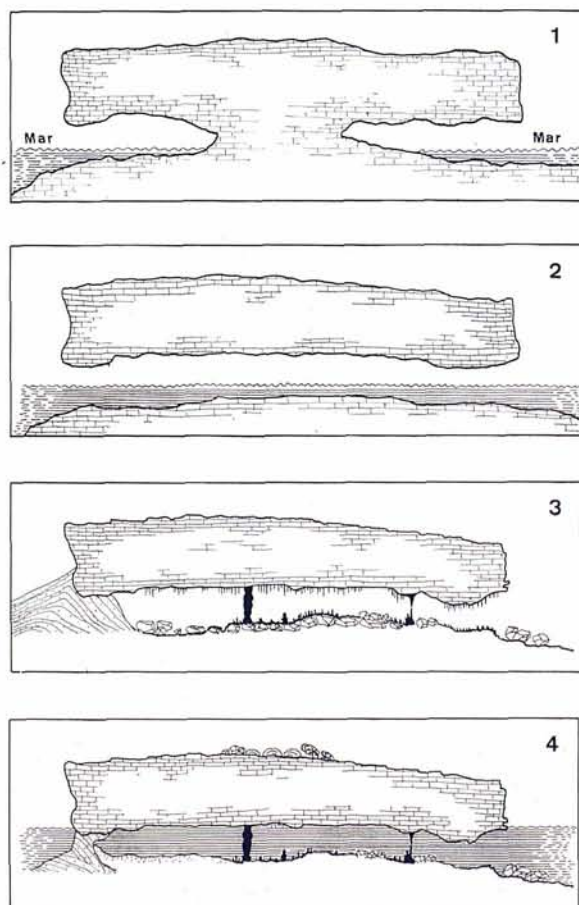


Fig. 1: Evolució de la cova submarina de cala sa Nau: 1- Coves d'abrasió marina, 2- Formació del túnel, 3- Davallada del nivell marí, deposició de les dunes amb l'obstrucció d'una entrada, processos de col·lapse i formació d'espeleotemes, 4- Pujada del nivell de la mar i aspecte actual de la cavitat.

que tancaren una de les boques. També es van produir els esbucaments dels blocs del sostre i la formació dels espeleotemes. Un posterior canvi climàtic va submergir la cavitat per davall del nivell marí.

El fons és arenós amb *ripple-marks* al llarg de bona part de la cova. En dos llocs del final, adossades a les parets de la cavitat, es troben dunes d'arena.

També abunden les roques, amb zones de blocs caiguts del sostre pels processos d'equilibri gravitatori de la volta.

Hi ha abundants formacions litoquímiques (estalactites, estalagmites, columnes i gorgs amb formacions subaquàtiques a l'interior), i destaca una columna al centre de la cavitat. Cal indicar la presència d'estalagmites que recobreixen alguns dels col·lapses, cosa que demostra que els esbucaments es van produir, com a mínim, abans de la darrera regressió marina.

La gruta conté abundant fauna marina: esponges, anfosos, escorbals, molls reials, holotúries, anèl·lids, mol·luscs, etc.

## COVA DE SES BARRAQUES

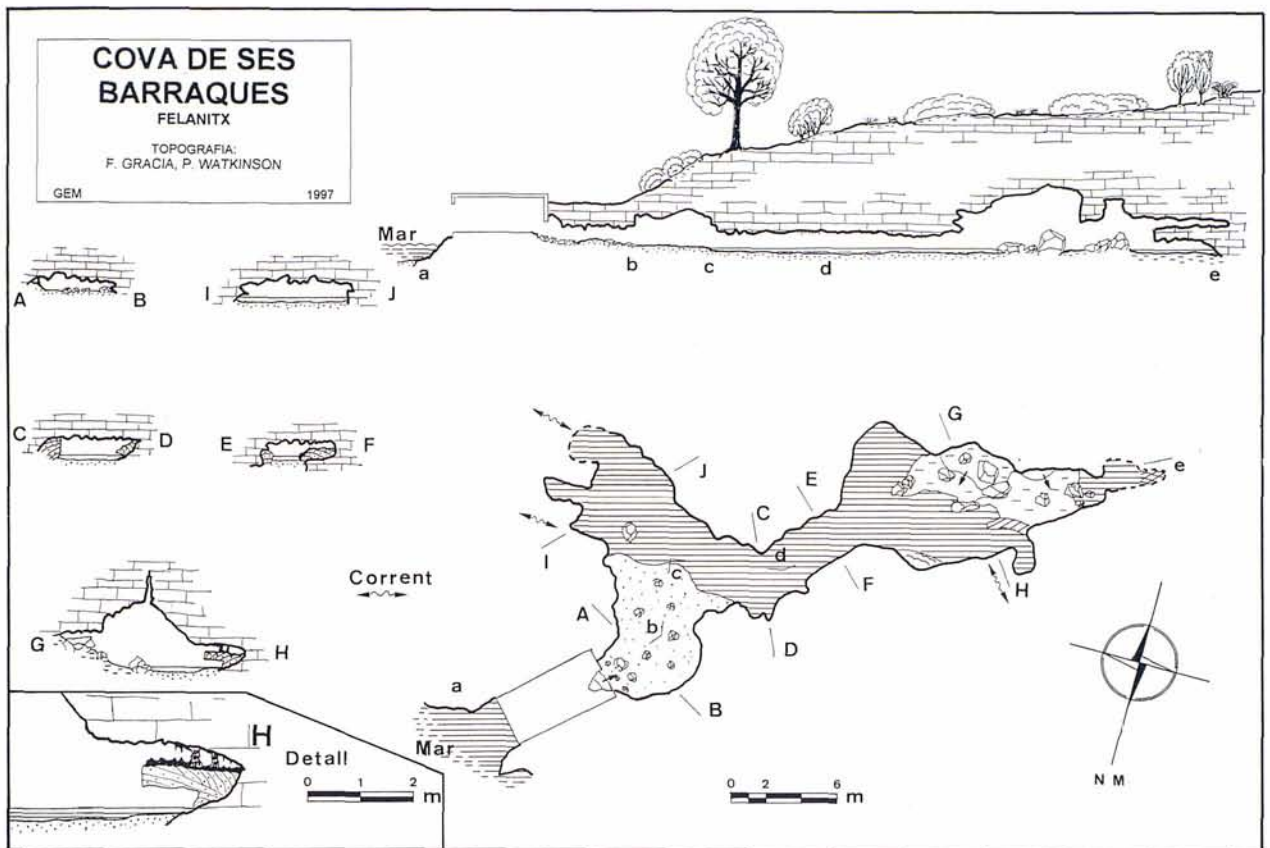
Coordenades UTM: 521480/4360620-1

L'entrada es troba a l'interior d'una de les dues barraques que hi ha al lloc conegut com es Rivetó. Pensam que hi devia haver antigament una porteta tancant la boca, fàcil de dissimular i relacionada sens dubte amb el contraban. Així l'arribada de la barca a la barraca, amb un amagatall a l'interior, devia ser de molta utilitat.

Es Rivetó de cala sa Nau, segons la tradició popular (AGUILÓ, 1991), és un broll submarí d'aigua dolça, situat molt prop de la platja. Hom diu que ve de dins d'una cova natural que hi ha a prop de la cala. També AMENGUAL (1996) ens parla d'un brollador que desemboca a la mar i converteix cala sa Nau en una de les platges més singulars de la zona. A la part dreta de la cala, mirant la mar, l'aigua està diversos graus de temperatura per sota de la resta.

Aquest fenomen és, per tant, molt evident i conegut pels banyistes, per la gran proximitat a la platja, la poca fondària de la mar on es produeix la sorgència i la baixa temperatura de l'aigua al redol de la seva influència.

S'entra per un forat que hi ha dins la barraca situada més enfora de la platja, passant i arrossegant-se per una galeria baixa que ens duu a una saleta de fons d'arena. Aquí l'aigua ocupa tot el que es veu, amb la presència d'un corrent, apreciable segons el nivell de la mar, que en la part oriental de la sala es perd per diverses zones impracticables en direcció a la mar, on es produeix el fenomen abans relatat. Tal com succeeix a altres cavitats del Llevant (GRACIA, *et al.*, 1997 i GRACIA, *et al.*, 1998b) forma *ripple-marks* d'arena al fons. A la cova es veuen zones amb acumulació de *Posidonia*, que entren quan hi ha un canvi de sentit del corrent.



La cova segueix en direcció NE-SO, per una galeria baixa inundada, de només 20 cm de fondària, fins arribar a un altra saleta, produïda per un col·lapse que tanca la continuació. A la sala es veu una fractura al sostre, possiblement relacionada amb la seva gènesi. A una de les parets (assenyalada a la topografia) prop d'aquest esbucament, s'aprecia el lloc d'on prové el corrent d'aigua. El recorregut total de la cavitat és de 64 m.

A la roca es veuen restes de coralls i fòssils de bogamarins, cosa que ens confirma que la cavitat s'obri dins les calcàries esculloses del Miocè superior. Per tot arreu de la gruta hi ha evidències de moments de reblliment per dunes, possiblement rissianes, que reblien gairebé per complet la cavitat. Algunes de les dunes estan sobreexcavades, i sembla fins i tot que les eolianites estan afectades per la corrosió freàtica, i formen cúpules de corrosió, cosa que si fos certa ens indicaria que aquest fet s'ha produït durant el darrer interglacial Riss-Würm, tal vegada relacionat amb la plataforma d'abrasió marina situada a +2,5 m prop de l'entrada.

#### COVA DE CALA MITJANA

Coordenades UTM: 521020/4360012-13

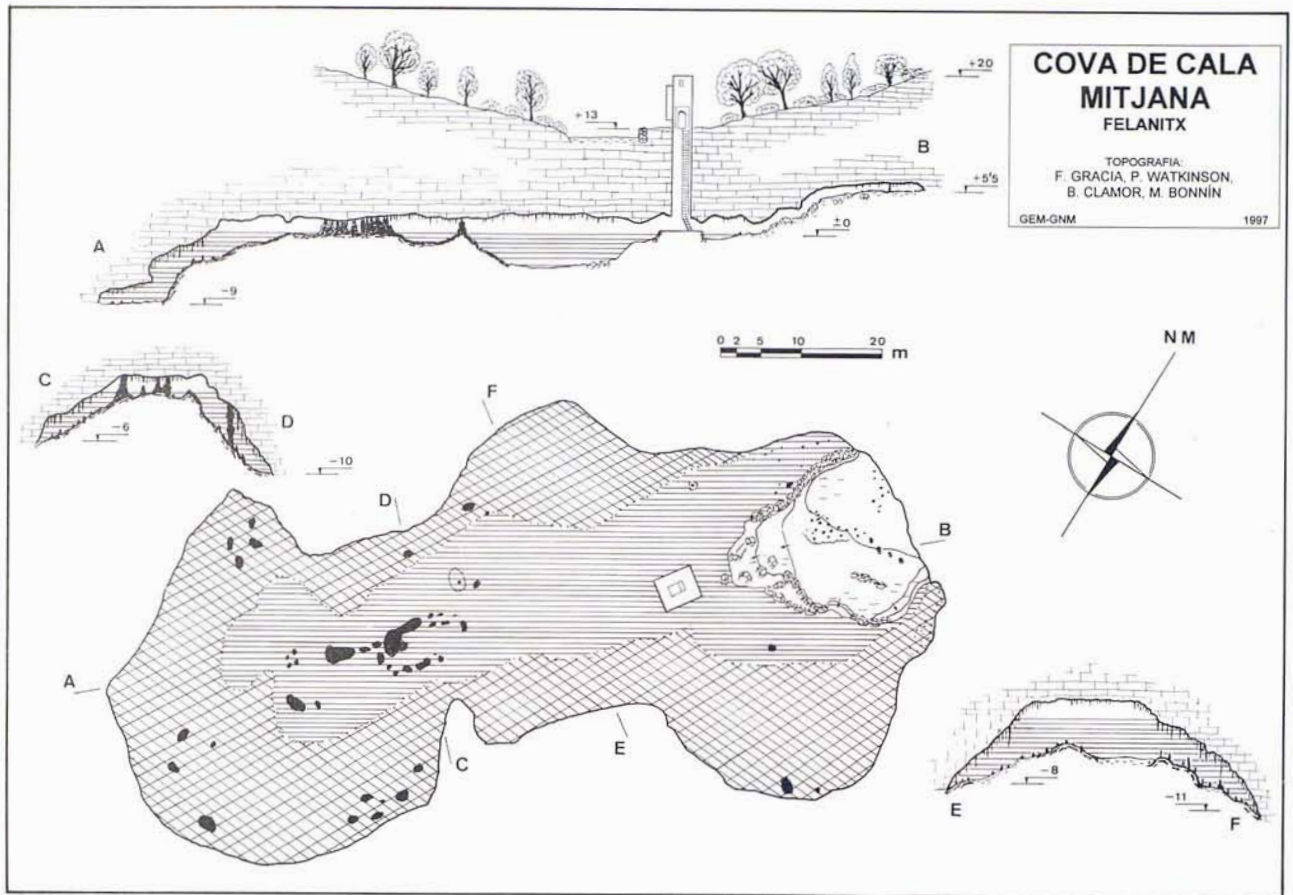
És una cova que s'obri en terrenys de la família Fierro, i no es pot visitar sense l'obtenció dels oportuns permisos. La cavitat es va trobar gràcies a les recerques d'aigua, en fer un pou a l'antiga que va dur una setmana de feina (com. pers. Miquel Devertit). L'aigua s'empra per regar una àmplia extensió de terreny sembrat de

gespa, prop de la mar, terreny que entre d'altres coses caracteritza actualment cala Mitjana. Hi ha una caseta de dos pisos damunt de l'entrada del pou. Per accedir a la cova, es pot fer mitjançant una escala de ferro. També hi ha un ascensor elèctric a l'interior per a gent no tan agosarada. Ambdós mitjans serveixen per superar un desnivell de 13 m. Sota el pou hi ha una plataforma artificial, feta de sacs de ciment, ja que l'obertura artificial donava directament damunt l'aigua. Aquesta plataforma serveix de base per a l'ascensor i l'escala, així com de mollet per a una barca de rem, per visitar la cova. La part del sòtil de la cova que és prop de la plataforma es va picar per augmentar l'alçària i fer més còmoda l'estada.

Fa més de dues dècades, segons ens varen informar, la propietat hi va fer instal·lar amb l'ajut de busse-



Foto 2: Preparatiu d'immersió a la plataforma de la cova de cala Mitjana. (Foto R. Landreth).



jadors, tot un sistema d'enllumenat subaquàtic per ressaltar la bellesa de les formacions. Es troba actualment en desús degut a l'acció corrosiva de l'aigua.

La cova consisteix en una gran sala de direcció NE-SO. La longitud és de 104 m i 46 m l'amplària màxima. La part aèria i practicable sense material d'immersió és de 87 m de llarg i 28 m d'amplària màxima. Gairebé tota la cavitat a excepció del costat NE està envoltada de perllongacions subaquàtiques que n'incrementen considerablement les dimensions reals.

El pou està construït a poca distància de la part terrestre, zona més col·lapsada, que es pot recórrer a peu pla, molt incòmoda de transitar, pel fet de ser de sostre baix i amb molta terra roja de descalcificació. Tota

la resta de la cavitat és aquàtica, tret d'alguns massissos estalagmítics que surten de l'aigua.

Es veu perfectament l'estadi evolutiu en què es troba, causat pels reajustaments mecànics de la sala. Els esfondraments i la posició actual del nivell freàtic determinen que una part de la gruta sigui terrestre, un altra aquàtica i aèria, i la resta sota les aigües.

A poca distància de la plataforma, un pas entre blocs, no representat a la topografia, permet davallar una dotzena de metres. L'eix central de la sala és el més afectat pels esbucaments i sobresurt per fora del nivell freàtic actual al costat NE, amb els laterals menys esbucats. Els revestiments litoquímics recobreixen una bona part de la sala, en alguns llocs en forma de potents massissos estalagmítics (foto 3). La situació respecte de la **cova d'en Passol** (foto 1) sembla fer suposar que formà part d'un mateix sistema i que un col·lapse que no deixa cap pas penetrable ha aïllat les dues cavitats.

L'alçària del sostre per damunt del nivell freàtic no supera els 2 m, per tota l'àrea del llac, i puja per entre els enderrocs als +5,5 m. El recorregut total de la cova és de 515 m, dels quals 264 m són subaquàtics.



Foto 3: Abundant concrecionament de la cova de Cala Mitjana. (Foto R. Landreth).



Foto 4:  
Zona O de la sala de sa Nau. Cova d'en Passol (Foto A. Ginart).

## COVA D'EN PASSOL

Coordenades UTM: 521350/4360460-20.

Segons ens van contar persones d'edat de Felanitx, la cova, amb dues entrades artificials, se coneixia de molt de temps enrere. Segurament es va trobar cercant aigua, sense que poguem precisar la data de la troballa. És més lògic pensar que la primera obertura es va fer al lloc on només hi ha 1 m de gruix de roca, amb un desnivell aeri de 8,5 m i que després es degué efectuar la segona entrada per accedir-hi amb més facilitat a un lloc on el desnivell és menor. Però algunes fonts ens informaren que l'entrada de la troballa seria la que es va fer on hi ha major gruix de roca i que posteriorment es va fer l'altra per facilitar l'extracció dels espeleotemes. També ens contaren que les concrecions es varen vendre pel preu de 100 duros d'aquell temps (informació facilitada per D. Joan del Forn) i que un vaixell francès va carregar totes les formacions que pogué dur-se'n. És del tot evident i ben visible la trencadissa de les formacions de petita i mitjana mida, ja que únicament varen deixar les formacions molt grans, no per respecte, sinó per la dificultat de transport.

Actualment la cova està tancada per evitar més actes de vandalisme i s'empra per part de la propietat per treure aigua, no apta pel consum, atesa l'alta concentració de clorurs que conté.

### Història de les exploracions

Ens vàrem assabentar de la seva existència gràcies a la informació facilitada per pagesos de Calonge que amigablement ens comunicarem moltes dades espeleològiques de gran interès.

La principal dificultat de les tasques efectuades a la cavitat ha estat el transport del pesat equip d'immersió

fins als sifons. Cal emprar escales, cordes i passar per entre passos estrets i blocs inestables per arribar a alguns dels sifons. També la complicació de les sales, tant aèries com subaquàtiques, amb subdivisions i diferents nivells superposats ha incrementat molt el nombre d'hores passades dins la cova.

La feina d'exploració, les tasques de topografia i la documentació fotogràfica representen 21 dies d'immersions i 7 dies de feina a la **sala de sa Nau** i per fer el perfil exterior de la cova. El nombre d'immersions ha estat 43. El total d'hores de feina de camp suposa, 139 hores, de les quals 64 han estat subaquàtiques.

24 - I - 97

Francesc Gracia i Tòfol Monserrat entren dins la cavitat. Queden sorpresos per les dimensions de la **sala de sa Nau**. Pensen que possiblement hi ha moltes cavitats com aquesta, conegudes per la gent, que encara no estan inventariades per l'espeleologia oficial. Comencen a topografiar la sala.

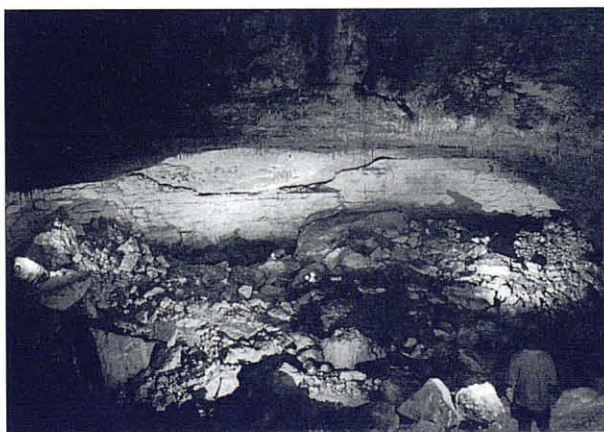


Foto 5: Sector occidental de la sala de sa Nau. Darrere els blocs del final hi ha el sífon des Crancs. (Foto A. Ginart).

31 - III - 97

Peter Watkinson i F.G. continuen fent la topografia, vora el costat de l'aigua. Sospiten que els llacs, plens de calcita flotant i d'extensió molt reduïda, poden tenir alguna possibilitat de continuació.

25 - IV - 97

F.G. i P.W. tornen a la cova, amb la intenció de explorar sota l'aigua. Mentre davallen el material necessari cauen per la darrera rampa diverses pedres que embruten ràpidament l'aigua. F.G. es capbussa tot sol amb 2 botelles de 4 l., sense *jacket* i amb les botelles col·locades lateralment. Després d'avançar uns metres sense visibilitat, per la prolongació del rost de pedres del col·lapse se topa amb una estretor, entre un gran bloc i la paret, que per poc no tanca el pas, però que no tarda en superar. D'aquí ja es veu que la part subaquàtica no sembla gaire important, cosa que ja pensaven, únicament el costat de la sala sota l'aigua amb algunes formacions i concrecions.

Quan ja semblava totalment closa qualsevol continuació, inspecciona un buit que pareix que hi ha darrere del col·lapse de pedres. Continua progressant per una espècie de laminador baix que té l'aspecte d'un junt d'estratificació. Arriba a una zona que dista 45 m del llac, amb concrecions de petita mida i d'enfora veu que la cavitat agafa volum i també que hi ha moltes formacions. Efectivament, continua per aquest junt que porta a un balcó, des del qual contempla una vista impressionant. L'espectacle més bell que mai ha vist. Una sala de gran volum, amb columnes, banderes, estalactites i estalagmites, totes molt ben conservades i de bona mida. És el **sifó des Somnis**, el que tot espeleobussejador sempre ha somniat descobrir i explorar. Sap que ha aconseguit superar el col·lapse de la sala. Els llums del casc, tots quatre encesos, no li permeten més que contemplar parcialment la vista d'allò que hi ha davant seu. Es deixa caure del balcó, entre espectaculars formacions, per dirigir-se enmig de la galeria, sotmès a una situació d'agorafòbia i avança per l'espaiosa sala, instal·lant fil-guia el més aviat que pot, ja que les botelles son de poca capacitat. D'ençà que ha sortit al balcó fins arribar al terç de capacitat de cada botella munta 60 m més de fil-guia. En total n'ha instal·lat 105 m.

1 - V - 97

F.G. en solitari amb en B.C. de suport, segueix explorant fins arribar a un col·lapse que li tanca el pas.

3 - V - 97

B.C. i F.G., amb en Moisès Bonnín d'ajuda, continuen avançant prop del lloc on es va aturar la darrera vegada. Davallen fins als -21 m, per un coster ple de paleonivells freàtics, especialment a partir dels -14 m. Comencen també les feines topogràfiques subaquàtiques.



Foto 6: Delicades estalactites del sifó des Somnis. Cova d'en Passol (Foto O. Espinasa).

12 - X - 97

F.G. i T. M. continuen la tasca de topografia terrestre i efectuen una desobstrucció prop de l'entrada, a l'extrem S de la **sala de sa Nau**, que els permet progressar per estretíssims laminadors, a l'espai buit entre el sòtil i els blocs esbucats, fins a un lloc de blocs extremadament inestables.

1 - XI - 97

Intent de fotografiar el **sifó des Somnis**, sense èxit, pels problemes sorgits amb la càmera per part dels espeleobussejadors gal·lesos Gaving Newman i Philip Short, amb en B.C. de model i guia. Fotògrafs de *National Geographic* queden impressionats de la bellesa del sifó i de les formacions que conté.

15, i 29 - XI i 8 - XII - 97

B.C. i F.G. prossegueixen les exploracions de les continuacions laterals del **sifó des Somnis** i la topografia de la cavitat.

13 - XII - 97

Es capbussen B.C., F.G. i Juanjo Lavergne, i posen més fil-guia i continuen topografiant el **sifó des Somnis**.

En un petit llac, al costat N de la **sala de sa Nau**, F.G. després d'una aproximació complicada a causa dels blocs inestables, realitza una segona immersió amb 2 botelles de 4 l. Dins l'aigua sembla que la galeria es tancarà per l'esbaldregament de blocs que davalla, però aconsegueix progressar per dos passos estrets, entre el rost de pedres, supera el col·lapse i surt a -14 m, fora de la influència de la rampa de pedres que ha generat la **sala de sa Nau**. Avança, entre una gran quantitat i diversitat d'espeleotemes instal·lant 130 m de fil-guia en diverses direccions. Aquest **sifó des Crancs**, té una visibilitat pitjor que l'altre, ja que hi ha més quantitat de fang de descalcificació al terra i el fet de no portar *jacket* fa que l'espeleobussejador vagi descompensat de pes i rossegui pel terra embrutant molt l'aigua. La màxima fondària a la qual arriba és de -16,5 m. La presència d'invertebrats epilítics a les parets evidencien la major influència marina en aquest sifó, degut a la major proxi-



Foto 7: Columnes del sífó des Somnis. Cova d'en Passol (Foto O. Espinasa).

mitat a la mar. Retorna en haver consumit la tercera part de l'aire disponible.

21 - XII - 97

B.C. i F.G. bussegen al **sífó des Crancs** i continuen les exploracions i planimetria de les galeries.

17 - I i 1 - II - 98

F.G. busseja al **sífó des Crancs**, realitzant la planimetria, mentre B.C. cerca noves continuacions al **sífó des Somnis**. S'efectua la troballa d'exuvís de cranc de l'espècie *Dromia personata* (det. Lluc Garcia) i d'altres exemplars de la família majidae. Aquesta observació permet demostrar que hi ha comunicació directa amb la mar, encara que impenetrable per l'home.

7 - II - 98

J.L. i B.C. segueixen agafant mides per realitzar el perfil del **sífó des Somnis**, mentre F.G. continua explorant i topografiant el **sífó des Crancs**, amb dues immersions successives.

Posteriorment, B.C. inspecciona 2 petits llacs per cercar possibles continuacions. El primer comunica amb el **sífó des Somnis** després de recórrer pocs metres. Llavors entra a un petit llac on hi ha una bomba d'extracció d'aigua i surt a dues cambres d'aire, a un llac

situat a l'esquerra de la base de busseig, prop del **sífó des Crancs**. Sense poder sortir del col·lapse de la sala, només ho volteja. En aquesta ocasió coincideixen, a la mateixa cavitat, tres espeleobussejadors que es capbussen a tres sífons diferents. F.G. fa la topografia del **sífó des Crancs**.

4 - IV - 98

Es realitza la topografia de la superfície, a l'exterior de la cova per on passa el perfil principal.

9 - IV - 98

F.G. (P.W. de suport) efectua una immersió al **sífó des Somnis**. Després a la **sala de sa Nau**, ambdós desobstrueixen diversos passos estrets i avancen entre els blocs inestables on es varen aturar el dia 12 - X - 97. P.W. s'enfonya entre blocs, llevant pedres, i troba a un costat un nou llac, llarg i estret (**sífó Ocult**). Després continuen lateralment per intentar sortir a un lloc que permeti un accés més còmode fins al llac del material d'immersió.

18, 25 - IV i 2 - V - 98

F.G., amb B.C. de suport busseja al darrer llac trobat, amb botelles de 2 x 4 l i avança 65 m per entre una zona plena de pedres, col·lapse de blocs amb 4 m de fondària màxima.

Continua fent la topografia del **sífó des Somnis** amb botelles de 18 l + 10 l. Troba les saletes concrecionades que porten fins a -25 m de fondària, amb paleonivells i gran quantitat de calcita flotant que cobreix el terra de les sales a diversos llocs.

9 - V - 98

J.L. (2 x 10 l) i F.G. (18 l + 2 x 10 l), amb en B.C. de suport, exploren i topografien la complicada zona del final del **sífó des Somnis** i intenten superar el darrer col·lapse que tanca la continuació. A la tornada troben altres saletes.

20 - VI, 18 i 19 - VII - 98

Antelm Ginart realitza les fotos de la **sala de sa Nau** i Óscar Espinasa les subaquàtiques del **sífó des Somnis**. Se segueix fent la topografia de la **sala de sa Nau**.

1 - VIII - 98

S'acaba la topografia de la **sala de sa Nau**. Al final del **sífó des Somnis** F.G. troba, ascendint entre el col·lapse, una cambra d'aire. Continua la topografia.

9 i 15 - VIII - 98

F.G., J.L. i B.C. de suport conclouen l'exploració i la topografia del **sífó des Somnis** i recuperen una dent fòssil d'*Oxyrhina hastalis*, una espècie de tauró.



Foto 8: Avançant per entre massissos estalagmítics del sífó des Somnis. Cova d'en Passol (Foto O. Espinasa).

### Descripció de la cova

El recorregut total és de 2176 m, dels quals 1579 m són subaquàtics. La diferència de la cota més alta, al sostre de la **sala de sa Nau** (+21,5 m), a la més baixa, sota les galeries inundades del **sífó des Somnis** (-25 m), és de 46,5 m. La cavitat segueix una direcció general NE-SO i es divideix en quatre sectors, la **sala de sa Nau**, terrestre, que separa les altres parts subaquàtiques; el **sífó des Somnis**, el **sífó des Crancs** i el **sífó Ocult**.

#### SALA DE SA NAU

És el resultat del creixement ascendent de la cova, produït per l'esbucament del sostre. Els blocs i pedres caiguts compliquen alguns costats de la planta i incrementen molt el recorregut, ja que formen cambres i passadissos que creen un aspecte laberíntic. És aquesta morfologia clàstica la que dona caràcter a la sala. Les dimensions màximes són 112 m de llarg i 72 m d'ample, essent l'amplada mínima de 35 m. L'alçària màxima és de 11 m. Només la part central presenta formes importants de revestiment litoquímic. El procés de creixement gravitacional ha remuntat just a 1 m de l'exterior, on una extensa superfície del terreny perilla d'enfonsar-se. S'aprecia (vegeu el perfil de la topografia) l'intens esbucament de la sala que ha subdividit, i quasi incomunicat, els tres sífons.

#### SIFÓ DES SOMNIS

Prop de l'entrada més central de la sala, es davalla pel coster de pedres fins al petit llac. Després de recórrer 20 m per davall l'aigua, vorejant la sala, un pas estret entre el sostre i els blocs caiguts del con d'enderrocs, permet a 6 m de profunditat, avançar 25 m més per una galeria oberta entre els junts d'estratificació, des d'on un balcó surt a l'ampla galeria. A partir d'aquí la cova segueix cap al SO, amb una amplada mitjana d'uns 36 m. Una primera part s'estén en forma d'àmplia galeria fins que passa per davall de junts d'estratificació, que formen un pis superior. La galeria, després d'una zona

més estreta, segueix per una àrea densament poblada d'estalactites i altres formacions. Més envant, un esbucament del centre de la cavitat, i l'abundant concrecionament, tornen a complicar i separar diferents parts de la galeria. Posteriorment s'arriba a un altre col·lapse frontal que tanca el pas i desvia lateralment la continuació, per després davallar, pel mateix esbucament, totalment recobert de colades pavimentàries. En direcció N s'obren una sèrie de cambres, d'accés complicat pel fort concrecionament, en les quals es troba un autèntic entramat de paleonivells, especialment a partir dels -14 m fins als -23 m. Hi ha gran quantitat de làmines de calcita flotant sedimentades al terra, de l'època en la qual les aigües únicament cobrien les cotes més baixes de la cova. En una de les saletes, a -25 m s'assoleix la màxima fondària de la cavitat, després d'haver recorregut 224 m de sífó en línia dreta, a partir del llac. Aquesta darrera zona, que inicialment formava un mateix espai, és la més laberíntica i complicada del **sífó des Somnis**, pel fet d'estar compartimentada per blocs concrecionats i altres espeleotemes.

Remuntant el col·lapse i continuant avançant s'assoleix una petita cambra d'aire, en el lloc més allunyat del llac d'entrada. La distància que separa aquest indret de la **cova de cala Mitjana** és només de 40 m.

La profunditat habitual del sòtil oscil·la entre els 5 i 23 m, mentre que el terra ho fa dels -8 m als -25 m. La potència del sostre està compresa entre els 16,5 i 36 m.

El que més destaca del sífó, amb un recorregut total de 1012 m, és el volum de les galeries i la bellesa, la diversitat i el gran nombre d'espeleotemes que conté.

Les morfologies de corrosió són presents a diversos llocs, encara que quantitativament són poc importants.

#### SIFÓ DES CRANCS

Per accedir-hi s'ha de passar, seguint rost avall, per dos passos estrets i entre els blocs que formen falses cambres i per poc no tanquen el pas. Una vegada que es deixa de davallar s'ha superat el col·lapse, continuació de l'esbucament que ha creat la **sala de sa Nau**. A partir d'aquí el sòtil de la cova s'estabilitza entre els -8,5 i -12,5 m, mentre que el fons de la galeria té una fondària mitja de -14,5 m, amb una profunditat màxima de -16,5 m. El sífó consisteix en una galeria principal de 108 m de longitud, i 48 m d'amplària màxima, amb algunes subdivisions.

És la part de la cova més pròxima a la mar, ja que només dista d'aquesta devers 6 m. La cosa més curiosa és que si la galeria continuàs passaria per davall del fons de la cala, ja que el sòtil es troba a -12 m, que és una cota més profunda que la de la cala.

Apreciam en alguns llocs separacions d'estrats, així com formes de corrosió del tipus forats esponjosos (*spongework*) i cúpules de corrosió (*bellholes*).

Les formacions litoquímiques són molt abundants i variades. Destaquen les estalactites, estalagmites, gours i colades estalagmítics, així com acumulacions



Foto 9:  
Espeleotemes freàtics indicadors del paleonivell de -14 m.  
Sifó des Somnis de la cova d'en Passol (Foto O. Espinasa).

d'excèntriques a alguns indrets. Hi ha repartits a diferents llocs espeleotemes freàtics, principalment a -12 m de fondària. El fang cobreix el terra d'algunes zones i al final de la branca SE, una duna de fang tanca la continuació. El recorregut total del sifó és de 395 m.

La potència de la roca, entre el sostre de la galeria i la superfície de l'exterior, està compresa entre els 20 i 28 m.

#### SIFÓ OCULT

Un estret llac de 16 m de llarg dóna pas a aquest sifó de direcció gairebé N-S.

Consisteix en una zona submergida de 44 x 44 m, subdividida en dues per una paret de blocs. Aquests, que ho cobreixen tot, impedeixen tant al final del sifó com pels costats seguir avançant. El recorregut total és de 148 m, entre un paisatge monòton, sense grans desnivells i pràcticament sense concrecions. Les escasses i petites estalactites i estalagmites ens indiquen que l'esbucament va succeir abans que s'establís l'actual nivell freàtic.

Genèticament consisteix en la mateixa prolongació de la **sala de sa Nau**, per davall de l'actual nivell de les aigües, però en cap moment s'aconsegueix superar el col·lapse, que està estabilitzat entorn als 1 i 4,5 m de fondària, amb el sostre entre els 0 i -3 m

#### Equipament

Al **sifó des Somnis** hem emprat habitualment botelles d'aire de 2 x 10 l o bé 2 x 7 l, però per a les tasques de topografia hem arribat a dur tres botelles, 18 l + 2 x 10 l., amb un temps de permanència per immersió, que varia entre les 90' a 2h 30'. Amb els problemes que representa transportar i superar els desnivells i distàncies amb el pesat material de busseig. Les galeries presenten bona visibilitat.

En el **sifó des Crancs** hem emprat 2 x 10 l o 2 x 7 l. La posició allunyada de l'entrada i l'avanç entre els blocs fan molt difícil i pesada l'aproximació fins a la base de busseig per portar botelles de més capacitat. La

presència de sediment al fons provoca problemes de transparència de l'aigua.

Al **sifó Ocult** únicament hem bussejat dues vegades amb 2 x 4 l. La situació i l'aproximació entre blocs inestables i passos molt estrets, el fan únicament possible amb material molt lleuger. La poca fondària ha permès que sigui suficient, tant per l'exploració com per la topografia. L'aigua s'embruta molt al pas del bussejador per la poca fondària i la presència de sediment.

#### Morfogènesi

De les quatre cavitats objecte del treball, la **cova submarina de cala sa Nau** és l'única cavitat generada per l'abrasió marina. Correspon a la tipologia dels túnels, que caracteritza les coves en forma de conducte més llarg que ample i de mida apreciable. Aquesta travessa una península (foto 1). Durant una regressió marina es degué incrementar la caiguda de blocs, per reajustaments gravitatoris, la formació dels espeleotemes que els recobreixen en part i l'adossament d'eolianites a una de les boques, que a conseqüència d'aquest fet es va obstruir. Els canvis climàtics posteriors tornarien a la cova la seva actual condició de submarina (fig. 1).

Les altres tres cavitats pertanyen a una gènesi en règim freàtic, producte de l'acció química de l'aigua en condicions de subsaturació (BACK, *et al.*, 1984) a la zona de mescla costanera. El model de formació correspon a l'adoptat per GINÉS & GINÉS (1992). La corrosió, aprofitant les fractures de la roca, va formar les protocavitats que evolucionaren en el temps, ampliant-se, a mesura que la dissolució de la roca anava en augment. En els períodes de canvi climàtic, amb el descens de les temperatures, les glaciacions ocasionarien les davallades del nivell marí que deixaven més porcions en eixut de les coves. Sense la sustentació de l'aigua s'accelerarien els processos d'esbucaments dels sostres, tot cercant l'equilibri de les voltes. La conseqüència és que puguen cap amunt les coves respecte de l'antic perfil de formació. Simultàniament es van formar abundants processos de precipitació litoquímica, amb el revestiment



de les galeries i dels blocs caiguts, al temps que tanquen i subdividien l'espai buit.

Hi ha hagut zones on els esbucaments han estat més intensos, bé per la morfologia de les sales i conductes preexistents, o bé per la litologia que ha influït en la consistència de la roca. De fet, grans col·lapses han format la **sala de sa Nau** a la **cova d'en Passol** i han tancat i separat la **cova de cala Mitjana** d'aquesta darrera. Cal remarcar que els tres sifons han estat ben a punt d'ésser totalment impenetrables per l'home a causa dels processos clàstics. Només que hagués caigut un altre bloc hauria bastat per tancar totalment l'accés. L'estadi més clar d'horizontalitat pertany a la **cova d'en Passol**, on es veu un perfil predominant a les galeries subaquàtiques del **sifó des Somnis** i el **sifó des Crancs**. Per contra, a la **sala de sa Nau**, la cova es troba en un estadi previ a l'esbucament total del sostre i a la formació d'un abisament. Seria el que va succeir a la **cova des Pont**, la **cova des Serral** i la **cova de sa Gleda** (Manacor), i a la **cova des Rafal des Porcs** (Santanyi) per posar alguns exemples. Cal recordar que en algun punt el gruix del sostre és només d'1 m.

La **cova de cala Mitjana** està bastant més afectada pels col·lapses i molt enfora del seu perfil original. Ambdues no s'haguessin descobert si no hagués estat per la recerca d'aigua.

Tenim constància personal de molts de propietaris de finques, pagesos i picapedrers que ens parlen de pous efectuats per a cercar aigua que han trobat buit. Sabem que es formen, als estrets pous moderns, apreciables corrents d'aire, que compensen la diferència de temperatura de l'aire de l'interior i de l'exterior. Aquests són clars indicis d'importants volums de buit, no sempre penetrables. Segons ens varen informar, obres de canalització efectuades recentment vora del nucli de s'Horta, provocaren l'esbucament del terra, amb els consegüents problemes per a les obres. Un altre cas el coneixem, per informacions orals, de cases del nucli de sa Capella de Portocolom (a poca distància de s'Avarador, relativa-

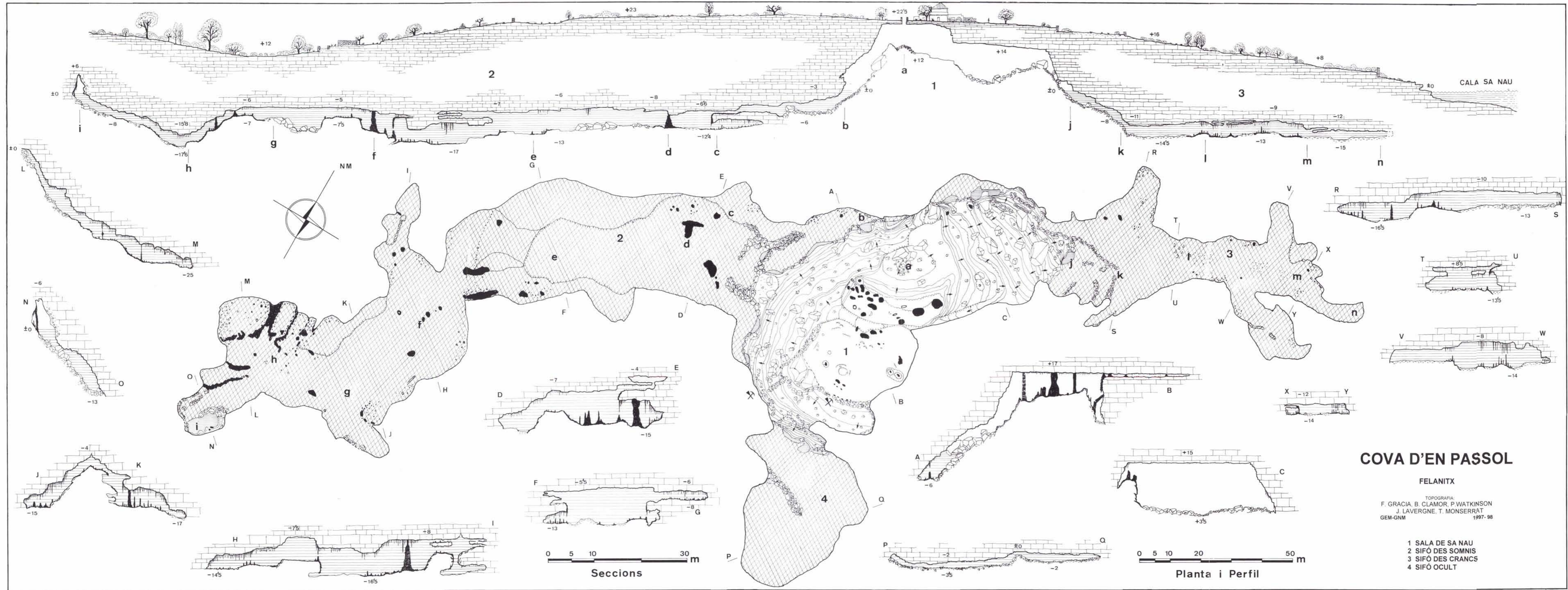


Foto 10: Abundant concrecionament zenital. Sifó des Somnis de la cova d'en Passol (Foto O. Espinasa).

ment enfora de la **cova des Coll**). En construir pous negres, trobaren un buit important, per davall de l'aigua (com. pers. Joan Miquel). Tot això posa en evidència, juntament amb la informació que ja tenim (**cova de Vallgornera**, els dos pous i el pou negre de la **cova des Coll**, la **cova d'en Passol**, la **cova de cala Mitjana**, etc) la gran quantitat de coves que existeixen del Miocè superior sense sortida a l'exterior, ja que aquests accessos es formen normalment a conseqüència de l'esfondrament del sòtil de les cavitats. Per tant el que coneixem realment d'aquests espais buits, a les marines del Migjorn i Llevant, de litologia semblant, es pot suposar que és només una petita part de les cavitats que realment hi ha. A més a més, els esbucaments naturals, en permetre l'accés a l'interior, també determinen moltes vegades el tancament de les continuacions de la cova. Aquestes morfologies i processos són del tot similars a les coves de les regions caribenyes i especialment de Cuba (NUÑEZ, 1967).

Les formes de corrosió se presenten especialment a la part final del **sifó des Crancs**, de la **cova d'en Passol**, on hi ha forats esponjosos (*spongework*) i cúpules de corrosió (*bell holes*), i també a alguns indrets del **sifó des Somnis** de la mateixa cova on es veuen alguns anells de dissolució. El fet corrosiu més remarcable es troba al començament del sifó, on a pocs metres del llac, alguns blocs de la base de la **sala de sa Nau** i fins i tot els seus recobriments litoquímics estan parcialment menjats per l'aigua que ha format *spongeworks* molt desenvolupats. Es tractaria d'una corrosió posterior a la caiguda dels blocs i del seu recobriment per part de les concrecions. Aquesta pèrdua de roca de la base de la sala provocaria processos de reajustament dels blocs i augment del volum buit. A més, el sòtil d'aquesta zona, fins arribar al balcó, està menjat per la corrosió química, que afecta a antigues estalactites, menjades fins a la base, i forma fins i tot *bell holes*. En aquest lloc va aparèixer, gràcies a l'acció de dissolució de l'aigua, una dent fòssil del tauró de l'espècie *Oxyrhina hastalis* Agassiz, 1843 (det. D. Vicens). Les dimensions són remarcables (fig. 2): es tracta d'una dent central del maxil·lar superior, a la qual li falta l'arrel. Pertanyia a un tauró de gran talla, característic del Neògen, que moltes vegades es presenta associat amb *Carcharodon megalodon* (BAUZÀ, 1947). A Mallorca aquest fòssil es troba majoritàriament al Miocè postorogènic (GOMEZ LLUECA, 1919; BAUZÀ, 1947). Es va trobar incrustat a la roca calcària, sobresortia gran part de la peça pel fet d'haver-se dissolt la roca que l'envoltava. Respon al mateix procés de la troballa paleontològica de la **cova des Coll** (GRACIA, *et al.*, 1997). Aquestes morfologies denoten condicions de dissolució intensa en règim freàtic, però no es veu afectada més que una franja vertical de pocs metres, ja que els espeleotemes del sifó estan en perfecte estat de conservació.

També hi ha formes de corrosió a la **cova de ses Barraques**, que podrien haver afectat fins i tot les



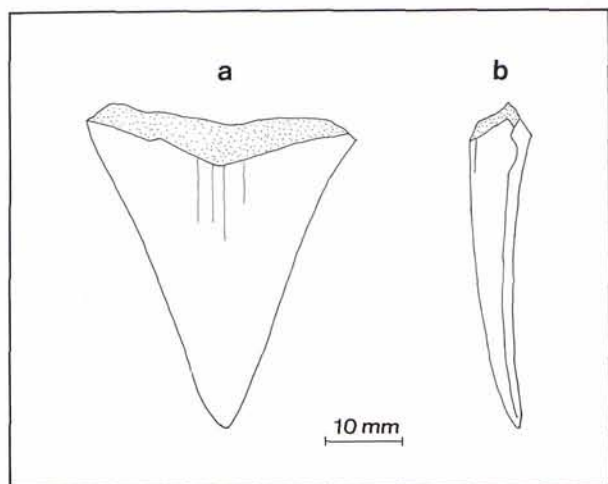


Fig. 2: Dent fòssil de tauró, de l'espècie *Oxyrhina hastalis*: a - Cara posterior, b - Perfil. (Dibuix D. Vicens).

dunes, possiblement rissianes, que reblen l'interior, fet que ens donaria una idea cronològica de l'acció de dissolució.

El que més destaca és la gran proliferació d'espeleotemes d'una gran varietat i bellesa. Predominen els espeleotemes de degoteig (estalactites, estaigmites, columnes i banderes) i els espeleotemes de flux (colades pavimentàries i parietals), encara que també hi són presents els espeleotemes de traspuament (estalactites excèntriques) i en alguns sectors espeleotemes subaquàtics (gours), a més dels espeleotemes freàtics. Cal remarcar l'antiguitat dels esbucaments d'una bona part de la cavitat, almenys els que estan recoberts per formacions, que serien anteriors als darrers moments freds.

Un dels fets més característics del Quaternari, imprescindible per estudiar la gènesi i evolució d'aquestes cavitats litorals, ha estat la successió de glaciacions i de períodes interglacials, així com els canvis del nivell de la mar que això ha comportat. Els canvis altimètrics en la situació de la línia de costa queden de vegades enregistrats a l'interior de les coves. En la superfície dels tranquils llacs de les cavitats litorals es produeix la precipitació del carbonat càlcic sobre els espeleotemes aeris o als marges dels llacs, formant un engreixament característic, de vegades espectacular. Mitjançant programes de datació absoluta s'han pogut datar aquests revestiments (GINÉS & GINÉS, 1993 i TUCCIMEI *et al.*, 1998). En el cas de Mallorca s'han constatat nombrosos espeleotemes amb paleonivells situats entre l'actual nivell de la mar i la cota de +40 m, i s'han correlacionat altimètricament i cronològicament amb les antigues línies de costa del Pleistocè mitjà i superior, reconegudes mitjançant altres evidències molt estudiades per CUERDA (1975).

Els paleonivells trobats a la cova d'en Passol, són deguts a antics nivells negatius dels llacs, pertanyents per tant a èpoques glacials, i corresponen a les cotes -8, -10'5, -12, -13'4, -15'6, -18 i -23 m. Alguns d'aquests



Foto 11: Progressió al sífo des Somnis per entre la colada estalagmítica i el sòtil, cap a la part final. Aquesta zona constitueix el rost d'un gran col·lapse que tanca el pas cap a la cova de Cala Mitjana. (Foto O. Espinasa).

nivells estan acompanyats d'una gran quantitat de calcita flotant al terra, amb un espessor de diversos centímetres. S'han recollit diverses mostres de formacions freàtiques per tal d'aconseguir datacions absolutes. Aquests espeleotemes, juntament amb els trobats a altres cavitats subaquàtiques, ens permetran conèixer les variacions experimentades pel nivell marí durant les èpoques fredes del Pleistocè i interpretar millor l'evolució morfològica de les cavitats litorals.

## Agraïments

Els autors no poden concloure aquest article sense manifestar el seu agraïment més sincer envers:

L'Ajuntament de Felanitx, i especialment el senyor batle D. Miquel Riera per l'ajut econòmic prestat per a la publicació d'aquest article.

Ted Fecke, del Diving Center Hostal Bahía Azul de Portocolom, per l'ajut logístic subministrat.

D. Antoni Hernández i la seva família, propietaris del terreny on s'obre l'entrada de la cova d'en Passol, per les facilitats que ens han donat per accedir-hi.

La família Fierro, per permetre'ns entrar dins la seva propietat i la cova de Cala Mitjana.

Els fotògrafs Oscar Espinasa del club Triton, Antelm Ginart del GEM i Robert Landreth del GNM, per documentar fotogràficament les cavitats.

Els companys espeleòlegs que han col·laborat amb nosaltres per poder dur a bon terme aquest treball, especialment a Tòfol Monserrat, Juanjo Lavergne, Moisès Bonnín, Damià Vicens, Vicens Pla, Damià Crespí i Gregori Puigserver.

Damià Vicens, que va determinar i dibuixar la dent fòssil.

L'amo en Miquel Devertit i la seva família, que amb una llarga xerrada amb ells ens van contar moltes coses d'interès.

L'amo en Pep des Forn de s'Horta (Pep Bonet) i D. Joan del Forn per les seves informacions.

Expressem la nostra gratitud a tots ells.

## Bibliografía

- AGUILÓ, C. (1991): *La toponimia de la costa de Felanitx*. Centre cultural de Felanitx. 105 pp. Felanitx.
- AMENGUAL, B. (1996): *Aeroguía del litoral de Mallorca*. Edit. Planeta, 224 pp. Barcelona.
- BACK, W.; HANSHAW, B. B. & VAN DRIEL, J. N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan peninsula, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphic Agent*. La Fleur Allen & Unwin 281-293. Boston.
- BAUZÀ, J. (1947): Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* XLV: 619-646.
- BAUZÀ, J. (1948): Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear. *Inst. Inv. Geol. Lucas Mallada* nº 8.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos 304 pp. Palma de Mallorca.
- ENCINAS, J. A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears-any 1997. *Endins* 21: 103-128.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarsit de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20/ *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 19: 9-15.
- GOMEZ LLUECA, F. (1919): El Mioceno Marino de Muro. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie geológica*, 25.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998): La cova des Drac de cala Santanyi (Santanyi, Mallorca). *Endins*, 22.
- GRACIA, F. & VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. A: FORNÓS J. J. (ED.) 1998. *Aspectes Geològics de les Balears*. Universitat de les illes Balears. 473 pp.
- GRACIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23.
- NUÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de ciencias de Cuba 224 pp. La Habana.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno superior de Mallorca. *El terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca, 1983*: 139-175.
- POYATOS, J. & ALONSO, A. (1996): *Bucear en Mallorca. Las 50 mejores inmersiones*. Edit. Moll, 240 pp. Palma de Mallorca.
- ROSSELLÓ, V.M. (1995): Les cales, un fet geomòrfic epònim de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 167-180.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22.

## LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 3: COLL DES PASTORS (Calvià, Mallorca)

per Miquel Àngel BARCELÓ <sup>1</sup>, Francesc GRACIA <sup>2</sup>, Damià CRESPI <sup>2,3</sup>,  
Damià VICENS <sup>2</sup>, Vicens PLA <sup>2,3</sup>, Antelm GINARD <sup>2</sup> i Josep Antoni CASAS <sup>2</sup>

### Resumen

Presentam la descripció i la topografia de 17 formacions endocàrstiques inèdites situades al coll des Pastors i als seus voltants (serra de na Burguesa, Calvià). L'estudi d'aquestes cavitats és el resultat de les activitats espeleològiques iniciades a la dècada dels anys 70 i finalitzades els anys 1997 i 1998.

### Abstract

We present the description and surveys of 17 previously unpublished karstic caves situated in the coll des Pastors and its surrounding area (Serra de na Burguesa, Calvià). The study of these caves is the result of speleological activities that begun in the 70s and concluded in 1997 and 1998.

## Introducció

Amb aquest treball, prosseguim la catalogació i l'estudi de les formacions hipogees de la serra de na Burguesa, que es va iniciar en anteriors articles (BARCELÓ, 1992 i GRACIA *et al.*, 1997). A BARCELÓ (1992) es descriuen les cavitats situades a s'Hostalet. Posteriorment, a GRACIA *et al.*, (1997), foren estudiats els fenòmens subterranis del puig d'en Bou i àrees adjacents. Aquest tercer sector estudiat comprèn les proximitats del coll des Pastors (Fig. 1).

Les cavitats que ens ocupen posseeixen una complexa història morfològica, la qual es pot constatar clarament amb la gran quantitat de fenòmens càrstics de tot tipus que es poden observar, tant tectònics com erosius i deposicionals.

Pel que fa referència als aspectes geogràfics i geològics de la zona d'estudi remetem els interessats a la bibliografia.

La tasca desenvolupada pels espeleòlegs amb aquests articles, pretén a més de la pura documentació, crear consciència de la gran riquesa endocàrstica de la serra de na Burguesa, que es tradueix també en l'elevat interès etnològic, arqueològic, paleontològic, geològic, biològic i fins i tot, purament estètic, que aquestes cavi-

tats tenen pels mallorquins, de les quals no podem privar les futures generacions. Cal, per tant, gestionar-les de manera adequada per assegurar-ne la protecció.

## Situació geogràfica

Aquest és el tercer sector que s'estudia de la serra de na Burguesa, que se situa al voltant del coll des Pastors i té com a límits a l'E el barranc de s'Àguila, a l'O el mirador de Gènova, al N el barranc des Sec i al S el puig Gros de Bendinat.

## Situació geològica

La zona estudiada es localitza al SO de la serra de Tramuntana de Mallorca, que és el resultat de l'apilament d'una sèrie de mantells d'encavalcament de direcció NE-SO i desplaçats en direcció al NO. En concret, la serra de na Burguesa es forma per a un mantell encavalcats que té dolomies del Triàsic superior a la part inferior (Retià) i calcàries, bretxes calcàries i dolomies del Juràssic inferior (Lias) a la part superior. Totes les cavitats que presentam en aquest treball es troben en roques del Lias (ITGE, 1991).

Quant a l'espeleogènesi, les cavitats d'aquesta zona estan formades, bàsicament, per processos clàstics,

1 Grup Espeleològic Est. Ciutat de Mallorca.

2 Secció d'Espeleologia del GEM. Ciutat de Mallorca.

3 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Sóller.

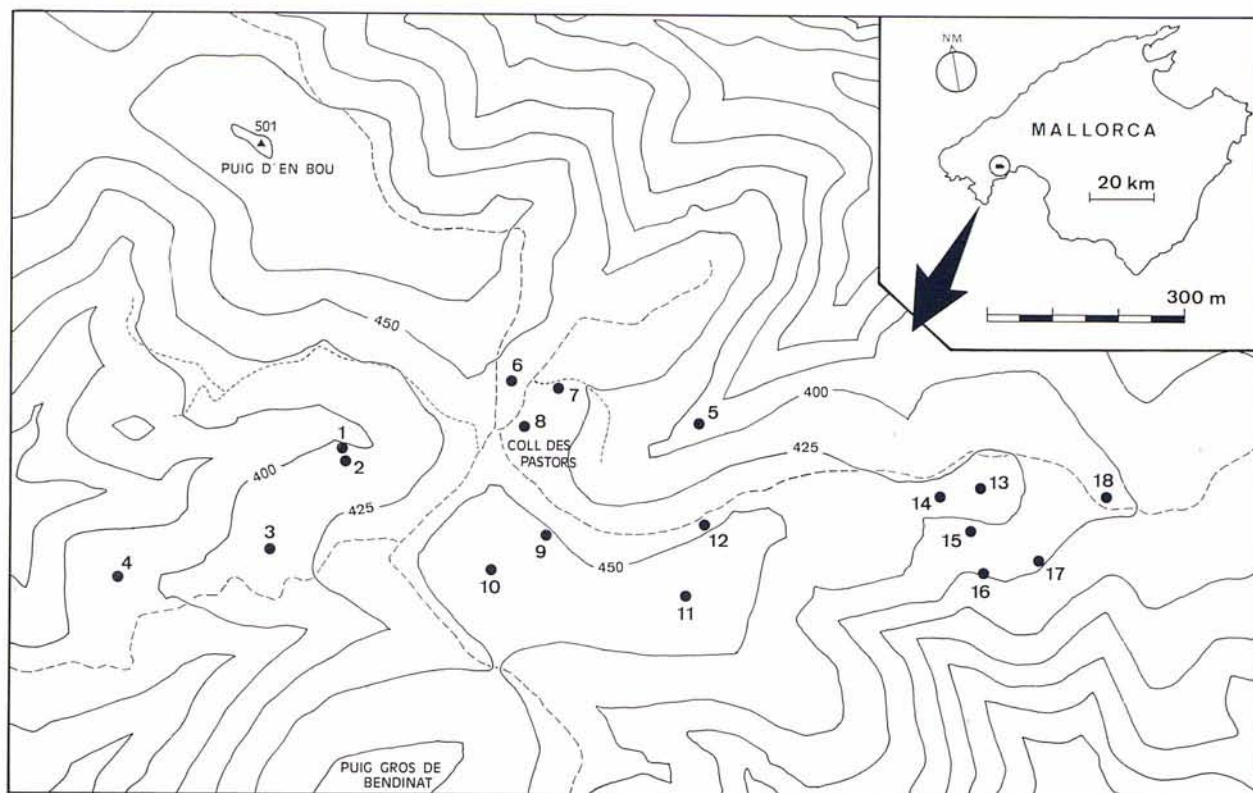


Figura 1: Mapa de la zona amb la situació de les cavitats. 1: Cova dets Ossos. 2: Avenc de s'Endinsada. 3: Cova des Ribellet. 4: Avenc des Mort. 5: Cova d'en Domingo. 6: Cruï des Pinet. 7: Avenc des Pastors. 8: Cova des Pastors. 9: Avenc des Llenyaters. 10: Pou artificial. 11: Avenc des Dragons. 12: Avenc de s'Aigo Estiulada. 13: Avenc des Fumerol. 14: Avenc de s'Aranya. 15: Avenc de s'Embut. 16: Avenc de sa Dolina. 17: Avenc de s'Ullastre. 18: Avenc de sa Pols.

encara que en algunes s'observa que hi ha controls estructurals molt evidents.

## Descripció de les cavitats.

Aquest sector de la serra de na Burguesa presenta un important nombre de cavitats conegudes, algunes d'elles agrupades en un àrea reduïda. Els desnivells màxims de les formes subterrànies d'aquest àrea són l'avenc de s'Embut (-95 m), l'avenc des Pastors (-74 m) i la cova des Ribellet (-63 m). La majoria de les cavitats tenen tendència subvertical amb desenvolupaments horitzontals importants.

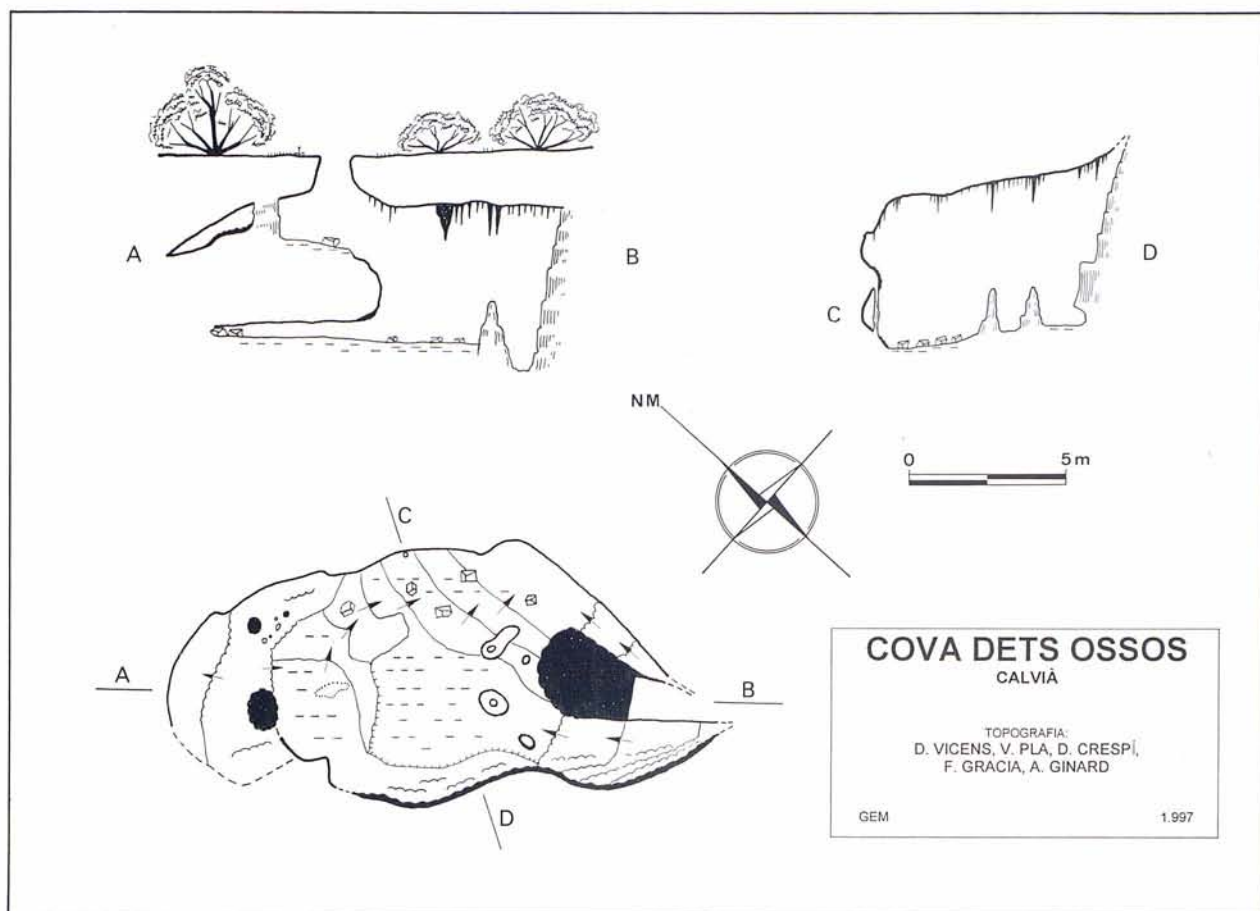
### COVA DETS OSSOS

Cavitat situada a la capçalera d'una torrentera que desemboca al barranc de s'Àguila. Aquesta petita i bella cova, consta d'una única sala de direcció NO-SE. Les mides són 17 x 8 m de planta i 6 m d'alçària màxima, amb un desnivell de 8'5 m. Hi són presents abundants revestiments litoquímics, entre els quals destaquen diversos tipus d'espeleotemes, formats a partir del recobriment de les arrels per la precipitació de carbonat càlcic, originant travertí. El nom fa referència a la gran

quantitat d'ossos, principalment de cabres, que hi ha al seu interior, ja que actua, igual que moltes altres cavitats, com a trampa natural.

### AVENC DE S'ENDINSADA

Està situat a 25 m de la cova dets Ossos. L'avenc en planta posseeix una direcció O-E, encara que la fractura que segueix la seva formació és NO-SE. Predomina l'estructura d'enfonsament que ha provocat l'obertura a l'exterior de l'avenc, encara que la gènesi és tectònica, producte d'una falla ben visible al primer replà. La part superior comença a cotes positives respecte de la boca, amb una alçària baixa, el que fa que sigui incòmode de transitar; si es segueix el pendent, porta per un pas estret, a una caiguda vertical a uns -11 m, nivell inferior de gran complexitat degut a l'intens procés clàstic que ha sofert, tal com es veu pels blocs despresos i basculats. Aquí les dimensions es fan més grans i alguns dels blocs estan dotats de formacions estalactítics tombades, de mida considerable, que no s'han trencat malgrat la caiguda dels blocs a on es troben. Aquest nivell és un caos de despreniments. Si es continua davallant a partir de la cota -12 m es progressa per una fenomenal colada pavimentària fins arribar al fons a -37 m (38'5 desnivell total). Les formes reconstructives són importants i



han contribuït a la consolidació d'alguns indrets, tal com la colada pavimentària que emmascara el gran cúmulo de blocs, fet que es pot constatar en el fons per una continuació que s'endinsa per davall d'aquesta colada, essent el seu sòtil un enorme bloc que presenta un pla de falla trencat. La direcció dels estrats és de  $144^\circ$ , amb un cabussament de  $11^\circ$  NE.

### COVA DES RIBELLET

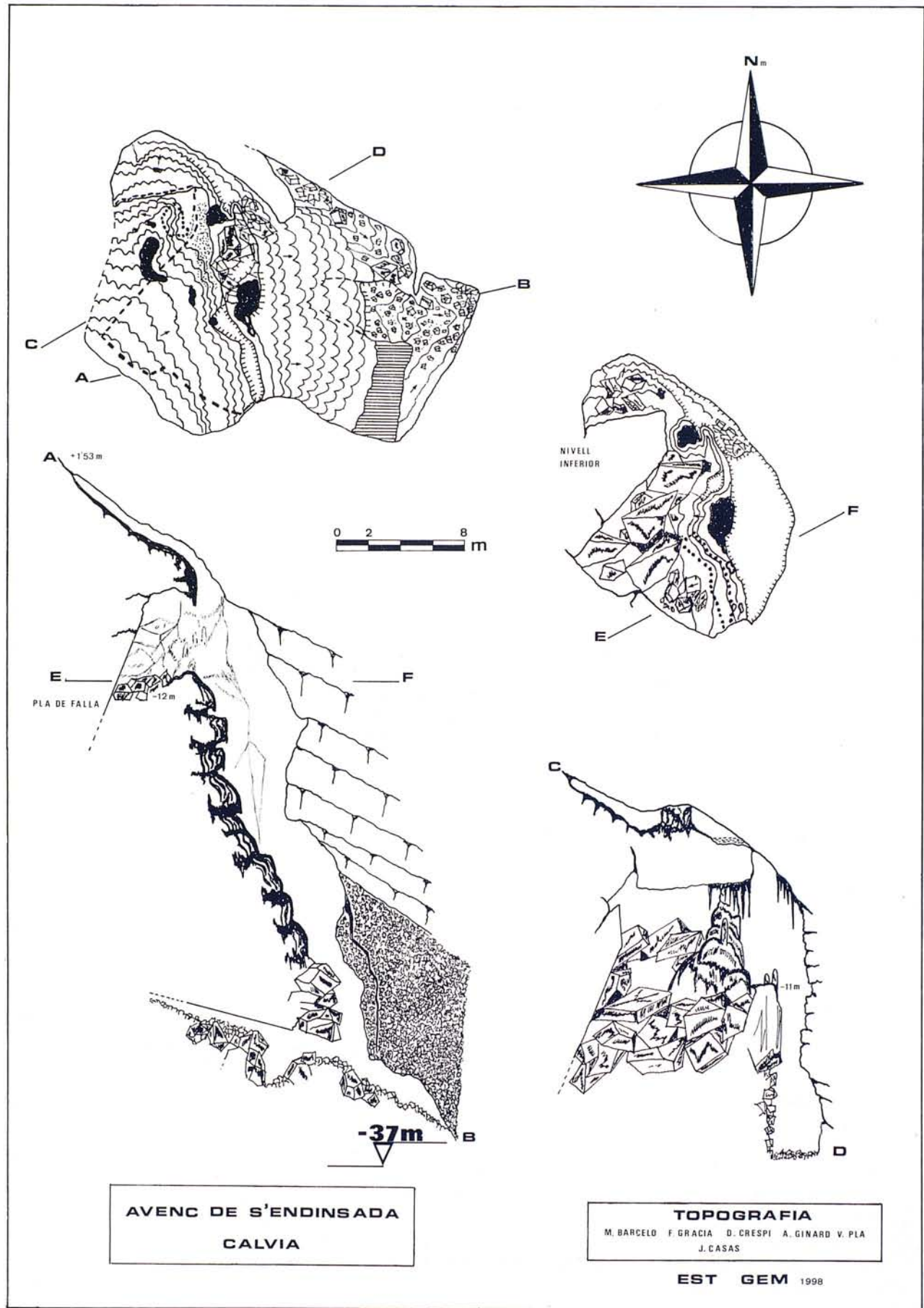
Sortint des coll des Pastors davallant pel coll de Bendinat en direcció al repetidor de televisió es troba l'entrada de la caverna, típica boca d'esfondrament de dimensions considerables i ocupada per la vegetació que creix afavorida per les peculiars condicions microclimàtiques. És una cavitat megaclàstica formada per una important fractura i per un procés clàstic considerable. La direcció que segueix és E-O amb un fort pendent que finalitza als -63 m de desnivell. Hi ha poques formes reconstructives exceptuant les colades pavimentàries que recobreixen els blocs i que dissimulen la gènesi.

S'ha utilitzat durant un llarg període històric per a recollir aigua. A la zona d'entrada es van trobar fragments de ceràmica talaiòtica com exponent més antic d'aquesta ocupació. També un petit fragment de ceràmica medieval ben catalogada, trobat al punt "f" de la topografia. Es tracta de ceràmica amb decoració verd i man-



Foto 1: Ribell parcialment romput que arreplega l'aigua que prové dels degotissos. Cova des Ribellet. (Autor J. F. Fernández)

ganès, d'un tipus semblant al que es publicà al treball de GUERRERO (1982) a la figura 115<sup>a</sup> del llibre *Los núcleos arqueológicos de Calvià*. És una escudella (sèrie A, classificació Víctor Guerrero) que procedeix d'Alfares localitzat a Paterna (València), amb una cronologia compresa entre els segles XIII i XIV, relacionada amb l'estació de na Fàtima. Aquests materials ja ens indiquen que la cova era utilitzada des de temps enrere per anar a cercar-hi aigua. Al punt "d" hi ha un ribell modern aferrat al terra (foto 1). Es veu així una utilització continuada, d'ençà dels períodes prehistòrics fins gairebé l'actualitat.

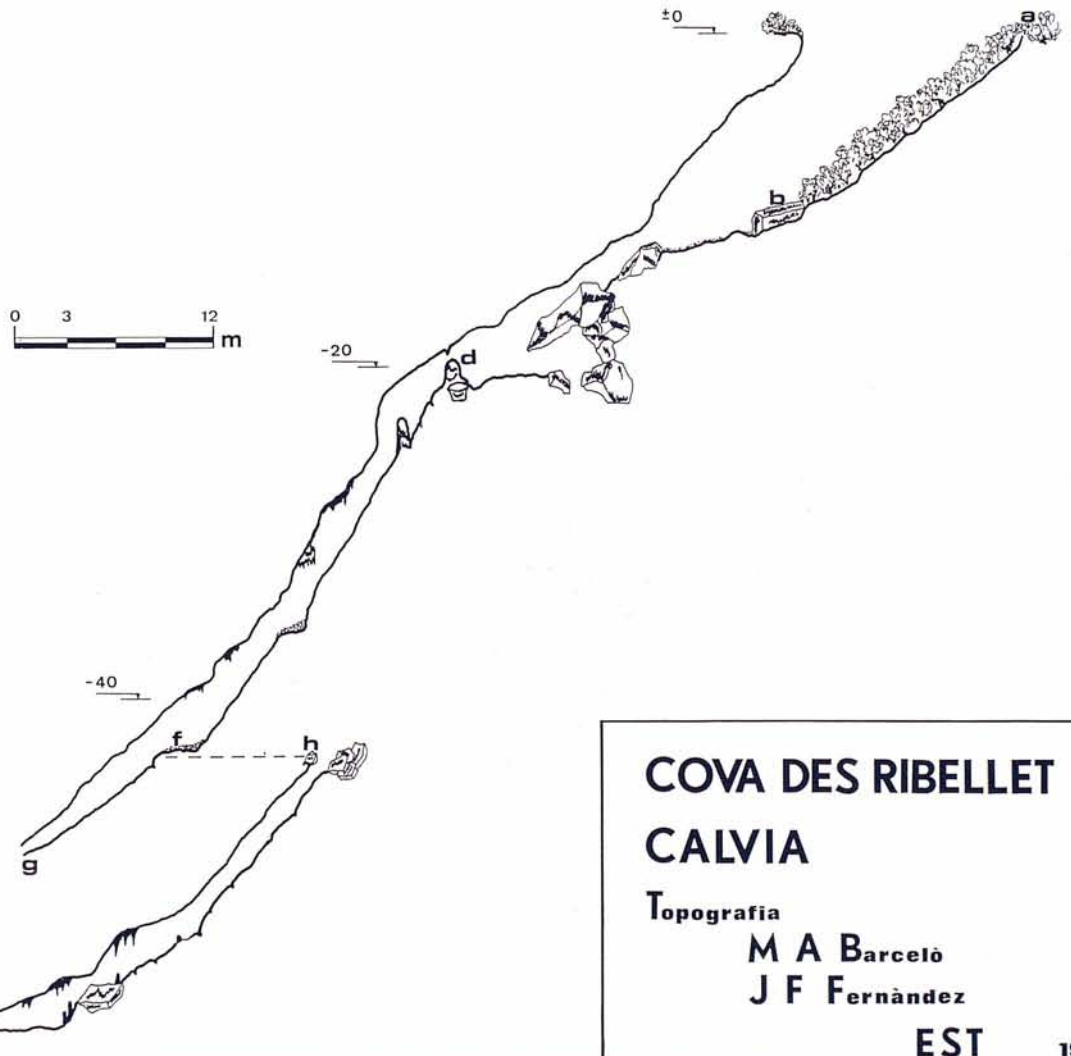
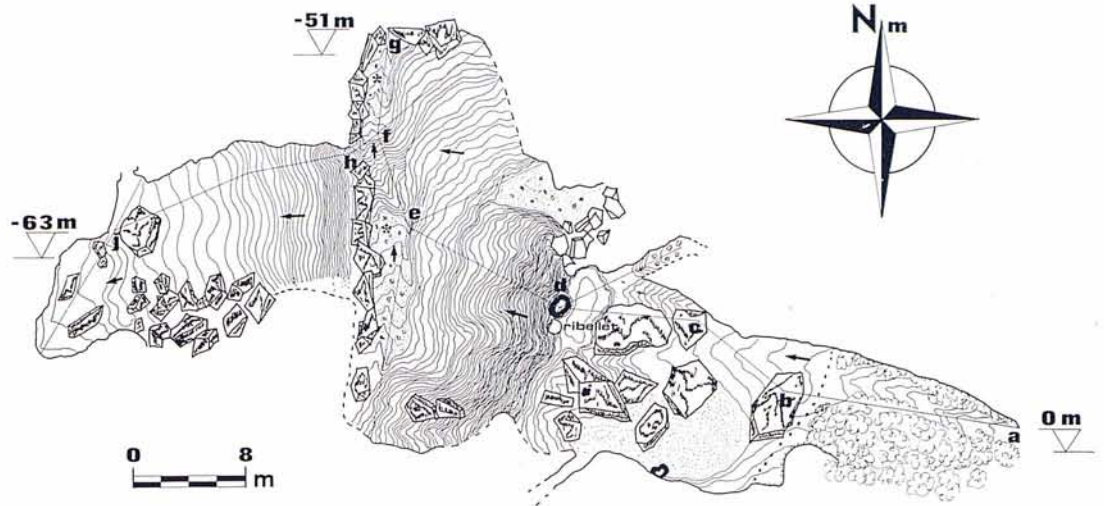


**AVENC DE S'ENDINSADA**  
**CALVIA**

**TOPOGRAFIA**  
M. BARCELÓ F. GRACIA D. CRESPI A. GINARD V. PLA  
J. CASAS

**EST GEM 1998**





**COVA DES RIBELLET**  
**CALVIA**  
 Topografia  
 M A Barcelò  
 J F Fernández  
 EST 1990

## AVENC DES MORT

Es localitza no molt lluny de la cova des Ribellet. Aquesta interessant cavitat presenta dues boques: una de vertical petita i una altra de dimensions considerables en forma de dolina d'esfondrament ocupada per la vegetació. L'avenc prossegueix per un pendent que acaba en una vertical que porta a una sala gran subdividida en tres sectors, degut a uns grans massissos estalagmítics. El concrecionament és molt abundant i de gran dimensions (foto 2). Al costat NE es va haver de desobstruir un pas, entre un massís estalagmític, per poder passar a una cambra molt concrecionada. El massís està recobert, als llocs que reben llum suficient, per algues blaves que li donen el típic aspecte verd-blavós. El desnivell màxim és de 30'5 m.

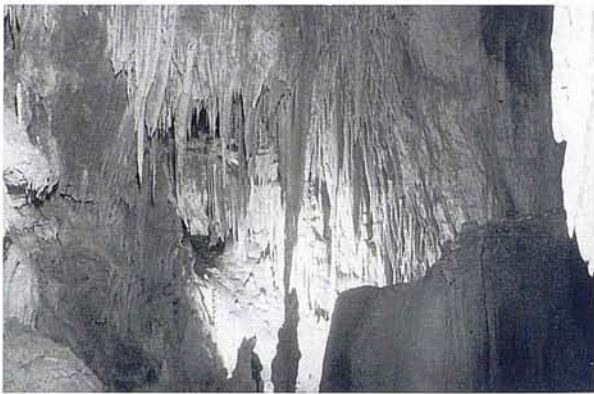


Foto 2: Espeleotemes de gran bellesa a l'avenc des Mort. (Autor M. A. Barceló).

M.A. Barceló i J. Fernández l'any 1978 realitzaren la primera exploració de l'avenc i trobaren restes humanes al fons de la cavitat. Els ossos es van trobar en disposició anatòmica i en posició encollida a un costat de la cavitat, fet que suggereix que la persona va morir d'inaicció (foto 3). Aquests no es veien fracturats a simple



vista, encara que la caiguda vertical es de 12 m. Tot i això li quedaven restes de roba i no portava efectes personals. Possiblement aquest fet està relacionat amb successos ocorreguts a Calvià durant la guerra civil.

## COVA D'EN DOMINGO

Està ubicada a la coma Fosca, dins la torrentera del mateix nom. El topònim es va recollir oralment de l'antic pastor de Bendinat. A partir del coll des Pastors es davalla en direcció al barranc des Sec per una senda, anti-

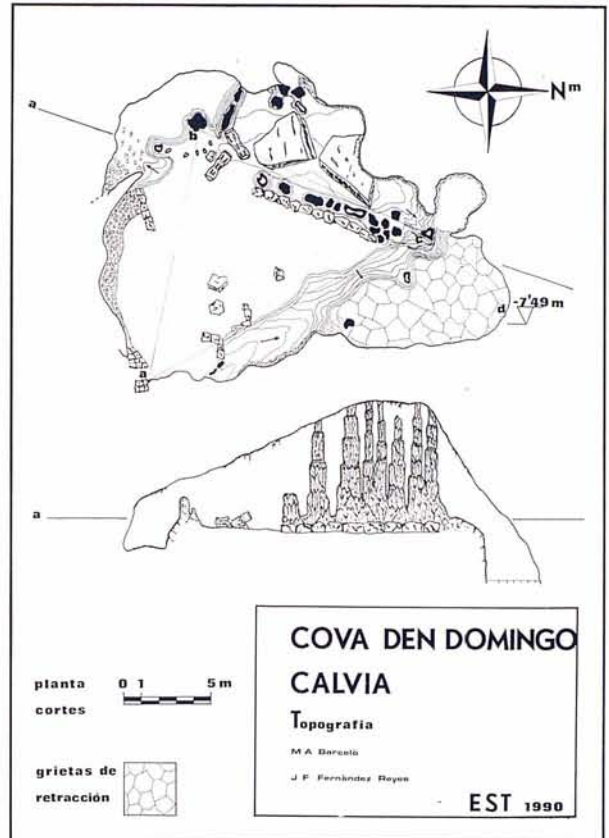
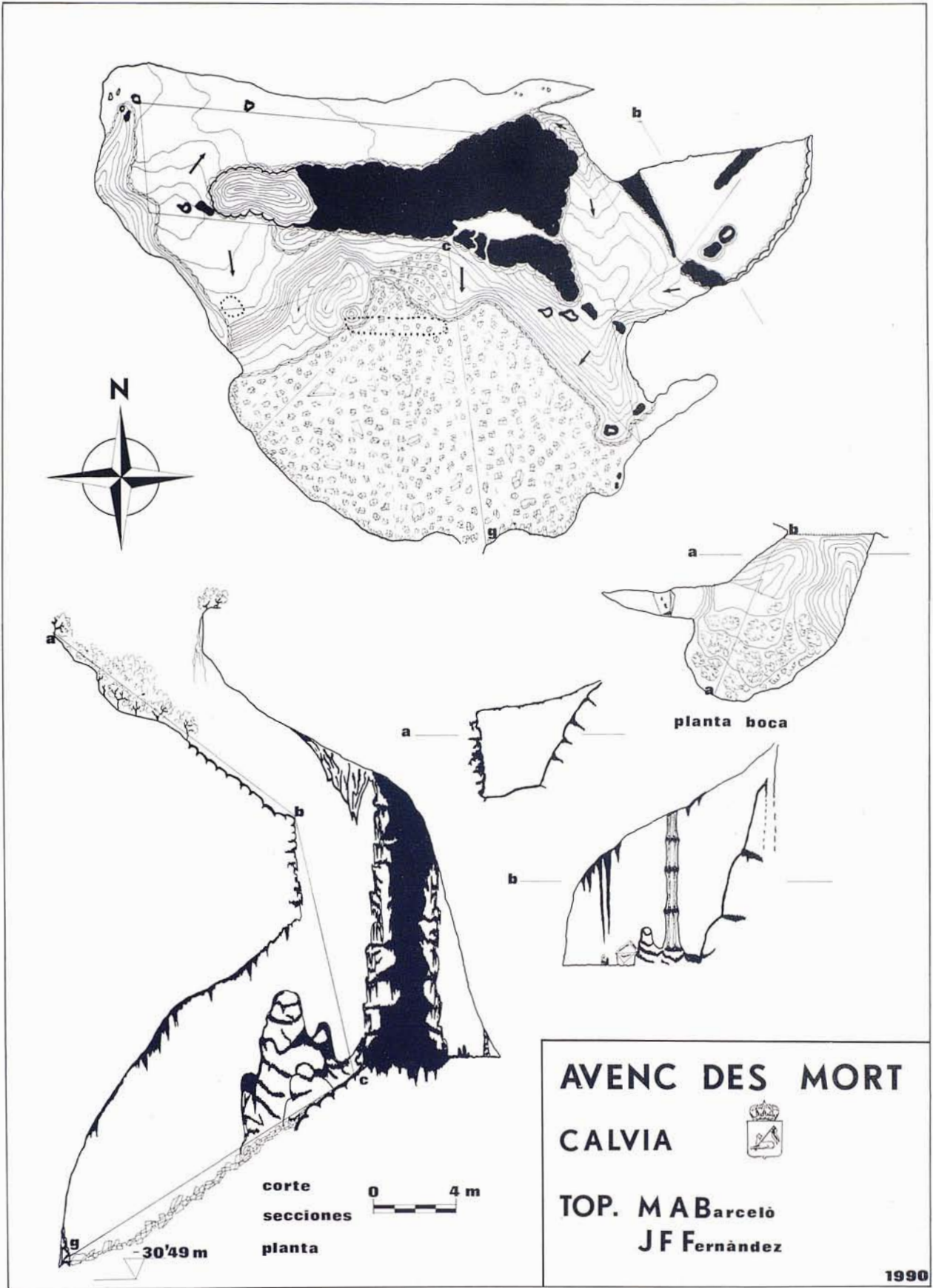


Foto 3:  
Restes humanes trobades l'any 1978 a l'avenc des Mort.  
(Autor M. A. Barceló).



**AVENC DES MORT**

**CALVIA**



**TOP. M A Barceló**

**J F Fernández**

**1990**



Foto 4:  
Polígons de retracció de la cova d'en Domingo. (Autor M. A. Barceló).

gament camí empedregat, del qual encara queden vestigis. Així, són visibles els solcs dels carros que transitaven pel camí i que devien transportar llenya, carbó o pedra. Actualment la vegetació cobreix gairebé tot l'antic camí i, juntament amb l'erosió causada per l'aigua, ha deixat només qualche tram observable d'aquelles èpoques, ja històriques.

L'entrada de la gruta està retocada. Es degué ampliar el buit inicial, que s'intueix que era reduït. Així, es pot apreciar la marca d'un barrobí a un costat, a més d'una paret seca a l'altre. També l'esplanada del seu interior està anivellada per tal de poder-hi romandre els treballadors. S'ha de tenir en compte que les tasques dels ocupants, de vegades es perllongaven durant períodes de temps llargs i que aquests refugis naturals constituïen un bon lloc com a abríc. Altres modificacions es veuen a un bell conjunt de columnes alineades i emmarcades per un mur de pedra seca. Probablement, per efecte d'alguna torrentada, va entrar aigua carregada de sediments, fent que les partícules fines transportades per l'aigua es dipositassin al fons de la gruta, que devia de quedar embassada. Després s'hauria d'anar eixugant lentament per arribar a produir els polígons de retracció, de més de 30 cm de profunditat, que es troben al punt més fondo de la cavitat (foto 4).

### CRUI DES PINET

Localitzat al coll des Pastors, entre el camí que duu al puig d'en Bou i el camí que va per la coma Fosca cap a la coma des Barranc des Sec. Es tracta d'una cavitat clàstica, estructurada sobre una fractura de direcció NE-SO, amb una inclinació del pla de fractura superior als 40°. D'un extrem a l'altre la gruta fa 33 m i el desnivell es de -12 m. Es varen efectuar tres desobstruccions entre els blocs que reblen la cavitat a diferents llocs, però que permetien veure més enllà, a través d'ells, possibles continuacions. La cavitat té poques formes reconstructives, ja que només destaquen diverses colades pavimentàries, poc potents, presents a diversos llocs.

Probablement la gènesi d'aquest crui està relacionada amb la cova des Pastors, que es localitza a la seva proximitat.

Darrere d'una de les desobstruccions es va trobar, al lloc assenyalat a la topografia amb un asterisc, un fong d'una espècie encara per determinar.

### AVENC DES PASTORS

Situat a la capçalera de la coma Fosca, molt prop del camí que duu a la coma del mateix nom. És la segona cavitat més profunda de la zona estudiada, ja que

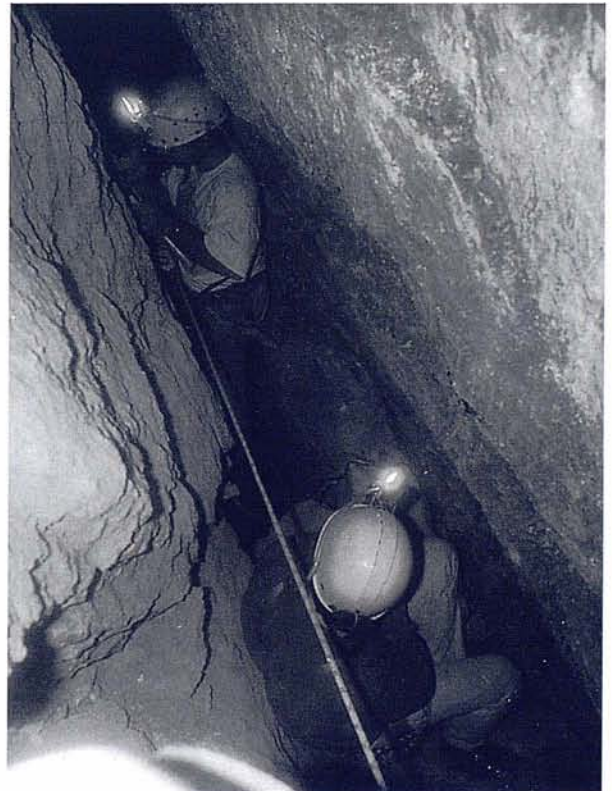
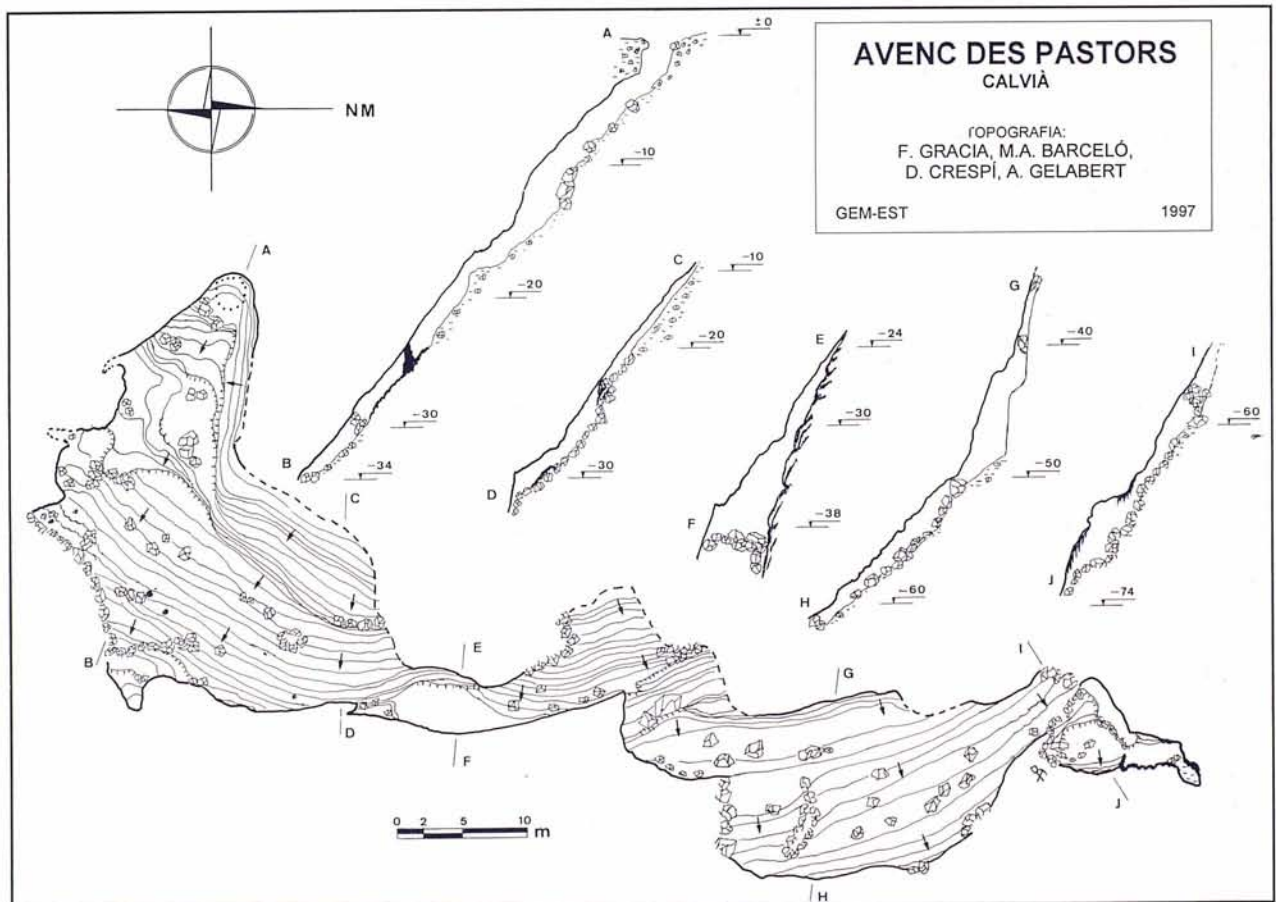
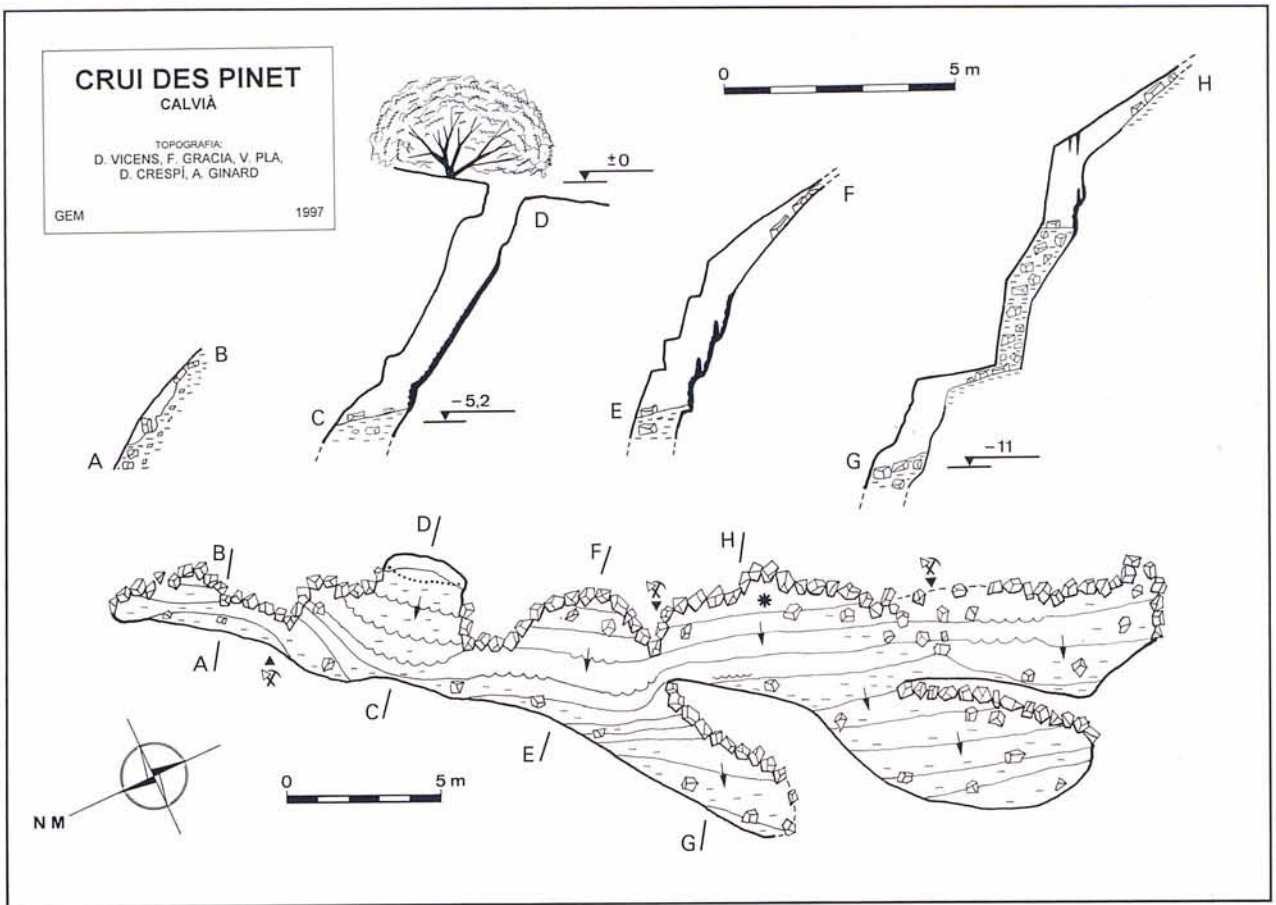


Foto 5: Instal·lació d'un fraccionament a l'avenc des Pastors. Es pot apreciar en aquest lloc l'estretor de la fractura. (Autor M.A. Barceló).



assoleix els -74 m. La morfologia que adquireix la planta és molt curiosa, allargada, i es va fent cada cop més fonda a mesura que s'avança lateralment cap al N. Aquesta forma delata el seu origen clàstic. És necessari emprar material per accedir-hi. Cal davallar amb corda, gairebé una trentena de metres, per després avançar lateralment, progressant amb esment per qualque tram descompost fins arribar a la cota -31 m, lloc on una dolenta instal·lació natural i un spit d'expansió (foto 5 i 6) porten fins als -56 m. Aquesta zona té bastant de volum i es va poder continuar endavant després d'haver efectuat una desobstrucció per un pas molt delicat, que porta fins al punt més fondo de l'avenc, -74 m. El desplaçament que s'efectua supera àmpliament el centenar de metres i la inclinació de la fractura es troba normalment entre els 50° i els 70°.

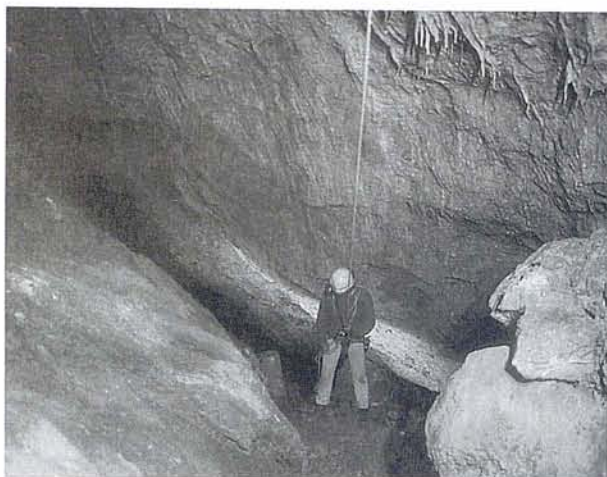
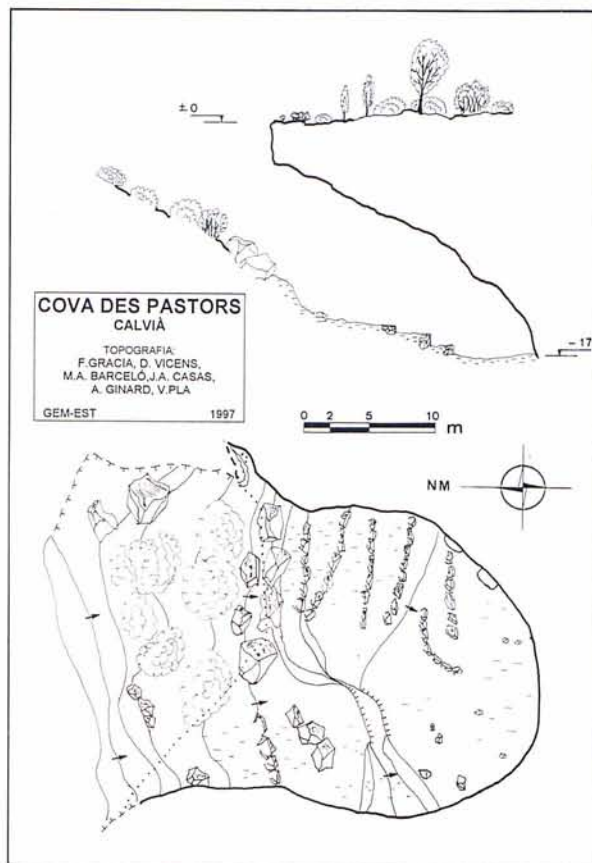


Foto 6: Davallada cap a la cota -56 m a l'avenc des Pastors. (Autor M. A. Barceló).

Sembla que es va produir per una megaclassa amb desenvolupament clàstic i subsidència. Un rebliment per al·luvions i una posterior reexcavació, produïda per l'aigua, destapà la boca i li donà l'aspecte actual. S'aprecien més clarament els al·luvions per tota la paret E de la caverna. És una cavitat molt poc concrecionada, ja que, a pesar de la seva mida, únicament hi ha alguna colada estalagmítica i unes poques formes zenitals i pavimentàries molt puntuals. Durant l'hivern, quan es feien les tasques de topografia, s'hi observà l'entrada d'aire fred que davallava cap al fons de la gruta i feia que la temperatura hi fos bastant baixa.

## COVA DES PASTORS

Es troba enclotada a les proximitats del coll del mateix nom. És una sala de gran mida i ben il·luminada, encara que amagada i no visible des del camí, per l'entrada subvertical i la presència de vegetació. És una mostra de l'interès etnològic d'aquestes cavitats, ja que s'hi han trobat restes d'ocupacions humanes, parets d'època no determinada, i abundants reacondicionaments per a la seva utilització. Aquestes obres consisteixen en



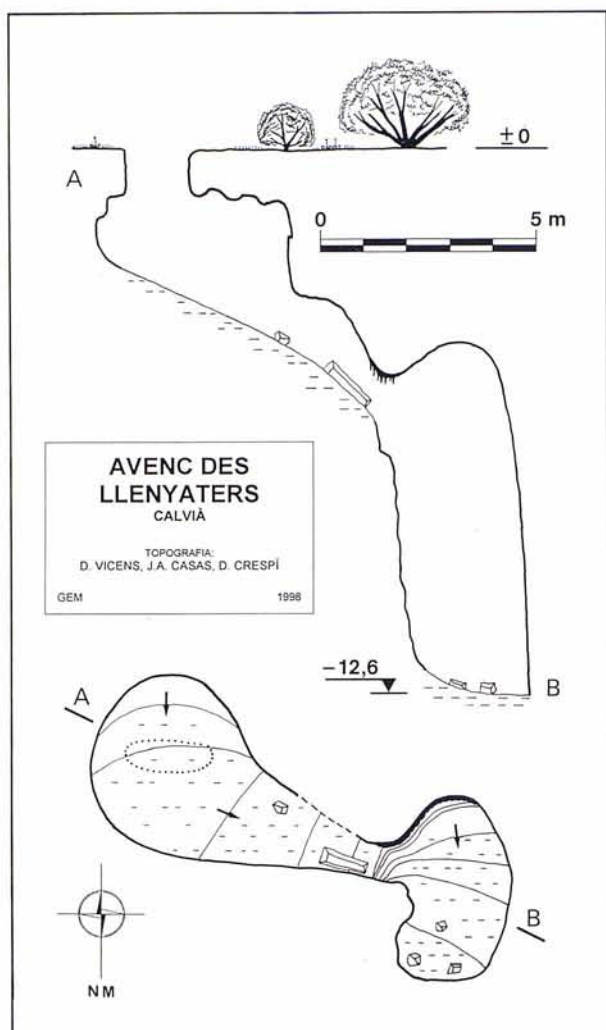
escalonaments per accedir a l'interior i replans amb habitacions molt desmantellades. Per recollir l'aigua al costat SE de la gruta es va fer una canaleta, de cronologia indeterminada, tal vegada reacondicionada en temps posteriors amb ciment mallorquí. La cova, molt il·luminada, amb aigua, i arreglada, constitueix un bon refugi. Després dels incendis dels anys 70 es va emprar, per part dels llenyaters vinguts de la península, per tenir-hi els cavalls, la qual cosa va provocar una destrucció de l'antic sòl i de les diferents estructures.

La gènesi és d'esfondrament i assoleix els 17 m de fondària màxima.

## AVENC DES LLENYATERS

Situat al petit puig que separa el camí que duu a Gènova des del puig Gros. Consta d'una sala de direcció NO-SE dividida per una estreta, lloc on es produeix una forta davallada que porta als -13 m. A la part de l'entrada les parets estan formades per al·luvions consolidats. L'antiga cavitat es degué reblir d'al·luvions i, posteriorment, va patir un procés d'enfonsament que abocà a l'estadi actual. Presenta pocs fenòmens litoquímics, exceptuant una colada pavimentària i algunes formacions zenitals.

És una cavitat que recorda, per l'aspecte, l'avenc de sa Pols.

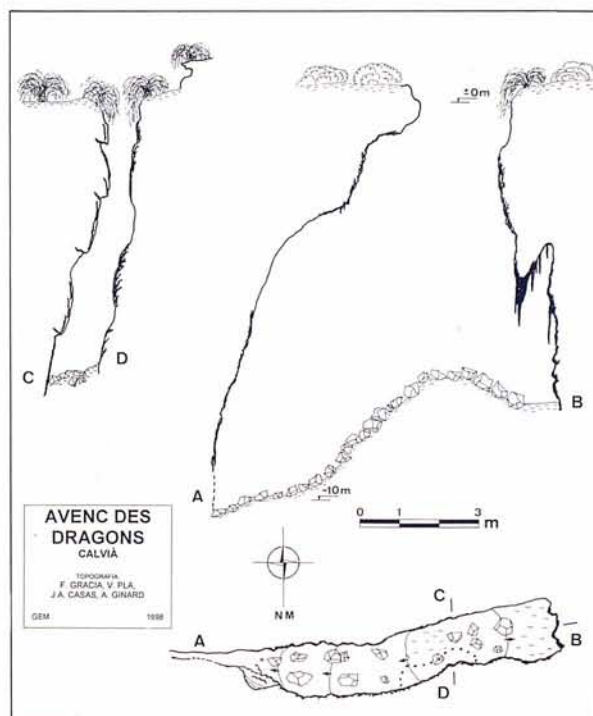
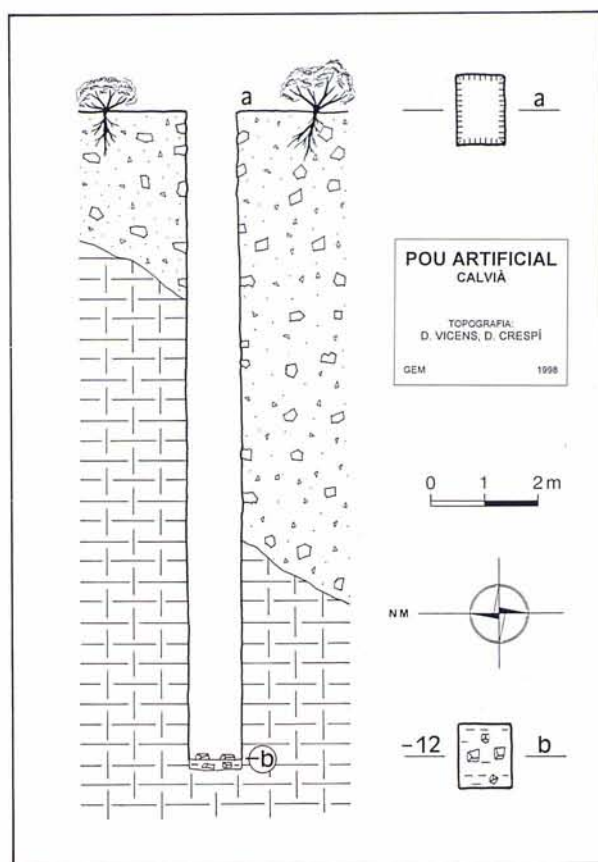


### POU ARTIFICIAL

Està enclavat a la cota 475 m, més alta que l'avenc des Llenyaters, a un replà elevat del terreny. Es tracta d'un pou artificial de 12 m de profunditat i de secció quasi quadrada (1 x 1'2 m). Els 8 primers metres de la cara S i els 3'5 m de la N són al·luvions i, per sota d'ells, apareix la roca mare, calcàries massives del Lias. Per la seva situació damunt d'un turó es descarta que es fés per cercar aigua. Possiblement es tracta d'una cata per a trobar guix.

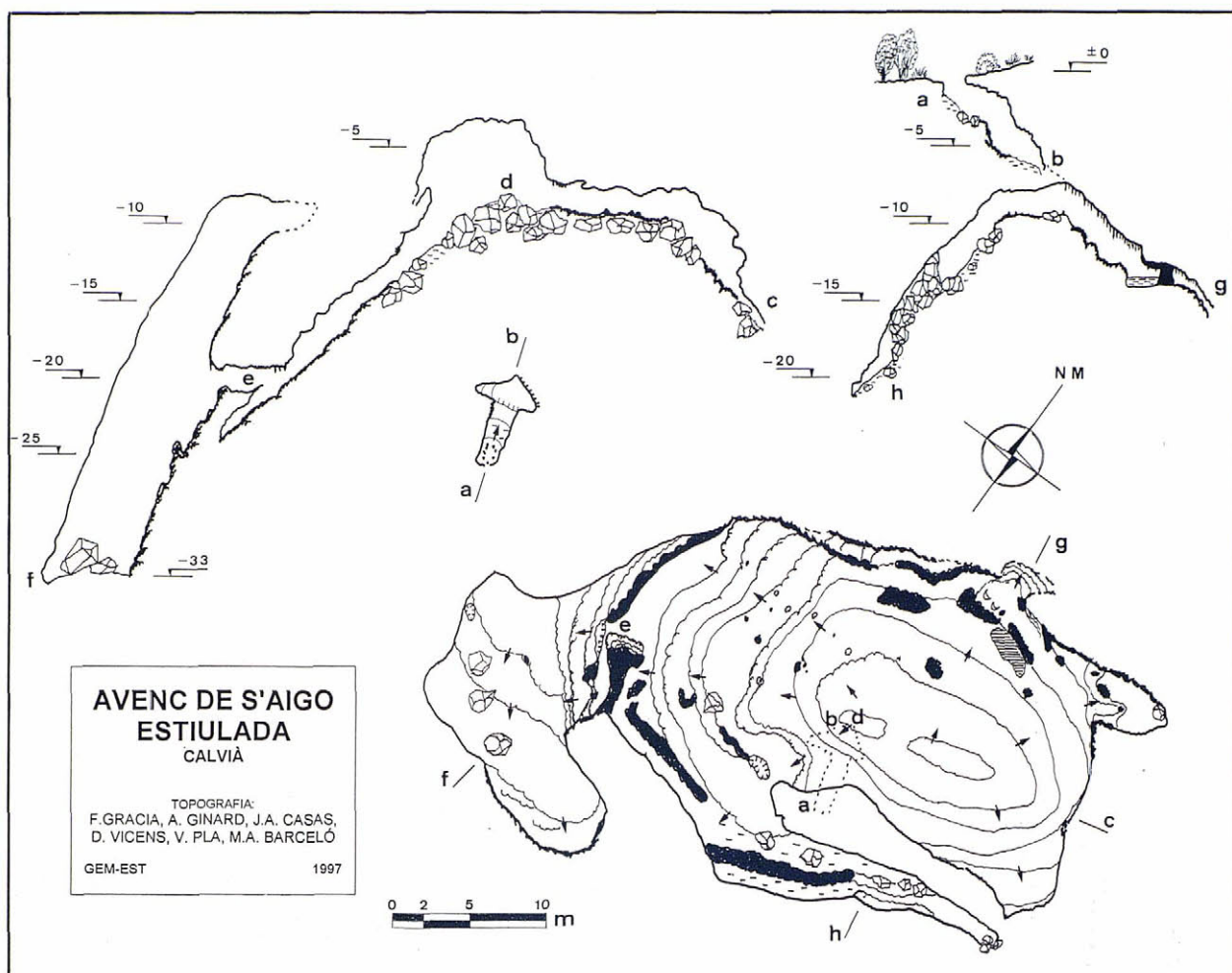
### AVENC DES DRAGONS

La boca s'obre just damunt d'un turó. Presenta una entrada allargada, de 2'2 x 1'1 m, que segueix la direcció de la cavitat ENE-OSO. A l'exterior es poden apreciar restes de colades erosionades. S'ha generat per una fractura de forta verticalitat, en comparació amb el pendent que acostumen a tenir les fractures generadores de les formes hipogees d'aquesta serra. És un avenc bastant concrecionat, amb colades parietals, banderes i formes arborescents. La fractura es fa estreta i es tanca, a més, pels revestiments litoquímics, que impossibiliten la progressió.



### AVENC DE S'AIGO ESTIULADA

Es localitza a només uns pocs metres per damunt del camí que duu al coll des Pastors. Es tracta d'una sala de 48 x 24 m, que segueix una direcció NE-SO, a mesura que va davallant fins als -33 m. Aquesta descripció



simplificada es veu en realitat alterada pels despreniments i reompliments litoquímics, que han donat a la gruta un aspecte més complicat. S'observa clarament una gènesi clàstica amb l'enfonsament de la sala per subsidència del fons, procés que, juntament amb l'aigua, sembla haver originat la boca i la petita galeria d'accés, que comuniquen per un balcó penjat amb la sala. La sala comença al punt que correspon a la projecció del balcó i davalla en totes direccions a través del con d'enderrocs, tancant-se pels costats a mesura que l'esclatxa es va fent estreta. També els blocs tanquen el pas, podent-se franquejar algunes d'aquestes obstruccions si es sortegen lateralment. Aquesta morfologia ens duu a pensar que només tenim accés a una part del fenomen original. A través d'un pas a la cota -20'5 m comunica amb una extensió de la gruta, però amb un pendent de 65-68° què adquireix l'aspecte d'un pou fusiforme. És la zona més bella de la cavitat i on es veuen diverses fractures, possiblement generadores del pou. Els fenòmens litoquímics són ben evidents, especialment en forma de colades pavimentàries i alguns massissos estalagmítics que recobreixen obstruccions de blocs, així com diverses formes arborescents lligades a la colada. S'aprecien processos de reajustament per solifluxió. La part del pou és la més influenciada per l'aigua. Hi ha marques que

evidencien que ha actuat en temps pretèrits com a engollidor

Al costat N de la sala, zona de processos litoquímics actius, vora una bassa reacondicionada en part per aconseguir emmagatzemar més aigua, es van trobar fragments de ceràmica indígena i romana. També es van trobar restes de *Myotragus balearicus*, englobats parcialment per les colades.

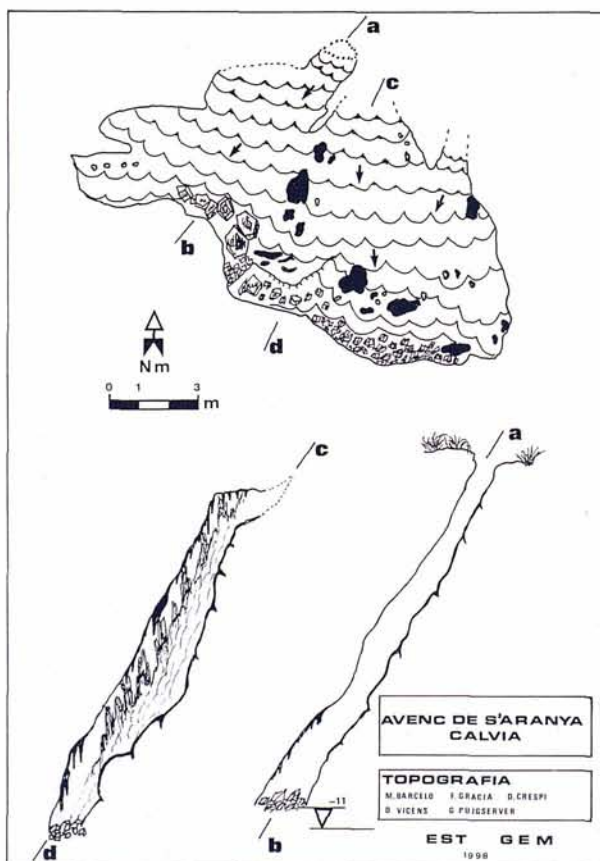
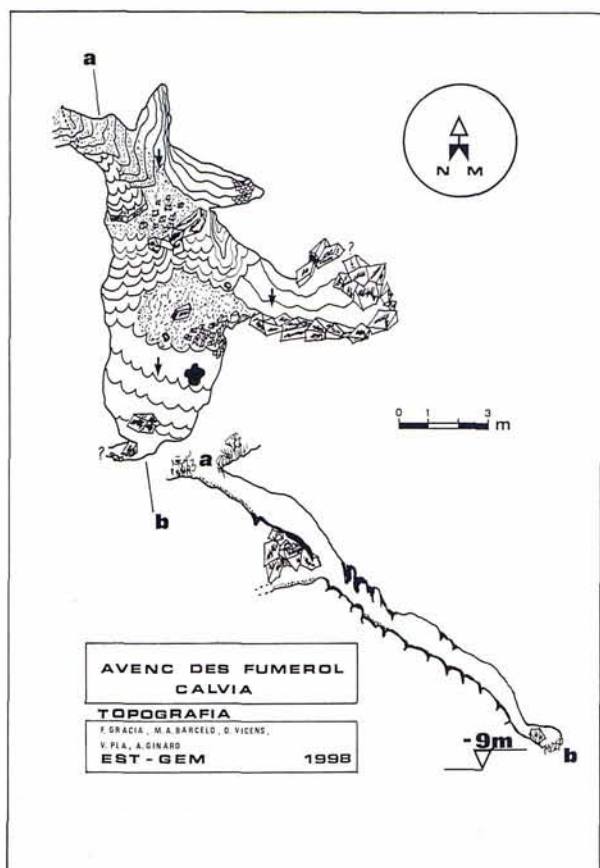
#### AVENC DES FUMEROL

Es va trobar prop de l'avenc de s'Embut, en observar un dia de molt de fred, un fumerol que sorgia darrere unes mates, format per la condensació del vapor d'aigua de l'aire calent procedent de l'avenc en sortir a l'exterior. La cavitat segueix una fractura de tendència NO-SE, amb unes dimensions modestes i, com és habitual, amb les zones baixes tancades per blocs. Presenta abundants concrecionaments, alguns d'ells molt actius.

#### AVENC DE S'ARANYA

Situat a escassos metres del camí que porta de Gènova al coll des Pastors, la petita entrada ens porta a un pendent de 13 m de longitud i 55° d'inclinació, què és pròpia de l'esquerda. La fractura té direcció NO-SE, i es





troba molt concrecionada per una bella colada estalagmítica, que juntament amb els blocs despresos tanquen la possible continuació de la cavitat. A més d'això, i a pesar de les mides de la gruta, hi són presents una variada tipologia d'espeleotemes, tal com columnes, excèntriques, formacions arborescents, travertins formats sobre arrels, draperies, estalactites i estalagmites amb curioses morfologies que recorden formes orgàniques. Defora de la boca hi ha restes de colades desmantellades per l'erosió.

### AVENC DE S'EMBUT

La cavitat rep el seu nom de la forma de la dolina d'enfonsament on s'obri la boca. Abans dels incendis que afectaren la serra, es trobava dins un autèntic verger. Actualment no hi ha ni un mal arbre per instal·lar la capçalera del pou. Aquest avenc va ésser topografiat l'any 1977 per part de J. Damians i J. Fernández, pertanyents als grups SCM i OEM respectivament, encara que més que una topografia era en realitat un croquis. Les mancances que presentava, especialment per la desviació de 45° de la direcció de la planta, la diferència de cota -83 m, respecte dels -95 m actualment mesurats



Foto 7: Vista parcial de la sala final de l'avenc de s'Embut. (Autor M. A. Barceló).

i altres detalls ens han dut a refer-la totalment. La direcció de la planta de la cavitat és NO-SE, amb un desplaçament horitzontal de 70 m, i el desnivell total de -95 m. L'embut d'entrada porta a un aeri de 15 m, que té aparença de sala ben il·luminada de 15 x 19 m, on un envà separador, parcialment concrecionat i una rampa de terra, diferencien aquesta sala de la continuació natural, situada a una cota inferior. D'aquesta segona sala es davalla pel **tub de ses Pedres**, passant per davall del replà on partim, que no és més que un gran bloc caigut que complica la planta. A partir d'aquest punt, el pendent s'incrementa notòriament, davallant entre blocs estabilitzats fins al començament de la **sala de ses columnes**, on el rost se suavitza. La sala comença a la cota - 60 m, amb diverses rossegures de pedres vingudes de dalt

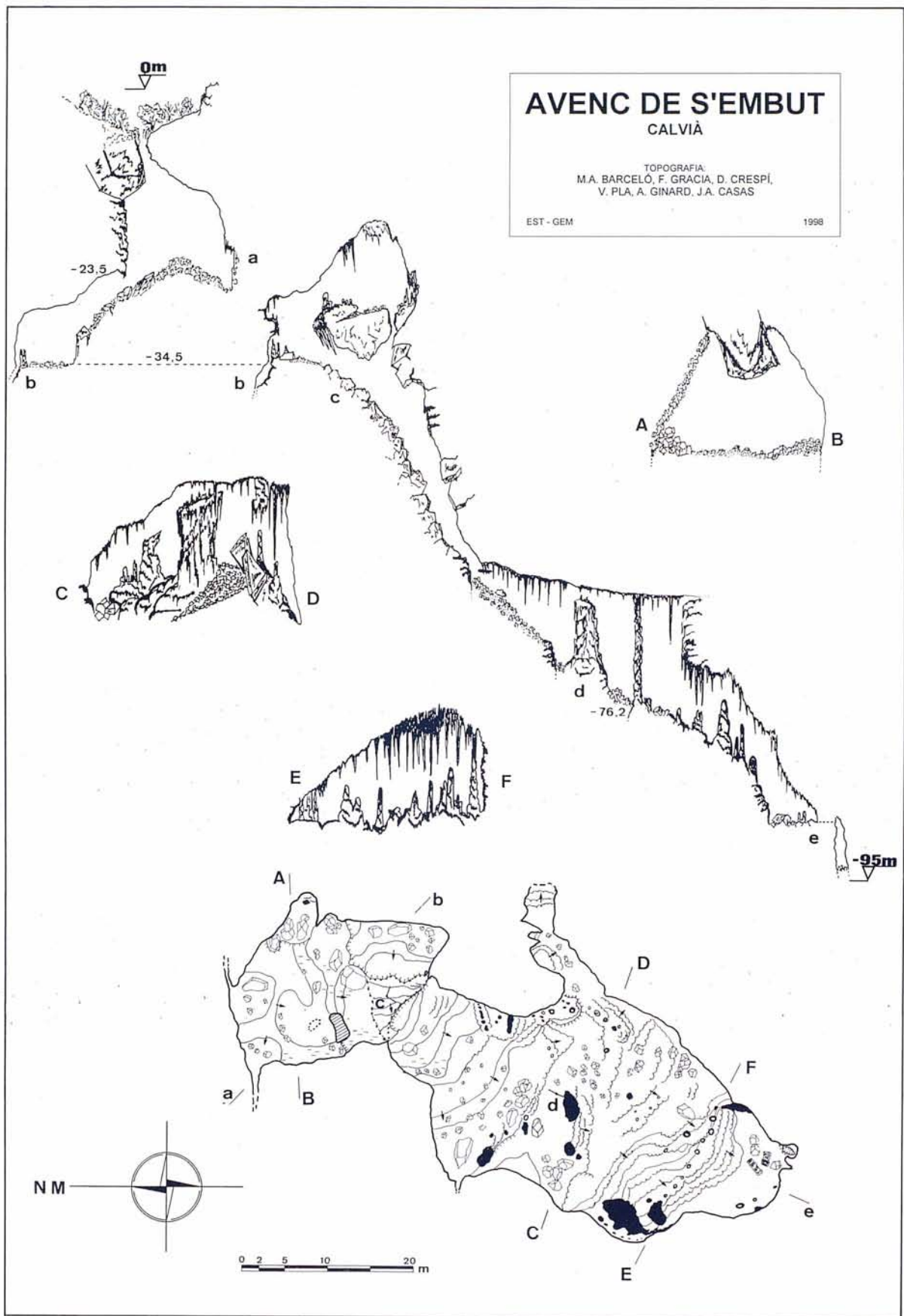




Foto 8: Columna desplaçada i basculada per processos de solifluxió. S'aprecia al sòtil, un parell de metres a la dreta de la columna, el lloc on connectava amb la volta abans del desplaçament que ha sofert per la reestructuració gravimètrica del sòl de la sala. Avenc de s'Embut. (Autor A. Ginard).



Foto 9: Excèntriques de la sala final de l'avenc de s'Embut. (Autor P. Riera).

de la rampa o de l'exterior de l'avenc, que s'acumulen a la sala final. La seva caiguda provoca el trencament d'algunes formacions, donades les característiques topogràfiques de l'avenc.

La característica més definitòria de la sala és l'abundant i espectacular revestiment litoquímic que presenta (foto 7), que ha creat espeleotemes variats, de gran bellesa i dimensions considerables. Destaca especialment una gruixuda columna, separada del sòtil per espectaculars processos de reajustament gravimètric de la base que la sustenta, que han provocat una separació, tant horitzontal com vertical considerable (foto 8). Una altra columna de 13 m d'alçària i 40 cm de diàmetre, situada pocs metres avall i gairebé enmig de la sala, és també una peça singular. A més a més hi ha estalactites i estalagmites de gran mida, colades pavimentàries i excèntriques (foto 9).

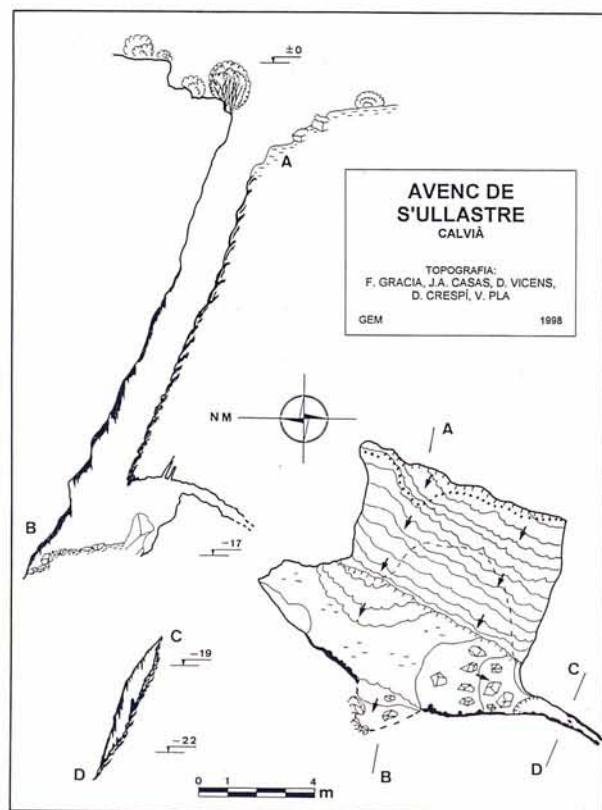
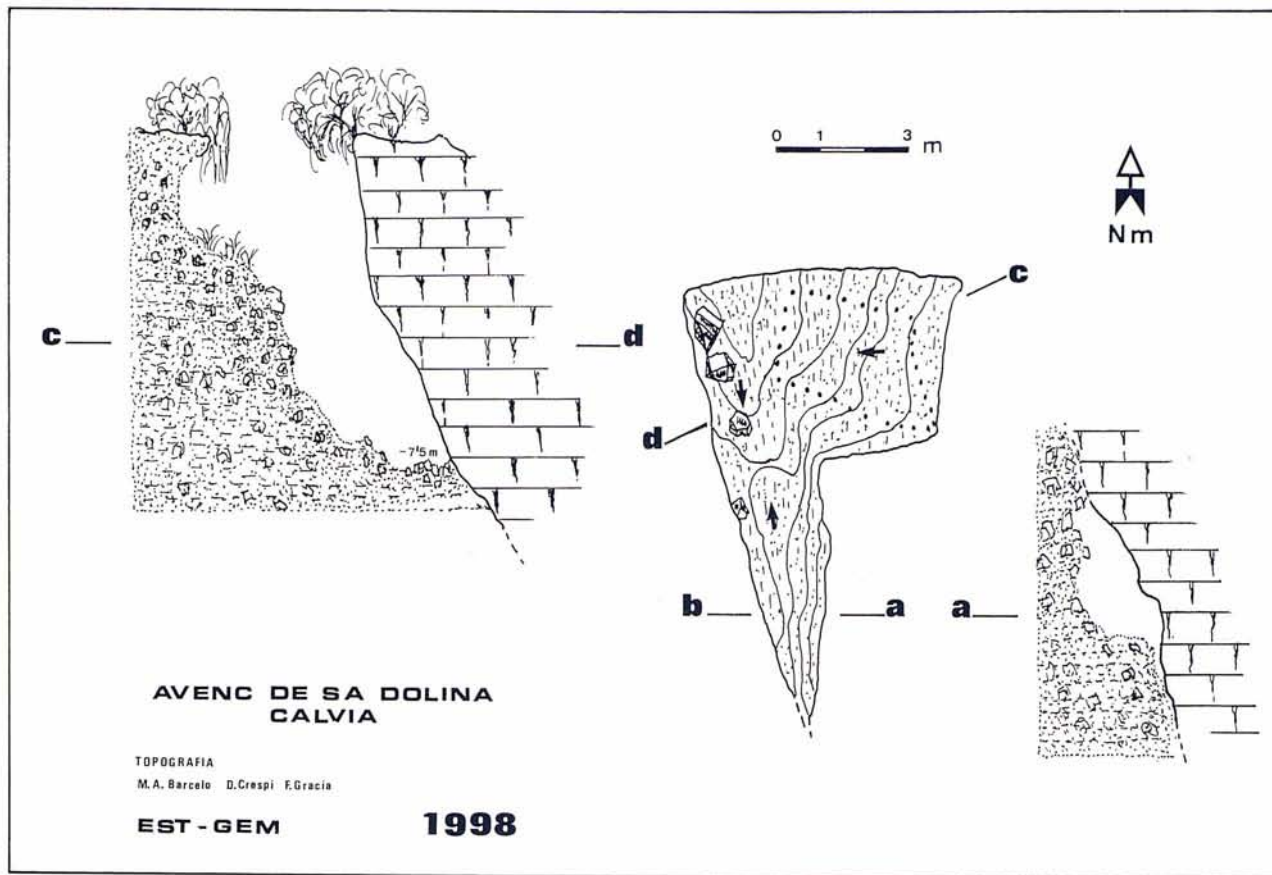
En direcció S es troba l'avenc de sa Dolina. El començament de la seva enclotada està a només uns 20 m del final de la **sala de ses columnes** de l'avenc de s'Embut, seguint la mateixa direcció, cosa que fa pensar en una gènesi d'ambdues cavitats del tot evident. Segurament la continuació natural de s'Embut és aquesta dolina d'esfondrament, actualment incomunicada pels processos de col·lapse que ha sofert.

## AVENC DE SA DOLINA

Es troba a 80 m de l'avenc de s'Embut, en direcció S, aigües avall, continuant pel flanc esquerre de la torrentera a 30 m de desnivell respecte de l'anterior cavitat. Està emplaçat al costat d'una dolina d'enfonsament d'uns 30 m de diàmetre, i pràcticament penjat sobre el torrent. El seu origen està clarament relacionat amb fenòmens d'esfondrament vinculats amb l'avenc de s'Embut. La gènesi procedeix d'una antiga cavitat, que devia comprendre també l'avenc de s'Embut, que es va enfonsar parcialment i patí després una fase de rebliment d'al·luvions que ulteriorment es varen sobreexcavar per l'aigua o bé pel procés continuat d'enfonsament. La boca és molt terrosa amb molts materials extremadament inestables, cosa que fa pensar que la configuració actual no es massa antiga. Aquests materials amaguen la roca mare, que és únicament visible a la paret O.

## AVENC DE S'ULLASTRE

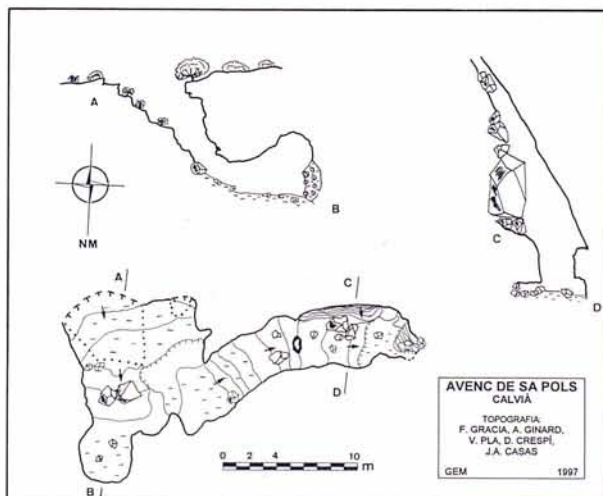
Si es pren un viarany, que parteix del camí principal, a mà esquerra, abans d'arribar a l'altura de l'avenc de sa Pols, cal desviar-se vessant amunt en direcció a l'avenc de s'Embut. La boca segueix la mateixa direcció que la cavitat, NE-SO, i condueix a una rampa de 66° de pen-



dent que porta a la cota -17 m. És possible continuar 5 m més per un costat de la fractura, fins que l'estretor ho fa impossible als -22 m. Durant les tasques de topografia vàrem trobar, al fons de l'avenc, una serp de garriga (*Macroprotodon cucullatus*) en un estat de debilitat manifest, segurament caiguda per accident. Vàrem procedir a la recuperació de l'exemplar per deixar-lo a l'exterior.

#### AVENC DE SA POLS

Es troba devora el camí, sota uns cables d'alta tensió. La fractura segueix la direcció NE-SO amb una inclinació de 60° i un desnivell total de 19 m.



Sembla haver estat completament reblida de sediments i després tornada a buidar. Aquests sediments, desfets a alguns llocs, li han donat un aspecte polsós. Com a moltes de les cavitats de la zona, la possible continuació es troba tancada per blocs.

Els concrecionaments són escassos i poc rellevants.

## Agraïments.

Els autors fan palès el seu agraïment més sincer envers:

– La Societat de Caçadors de Palma i especialment al seu president Sr. Joan Pujol per les informacions i facilitats donades per a la realització d'aquest estudi.

– Els amics J. F. Fernández, Toni Gelabert, Gori Puigserver i Pedro Riera que ens han acompanyat en algunes de les incursions espeleològiques.

## Bibliografia

- BARCELÓ, M. A. (1992): Cavidades de la Serra de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 25-36.
- ENCINAS, J. A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears-any 1997. *Endins*, 21: 103-128.
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades de Baleares (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, J. (1995): L'endocast de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20/ *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GRACIA, F.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M. A.; PLA, V.; CASAS, J. A. i VICENS, D. (1997): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: Puig d'en Bou (Calvià, Mallorca). *Endins*, 21: 37-49.
- GUERRERO, V. (1982): *Los núcleos arqueológicos de Calvià*. Calvià.

## LES CAVITATS DE LA SERRA DES PINOTELLS (Calvià - Estellencs, Mallorca)

per Pere CIFRE <sup>1</sup> i Eduard BELMONTE <sup>1</sup>

### Resum

En aquest estudi es donen a conèixer els resultats de la campanya de prospecció i exploració efectuada a la serra des Pinotells, situada entre els termes municipals de Calvià i Estellencs. Es presenta la descripció i topografia de cinc cavitats inèdites, de modestes dimensions i de gènesi purament tectònica.

### Abstract

In this paper we make know the results of an exploration campaign carried out in the Serra des Pinotells, situated between the municipal districts of Calvià and Estellencs. We present the descriptions and surveys of five previously unpublished caves, all of modest dimensions and of a pure tectonic origin.

## Introducció

Amb aquest article es pretén donar a conèixer una sèrie d'avencs explorats fins ara a la serra des Pinotells i contribuir al catàleg espeleològic d'aquesta zona de la serra de Tramuntana. L'àrea d'estudi es troba situada entre els massissos muntanyosos de sa Moleta de s'Esclop cap al SO, i el puig des Galatzó a l'E. Fins al present, només es coneixia, encara que sense publicar, l'existència de l'avenc des Pinotells, i és ben segur que en fer-se noves prospeccions es veurà notablement incrementat el nombre de cavitats a la zona.

## Aspectes geogràfics

Els terrenys que comprèn la serra des Pinotells, se situen al llarg de dos termes municipals, bona part d'ells ubicats dins el municipi de Calvià, entre la coma des Voltor, el puig de ses Planes, el puig Batiat i el puig des Senyor, i per l'altra en el d'Estellencs, entre la moleta Rasa, el penyal des Morro, el pas des Còssils i el torrent de ses Serveres, assolint la màxima altitud de 730 m al cim des Pinotells i s'estenen de SO a NE, entre la penya Blanca i el penyal del Morro. Aquesta serra actua com a divisòria de les aigües d'aquest complicat sector de la serra de Tramuntana, proporcionant cabal al torrent de ses Serveres i al torrent des Gorgs, els quals formen part

de la vessant hidrogràfica del litoral del NO. Per altra banda, en el sector SE, intervé juntament amb el torrent de s'Esclop i el de ses Planes en la formació del torrent des Galatzó de 23 km de recorregut i 72'87 km<sup>2</sup> de conca hidrogràfica.

## Geologia de la zona

Es tracta d'una zona de gran complexitat tectònica, formada per un bon nombre de falles, que es poden observar perfectament al llarg de la serra i generen escletxes que assoleixen fins a 50 m de longitud, 3 m d'amplada i més de 4 m de fondària.

La serra des Pinotells es troba situada sobre un encavalcament de materials triàsics: margues, argiles, carniols i guixos del Keuper, i està fonamentalment formada per materials juràsics: calcàries, dolomies i bretxes del Lias inferior. Quant a les formes exocàrstiques no hi ha res a destacar, ja que és una zona amb dolomies molt fissurades, que ofereix un aspecte extremadament clivellat. Durant les prospeccions efectuades a la zona s'ha pogut observar que algunes d'aquestes fissures es troben reblides per paquets de calcita cristal·litzada.

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia de l'ANEM, Palma de Mallorca.

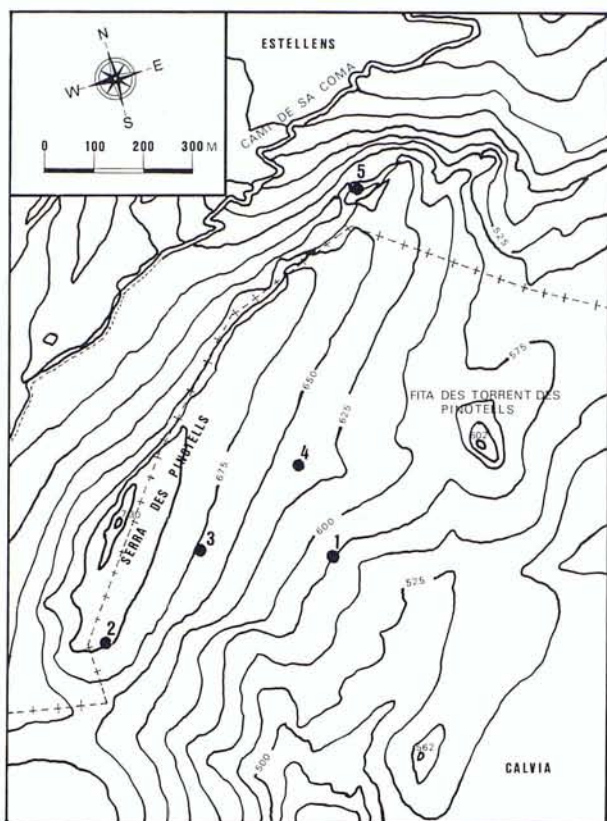


Figura 1: Mapa de la zona i situació de les cavitats. Els números es corresponen amb el text.

## Descripció de les cavitats

Les cavitats que es descriuen a continuació són producte de processos de distensió mecànica molt freqüents en aquest sector de la serra de Tramuntana. Per una banda alguns d'aquests avencs es troben molt prop dels penya-segats situats al NO de la serra, amb els típics desferraments gravitacionals de la masses rocalloses properes als penyalars. Es tracta dels anomenats per GÉZE (1953) *gouffres tectoniques* (avencs tectònics). Per altra banda, aquestes formes hipogees segueixen fractures evidents que poden ésser falles o diàclasis. Les direccions de les fractures generadores de quatre de les cavitats són NE-SO i només en un cas és NO-SE. Els processos litoquímics són poc importants, hi ha escassos revestiments parietals i només alguns espeleotemes al crui des Gorg Amagat.

### 1.- CRUI DES GORG AMAGAT

Coordenades UTM: 453945/4387625-575

Es tracta d'una fractura allargada de direcció NE-SO, a la qual s'accedeix per una boca de 0'6 m de diàmetre que dona pas a un primer pou de 11 m de fondària. Posteriorment es prossegueix per una estreta fissura (punt M de la topografia), des d'on es descendeix novament per una altra vertical fins els -21m. A partir d'aquí els darrers 9 m que falten fins arribar al fons de la

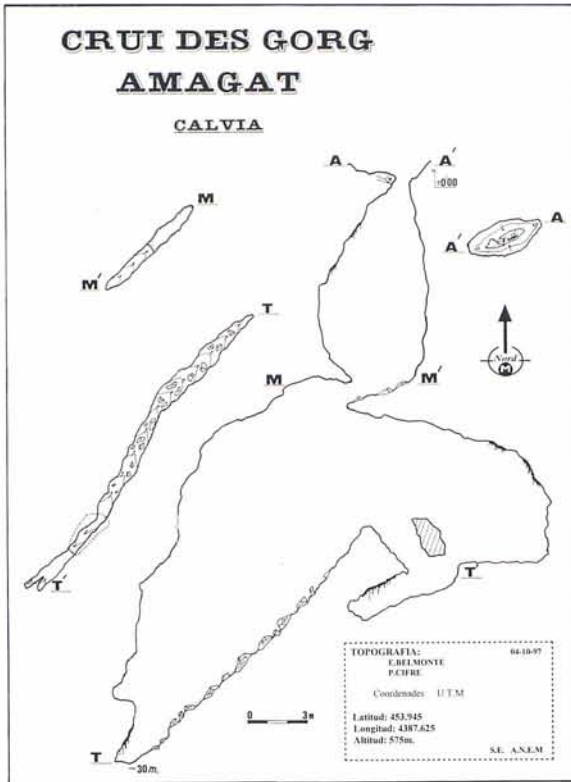


Foto 1: Panoràmica del sector NE de la serra des Pinotells. (Autor P. Cifre).



Foto 2: Al llarg de tota la serra des Pinotells es poden observar falles i fractures de mida considerable. (Autor P. Cifre).

cavitat es poden davallar sense haver de menester material, per entre un gran cúmul de blocs i pedres despreses. De tots els avencs que se citen en aquest article, aquest és l'únic que presenta alguns processos reconstructius, que es redueixen a primes colades parietals i algunes formacions estalactítics d'escassa rellevància.



## 2.- COVETA DE SES BONES HERBES

Coordenades UTM: 453495/4387440-700

La cavitat es el punt preferent d'absorció d'una depressió de petites dimensions situada a uns 200 m de la cota més alta d'aquesta serra, en direcció SE. La boca d'accés de 1'5 m d'alçària per 1 m d'amplada condueix a una rampa de 11 m de longitud per la qual es davalla fins als - 5'2 m de desnivell. Quant a la seva morfogènesi, és una fractura totalment remodelada per l'acció mecànica de l'aigua.

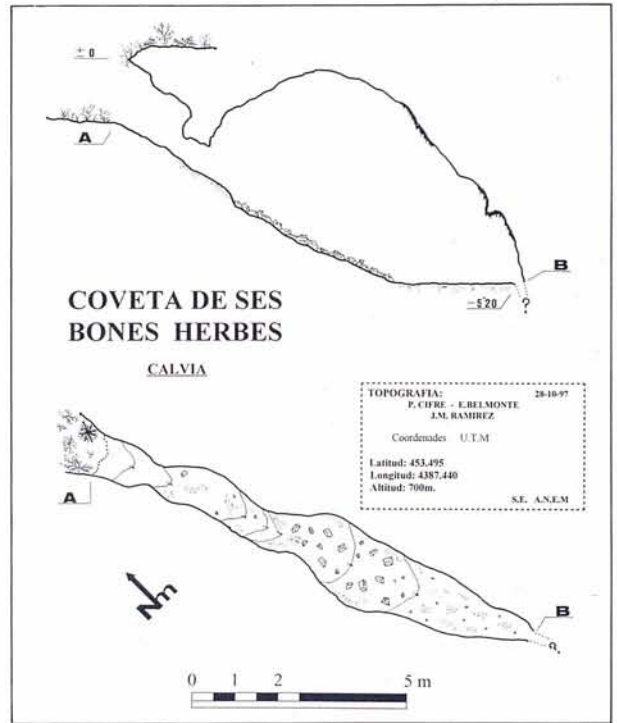


Foto 3: Boca d'accés al crui des Gorg Amagat. (Autor E. Belmonte).

## 3.- CRUI DES PERDUTS

Coordenades UTM: 453665/4387630-670

Al igual que el crui des Gorg Amagat, es tracta d'una fractura de direcció NE-SO, ampliada pels processos de distensió que han afectat aquesta part de la serra. Es descendeix per un primer pou fins arribar a uns blocs encaixats (punt E de la topografia) des d'on s'avança fins als -14 m. Es continua amb l'ajut de material per una estreta rampa de fort desnivell fins a la cota -31 m, essent la continuació impracticable per l'estretesa del crui.

## 4.- CRUI DE SES MOSQUES

Coordenades UTM: 453865/4387815-640

Després d'un descens vertical de 10 m s'arriba a la base d'una gran fractura gairebé rectilínia, que al mateix que les altres duu una direcció SO-NE. La davallada prossegueix fins assolir els - 27'5 m, desnivell màxim de la cavitat, ja que a partir d'aquest punt la galeria remunta fins als - 24'7 m, lloc on, per l'estretor i la gran quanti-



# CRUI DES PERDUTS

## CALVIA

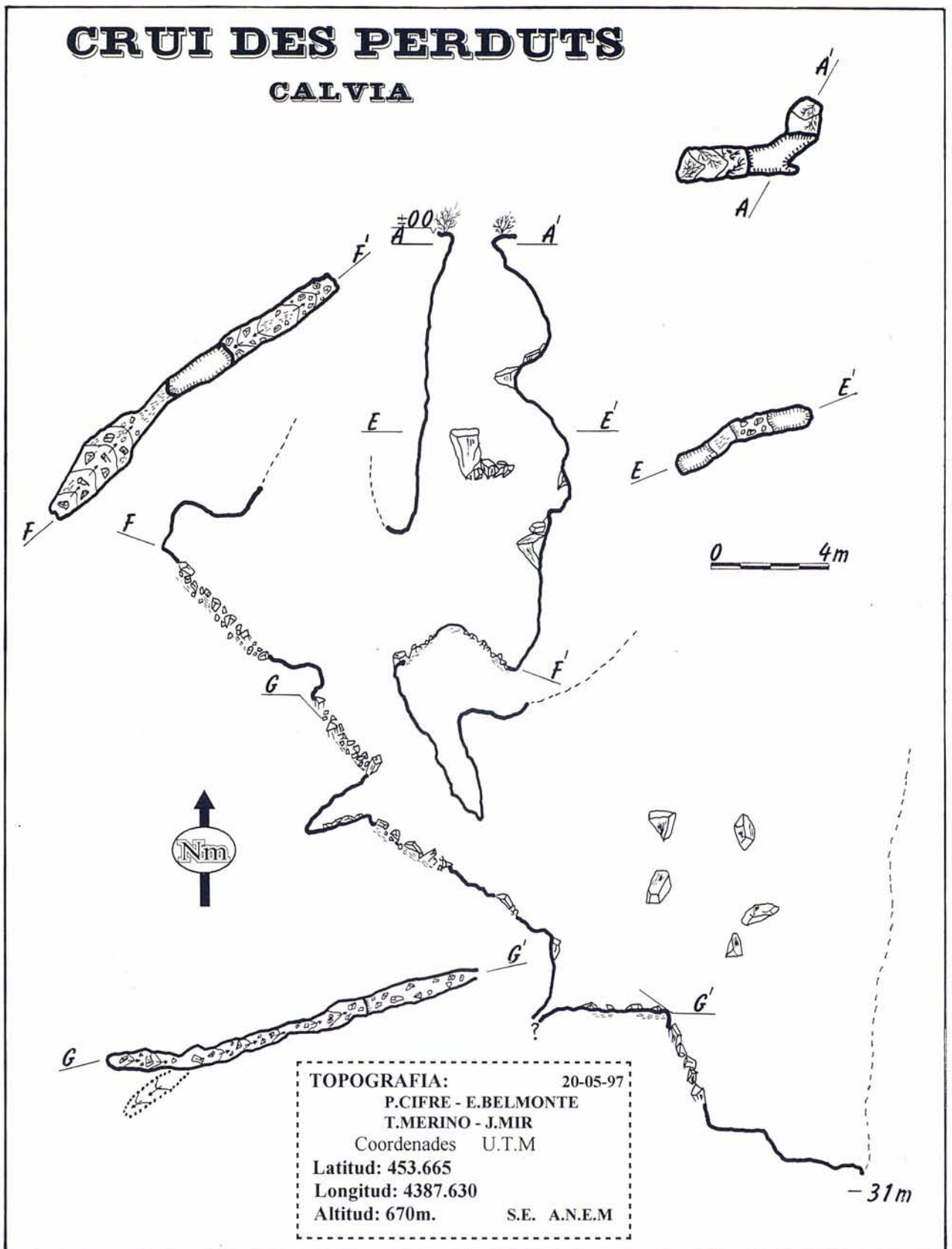




Foto 4: Primes colades pavimentàries a les parets del crui des Gorg Amagat. (Autor E. Belmonte).

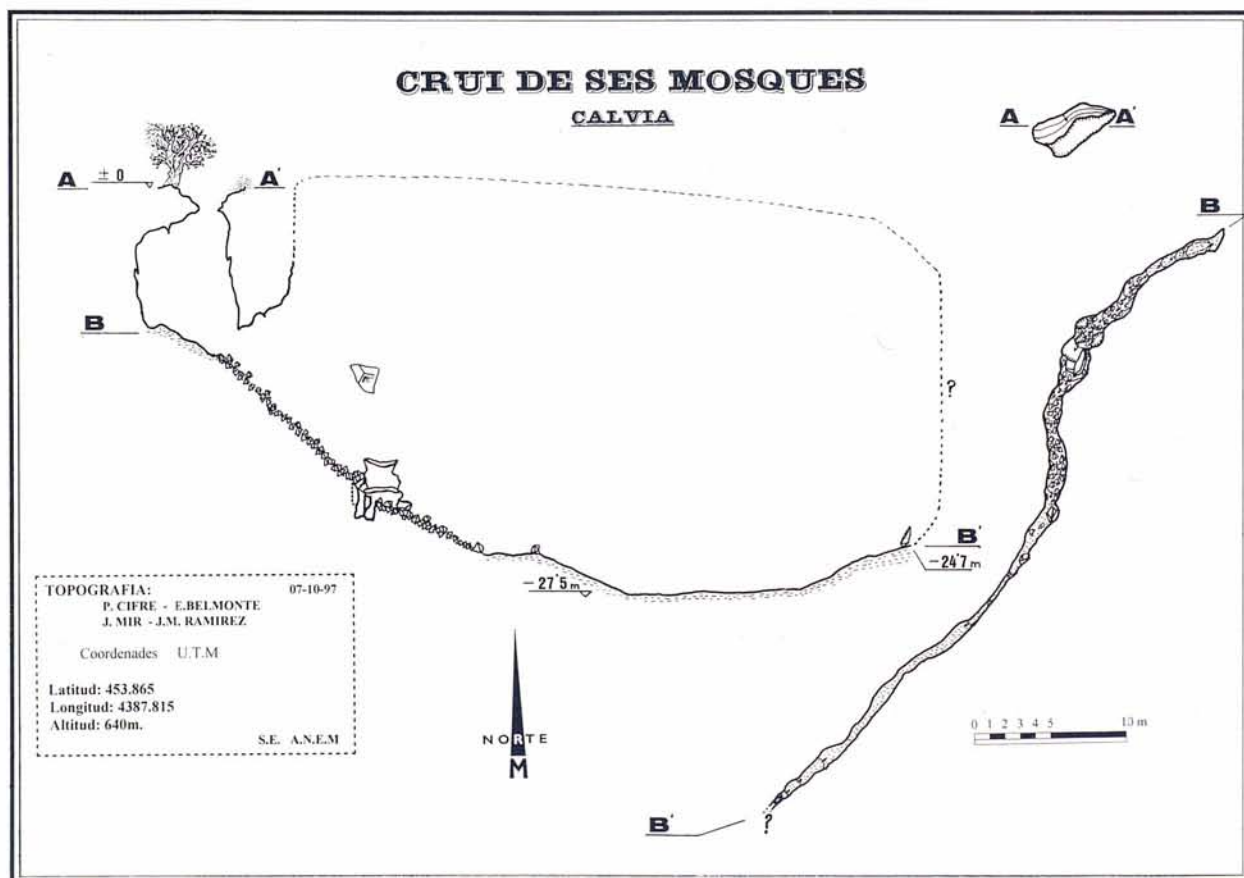
tat de blocs inestables als nivells superiors, es va donar per tancada la topografia.

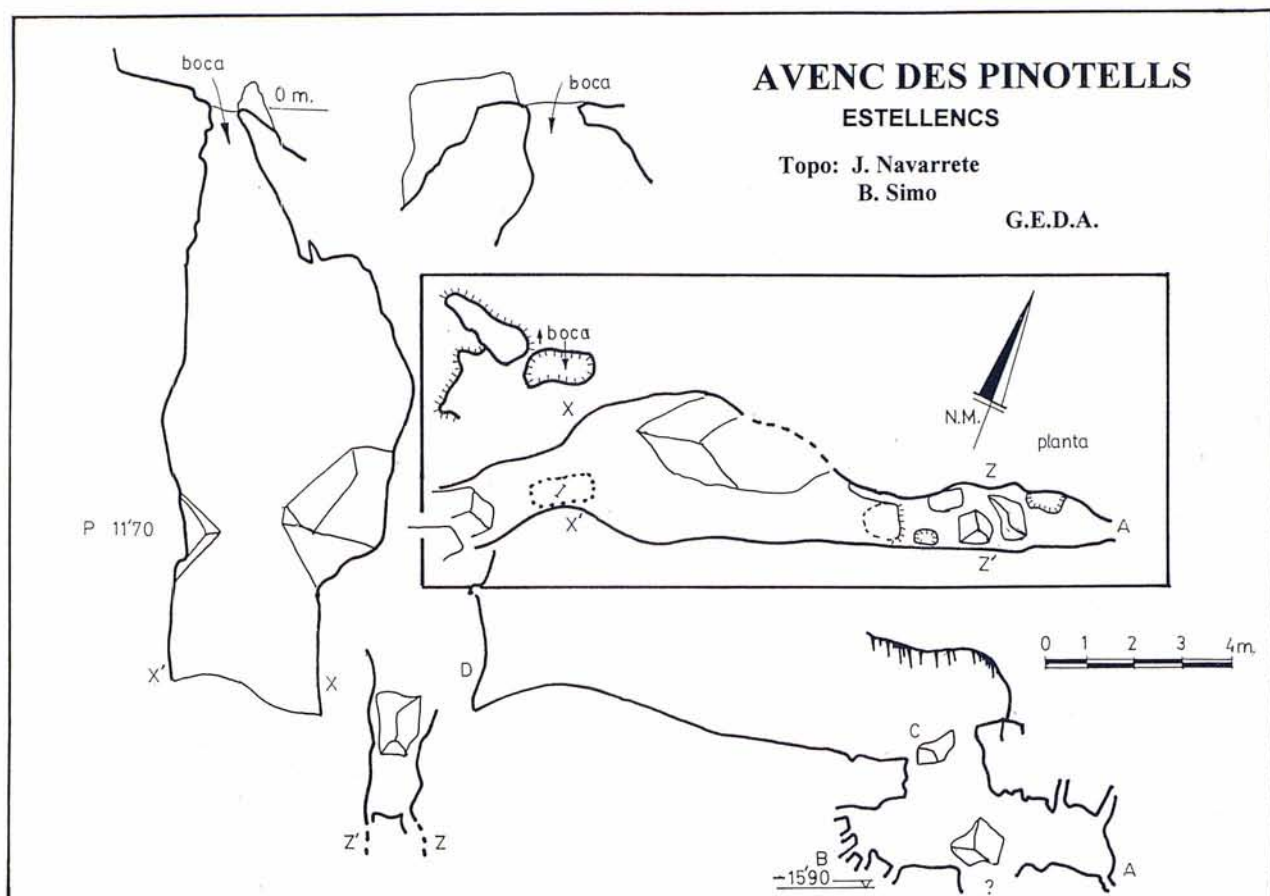
## 5.- AVENC DES PINOTELLS

Coordenades UTM: 453960/4388360-580

Aquesta cavitat situada a la zona septentrional de la serra des Pinotells, va ésser explorada i topografiada pels nostres companys J. Navarrete i B. Simó del GEDA, durant unes prospeccions realitzades al llarg del mes de Març de 1987. Ens ha semblat interessant incloure-la al present treball per donar constància de tots els fenòmens hipogeus coneguts de la zona.

La cavitat està formada per un únic pou de -12 m que porta a una galeria de 9 m de longitud i que després de superar un ressalt arriba als -16 m, punt més fondo de l'avenc. La morfogènesi s'ajusta al mateix model de les cavitats precedents.





### Bibliografia

- ENCINAS, J.A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears - any 1997. *Endins*, 21: 103-128.
- FORNÓS, J. J. i GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica del carst de Mallorca. *Endins 20. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 27-43.
- GÈZE, B. (1953): La genèse des gouffres. *1<sup>er</sup> Cong. Intern. Spéleol.* 2: 11-23. Paris.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. i GINÉS, A (1980): Estudi geoespeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.-Les cavitats del puig den Galileu. *Endins*, 7: 3-16.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA 697: 37-27. *Mapa geològic de España*, escala 1: 50000. Andratx.
- TRIAS, M. (1979): L'avenc de ses Papallones. *Endins*, 5-6: 29-31.
- TRIAS, M.; PAYERAS, C. i GINÉS, J. (1979): Inventari espeleològic de les Balears. *Endins*, 5-6: 89-108.

# ESTUDI GEOESPELEOLÒGIC DEL PUIG DE S'ALZINAR I ELS SEUS VOLTANTS (Escorca, Mallorca)

per Antoni MERINO <sup>1</sup>

## Resumen

En el presente trabajo se dan a conocer diversas cavidades inéditas situadas en la zona comprendida entre el Puig des Senyor Nofre, el Puig de s'Alzinar y el Puig des Coll de Bini. También se ha llevado a cabo un estudio geomorfológico del área.

## Abstract

In the present paper we present a series of new caves located in an area lying between the peaks of Puig des Senyor Nofre, Puig de s'Alzinar and Puig des Coll de Bini. We also present a geomorphological study carried out within this area.

## Situació Geogràfica

La zona descrita en el present treball es troba situada en els contraforts existents a la part NO del penyal des Migdia (massís del puig Major), entre els termes municipals de Fornalutx i d'Escorca. Té com elevacions més importants el puig de s'Alzinar (931 m), el puig des Senyor Nofre (921 m) i el puig des Coll de Bini (832 m).

El límit de la zona cap a llevant l'assenyala la Roca Saltadora i cap a ponent els espadats sobre Moncaira. El puig des Coll de Bini limita la part septentrional i el puig des Cards Colers marca la meridional.

L'accés més ràpid a la zona es fa per la carretera comarcal C-710, que va des de Pollença fins Andratx. Al punt quilomètric 38,1 trobem una pista, que ens situarà al coll des Cards Colers, des d'on podem assolir qualsevol de les cavitats i llocs descrits.

Tots els terrenys objecte d'aquest treball són de titularitat privada, pel que és preceptiu i necessari sol·licitar l'oportú permís per accedir a la zona.

## Geomorfologia

L'àrea estudiada es troba situada en un sector de la serra de Tramuntana afectada per una sèrie d'encavalcaments que condicionen una orografia molt accidentada.

Com a conseqüència d'això, i a causa d'aquestes estructures, es produeixen una sèrie de relleus abruptes que motiven l'existència de penya-segats, al temps que apareixen fenòmens de distensió en els materials que els formen.

Degut a tot això, ens trobem amb una zona i uns materials molt fracturats, amb direcció general de les fractures NE-SO. Aquestes són en molts dels casos paral·leles a l'eix del penya-segat, i n'existeixen d'altres més petites ortogonals a les principals. Quan això succeeix apareixen petits avencs de lapiaz, sense solució de continuïtat. En alguns llocs, on el pendent ho permet, s'acumulen argiles.

Existeix tan sols una dolina localitzada en la part S-SO de la zona de treball. El seu origen està relacionat amb episodis de dissolució, que aprofiten fractures de direcció 15°-195°. Té forma de pastera i està situada a una altura de 795 m, amb unes dimensions màximes de 32 x 26 m. El fons és pla i lleugerament inclinat cap el S-SO. El terra està cobert d'argiles i pedres. No existeix en l'actualitat cap engolidor actiu, ja que l'erosió ha desmantellat part de la dolina, i l'aigua que pot recollir es buida per una torrentera.

En contrast amb això, l'avenc de ses Dues Cuculles, situat cap el S de la dolina i uns metres per damunt del fons actual, degué actuar com engolidor en un estadi més juvenil d'aquesta forma exocàrstica. Cap a l'E la

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia de l'ANEM.

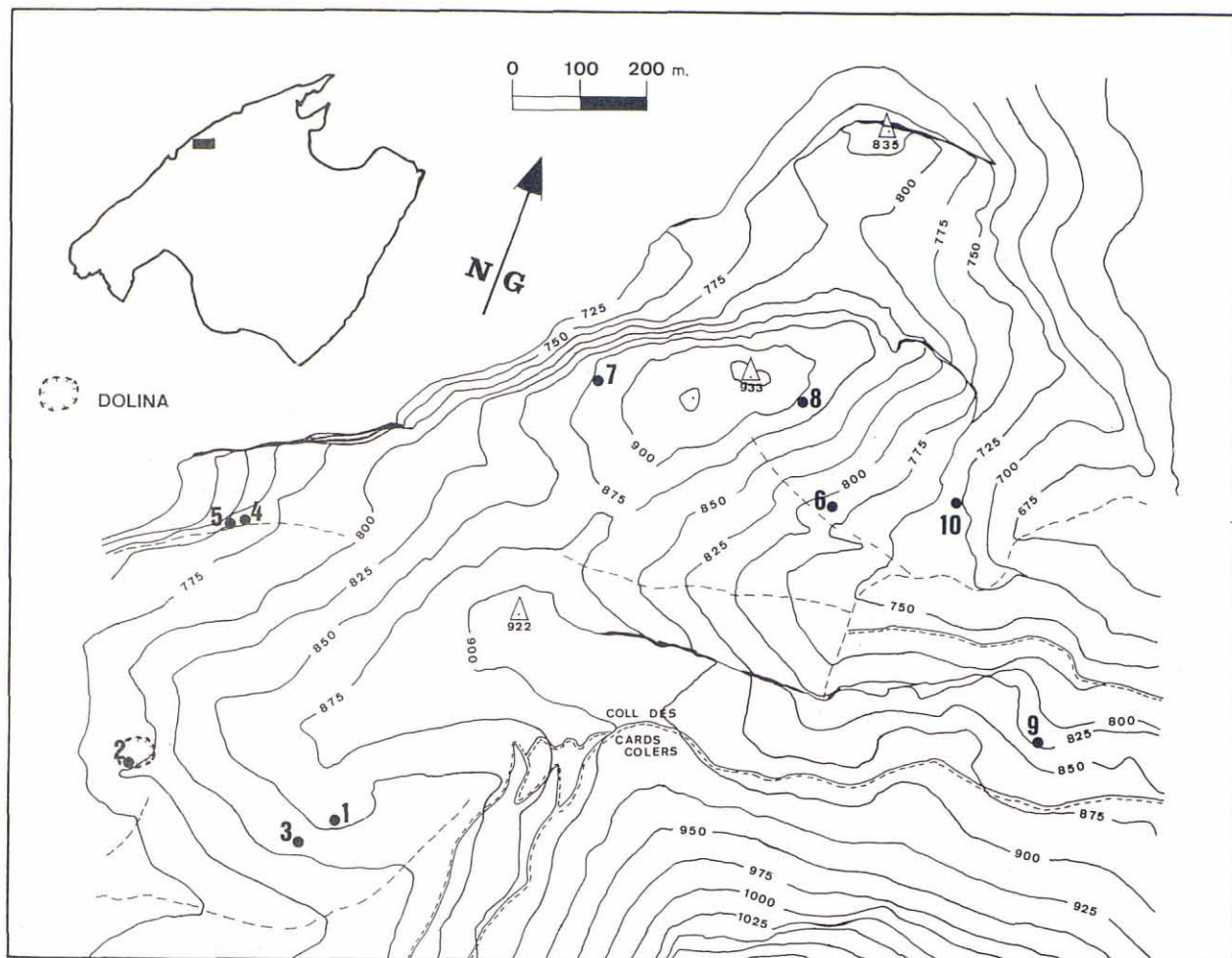


Figura 1: Mapa de la zona explorada i situació de les cavitats. Els números es corresponen amb els del text. Cortesia de la Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori. Govern Balear.

dolina està tancada per un talús rocós, ple de formes de *Rillenkarren* en les parts més verticals, mentre que en les zones amb menys pendent observem una sèrie de *Maänderkarren* poc profunds. En direcció O la dolina s'obre cap el S-SO.

Semblen distingir-se restes d'una altra dolina, desfeta per l'erosió, a una altitud d'uns 830 m i pròxima al camí que duu al coll des Cards Colers.

No existeix cap font d'importància que sigui alimentada per les aigües recollides per aquest sector de la serra de Tramuntana. Però val la pena assenyalar l'existència d'una petita surgència temporal, el forat de sa Coma Estreta, que tan sols entra en funcionament després d'importants precipitacions, com s'ha pogut comprovar en alguna ocasió. Aquesta surgència desguassa part de les aigües que recull d'un sector del vessant E del puig de s'Alzinar.

S'ha localitzat també una antiga forma de conducció: la cova de sa Roca Saltadora, actualment inactiva.

## Àmbit geològic

L'àrea d'estudi es caracteritza per l'existència d'una sèrie imbricada d'encavalcaments, amb cabussament SE, que condicionen una orografia peculiar, que en forma de graons de pedra van des del coll des Cards Colers fins la muntanya de Moncaira. En general les zones més esquerpes es corresponen amb materials del Lias inferior, mentre que les més suaus són del Retià, del Keuper o del Miocè inferior.

La litografia dels diferents materials que afloren és la següent, començant des del puig des Coll de Bini fins al coll des Cards Colers: En primer lloc, una sèrie estratigràfica formada per calcàries massives del Lias inferior que formen la part més esquerpa del puig. Mitjançant un encavalcament es posa en contacte el material anterior amb les dolomies del Retià; el segueixen de bell nou els materials calcaris del Lias inferior, que formen en aquest cas la massa del puig de s'Alzinar. A continuació trobem una capa, d'uns 20 m de potència, formada per conglomerats del Miocè inferior. Es tracta de la formació Sant Telm (RODRÍGUEZ-PEREA, 1984), que mitjançant un



Foto 1: Rellars a 780 m d'alçària. S'observen exemples d'estries (*Rillenkarren*), canaletes (*Decantation flutes*) i canals embudiformes (*Rinnenkarren*). (Autor A. Merino).

nou encavalcament entra en contacte amb les calcàries del Lias inferior que formen el puig des Senyor Nofre. A partir d'aquest punt, trobem uns nivells formats per calcàries vermelloses i grises (aquestes darreres amb restes fossilitzades de vegetals del Miocè inferior).

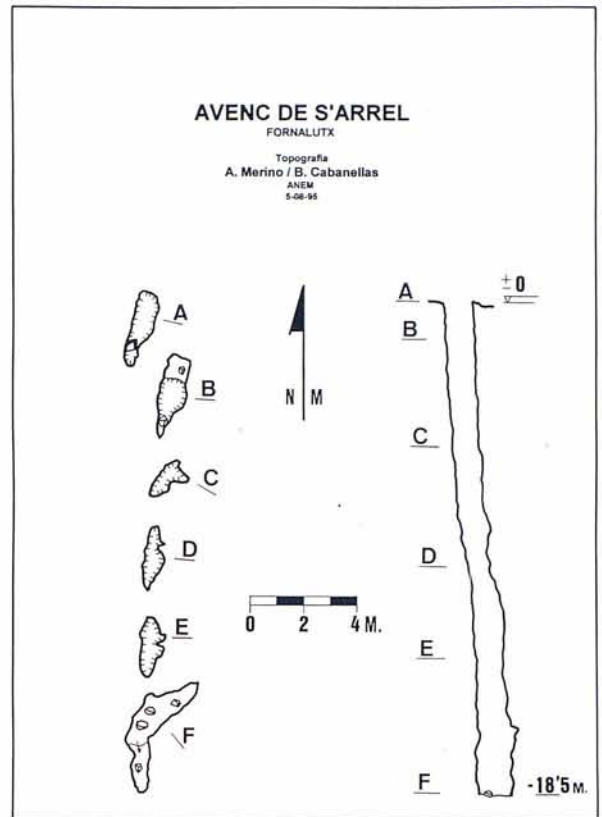
Durant les prospeccions realitzades, es va localitzar el que sembla ser un petit encavalcament pinçat, situat prop de la dolina on es troba l'avenc de ses Dues Cuculles. En aquest lloc, s'observa un aflorament de microconglomerats del Miocè inferior.

## Descripció de les cavitats

### 1.- AVENC DE S'ARREL

Coordenades UTM: 480230 / 4406150 - 855

Avenc de 18 m de profunditat, situat sobre una de les múltiples diàclasis que cobreixen el terreny. La boca, de secció allargada, es localitza gràcies a l'existència d'una figuereta. En les parets de la cavitat trobam petits canals deguts a la corrosió de l'aigua. S'observen també importants colades parietals al llarg del pou que constitueix la cavitat. El fons està cobert de fang i pedres. En



la part S hi ha una rampa que duu al fons de l'avenc, on un engolidor recull les aigües que s'infilten.

La gènesi està lligada a una fractura de direcció NNE-SSO, que té relació directa amb les importants diàclasis que controlen estructuralment la zona.

### 2.- AVENC DE SES DUES CUCULLES

Coordenades UTM: 479925 / 4406070 - 795

Cavitat que es localitza a un costat d'una dolina, uns metres per damunt del seu fons. Té una profunditat de 31 m i està constituïda per un pou principal d'entrada, de mitjanes dimensions, que a una profunditat de 18 m queda dividit en dos. El de la zona més al N és estret i ens condueix fins a un replà on es pot trobar un pas angost que ens duu fins la cota -27,5 m. Per altra banda i tornant fins a la planta situada a -18 m, descendim ara pel pou de la zona S que, d'una forma directa, ens duu fins a la cota -27,5 m. Des d'aquí, i a través d'una estreta fractura, assolim el punt més baix de l'avenc, a -31 m. Actualment la cavitat és un simple pou obert a l'exterior, lluny de la seva antiga funció com element d'engolidor de la dolina sobre la qual aquest pou està instal·lat. En alguns llocs encara és possible observar alguna morfologia, derivada de l'erosió de la roca per l'aigua que abans engolia. En el pou d'entrada existeixen importants formes de corrosió sobre les parets, petits canals i rellars subterranis. No s'observen formes de reconstrucció importants.

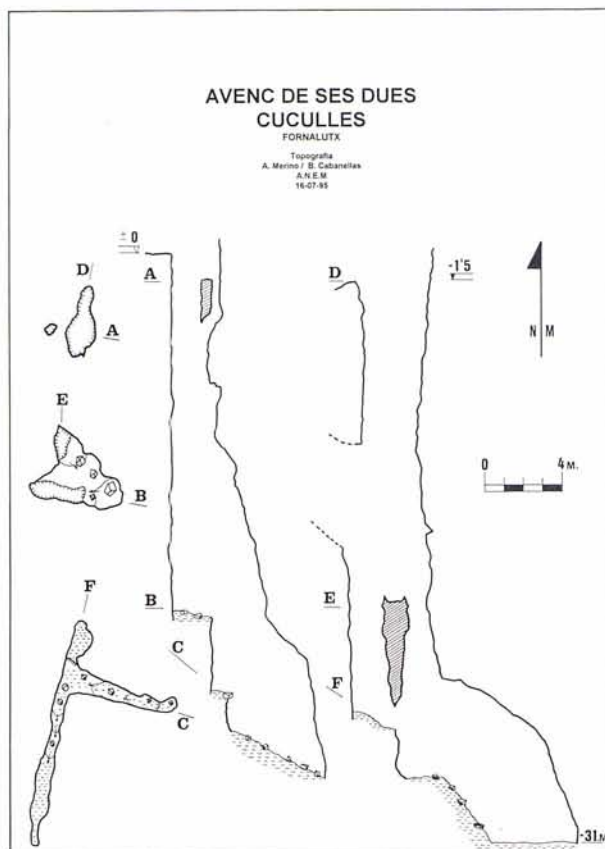


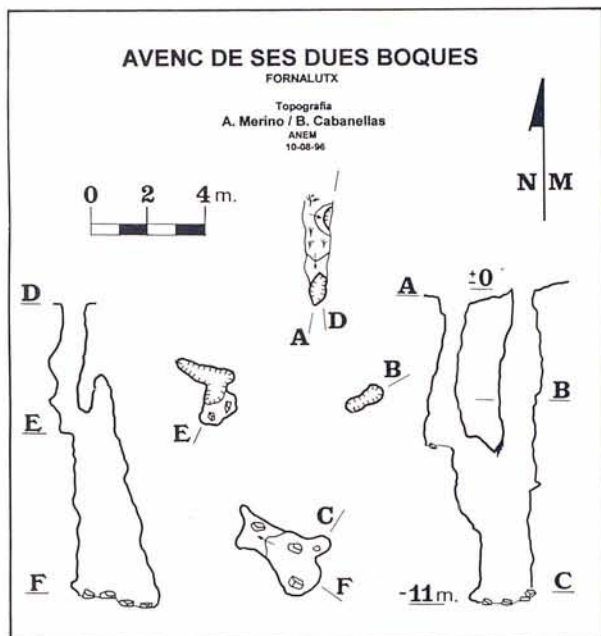
Foto 2: Avenc de ses Dues Cuculles. Boca d'entrada. (Autor A. Merino).

La gènesi està relacionada amb una fractura, de direcció NNE-SSO, que va ésser aprofitada per la dolina per engolir les aigües a l'interior del massís.

### 3.- AVENC DE SES DUES BOQUES

Coordenades UTM: 480200 / 4406090 - 835

Situat a una zona d'importants processos de fracturació, les seves dues boques duen fins una profunditat de 10 m. En períodes de pluja, la boca situada més al N actua d'engolidor de les aigües que circulen per l'exterior. A partir de -5 m tot l'avenc està recobert de colades i existeixen algunes formacions. S'observen a les parets alguns junts d'estratificació. La gènesi sembla provenir de la unió de dues cavitats preexistents.



### 4.- AVENC DES CERO

Coordenades UTM: 479890 / 4406475 - 762

Cavitat ubicada uns dos metres per damunt del jaç d'una torrentera que recull les aigües d'aquest sector. La boca, de forma allargada i amb unes dimensions aproximades de 4 x 1,5 m, ens duu fins el cap del primer pou que forma l'avenc. Aquest té una profunditat de 31 m. Les parets estan recobertes de colades estalagmítiques, menys la paret de la zona SSE on, com a conseqüència de l'entrada i circulació d'aigua des de la boca, la roca no presenta concrecionaments i sí formes de corrosió semblants al *Rillenkarren*. En alguns punts d'aquest pou (veure topografia, secció C), s'observa la presència d'un altre pou, paral·lel al principal, relacionat amb la gènesi de la cavitat. En aquesta mateixa zona SSE, destaquen una sèrie d'escalonaments, conseqüència dels cabussaments dels estrats. El fons es troba ocupat per enderroc procedents de l'exterior i també caiguts del mateix pou. En la part NE, existeix un pas estret, que comunica

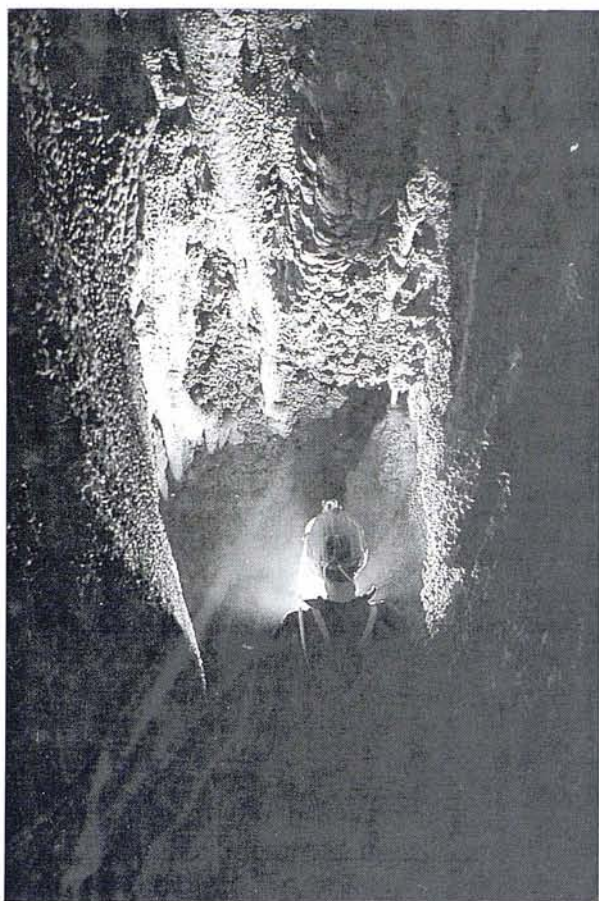
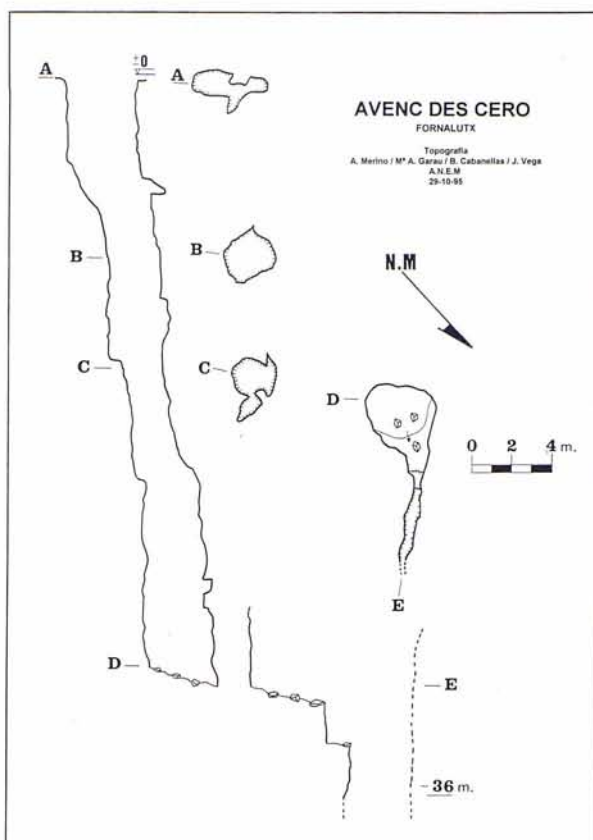


Foto 3: Avenc de ses Dues Boques. (Autor A. Merino).

amb una fractura amb parets recobertes de colada, de poca consistència i saturades d'aigua. Passada aquesta fractura, s'assoleix el punt més profund de la cavitat a -36 m, on no és possible continuar a causa de l'estretor.

La gènesi d'aquest avenc sembla estar relacionada amb una fractura de direcció NNE-SSO, sobre la qual existien dos pous que, amb posterioritat, arribaren a fusionar-se i crearen l'actual morfologia.



#### 5.- AVENC DES CAU

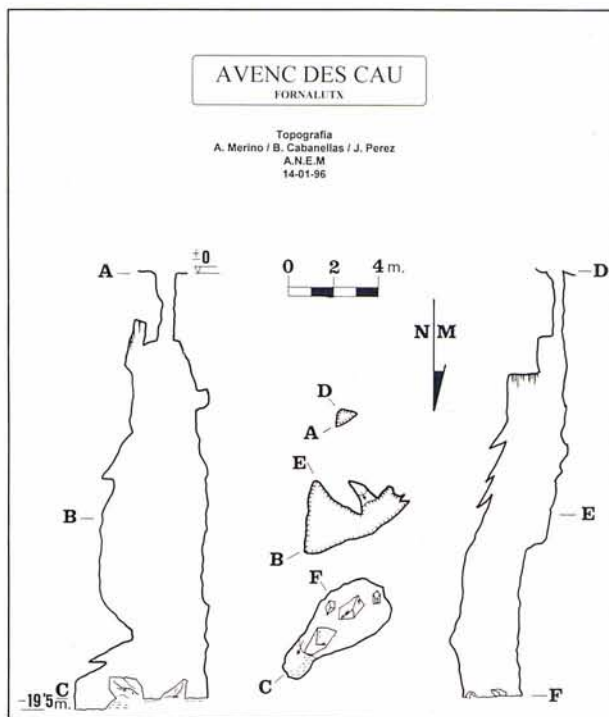
Coordenades UTM: 479885 / 4406465 - 755

Petita forma endocàrstica que dista pocs metres de l'avenc des Cero, i s'estructura sobre la mateixa fractura. Aquest avenc està format per un únic pou que assoleix una profunditat màxima de 19 m. La boca d'entrada va ésser oberta mitjançant tècniques de desobstrucció, ja que la seva mida impedia l'accés a l'interior. Les parets del sector SE del pou estan quasi totalment cobertes per colades, al contrari de les de la zona NO, que no tenen cap tipus de recobriments. S'observen en canvi interessants processos erosius a les roques que la formen. El fons està cobert d'argiles i d'alguns blocs



Foto 4:  
Avenc des Cero. Fraccionament a -20 m. (Autor A. Merino).





de grans mides, producte de l'evolució de la cavitat. L'origen es troba lligat a l'existència de la ja mencionada fractura de direcció NNE-SSO i a la proximitat d'un penya-segat que ha provocat un cert distanciament entre les parets i, com a conseqüència d'això, l'aparició de fenòmens clàstics.

#### 6.- AVENC DES TALP

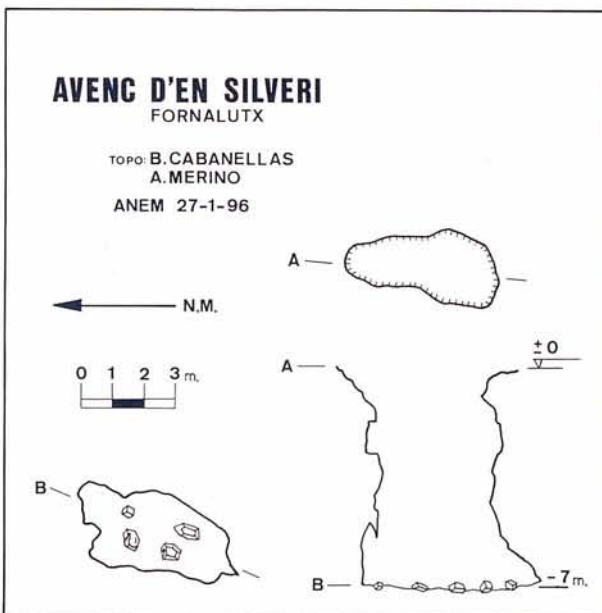
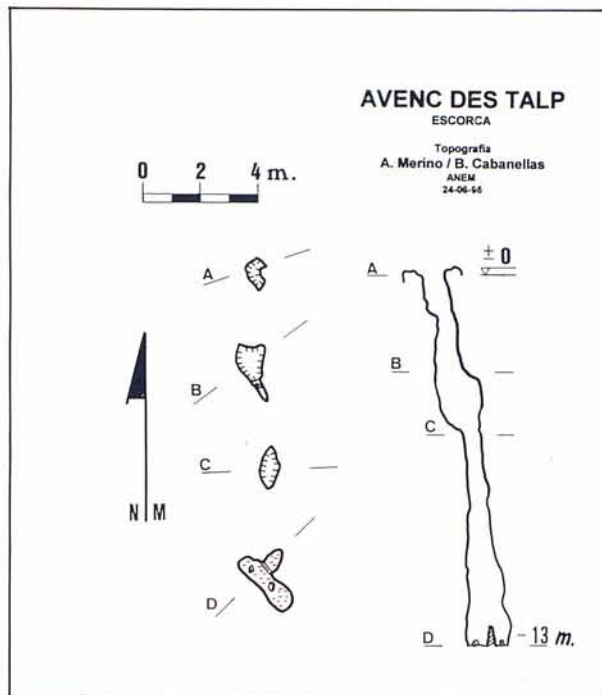
Coordenades UTM: 480150 / 4406935 - 790

Cavitat emplaçada uns metres per damunt d'una torrentera que desguassa prop del camí de sa coma Estreta. La boca, de mida reduïda, dona pas a un únic pou de -13 m. Prop de la boca semblen observar-se morfologies derivades de la circulació d'aigua des de l'exterior cap a l'interior de la cavitat, relacionades, tot plegat, amb la situació de l'avenc a les proximitats de la torrentera. No existeixen morfologies de reconstrucció rellevants.

#### 7.- AVENC D'EN SILVERI

Coordenades UTM: 480260 / 4406965 - 885

Pouet situat prop del tallat del puig de s'Alzinar. Té una profunditat de 7 m. Sembla que aquesta formació càrstica va ésser utilitzada com a dipòsit de neu. S'observen alguns treballs d'acondicionament i buidat de part dels sediments que tenia a l'interior per poder augmentar-ne la capacitat i ésser utilitzada com a *Casa de Neu*.



#### 8.- ES CRUI DES BALANCI

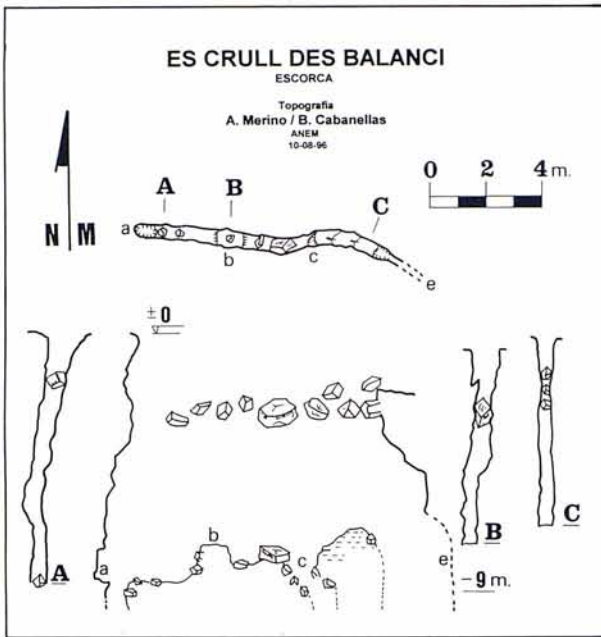
Coordenades UTM: 480535 / 4407045 - 895

Aquesta esquerda és una estreta cavitat tectònica, relacionada amb una fractura de direcció E-O, i amb la seva proximitat a un penya-segat. Té una profunditat accessible d'uns 9 m, encara que en alguns punts existeixen possibles continuacions impracticables, degut a l'estretor i a l'existència de molta terra i pedres soltes.

#### 9.- COVA DE SA ROCA SALTADORA

Coordenades UTM: 480650 / 4406760 - 825

Sota aquesta denominació es descriuen dos fenòmens endocàrstics situats en el mateix lloc. Primer, i a



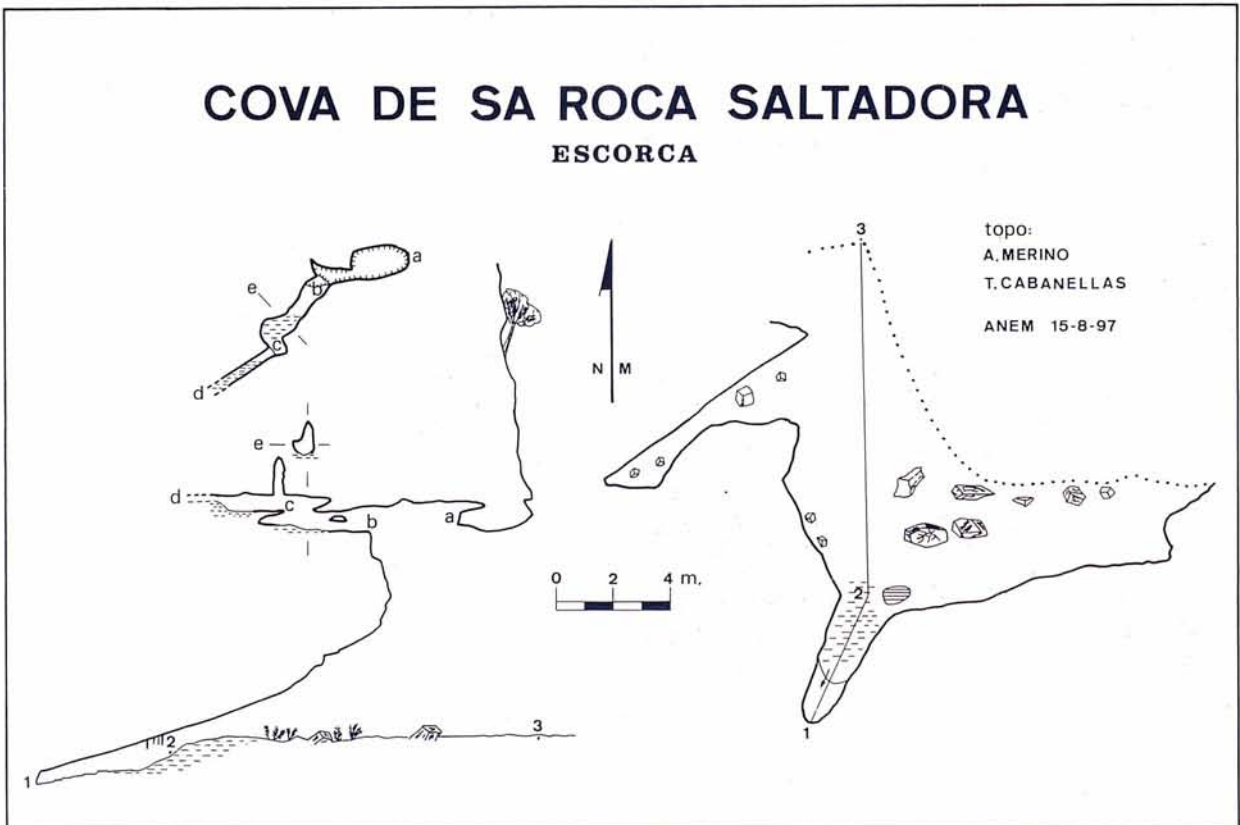
nivell del terra, hi ha una balma de mitjanes dimensions sense cap interès. En segon lloc, a uns 7 m d'alçària, trobem les restes d'una antiga forma de conducció, formada per un estret i curt passatge que, als 5 m de recorregut, es fa impracticable per l'acumulació de llims. El tram del conducte que desemboca a l'exterior, ho fa al que sembla ésser un antic dipòsit temporal d'aigua, on aquesta s'acumulava, cosa que va donar lloc a la formació d'una cúpula de corrosió i de tota una sèrie d'entalla-

dures de corrosió. Aquestes se situen formant una successió de nivells, tots molt horitzontals, que en forma d'anell la volten. Degut a l'actual estat de la cavitat, els anells no es tanquen per mor d'haver desaparegut part de la roca on estan encaixats. Al mateix temps, i tal vegada degut a processos erosius, no s'han observat en la cúpula les restes de sediments varvats que solen acompanyar les entalladures.

Totes aquestes morfologies ens indiquen unes condicions hidrològiques molt diferents de les actuals. Les entalladures de corrosió es relacionen amb la zona epifreàtica del carst i amb nivells d'aigua estabilitzats durant prolongats períodes de temps, per la qual cosa ens deixen marques de l'evolució experimentada pel nivell de base del carst.

Quan aquest conducte funcionava, el flux d'aigua devia provenir de dins del massís (SO) i dirigir-se cap a l'actual penya-segat (NE). L'aigua s'estancava on avui podem veure les restes de la cúpula de corrosió i de les entalladures. Probablement devia existir alguna sortida o continuació del conducte cap al que en aquell moment era l'exterior. El front del penya-segat estaria més endavant que l'actual, ja que falta volum per albergar tota la cavitat.

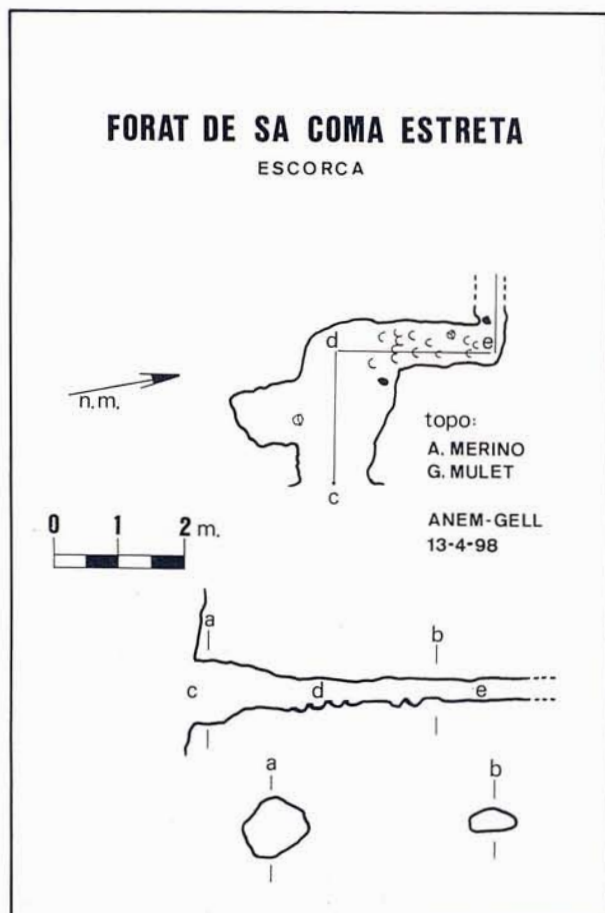
Totes aquestes circumstàncies ens indiquen que estam davant les restes d'una cavitat molt antiga, situada en un context topogràfic i hidrològic molt diferent de l'actual.



## 10.- FORAT DE SA COMA ESTRETA

Coordenades UTM: 480315 / 4407025 - 730

Cavitat formada per una petita galeria que es fa impenetrable als 5 m. En època de pluja buida el gran cabal d'aigua que omple els gorgs, i surt posteriorment deixant empremtes de les avingudes. Aquesta forma de conducció drena part de les aigües que recull el costat E del puig de s'Alzinar. La gènesi està lligada a un junt d'estratificació, ampliat per la circulació d'aigua.



## Agraïments

L'autor agraeix a tots els companys de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM el suport donat, de forma especial a na M<sup>a</sup> Antònia Garau, en Tolo Cabanellas, en Pep Vega i en Xim Pérez. També a en Guillem Mulet, del GE Llubí, ja que, sense la seva ajuda i col·laboració, no hagués estat possible la realització d'aquest treball.

Fem extensible aquest agraïment a en Salvador, de Bini Petit, i a en Toni, de Bini Gran, per les facilitats donades i les ajudes rebudes durant les estades a la zona.

## Bibliografia

- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1977): El medio fluvio lacustre hipógeo de las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. *Endins*, 4: 3-12.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Discusión bibliográfica comparativa entre las entalladuras de corrosión y otras morfologías de aspecto semejante. *Endins*, 4: 13-20.
- MAEZTU, J.J. (1994): Modelo para la descripción de cavidades y karst. *Karaitza*, 3: 1-2.
- RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1984): *El mioceno de la Serra Nord de Mallorca. Estratigrafía, sedimentología e implicaciones estructurales*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. 532 pp.

## LA FONT DES PATRÓ LAU (Sóller, Mallorca)

per Miquel TRIAS <sup>1</sup>

### Resum

Descrivim una cavitat mixta cova natural-mina artificial en el Triàsic de la vall de Sóller relacionada amb un curiós plet entre prospectors d'aigua.

### Abstract

We describe a cave being partly natural and partly mine workings that lies in Triassic strata in the Sóller valley and which is the object of a curious lawsuit between water prospectors.

### Introducció

L'objecte d'aquest article és una cavitat mixta, part natural i part artificial oberta al torrent de l'Ofre molt prop de Biniaraix. La cavitat natural no és de grans dimensions tot i que presenta una certa complexitat en relació amb el seu poc desenvolupament. És un conducte, actiu temporalment excavat a les dolomies del Trias que formen el peu de la serra de Tramuntana en el vessant nord. La cavitat artificial té un interès especial pel plet que va originar la seva construcció. Es tracta d'una mina de captació d'aigua que parteix de la cova natural i va cercar l'ull a l'altra banda del torrent, és a dir, en terrenys d'altre propietari i prop d'on poc abans s'havia minat una altra aigua. Això va fer que la font primerament excavada minvés de cabal cosa que va originar diferències entre els prospectors que acabaren en els tribunals.

Segons ens ho conta el pare Josep Rul·lan a la seva Història de Sóller (RUL-LAN, 1875) els fets passaren així: l'any 1868 Guillem Deià de mal nom Det, que era amitger de la possessió de Cas Don a la banda dreta del torrent de l'Ofre, va fer una mina i va trobar aigua abundant. Ben davant, a l'altra banda del torrent, un grup d'inversors –Nicolau Pons, Pere Antoni Rul·lan i Nicolau Morell *Patró Lau* – va fer eixamplar una ufana que s'obria al marge del torrent en terres de l'olivar del Rei, propietat de la muller de dit Pons. La ufana, fidel a son nom només brollava després de pluges fortes. Els problemes començaren ja amb l'escarada d'eixamplar la ufana i arribar a l'ull, segons ens ho ha contat en Toni Frontera. Pensant que la feina seria molt llarga, feren un preu que

després no volien pagar perquè, just passada la ufana, hi va haver una cavitat natural prou ampla i va bastar un barrobí per fer pas fins a l'aigua. En tot cas segons les paraules de l'historiador trobaren *un rierol dins d'una cova de dos pams de diàmetre*.

Però pel que hem pogut veure no es limitaren a captar aquest rierol, ans picaren per davall del torrent i anaren a cercar l'aigua a l'altra banda i com a conseqüència la font que en Det havia fet va minvar. No hem tengut accés als protocols del plet però l'arrel del conflicte per a nosaltres és clara. No sabem si abans de picar la mina fins a l'ull actual el rierol de la cova duia poca aigua, actualment no té gaire cabal propi però arreplega molta d'aigua quan la font va plena, ja que la síquia o canal té una fibla per desviar-ne l'excedent cap a la cova. En aquest punt, un dia de crescuda calculàrem a ull que cap a la cova es perdien uns 10.000 litres per hora.

Segons M. A. Carbonero que no cita les fonts (CARBONERO, 1992) el plet el va guanyar el patró Lau. El fet és que la captació va seguir i es va construir una xarxa de 4,5 quilòmetres de canals, que per una banda arriba a la cafeteria Sóller de la plaça de la vila, davant l'església, passant pel cementiri i per l'altra arriba a Ca n'Osonas davall Binibassí. La canal va ésser entubada fa uns 20 anys.

L'excavació de les fonts d'en Det i des Patró Lau s'emmarca dins la febre d'ampliar el reguiu que hi va haver a Sóller a la segona meitat del segle XIX (CARBONERO, op. cit.). Tanmateix podem considerar que tant pel disseny com per la tècnica constructiva ambdues fonts enllacen amb la tradició aràbiga-andalusí dels *qanats*, mines de captació d'aigua subterrània i de

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia, Grup Excursionista de Mallorca, Ciutat de Mallorca.

conducció cap a un lloc de cota menor on pot ésser aprofitada. No hem pogut topografiar tota la mina perquè és impracticable a trams, però la poligonal que férem pel torrent i que suposem d'una llargada semblant a la de la mina (135 m) la situa entre els qanats llargs de Mallorca –el més llarg és el de Son Reus de Lluçmajor de 300 m–, però aquesta llargada és una excepció, com ho són els 196 m de Canet; normalment no passen dels cent metres (BARCELÓ *et al.*, 1986)

El que és molt curiós és el recorregut de la mina fins que surt a l'exterior. La ufana, entrada natural al complex subterrani s'obre a l'esquerra hidrogràfica del torrent; de la cavitat natural surt una mina ascendent que travessa el torrent fins a prop de la font d'en Det, ja en el terme de Fornalutx –el torrent és la partió entre els dos termes– en comptes de sortir allà mateix, la mina torna a travessar el torrent i surt bastant més avall i molt més enfora normal, ja que l'ull és bastant fondo– i a l'altre costat del torrent, altre pic en el terme de Fornalutx. Actualment la mina no és penetrable en tota la llargada, des de la cova cap a l'exterior hi ha un conducte de poc més d'un pam de diàmetre, totalment impenetrable.

## Situació

És al barranc de Biniaraix, a l'esquerra hidrogràfica del torrent de l'Ofre i just a la vora del camí que puja a l'Ofre, a la zona plana que segueix les dues primeres voltes sortint de Biniaraix. De l'aixeta que trobam a la paret que voreja el camí brolla precisament aigua d'aquesta font. Un poc més amunt de la font hi ha el porxo de can Joi, el propietari del qual ens va facilitar la situació de la font. L'entrada natural –la ufana– és oberta a la paret d'un marge i tancada amb una barrera. De l'entrada surt un tàlveg de roques rodonesques afluent del torrent de l'Ofre. La boca de la mina s'obre al costat contrari del torrent, a 110 m cap a S1050 de la ufana.

La zona està molt modificada per l'acció humana que ha creat un paisatge meravellós de marges fins al peu de les penyes verticals. Tot el paratge està sembrat d'olivar, conreu de futur incert per mor de la poca rendibilitat de l'agricultura i de la dificultat d'accés.

## Descripció

La suma de la poligonal real és de 257 m comptant la part natural de la cavitat i la mina des de l'ull fins a la cova, la fondària és de 54 m. S'obre a les dolomies triàssiques que formen el coster baix del barranc de Biniaraix, que deixen una arena de gra gros; la trobam a diferents llocs de la cova especialment a la part més baixa on el rierol es remelsa.

La cavitat que hem topografiat està formada per dues parts, una cova natural i una mina que parteix de la cova i arriba a l'ull de la font. La cova natural és un tàlveg d'amplada molt variable, hi ha punts on no supera els 20 cm i llocs on assoleix els 6 m. Està recorregut en

tota la seva llargada per un rierol temporal. Per a una cavitat de tan poc recorregut presenta un complexitat notable. Comença amb la ufana i el **pou d'entrada** de 11,50 m, al seu peu hi ha una **galeria** d'amplada variable orientada aproximadament N-S, d'aquesta galeria surt la **mina** fins a l'**ull de la font**, dirigida cap a al nord i que travessa el torrent. Li segueix el **meandre**, estret d'amplada màxima d'1 m i de direcció N45E; a la part interior, el **meandre** presenta dos pisos: l'inferior desemboca per un **salt de 6 m** a una **galeria ampla**, el superior puja i baixa entre blocs coberts de fang i desemboca a la mateixa galeria a la seva zona més alta. La **galeria** tantes voltes citada té el pis cobert de fang i en fort pendent; al peu del seu rost inicial, format per blocs coberts de fang, hi ha un pas incòmode que comunica amb el **pou 12**. En haver davallat el dotze metres d'aquest arribam a una **galeria inferior** de 18 m per 5 m amb la mateixa direcció de la **galeria ampla**. Aqueixa galeria està subdividida per un caramull de blocs. A l'extrem sudoriental hi ha un gorg som cobert d'arena de dolomia, on es perd el **rierol** que recorre la cavitat.

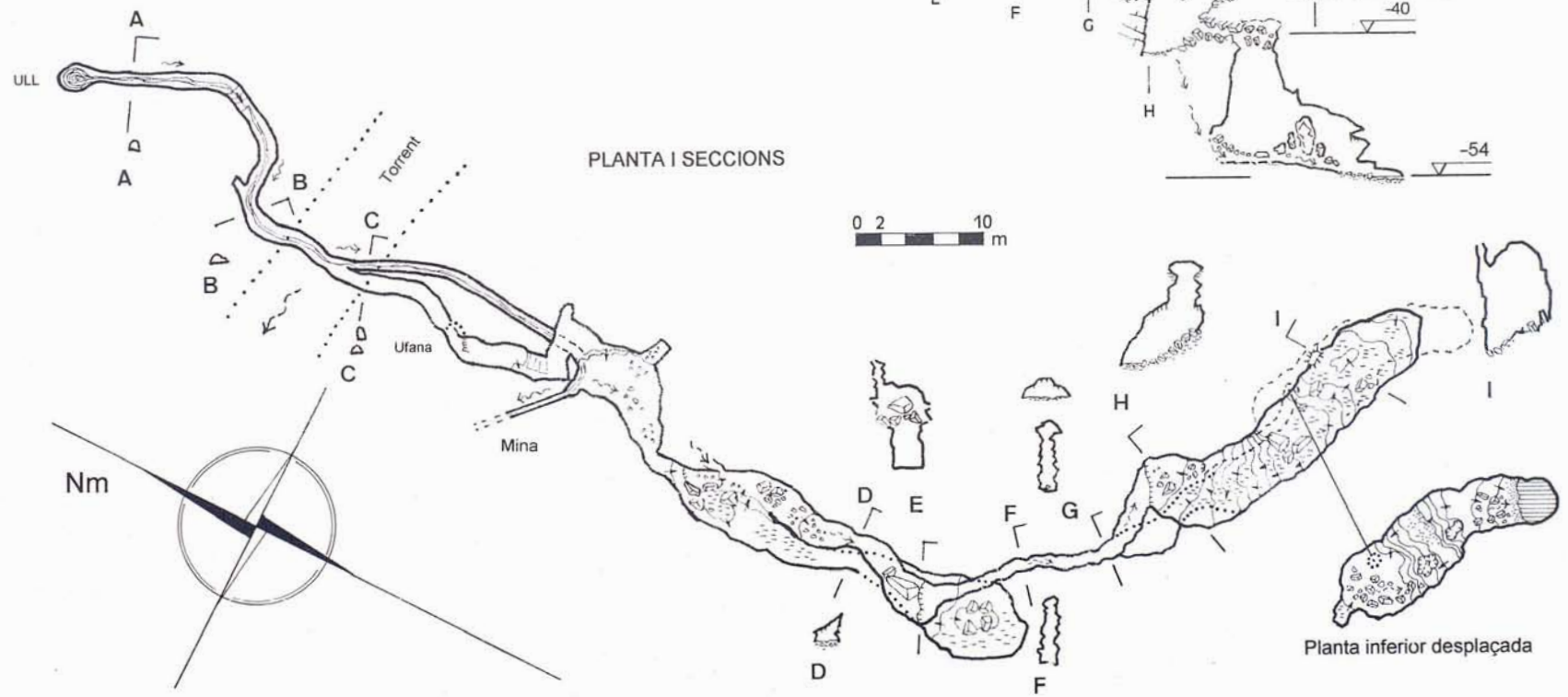
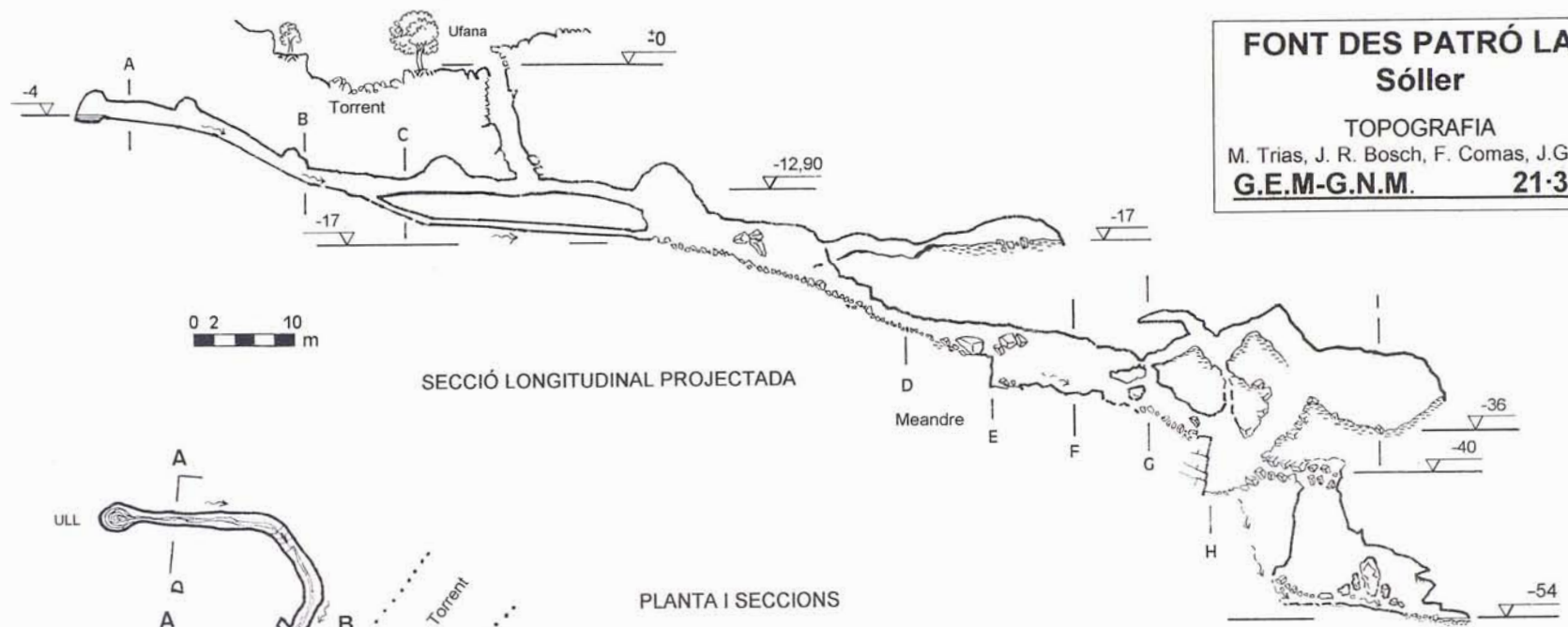
Aquest **rierol** compareix a la zona penetrable de la cova al costat est de la **galeria**, a uns 10 m del lloc on l'abandona la mina de sortida, recorre tot el **meandre**, desapareix del nivell superior de galeries al peu del **salt de 6 m**, s'en sent la remor entre blocs al costat nordoest de la **galeria inferior** fins que surt a la part central i s'embassa en el **gorg som** a l'extrem sudoriental de la **galeria inferior**, com hem dit abans. Una altra font d'alimentació del **rierol** és el sobrant de la canal quan va plena, com hem vist més amunt. Allà on aquesta abandona la cova per anar cap a l'exterior, hi ha una fibla que permet desviar l'aigua cap a l'interior de la cova. Tanmateix, no sabem quin era el règim hídric de la cova abans de fer-se la mina, i la seva relació amb el torrent. La disposició actual fa que l'aigua s'allunyi del que sembla el seu desguàs natural, el torrent.

Quant a la gènesi hem de creure i pensar que aquesta cova s'ha d'haver format com a tàlveg subterrani amb el nivell de base en el torrent com ens ho indica el funcionament de la **ufana**, albelló de les seves aigües. L'aportació hídrica podria venir de la capa subàlvia o del desguàs del coster esquerre del barranc de Biniaraix. La disposició ascendent del tàlveg vendria a causa del pendent cap al sud-est dels estrats.

La cavitat artificial comença com hem dit al peu de la **ufana**, forma una galeria doble –té dos pisos un d'accés des de la cova i un altre d'inferior, més baix de sotre per on va la canal– de 35 m de llargada, travessa el torrent, i amb pendent fort puja fins l'**ull** que és obert dins un material margós.

El que és molt curiós és el recorregut de la mina fins que surt a l'exterior. La **ufana**, com hem dit, s'obre a l'esquerra hidrogràfica del torrent; de la cavitat natural surt una mina ascendent que travessa el torrent fins a prop de la font d'en Det, ja en el terme de Fornalutx –el torrent és la partió entre els dos termes–. En comptes de sortir

**FONT DES PATRÓ LAU**  
**Sóller**  
 TOPOGRAFIA  
 M. Trias, J. R. Bosch, F. Comas, J. Guasp  
**G.E.M-G.N.M.**      **21·3·98**



Planta inferior desplaçada

pel mateix costat de l'ull, la mina torna a travessar el torrent i surt bastant més avall i molt més enfora i a l'altre costat del torrent, altra pic en el terme de Fornalutx. Actualment la mina de sortida no és penetrable en tota la llargada, com hem dit abans.

El cabal mínim normal és de 3000 litres per hora. Durant una de les nostres visites, el 23 d'abril de 1995 la font donava uns 35000 litres per hora, cabal que pot ésser considerat com a màxim normal.

## Agraïments

Volem manifestar la nostra gratitud als que ens han ajudat a portar a terme aquest treball sobre una cavitat que ens havia interessat molts d'anys abans que ni tan sols sabéssim on era. A Antoni Frontera, *Reganyol*, de la comunitat de regants de la font des Patró Lau per les facilitats que ens ha donat per accedir-hi i per les informacions sobre la història i règim de la font. A Miquel Bernat, *Joi*, per indicar-nos on era la font i posar-nos en contacte amb en Toni Frontera. Als companys espeleòlegs la paciència que tingueren en l'exploració i topografia, especialment J. R. Bosch, F. Comas i J. Guasp. I a A. Artigues i M. P. Morell que ens en parlaren ja fa més de 25 anys.

## Bibliografia

- BARCELÓ, M.; CARBONERO, M. A.; MARTÍ, R. & ROSSELLÓ, G. (1986): *Les aigües cercades (els qanats de l'illa de Mallorca)*. Institut d'Estudis Baleàrics. Ciutat de Mallorca.
- CARBONERO GAMUNDÍ, M. A. (1992): *L'espai de l'aigua. Petita hidràulica tradicional a Mallorca*. Consell Insular de Mallorca. Ciutat de Mallorca
- RUL-LAN I MIR, J. (1875) *Historia de Sóller en sus relaciones con la general de Mallorca*. 2 vol. Ciutat de Mallorca.

## LA COVA DES DRAC DE CALA SANTANYÍ (Santanyí, Mallorca)

per Francesc GRACIA <sup>1</sup>, Bernat CLAMOR <sup>2</sup>, Cosme AGUILÓ i Peter WATKINSON <sup>1</sup>

### Resum

En aquest article presentam la descripció, la topografia, l'estudi geomorfològic i l'estudi toponímic d'una cavitat costanera coneguda des d'antic, en la qual s'han trobat ara importants continuacions subaquàtiques. La cova s'obri a les calcarenites del Miocè superior postorogènic. El recorregut total de la cavitat és de 1005 m, del quals 766 m són subaquàtics. La màxima fondària sota l'aigua és de 24 m. Cal destacar la troballa d'espeleotemes freàtics relacionats amb els paleonivells pliocèns negatius de la mar Mediterrània. La situació batimètrica d'aquests espeleotemes abraça des dels -13'5 m fins a la cota -19 m.

### Abstract

In this paper we present the description, survey, geomorphology and toponymy of a coastal cave that, in spite of being known about since ancient times, has some important subaquatic continuations. The cave lies in post-orogenic limestones from the Upper Miocene and has a total run of 1005 m, 766 m of which are subaquatic, with a maximum reached dive-depth of 24 m. It is worth mentioning the finding of phreatic speleothems related with Pleistocene and Mediterranean paleo-levels. These speleothems are found at bathymetric depths of between 13.5 m and 19 m.

## Introducció

Durant l'estiu de 1968, el Grup d'Exploracions Subterrànies (GES) de Barcelona, organitzà i dugué a terme una segona expedició destinada en principi al subarxipèlag de Cabrera. El mal temps la va frustrar, per la qual cosa els membres del grup expedicionari investigaren les formes endocàrstiques dels voltants de l'àrea on s'allotjaven i s'interessaren per la cavitat objecte del present estudi. Varen procedir a realitzar un croquis de la cova (fig. 1), el que correspon a la **sala d'Entrada** i a fer un estudi espeleomorfològic i genètic. Aquest treball es va publicar a la revista *Speleon* (MONTORIOL, 1970), d'alt nivell exploratori i científic a l'època. Aquesta va ésser la darrera campanya que va portar el grup català a Mallorca i tanca la tercera etapa de la història de la espeleologia de les Balears o la de les campanyes catalanes. L'any 1969 Juan José Egozcue del grup EST (GINÉS *et al.*, 1989), realitzà un altre croquis de la cavitat (fig. 2), que va quedar inèdit (GINÉS, 1993) i que també incloem en aquest treball per il·lustrar i retre homenatge a la tasca dels primers anys de l'actual espe-

leologia mallorquina. És un precedent, de l'anomenada quarta etapa històrica del coneixement espeleotopogràfic de les cavitats de les Balears (GINÉS, 1993).

La cova des Drac de Cala Santanyí ja era utilitzada com a mínim d'ençà dels temps pretalaiòtics. Anys enrera s'havia recollit a la sala abundant material arqueològic, que encara no s'ha publicat. De fet, els autors del present treball, durant una de les immersions efectuades a la cavitat, recuperaren una peça pretalaiòtica sota l'aigua del llac. La troballa es va efectuar a uns 6 m de fondària. Possiblement hi va caure accidentalment i degué rodolar, rost avall, fins aturar-se al lloc on es va trobar. Es va fer donació de la peça al servei de Patrimoni del Consell Insular de Mallorca per procedir al seu estudi i conservació. També es va recuperar un morter medieval de pedra picada. Diverses són les troballes de materials arqueològics que s'han fet fins al present, amb equips d'immersió, sota els llacs de diverses coves de Mallorca (TRIAS, 1974 i GRACIA *et al.*, 1997).

En temps més recents la cova degué de tenir un ús continuat, un indicatiu n'és la presència al rost del llac d'una gran quantitat d'ossos de someres i d'altres animals, entremesclats amb les pedres.

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia del GEM. Ciutat de Mallorca.

<sup>2</sup> Grup Nord de Mallorca. Pollença.



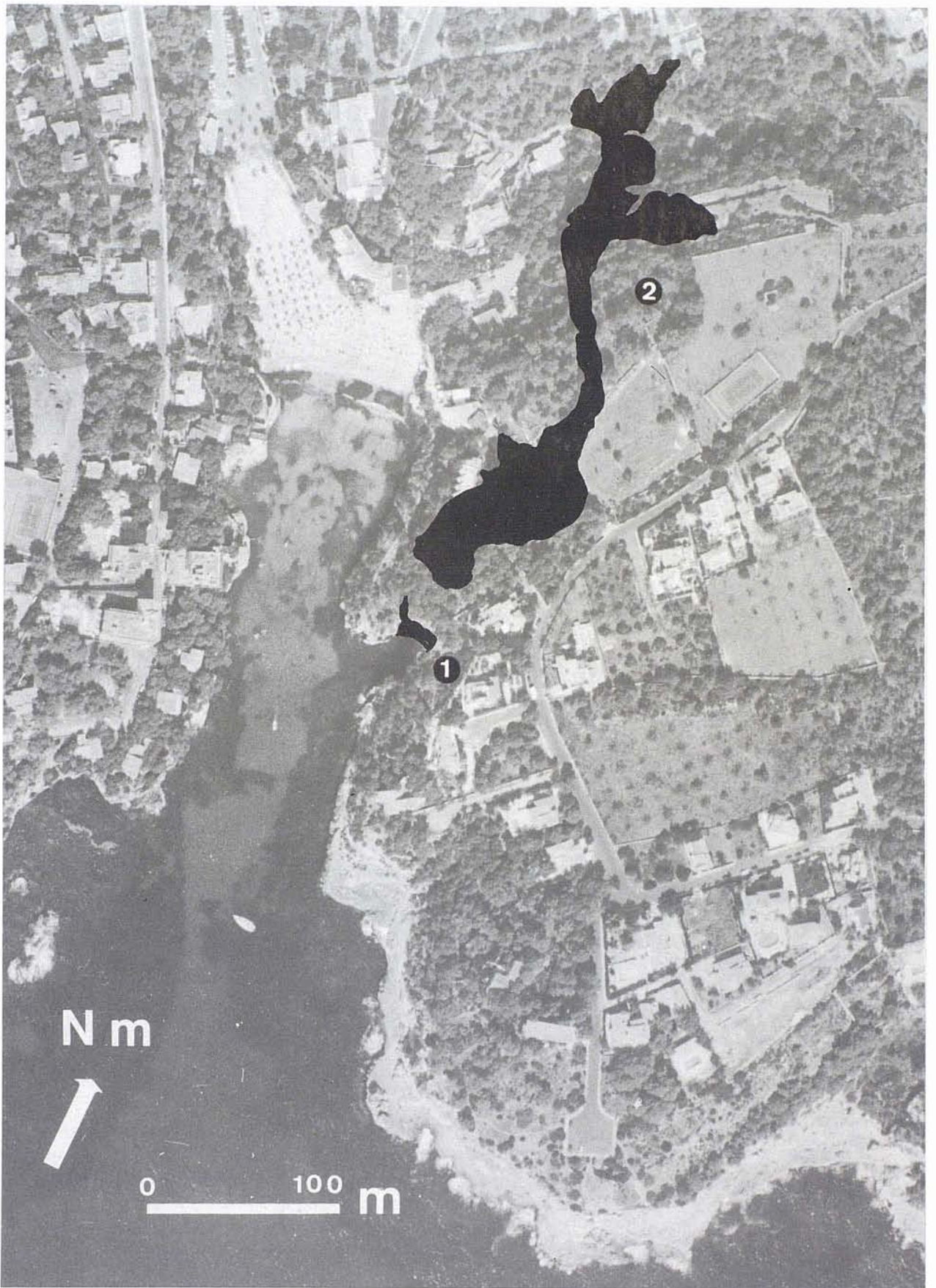


Foto 1: Vista aèria de cala Santanyi, amb el traçat de la cova des Drac i de la cova des Riu. (Foto Estop).

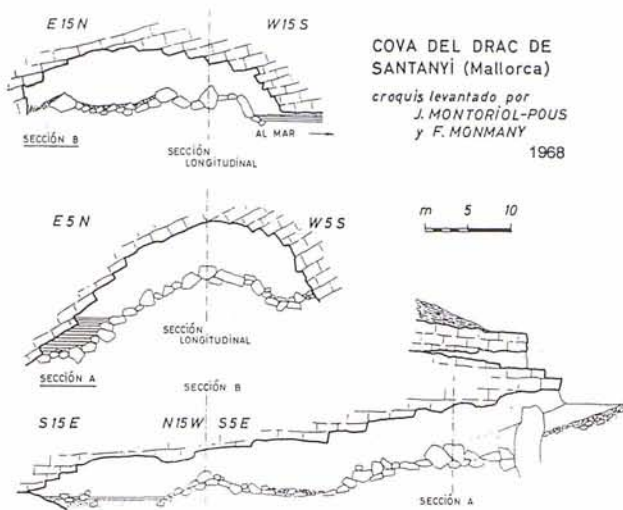


Figura 1: Croquis de la sala d'Entrada efectuat pel Grup d'Exploracions Subterrànies de Barcelona l'any 1968.

Per tant, la cavitat ja es coneixia des de molt antic, però només la part de la sala d'Entrada, única zona accessible sense haver d'emprar les tècniques d'espeleobusseig. Les recents i fructíferes exploracions subaquàtiques, han fet que la cova des Drac de Cala Santanyi adquireixi una nova dimensió i prengui una consideració molt diferent de la que tenia fins ara. Aquestes troballes a més d'augmentar considerablement el coneixement i el recorregut de la gruta, descarten totalment la gènesi d'erosió marina proposada per MONTORIOL (1970). La cavitat constitueix amb les noves extensions, i les seves peculiaritats, una de les coves subaquàtiques més interessants de l'illa.

És del tot necessari recordar el paral·lelisme que té amb les coves que es troben principalment a les regions caribenyes, amb litologies i condicionants similars a les formes endocàrstiques del Migjorn de Mallorca (GINÉS, 1991 i TRIAS *et al.*, 1997).

Els treballs de topografia que es fan amb les tècniques d'espeleobusseig posen en evidència la necessitat de modificar els criteris d'inventariació adoptats fins ara

(ENCINAS, 1997), que no són adequats per a les coves amb entrada terrestre i amb importants perllongacions sota l'aigua, ja que no es dona cap tipus d'informació de les parts submergides. Els actuals criteris d'inventariació tampoc aporten informació del recorregut de les cavitats marines i submarines.

Desitjam que la present publicació a més d'ésser l'estudi espeleològic d'aquesta important cavitat, serveixi per prendre consciència de la necessitat de protegir aquesta joia càrstica, patrimoni natural i històric dels santanyiners i de tota Mallorca.

## Situació

La marina de Santanyi s'estén des de la costa fins a devers 3,5 km terra endins i està caracteritzada per l'horitzontalitat, només trencada per alguns barrancs. Els esmentats materials calcarenítics del Miocè superior formen els relleus tabulars de la marina de Llevant des de Cala Millor fins el cap de ses Salines i es perllonguen més enllà formant la marina de Lluçmajor. Presenten dues seqüències disposades sobre el basament de materials mesozoics. La seqüència basal assimilada a la unitat d'escull, sobre la qual es disposa la unitat calcàries de Santanyi està subdividida entre els nivells tabulars pertanyents al complex de manglar i la unitat estromatolítica inferior i els nivells massius pertanyents a la unitat oolítica (FORNÓS i POMAR, 1983).

Cala Santanyi es troba situada entre Cala Figuera i Cala Llombards i constitueix la desembocadura del torrent d'en Romeguera de 31,8 km<sup>2</sup> de conca hidrogràfica. Al principi del decenni de 1920, la zona era ocupada per cases i barraques de pescadors, i començava a ésser freqüentada per famílies benestants que hi anaven a passar l'estiu. Al final del decenni de 1960, es va iniciar el procés d'urbanització de la cala. Així, MONTORIOL, l'any 1968, parla de les obres de construcció que es donen als voltants de la cova, per les quals expressa el temor que puguin afectar la cavitat.

La cova es troba a Cala Santanyi, al costat SE de la cala, a 15 m per damunt del nivell de la mar, en plena zona de les calcarenites tortonianes. Té com a coordenades UTM: 512800/4353630-15.

Deu ésser una de les poques coves que tenen dedicat un carrer, ja que es troba al carrer de la cova des Drac, devora diversos establiments hotelers, just al marge del carrer que davalla fins a la platja. La caverna a pesar d'estar ubicada a un lloc tan urbà, es troba en bastant bon estat. Per exemple: no s'hi troben deixalles a l'interior, si més no visibles, exceptuant alguns fems al rost del llac, sota l'aigua.

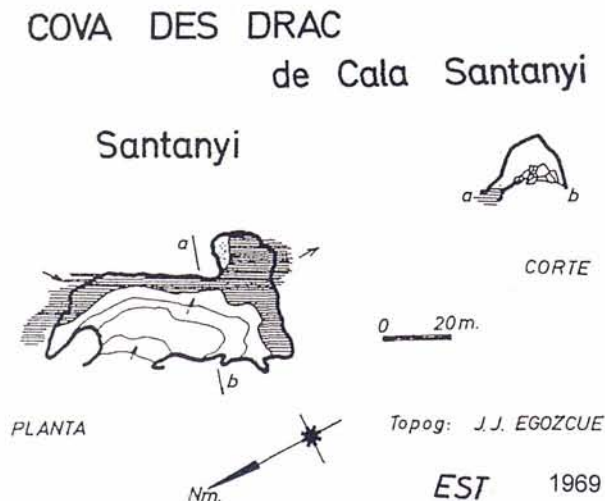


Figura 2: Topografia de la cova realitzada pel Grup EST l'any 1969.

## Aproximació al topònim de sa cova des Drac

El llatí DRACO, DRACONIS, ha deixat dos tipus de descendents en català: per una banda tenim *dragó*, provinent de l'acusatiu DRACONEM, que designa diverses espècies de rèptils gecònids i per l'altra *drac*, semicultisme continuador del nominatiu DRACO, que té el significat de 'bèstia fabulosa', 'serpetota fantàstica alada'. Un altre rastre deixat pel cas recte el trobam en el santanyiner *adrago* (AGUILÓ, 1997), amb què alguns parlants de la generació més vella es refereixen al mateix saure (al costat del més freqüent *adragó*). Creim que es pot explicar com a una pervivència del parlar mossàrab. El topònim de la possessió porrerenca de *Son Drago* deu tenir per base algun malnom de la mateixa procedència. Tant el DCVB com el diccionari etimològic de Coromines mostren l'ús de la paraula a partir del segle XIII en autors com Lull, Eiximenis, Sant Vicent Ferrer, etc.

No hi ha cap dubte que els topònims en què apareix el nom d'aquest animal designen els caus on la gent creia que habitava i són residus de creences i religions anteriors al cristianisme. Així ho expressen investigadors com V.M. Rosselló Verger (1961-62) i Enric Moreu-Rey (1982).

Avui els estrats socials menys il·lustrats de la població ja no sabem què és un drac, però és curiós que una dona des Llombards digués que trobava que era un animal de marina, perquè l'hàbitat insinuat concorda amb el d'aquestes paraules de Lull:

*"Un drac molt gran e molt negre e molt orrible a veer, e ixí d'una forest molt gran e molt fera e molt plena de diverses bèsties salvages"*.

Tanmateix són les cavitats subterrànies el lloc més comú d'habitatge d'aquestes bèsties de la imaginació popular, cosa testimoniada amb insistència pels noms de lloc. Coromines (1982) cita un *forat del Drac* a Malmercat, prop de Sort. A Sant Llorenç Savall hi ha una



Foto 2: Sortida a l'exterior de la cavitat després d'una immersió. (Foto M. Bonnín).

*cova del Drac*. A Mallorca, a més d'un *rafalet Drac* (Manacor), tenim un *pou des Drac* (Muro) i *ses coves del Drac* (Manacor). L'article literari d'aquest darrer lloc deu ser normal tractant-se d'un ésser fabulós (cf. La dona d'aigua). En singular, *sa cova des Drac* es repeteix almenys tres vegades: n'hi ha una a la falda del castell de Santueri, una altra en es rafal des Porcs i la que ens ocupa, prop de l'arenal de cala Santanyi.

El fet que la família d'un dels autors del treball (Cosme Aguiló) fos propietària de la finca on es troba l'entrada d'aquesta caverna féu que, sent nin, hi estàs familiaritzat i la visitàs de manera assídua. Ell ja sentia contar que un drac hi tenia l'amagatall, però ningú no li explicà detalls de tal monstre. Tanmateix les rondalles de Mn. Alcover en donen alguna acurada descripció amb la frescor acostumada del seu llenguatge. En *Es dos Bessons* (JANER MANILA, 1996) se'ns conta d'una bella fadrina, fermada dins un barranc molt fondo, que diu aquestes paraules al jove que l'alliberarà:

*"Aquí estic esperant la mòrt, esperant que venga un drac de set caps a engolir-me. Es seu amagatai és una cova d'aquest barranc; surt cada setmana, i se menjaria tota sa gent d'aquesta nació, si no li duguessen una fadrina de quinze a vint anys"*.

La descripció de l'animalot no pot ser més esgarriadora:

*"Encara sa fia del Rei estava amb sa paraula a sa boca, quan se comença a sentir un trepig i retronar uns bramuls, que, com més anava, més a prop i més vius eren. Feien arrissar es cabeis i tremolar tot aquell barranc. Era es drac de set caps, que se'n venia com la bala, amb totes ses boques obertes, tirant foc p'ets uis, pegant verducades amb sa coa, que, si feria cap soca, maldament fos d'auzina o d'uiastre, la cabdellava"*.

Un drac mallorquí (a Menorca la paraula drac té el significat de 'gegant') era, doncs, això, un animal monstruós, sovint alat i de vegades heptacèfal, que siulava i treia foc pels queixals. La paraula ja figura en un inventari del monestir de sant Francesc del 18 de febrer de 1459: *"Primo, un pal·li vermell ab lo crucifixi al mig ab la verge Maria y sanct Joan e ab sanct Jordi y lo drach"*. Hom no pot estar de pensar en la bella representació del sant que aspida l'animal en el retaule medieval de Pere Nisart. Tampoc no és fàcil, parlant de dracs mallorquins, sostreure's de la ment el petit monstre del drac de na Coca, que fa uns quants segles esglaiava les mares dels nadons de sa Portella.

Les rondalles són plenes de referències a dracs: trobam un animal de set caps a *En Martí Tacó*; a *En Joanet de l'onso*, es parla d'una serp de foc; a *L'amor de les tres taronges* trobam referències a un drac; a *Es Murterar del rei de França*, tenim un drac ximple, incapacitat per a fer mal a ningú; a *Es gallet, s'anyellet, sa godineta i es drac*,

es parla del drac de sa Murtera Blanca; tenim monstres més o menys afins a *Es gall de foc de Son Bru* i a *Sa cuca de sa Mola*. Aquesta darrera duu una il·lustració suggerent d'un monstre que s'hi deu acostar. Dracs o cuques feres, tant se val, eren presents a les processons medievals del Corpus i les seves imatges calaven en les ments de la gent més senzilla. La literatura medieval també ofereix mostres de coves habitades per temibles dracs. Vegeu aquesta de Roís de Corella (1980) a la *Història de Jason i Medea*:

*“Està après una escura espantable cova, l'entrada de la qual un terrible drac ocupa, així corrompent lo circumstant espai de pestilent aire, que és impossible sols un moment en tal lloc algú pugui viure”.*

Al jove a qui van dirigides aquestes paraules se li diu el que ha de fer, que és això:

*“Ab bel·licosa força, matar l'inepugnable drac, del qual sembrades les dents en la novament llaurada terra se convertiran en cavallers tan audaces que cascú per si bastarà a metre en perill ta vida”.*

Creim que ha de ser aquesta cova i no l'homònima des rafal des Porcs la que dibuixà l'historiador Joaquim Maria Bover, vers 1837 o els anys següents en què vivia a Campos en companyia d'un germà cec. Una caiguda dins l'aigua motivà la glosa següent (VIDAL, 1965):

*En Bover, feines deixades,  
a dins la Cova del Drac  
va caure ben allargat  
amb ses ulleres posades.  
Ai! Quin trastorn, camarades,  
en remull a dins el riu,  
però senyant-se, mai, diu,  
un jurament va prestar:  
de no tornar dibuixar  
fins que seria s'estiu.*

De sa cova des Drac de Cala Santanyí, tot i que la finca d'aquest nom havia estat de la rebesàvia materna de l'autor abans mencionat, Joana Maria Pomar Fortesa (Santanyí, 1836-1911), no coneixem documentació anterior a aquest segle, tret del testimoni dels versos anteriorment transcrits. Del 1900 és la citació de la *cueva del Drach*, als llibres d'actes municipals de l'ajuntament de Santanyí.

Hi ha el testimoni epigràfic d'uns “turistes prime-rencs” a l'entrada de la cova, on sobre una gran pedra, hi ha gravats amb traç segur els noms de LEONIE, LOUISE, CHARLES i la data de 1909. Ens agradaria saber qui eren i què feien.

Aquestes són les notes toponímiques i històriques que tenim a l'abast sobre una cova que a Santanyí sem-

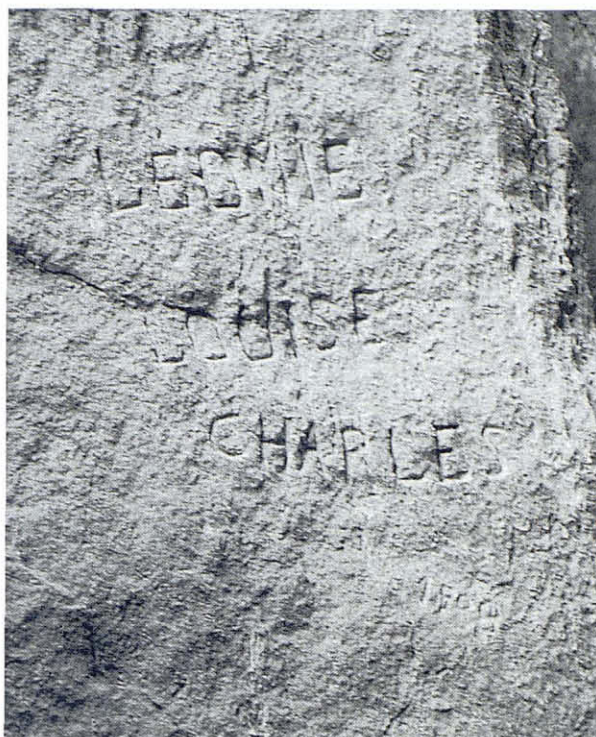


Foto 3: Detall de les inscripcions de l'entrada de sa cova des Drac. (Foto C. Aguiló).

pre ha estat coneguda de tothom (almenys des de l'entrada) i que forma part de les vivències d'adolescent de l'autor esmentat, les quals li portaren, durant el mes d'agost de l'any 1966, a fer-hi importants descobriments de ceràmiques prehistòriques i metalls, troballes que foren el repicar del despertador de totes les seves ànsies de saber.

## Història de les exploracions

En total, l'exploració, les tasques de topografia i la documentació fotogràfica han suposat 21 dies d'immersions i 2 dies de feina a la **sala d'Entrada**. El nombre d'immersions ha estat 44, amb un promedi per immersió de 90 minuts. El total de la feina de camp ha suposat, 82 hores, de les quals 66 han estat subaquàtiques.

### 19 - IV - 97

Bernat Clamor i Francesc Gracia se submergeixen al llac de la **sala d'Entrada**, amb dues botelles de 10 l per hom, situades lateralment. Recorren la continuació de la sala sota l'aigua i la volten, pensant que es tancarà per la rosseguera de pedres en qualsevol moment. Això no obstant, la cavitat continua per una galeria espaiosa i de parets fosques (**la galeria Negra**). Tots dos queden meravellats per les dimensions de la cova, però els problemes de mal funcionament sorgits a un dels reguladors els obliguen a tornar enrere. B.C., selecciona les botelles més plenes de tots dos i torna a capbussar-se, avança 40 m més, fins al lloc on un col·lapse tanca la continuació, a 185 m de distància del llac.

#### 25 - IV - 97

F.G. i B.C., amb en Peter Watkinson i Moisès Bonnin de suport, tornen a recórrer la **galeria Negra** per dalt, per tal de consumir menys aire i no embrutar tant l'aigua, cercant bé davall d'ells, mentre l'aigua està clara, possibles continuacions. Observen una zona interessant que la marquen al fil-guia, per revisar-la a la tornada. Prossegueixen fins arribar al mateix punt del darrer dia, on no veuen possible la continuació. De tornada davallen en vertical dels -5 m als -17 m, a la zona molt concrecionada, que abans han vist amb possibilitats. Al terra es troben el caramull d'enderrocs que en forma cònica continua pels costats. Aquí s'obre una galeria, amb el sostre a devers 14,5 m de profunditat i el terra a -19 m. El sòtil es presenta completament cobert de paleonivells freàtics de gran bellesa, que pengen a 15 m de fondària. És la primera vegada que observen això a Mallorca a cotes per davall del nivell freàtic actual. Inútilment ho havien cercat a la cova des Coll o a la cova dets Ases. També les parets estan recobertes de concrecions subaquàtiques. Prossegueixen per la galeria i surten a una sala de grans dimensions, on l'aigua no s'embruta (**sala de la Bèstia Fabulosa**). Només instal·len fil-guia fins al centre de la sala, i han de retornar per motius de seguretat, ja que han consumit el terç de la capacitat de cada botella.



Foto 4: **Sala d'Entrada**, on s'aprecia l'intens procés clàstic que ha sofert. (Foto A. Ginart).

#### 31 - V - 97

B.C. i F.G. tornen a la **sala de la Bèstia Fabulosa** i continuen l'exploració de tota la sala. Davallen per entre els grans blocs caiguts, i arriben a assolir fondàries de 23 m. La sala adquireix característiques laberíntiques per mor dels pisos inferiors, sota els blocs. Continuen, per aquest nivell, voltant la sala i surten a la **galeria des Paleonivells**.

A la tornada troben un atuell pretalaiòtic, mig tapat de roques i fang, al rost de pedres del llac, a uns 6 m de fondària sota l'aigua.

#### 21 - VI - 97

F.G. i B.C., amb en P.W. i Tòfol Monserrat de suport, exploren petites continuacions laterals per entre

el con d'enderrocs de la **galeria Negra** que divideix i complica la morfologia de la galeria. També comencen a topografiar la cavitat.

#### 5 - VII - 97

F.G. i B.C. continuen la tasca de topografia subaquàtica i, conjuntament amb en P.W., comencen a topografiar la **sala d'Entrada**.

#### 27 - VII - 97

B.C., al final de la **galeria Negra**, revisa el col·lapse de grans dimensions que tanca la continuació de la galeria. Avança per entre els blocs caiguts i el sòtil amb la visibilitat molt dolenta a causa de les haloclines i del fang que alça al seu pas. Progressa per entre un laminador (**laminador del Purgatori**) de 10 m de longitud, amb una alçària de menys de 50 cm. Aconsegueix passar tot el col·lapse que tanca el pas i surt a un balcó. D'aquí s'obre la **galeria des Cavaller**, continua avançant entre abundants formacions litoquímiques. F.G., que mentres tant realitzava tasques topogràfiques, segueix el fil-guia instal·lat per B.C. fins al laminador. Aquí la dificultat de progressió és gran, per mor de les reduïdes dimensions del passatge i la nul·la visibilitat. F.G. avança creient que, d'un moment a l'altre, es trobarà el fil-guia cobert per un bloc esllavissat i tem que B.C. pugui seguir la mateixa dissort. En aquestes circumstàncies de patiment i pensant més d'un cop en tornar enrere surt també al balcó de la **galeria des Cavaller**.

Posteriorment tots dos segueixen fent topografia.

#### 6 - VIII - 97

F.G., en solitari, continua les tasques topogràfiques.

#### 10 - VIII - 97

Es preparen per capbussar-se B.C., M.B. i F.G., però els problemes sorgits a un regulador fan que un d'ells hagi de suspendre la immersió.

Revisen la **galeria Negra** i B.C. troba prop del sòtil, a un costat del col·lapse, una possible sortida cap a una zona amb aire. És un angost pas que els condueix a una sala aèria (**sala de sa Bella Fadrina**), de dimensions considerables, formada a conseqüència de l'esfondrament del sostre. El trànsit és complicat a causa dels blocs inestables.

#### 18, 22 i 28 - VIII i 6 - IX - 97

F.G. i B.C. segueixen recollint dades per a la topografia de la gruta, a més d'inspeccionar possibles continuacions a diferents indrets de la cova.

#### 8 - IX - 97

F.G. en solitari i amb botelles petites es capbussa a la mar per mirar la possible sorgència d'aquest sistema càrstic, al lloc conegut com la **cova des Riu**, que forma un entrant dins la pròpia cala Santanyí, on s'aprecia que, sota el nivell de la mar, surt aigua freda de les penyes.



Foto 5: Començament de la immersió. Es pot observar la caiguda de partícules del sostre, a causa de les bombolles d'aire. (Foto R. Landreth).

Efectivament, troba una petita cavitat amb abundants haloclines que li permet entrar uns pocs metres, fins trobar-se el pas tancat per pedres. Procedeix a la realització de la topografia.

9 - IX - 97

F.G. en solitari i amb dues botelles de 4 l s'endinsa per la **galeria Negra**, passa el **laminador del Purgatori** i continua per la **galeria des Cavaller** per cercar-hi possibles continuacions. Troba darrere d'uns blocs i de formacions caigudes un pas estret i baix que supera i continua avançant per entre els enderrocs del col·lapse fins que aquest li tanca la progressió, a 260 m del llac d'entrada. L'intent de cercar un nou pas que permeti forçar el col·lapse i seguir endavant, la mala visibilitat d'aquesta extensió i els pocs i dolents punts per instal·lar el fil-guia fan que calculi malament el consum d'aire, sobretot amb unes botelles de tant poca capacitat. En sortir d'aquesta zona se n'adona que el retorn serà angoixós. Inicia la tornada el més a prop del sòtil possible per estalviar al màxim l'aire disponible. Adreça per les galeries, fins i tot deixant de banda el fil-guia, i dubta que sigui suficient l'aire que li queda per sortir, ja que manquen encara molts de metres de galeria. Les pulsacions del cor s'acceleren i en arribar a l'inici de la **galeria Negra**, prop de

la **sala d'Entrada**, ja quasi no li queda aire, i sap que són les darreres glopades que resten. Poc temps després els manòmetres indiquen zero. Segueix gairebé fregant el sòtil amb l'esquena, sense aire, i intenta respirar el que hi ha dins del jacket. Ja no pot suportar per més temps l'apnea i es veu obligat a aspirar. L'aigua el fa tossir, però segueix endavant pensant que ja és el final. Torna a aspirar aigua i just en aquest moment surt a l'exterior, exhaust, i creient en els miracles.

12 - X - 97

B.C. en solitari, topografia la darrera zona explorada fins als 225 m de distància respecte del llac d'entrada. Cerca una forma de superar aquest darrer col·lapse sense aconseguir-ho.

19 - X - 97

F.G. i B.C. prossegueixen la feina de topografia de la cavitat.

2 - XI - 97

B.C i F.G., conjuntament amb els espeleobussejadors gal·lesos Gavin Newman de fotògraf i Phil Short, amb Owen Clark i Steve de suport, intenten fer una documentació fotogràfica sense èxit, pels problemes tècnics sorgits a la càmera fotogràfica.

21 - II - 98

Juanjo Lavergne i B.C. recorren la cavitat, mentre F.G. segueix topografiant .

8 - III - 98

Robert Landreth com a fotògraf, amb J.L. i B.C., intenten de nou fer fotografies subaquàtiques, sense èxit, pel mal funcionament del flash esclau.

5 - IV - 98

P.W. i F.G. topografien la **sala d'Entrada**.

23 - V - 98

Javier Díaz de fotògraf amb B.C. i F.G. realitzen diverses fotografies de la cavitat inundada.



Foto 6: Progressió per la **galeria Negra**. (Foto R. Landreth).

Antelm Ginart, Javier Díaz i F.G. fotografien la sala d'Entrada.

## Descripció de la cavitat

Les cavitats litorals, desenvolupades a les calcarenites miocèniques de la zona de mescla d'aigües, han estat bastant estudiades, però només les parts aèries, o bé les parts penetrables sense necessitat de recórrer a l'espeleobusseig. La majoria de vegades, aquestes zones penetrables no són en realitat més que els esbucaments, més o menys concrecionats, de les antigues galeries i sales abans situades a més profunditat i generades inicialment sota l'aigua. Així es veu que cavitats conegudes, com és el cas de la cova des Drac d'aquest article, la cova des Coll de Portocolom (GRACIA *et al.*, 1997) i la cova d'en Passol (GRACIA *et al.*, 1998) entre d'altres, són en realitat només una petita part respecte del que hi ha sota les aigües salabroses dels llacs.

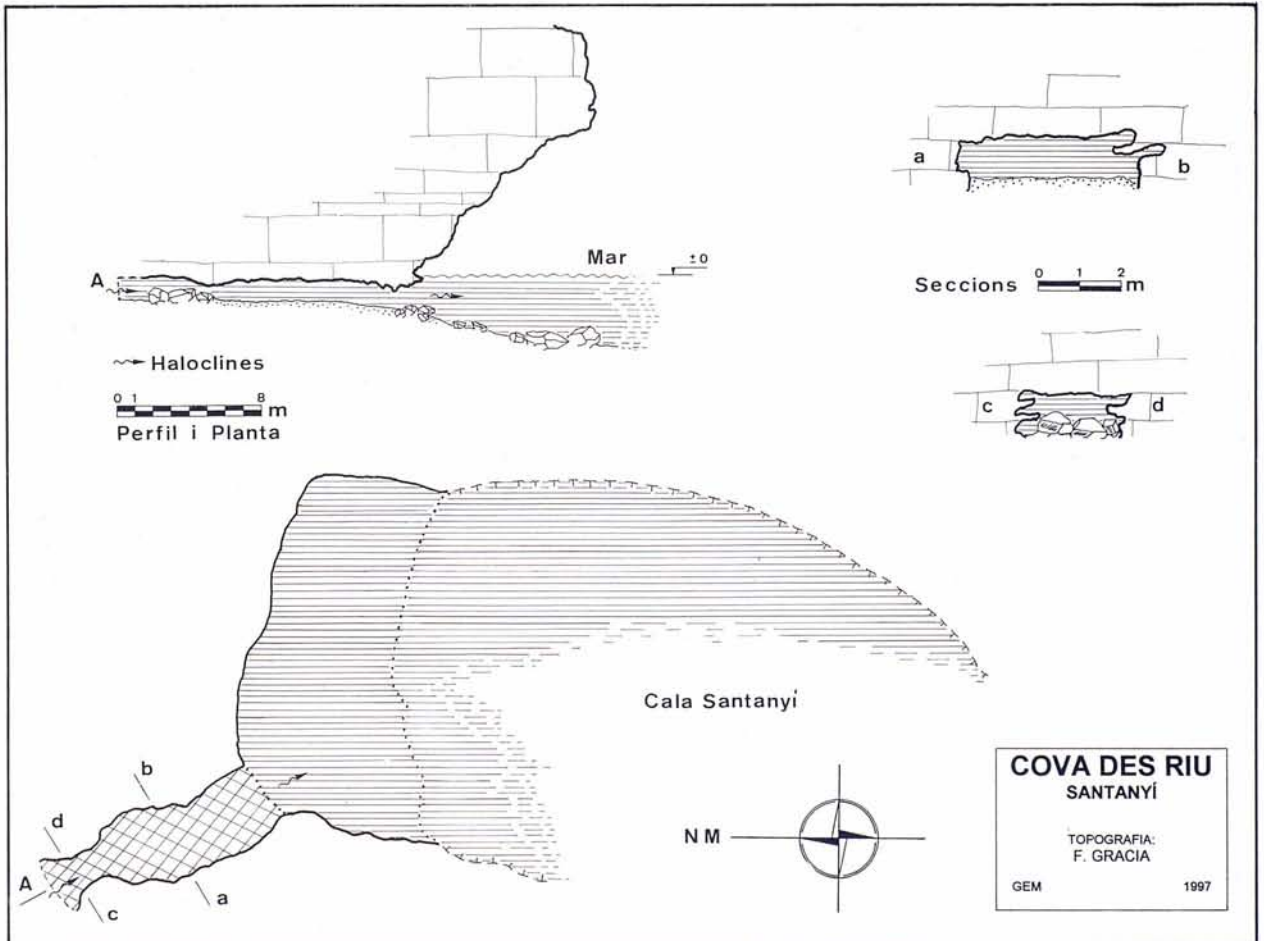
La cova objecte d'aquest treball és una cavitat del tipus clàssic d'aquest carst, per tant presenta les característiques comunes a la majoria de les coves de la zona. Una de les més destacades és l'horizontalitat bàsica, que sovint es presenta alterada pels caramulls

d'enderrocs, que poden arribar a tenir una alçària respectable.

La cova en conjunt té un recorregut en poligonal de 1005 m, que es divideix entre 239 m aeris i 766 m subaquàtics. Per fer-ne una descripció ràpida, a més de la **cova des Riu** que constitueix la comunicació impracticable amb la mar, la podem considerar dividida en cinc zones principals. D'aquestes, la primera està formada per la **sala d'Entrada**, aèria i únic sector conegut anteriorment de la cavitat. El segon sector el forma la continuació de la sala, la **galeria Negra**, la part més llarga de la cavitat; a un costat de la galeria i a baix de tot comença la **sala de la Bèstia Fabulosa**. La propera zona o **sala de sa Bella Fadrina** és una sala aèria que cal passar per un estret pas. El mateix esbucament que l'ha formada creà el **laminador del Purgatori** que condueix a la **sala des Cavaller**.

## COVA DES RIU

Constitueix la sorgència a la mar de la cova des Drac de Cala Santanyí. Es localitza al NO, a l'interior d'un entrant de la cala, de 27 m d'ample i 31 m de llarg, amb els 10 darrers metres amb forma de balma. L'entrada de la petita cavitat s'obre entre els 0,7 i 1,7 m de fondària, en un fons de *ripple-marks* d'arena i segueix



amb una direcció de 335°. No permet gaire l'accés a l'interior, ja que topa amb blocs que impossibiliten la progressió. Possiblement formaria part de la cova des Drac de cala Santanyí. Per mor d'un esbucament es degué tancar la comunicació amb la resta i l'esfondrament extern formà l'entrant marí. Segons el règim de mareas s'aprecien haloclines i una temperatura de l'aigua molt més baixa respecte de l'aigua de la mar.

### SALA D'ENTRADA

La cova s'obre a l'exterior per un bell exemplar d'abisament de 20 m d'ample, amb una important obertura entre els estrats a la part superior de la boca que s'enfonya devers una desena de metres a l'interior. L'entrada permet accedir a través d'una rampa a una sala de 100 x 40 m, de dimensions màximes, allargassada en direcció N 60 E. L'amplada de les seccions laterals, tenint en compte la part submergida, arriba als 55 m de màxima i els 25 m de mínima. L'alçària màxima del sostre és de 7 m, però normalment està comprès entre els 4 i els 6 m.

El centre de la sala està ocupat per un con d'enderrocs, que forma un rost cap als llacs i es perllonga sota l'aigua. La sala està ocupada a les cotes baixes per dos llacs; un és llarg i estret (55 x 3 m) al costat E, i està separat de l'altre per blocs esbaldregats. El llac del S, és més curt i d'aigües poc profundes, amb una superfície molt variable, segons el nivell de la mar. El fons està cobert d'arena i a la part S-SE de la sala forma una bella platgeta.



Foto 7: Platgeta d'arena a la part S-SE de la sala d'Entrada. (Foto A. Ginart).

En direcció al SO, les aigües es prolonguen cap a la mar, a través d'un laminador impracticable. Aquest és el punt d'entrada de *Posidonia oceanica*, i s'hi aprecien els efectes de l'onatge marí. L'aigua, a -15 m respecte de l'entrada, no es pot aprofitar per al consum, per causa de l'elevat contingut en clorurs.

Sota l'aigua, la sala d'entrada es perllonga i representa un percentatge important del total d'aquesta. Les parets i el sostre de la sala aèria estan desprovistes de formacions litoquímiques; la part de la sala que es troba per davall del nivell freàtic sí que presenta espeleotemes a alguns indrets.

### GALERIA NEGRA

El nom, de nova creació, com tots els de la zona submergida, prové del color fosc que té una bona part de la galeria. Té aquesta 185 m de longitud i pren una direcció N per després canviar a NO i tornar més endavant a N. L'amplada oscil·la entre els 23 m de màxima i els 4 m de mínima. El sòtil pren valors entre -1 i -6 m, però els valors normals estan compresos entre -4 i -6 m. La fondària mínima del terra és de 5 m i la màxima, 20 m. A alguns llocs dels costats de la galeria, hi ha blocs que subdivideixen, compliquen i incrementen el recorregut. Tota la galeria es desenvolupa al llarg de pujades i baixades, producte dels esfondraments, un dels quals és a punt de tancar la galeria. El terra, a més de blocs i pedres, està cobert de fang, que provoca que l'aigua s'embruti amb les turbulències produïdes per les aletes al pas del bussejador. Davant el pas que condueix a la sala de sa Bella Fadrina hi ha al sòtil una gran concentració de bogamarins fòssils, pertanyents a la unitat d'escull.

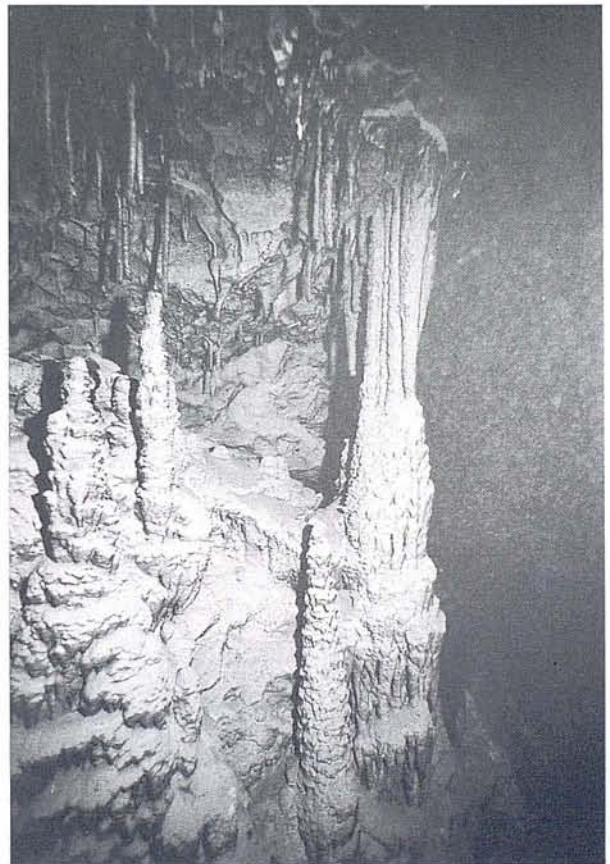


Foto 8: Espeleotemes foscos i escassos de la galeria Negra. (Foto R. Landreth).

Per tota la galeria Negra, igual que a la sala d'Entrada, aferrada a les parets hi ha exemplars de la mateixa espècie d'esponja blanca, d'entre 1 i 4 cm, que es troba a la cova des Coll (GRACIA *et al.*, 1997). Es tracta de l'espècie *Raphisia speleaea* (det. Maria Jesús Uriz i Quique ballesteros del Centre d'Estudis Avançats de Blanes).



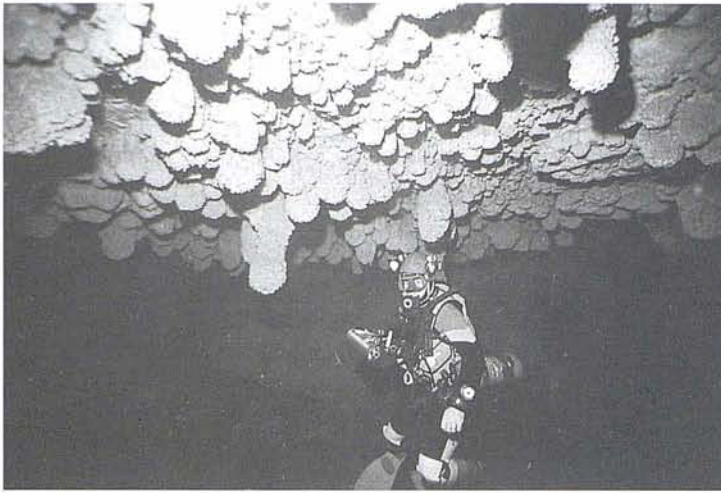


Foto 9:

**Galeria des Paleonivells.** Tot el sòtil està provist de formacions freàtiques generades durant una glaciació, amb una diferència de cota de -15 m respecte de l'actual nivell marí. (Foto R. Landreth).

### SALA DE LA BÈSTIA FABULOSA

Es davalla verticalment, per una zona on es veu que la galeria agafa fondària i les parets estan recobertes de formacions litoquímiques negres. A una de les parets s'obre la **galeria des Paleonivells**, entre els -15 i -19 m, amb abundants registres d'un antic nivell llacustre a -15 m i amb les parets també recobertes de formacions subaquàtiques. Aquí l'aspecte dels espeleotemes és completament diferent: estan ben conservats i de colors clars i endemés no hi ha fang al fons. La galeria pren la direcció NE i s'obre a una sala de grans dimensions (38 x 22 m), la **sala de la Bèstia Fabulosa**, amb blocs, sovint de mides descomunals que formen galeries i falsos pisos. S'arriben a assolir els 23 m, màxima profunditat de la sala. Les cotes de fondària del sostre van dels -7 m als -13 m, essent la mitjana de -10 m. Per algunes parts penjen estalactites, però el que més crida l'atenció és el revestiment litoquímic per davall dels -15 m, què afecta també els blocs caiguts, cosa que ens dóna una idea de l'antiguitat del procés clàstic, anterior a aquest nivell freàtic.

### SALA DE SA BELLA FADRINA

Una vegada passada la **sala de la Bèstia Fabulosa**, molt a prop del final de la **galeria Negra**, en direcció NE, pujant entre el rost de pedres, s'ha de superar un angost pas que permet accedir a una sala aèria (27 x 17 m). Un llac llarg i estret comunica fora de l'aigua amb el gran col·lapse de roca molt blanca i descomposta i perillosa de transitar. Sembla ésser el punt central d'un mateix esbucament que ha afectat altres zones de la cavitat, com són el **laminador del Purgatori**, la **sala des Cavaller**, part de la **galeria Negra** i tal vegada la pròpia **sala de la Bèstia Fabulosa**.

### SALA DES CAVALLER

A l'extrem de la **galeria Negra**, per entre els blocs caiguts s'obre un laminador d'uns 10 m de longitud (**laminador del Purgatori**), i menys de 50 cm d'alçària, que miraculosament permet el pas i condueix a un balcó des d'on es contempla la **galeria des Cavaller**. A partir d'aquest punt es torna a produir un canvi d'aspecte, ja que hi són abundants tots tipus d'espeleotemes.

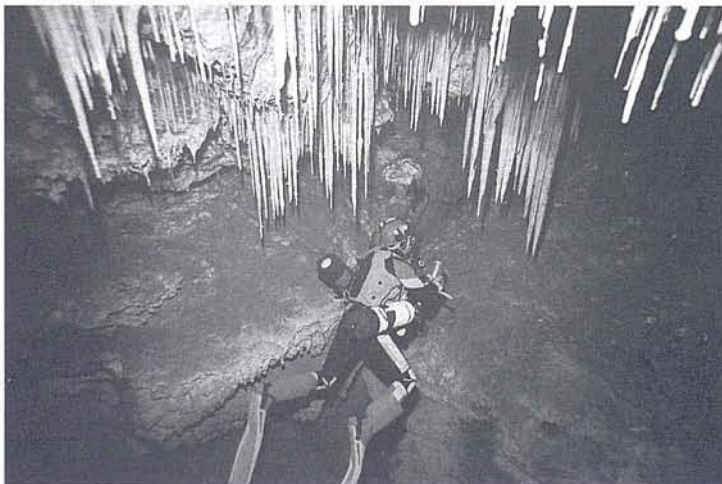


Foto 10:

Estalactites de la sala de sa Bèstia Fabulosa. (Foto R. Landreth).

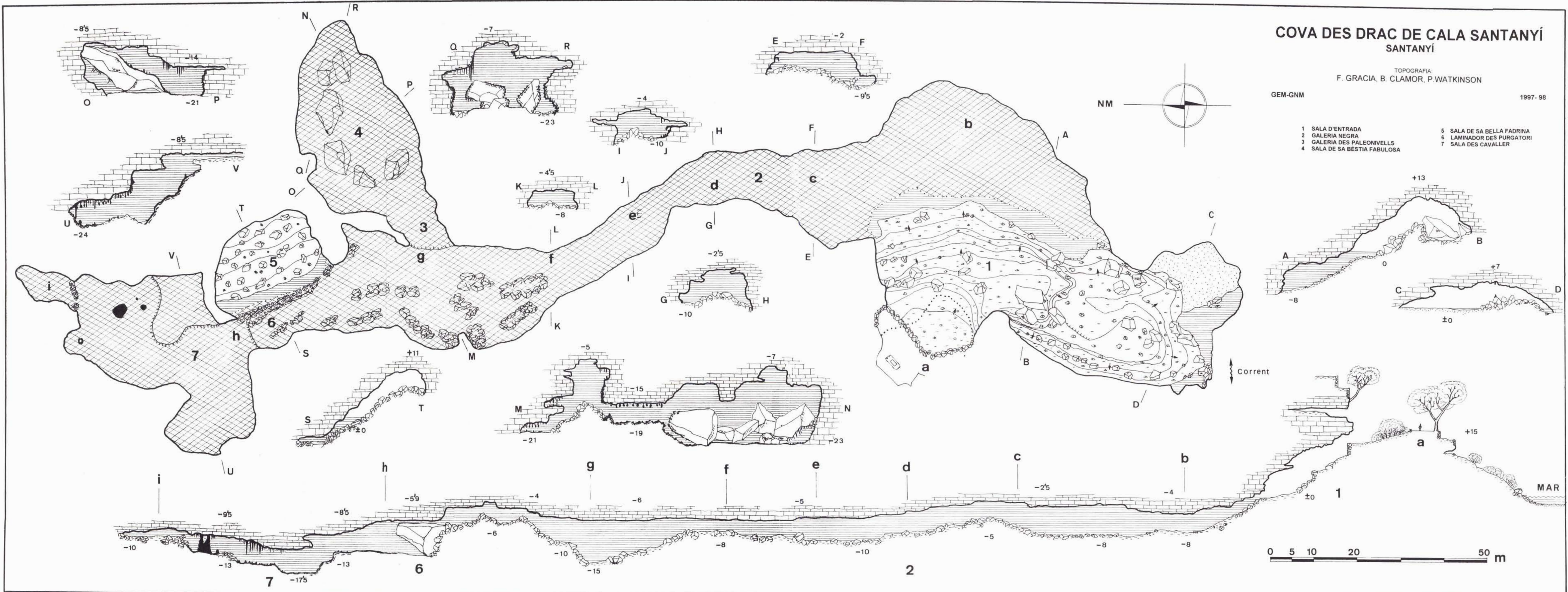
# COVA DES DRAC DE CALA SANTANYÍ SANTANYÍ

TOPOGRAFIA:  
F. GRACIA, B. CLAMOR, P. WATKINSON

GEM-GNM

1997-98

- 1 SALA D'ENTRADA
- 2 GALERIA NEGRA
- 3 GALERIA DES PALEONIVELLS
- 4 SALA DE SA BESTIA FABULOSA
- 5 SALA DE SA BELLA FADRINA
- 6 LAMINADOR DES PURGATORI
- 7 SALA DES CAVALLER



Constitueix la part més decorada de tota la gruta. S'han pogut observar diferents paleonivells freàtics, especialment al costat SO de la sala. La fondària màxima que s'assoleix són els 24 m. La continuació es tanca per un altre col·lapse que només permet progressar uns metres.

## Morfogènesi

Els nivells responsables de la formació de la cavitat corresponen a la Unitat d'escull, formada per calcarenites bioclàstiques amb una gran acumulació de restes esquelètics, principalment mol·luscs, que presenten un baix grau de fracturació.

L'opinió expressada per MONTORIOL (1970) assignava una gènesi marina, produïda per l'erosió de les ones durant un antic nivell del Mediterrani i que posteriorment patiria els processos anomenats quimioclàstics. També parla del possible efecte salí provocat pels aportats de clorur sòdic que efectuarien un paper actiu en els fenòmens de descalcificació, així com en la localització dels processos quimioclàstics.

Per a nosaltres és el tipus de cova litoral classificat per GINÉS (1995) com a cova de la zona de mescla costanera. Segons GINÉS & GINÉS (1992) hi ha un model genètic per a aquestes cavitats que contempla la formació d'uns buits inicials, generats per dissolució en la zona freàtica litoral. El paper desenvolupat per la mescla d'aigua salada i dolça és primordial, a causa de les condicions de subsaturació de l'aigua (BACK *et al.*, 1984).

Així es produiria l'excavació freàtica amb la formació del sistema de protocavitats. Després seguiria l'eixamplament tridimensional de la cavitat, especialment per mor del descens del nivell freàtic, amb desprendiments del sostre. El progressiu enfonsament provocaria l'obertura de la cova a l'exterior, fins assolir formes d'equilibri, amb l'acumulació dels fragments de la volta a la planta, formant el con d'enderrocs que tendeix a créixer amb els aportats exteriors. El llac adopta la forma de mitja lluna d'aigua, cada cop més reduïda.

La fase evolutiva en què es troba la cova des Drac ha esborrat les xarxes de fracturació original i qualsevol indicatiu de les protocavitats originàries, ben visibles per exemple a la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 1993) i a la cova des Coll (GRACIA *et al.*, 1997), ambdues de litologia i gènesi similars. Tanmateix les fractures servirien de línia de menor resistència per a la dissolució primer i després per provocar l'enfonsament del sostre. Les fluctuacions del nivell freàtic han hagut de servir de factor important en el desenvolupament i creixement ascendent de la cova.

Cal pensar que la història evolutiva pot haver sofert diversos episodis alternatius d'aixecament i descens del nivell marí, i per tant, diferents períodes de reactivació iniciats al mig de qualsevol fase del procés anterior, fins i tot, sota condicionants paleoclimàtics desiguals.

Es tracta d'una forma subterrània fragmentada de l'antic sistema espeleològic evolucionat en el temps. Aquesta cavitat, amb una morfologia predominantment clàstica, ha sofert durant el Plistocè successius esfondraments de les parets i voltes, els quals s'alternen i coexisteixen al llarg del temps amb fases intenses d'estalagmitització. La gran rellevància dels processos clàstics condiciona totalment l'aparença d'aquesta cova, essent també responsable de la seva obertura a l'exterior. L'actual nivell de la mar determina la presència dels llacs i de tota la zona ara anegada de la cova.

A diferència de MONTORIOL (1970), creim que l'erosió marina únicament va contribuir a l'obertura de la boca a l'exterior o a una erosió parcial d'aquesta i de la **sala d'entrada**. Es pot apreciar, partint del nivell de la mar, diverses formes d'erosió marina que remunten el penyal fins arribar a la cova.



Foto 11: Forats esponjosos (*spongework*). (Foto R. Landreth).

Les morfologies de corrosió degut a l'agressivitat química de l'aigua són visibles, especialment, a la paret E de la **sala d'Entrada**, per davall de l'aigua, on destaquen els forats esponjosos (*spongework*).

No manquen bons exemplars de processos litogènics arreu de la cova, essent especialment importants a la **sala de la Bèstia Fabulosa** i a la **sala des Cavaller**, encara que els processos clàstics han produït l'esbucament sota els blocs de moltes de les primitives formacions litoquímiques.

Antigues fluctuacions positives del nivell de la mar (corresponents a períodes interglacials) estan enregistrades a l'interior de les coves costaneres per mitjà d'alineacions horitzontals d'espeleotemes freàtics (GINÉS *et al.*, 1981). La formació d'aquest tipus de cristallitzacions està lligada a paleonivells assolits per la superfície de les aigües freàtiques, de manera simultània a les oscil·lacions glacioeustàtiques marines (GINÉS i GINÉS, 1993). S'han trobat fins al moment a les coves mallorquines espeleotemes freàtics des de la superfície de la mar fins a la cota + 40 m. Les edats obtingudes comprenen d'ençà dels 3,9 ka B.P. (espeleotemes freàtics postglacials situats prop del present nivell de la mar) fins més de 300 ka B.P. que corresponen a antigues estabi-

litzacions del Mediterrani a cotes més o menys elevades (GINÉS i GINÉS, 1993).

En coves situades en diferents sectors de la costa oriental de Mallorca han estat reconegudes tres establitacions de la Mediterrània entre +1,4 i +2,5 m per damunt de l'actual nivell de la mar, que es remunten a edats entorn dels 83, 108 i 124 ka B.P. (TUCCIMEI *et al.*, 1998).

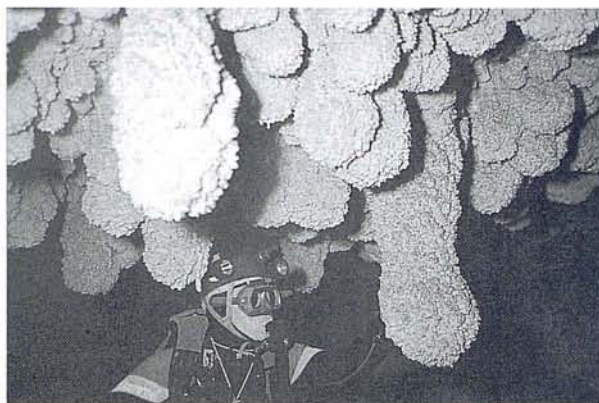


Foto 12: Detall d'alguns paleonivells freàtics de la galeria des Paleonivells. (Foto J. Díaz).

Els espeleotemes trobats a la cova des Drac de Cala Santanyí, són deguts a les estabilitzacions negatives del nivell freàtic i corresponen a les cotes -13'5, -15, -17 i -19'3 m. S'ha procedit a recollir diverses mostres per a realitzar les datacions absolutes que serviran per precisar amb major detall, els avatars experimentats pel nivell marí durant els episodis glacials del Plistocè.

## Equipament

La sala d'Entrada, la galeria Negra i la sala de la Bèstia Fabulosa es poden recórrer amb les botelles situades a l'esquena. Per anar a la sala de sa Bella Fadrina o per passar el laminador del Purgatori i accedir a la galeria des Cavaller, és imprescindible dur col·locades les botelles lateralment, i encara així és difícil l'accés. En aquests dos llocs, i especialment al darrer, cal tenir molta experiència en la superació de galeries estretes i sense visibilitat, per causa del perill d'encaixament del bussejador. La capacitat de les dues botelles es recomana que sigui de 10 litres.

## Agraïments

Volem manifestar el nostre agraïment:

A Robert Landreth, Antelm Ginart, Javier Díaz i Moisès Bonnín per realitzar les fotografies.

A Pere Cifre, del grup ANEM, pel seus comentaris que ens van dur als escafandristes a interessar-nos per aquesta cova.

Als veïns de la zona on s'ubica la boca, per les facilitats donades per a la realització de la nostra tasca.

A Gabriel Janer per l'ajut prestat en la recerca de dracs dins el corpus alcoverià.

A Francesc Riera, qui sempre té la seva biblioteca a la nostra disposició.

A Andreu Ponç i Fullana, que ens ha proporcionat una citació de l'Arxiu Municipal de Santanyí.

A Maria Jesús Uriz i Quique Ballesteros del Centre d'Estudis Avançats de Blanes per la determinació de l'espècie *Raphisia speleaea*.

## Bibliografia

- AGUILÓ, C. (1997): Una relíquia del parlar de Santanyí: la paraula adrago i la seva variant adragó. *Flamatel·les*, IX. In: S'Escarràs: 27.
- BACK, W.; HANSHAW, B. B. & VAN DRIEL, J. N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan peninsula, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphic Agent*. La Fleur Allen & Unwin 281-293. Boston.
- COROMINES, J. (1982): *Diccionari Etimològic i Complementari de la Llengua Catalana*. Vol. 3. Barcelona.
- ENCINAS, J. A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears-any 1997. *Endins* 21: 103-128.
- FORNÓS, J. J. i POMAR, L. (1983): Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí (Complejo terminal). In: *X Congreso nacional de sedimentología*. IEB-UIB.
- GINÉS, A. (1991): El carst del migjorn de Mallorca y su paralelismo con el carst yucateco. *I Congreso Nacional de Espeleología. Programa y resúmenes*. Mérida, Yucatan.
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleotopográfico de las Baleares. (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las covas del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981): Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of Mediterranean Pleistocene paleolevels. *Proceedings Eighth International Congress of Speleology*. 533-536. Bowling Green.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20/ Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 71-86.
- GINÉS, J.; BORRÁS, L. & GINÉS, A. (1989): Grup espeleològic EST: 1968-1988. Vint anys d'espeleologia mallorquina. *Endins*, 14-15: 101-116.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 19: 9-15.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (1998): La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22.
- GRACIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- JANER MANILA, G. (1996): *Això era i no era ... Màgia i misteri de les rondalles*. Pàgs. 76-82. Palma.
- MERINO, A. (1993): La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23.
- MONTORIOL-POUS, J. (1970): Nota sobre la Cova del Drac de Santanyí (Mallorca, Balears). *Speleon*, 17: 41-45.
- MOREU-REY, E. (1982): *Els nostres noms de lloc*. Pàg. 94 Palma.
- NUÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de ciencias de Cuba 224 pp. La Habana.
- ROÍS de CORELLA, J. (1980): *Tragèdia de Caldesa i altres proses*. MOLC. Barcelona.
- ROSSELLÓ VERGER, V.M.(1961-62): Anotacions a la toponomàstica del migjorn i xaloc de Mallorca. *Boll. Soc. Arq. Lul.*, 32: 30.
- TRIAS, M. (1974): Una campanya a les illes de Cabrera. *Endins*, 1: 33-53.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22.
- VIDAL i TOMÁS, B. (1965): En el centenario de su muerte, Bover en Santanyí. *Santanyí*, 173: 1-3.

## RESULTADOS DE DOS CAMPAÑAS ESPELEOLÓGICAS EN PICOS DE EUROPA (Asturias)

Por Antonio MERINO <sup>1</sup>

### Resum

Durant els mesos de setembre dels anys 1996 i 1997 un interclub integrat per espeleòlegs del Grup Espeleo Llubí i de la Secció d'espeleologia de l'ANEM, va dur a terme sengles campanyes espeleològiques a Picos de Europa. Un total de 17 cavitats varen ésser explorades i topografiades. Es va assolir la major fondària a la Torca Bellaescusa amb 58 m.

### Abstract

In september 1996 and likewise in 1997 an interclub group made up of members from Grup Espeleo Llubí and from ANEM's Speleologic Section carried out caving expeditions in the Picos de Europa. In total 17 caves were explored and surveyed, with the Torca Bellaescusa reaching the greatest depth, 58 m.

### Situación Geográfica de la zona

Se solicitó permiso y autorización a la Federación Asturiana de Espeleología siendo asignada un área situada en el Sector N.E. del Macizo Oriental de Picos de Europa, cercana a la población asturiana de Panes.

En los años 1996 y 1997 se realizaron campañas espeleológicas por parte del interclub formado por espeleólogos del Grup Espeleo Llubí y de la Secció d'espeleologia de l'ANEM. Los miembros integrantes fueron Tolo Cabanellas, Guillem Mulet, Pep Vega y Antoni Merino.

El área del trabajo está delimitada al N por el tramo de carretera (comarcal 6312) que discurre desde el Embardo por Niserias hasta el Pontó. Por el W por el Barranco de Rubo hasta la Collada Garabín. Por el S por otro barranco (río de San Esteban) que discurre desde la Collada antes citada, hacia el pueblo de San Esteban y desde esta villa hasta la carretera nacional 621 a través del barranco de Río Rumenes. El río Deva cierra por el E la zona asignada. El relieve es bastante irregular, siendo el punto más elevado Cabezo Vigueras con 1319 m de altura. Las coordenadas U.T.M. de situación de las cavidades son referidas al plano escala 1:25.000.

### Marco geológico

La zona de estudio está constituida principalmente por calizas de edad carbonífera. Son materiales que van desde el Namuriense medio y superior hasta el Westfaliense. De muro a techo se distinguen litológicamente las siguientes unidades:

1) En la base tenemos la caliza de Montaña, en la cual se distinguen dos formaciones, por un parte la Barcaliente y por otra la Valdeteja. La primera se caracteriza por una caliza de color negro, grano fino y un característico bandeado milimétrico de tonos claros y oscuros, pasando progresivamente a unas calizas masivas de color gris y grano más grueso que representa ya la Formación Valdeteja. El espesor total de la serie se sitúa entre los 500 y los 600 m de potencia.

2) Caliza de Picos de Europa, situada directamente sobre la anterior diferenciándose de aquella por el tipo de facies. La parte inferior de la formación se caracteriza por una caliza oscura de grano fino y color blanco intenso en fractura reciente, sobre estos niveles se sitúan otros de calizas grises y rosadas, de aspecto brechoide. La potencia total de esta formación puede alcanzar los 700 m.

3) Hacia la parte N de la zona existe un pequeño afloramiento de areniscas y arcillas rojizas que parece representar niveles del Buntsandstein.

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia ANEM.

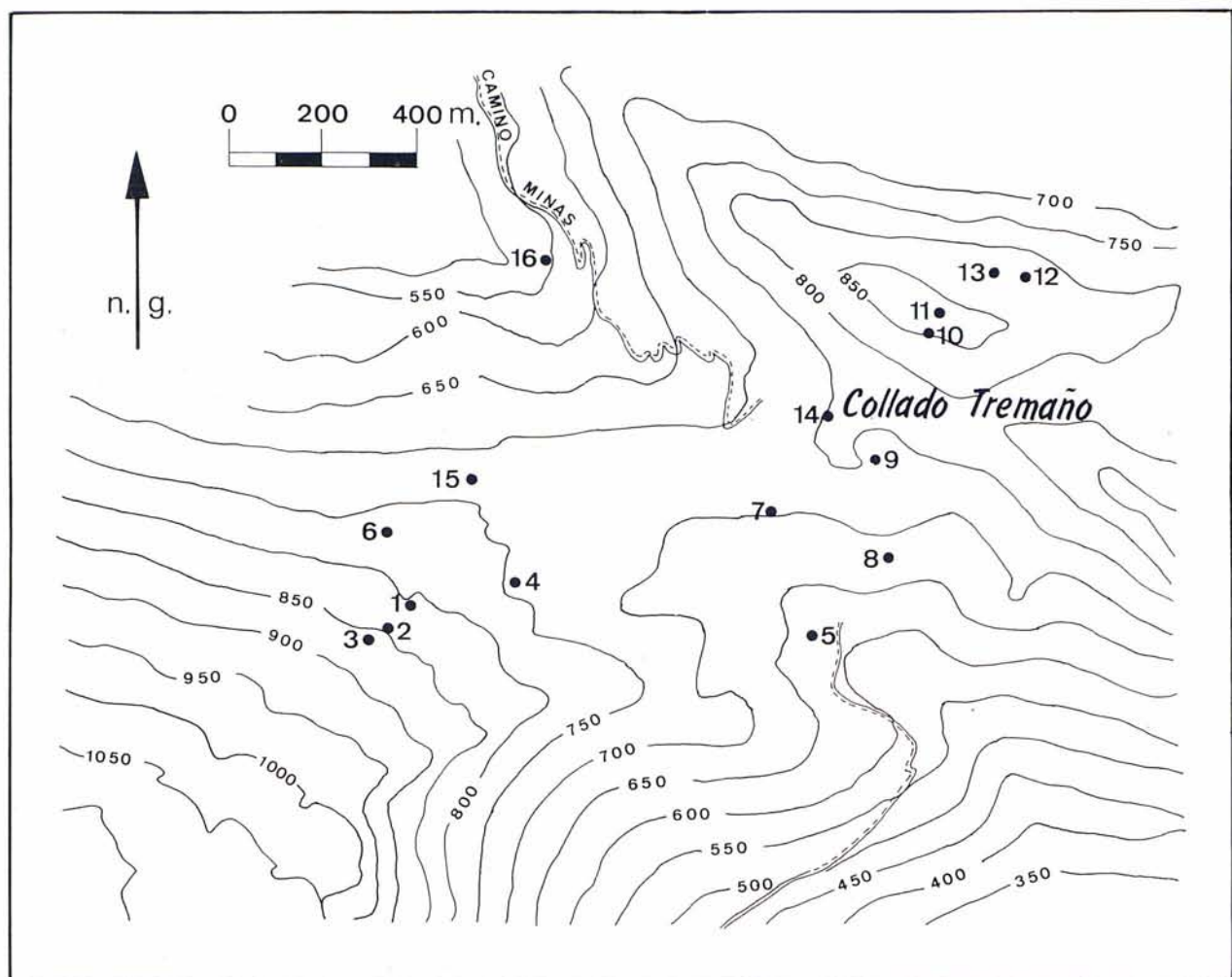


Figura 1: Plano de la zona explorada y situación de las cavidades. Los números se corresponden con los del texto. Cortesía de la Consejería de Ordenación del Territorio, Obras Públicas, Urbanismo y Medio Ambiente del Principado de Asturias.



Foto 1: Campamento de la expedición en El Collú. Foto Pepe Vega.

La estructura tectónica de la región se ve afectada por la existencia de una serie de cabalgamientos asociados a pliegues y fallas, siendo vergentes hacia el S y con dirección E-W en el área de trabajo.

## Descripción de las cavidades

### 1.- TORCA DEL SAPO (PB-1)

Coordenadas U.T.M. : 366.495 / 4.795.440 - 810.

La boca de acceso conduce a un pozo de unos 6 m de profundidad, que comunica con una pequeña sala con el suelo cubierto de bloques y barro. Hacia la parte SW, sobre una rampa muy inclinada se encuentran unas curiosas formas de lapiaz subterráneo. Alcanza una profundidad máxima de 7'5 m.

El origen de la cavidad hay que buscarlo en las numerosas diaclasas que fracturan toda la zona, muy visibles en el exterior, unido a una junta de estratificación que ha influido también en la morfología de la cavidad.

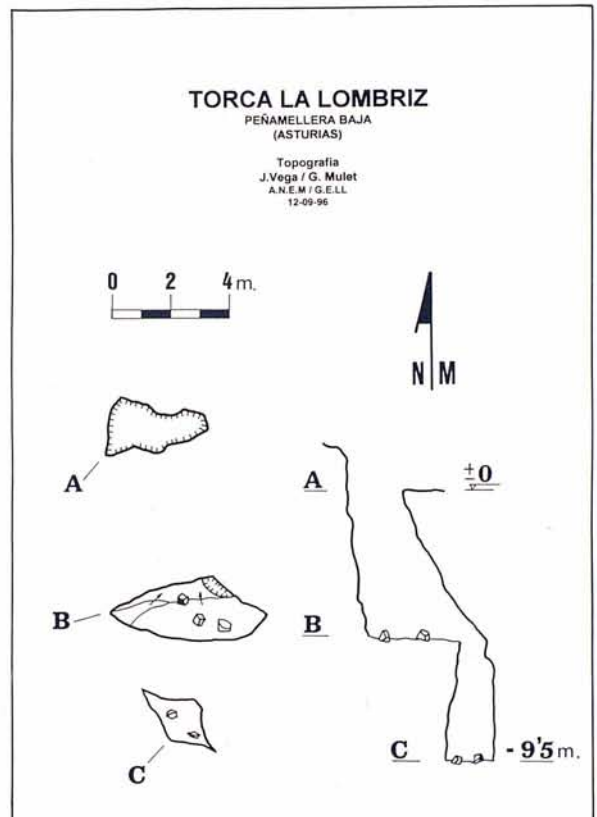
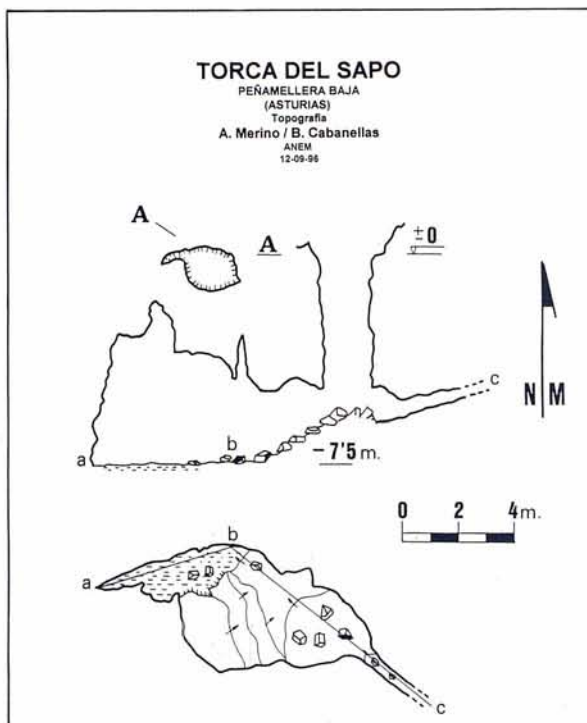
### 2.- TORCA DE LA LOMBRIZ (PB-2)

Coordenadas U.T.M. : 366.560 / 4.795.395 - 850

La entrada de esta sima da acceso a un primer pozo de 5 m, que acaba sobre una repisa, en cuya parte N un



Foto 2:  
Perspectiva parcial de la zona de trabajo hacia Cabezo Vigueras. Foto A. Merino.



estrecho paso conduce hasta el final de la cavidad, a casi 10 m de profundidad.

Al igual que la cavidad descrita anteriormente, la formación y desarrollo de esta sima está íntimamente ligada a los grupos de fracturas que cruzan la ladera donde se sitúa.

### 3.- PB-3

Coordenadas U.T.M. : 366.540 / 4.795.380 - 860

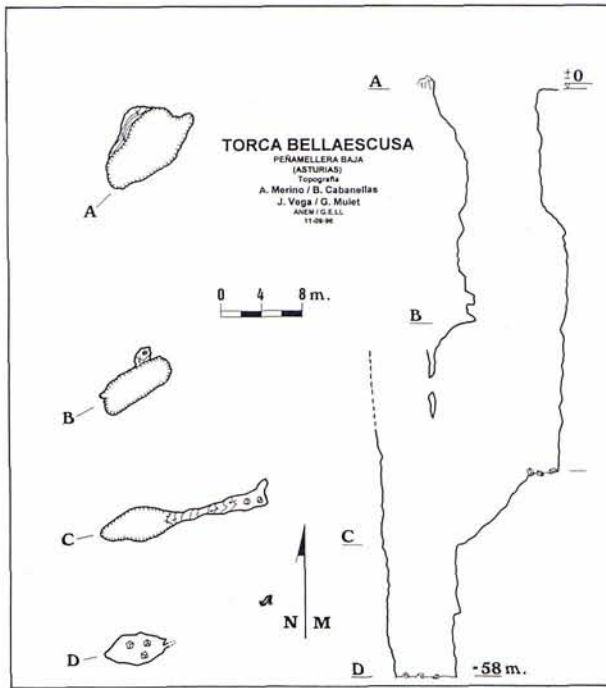
Se localizó una pequeña boca y después de un intento de desobstrucción, se vió que no era factible su acceso debido a sus reducidas dimensiones. Parece tratarse de una pequeña surgencia fósil, colmatada por sedimentos.

### 4.- TORCA BELLAESCUSA (PB-5)

Coordenadas U.T.M. : 366.860 / 4.795.460 - 745

#### Descripción de la cavidad

Una boca de dimensiones máximas 10 x 6 m, enmascarada por la vegetación, conduce a un pozo con volumen y de forma alargada. A los 38 m de profundidad se alcanza una repisa, que lleva a una pronunciada rampa cubierta de piedras y barro. Finalizada ésta a 45 m se encuentra un nuevo pozo de 13 m que desciende hasta la máxima profundidad de la cavidad, a 58 m. El fondo está cubierto de piedras y existe un sumidero impracticable, que drena en parte las aguas que llegan hasta este punto de la cavidad.



## Génesis y morfologías

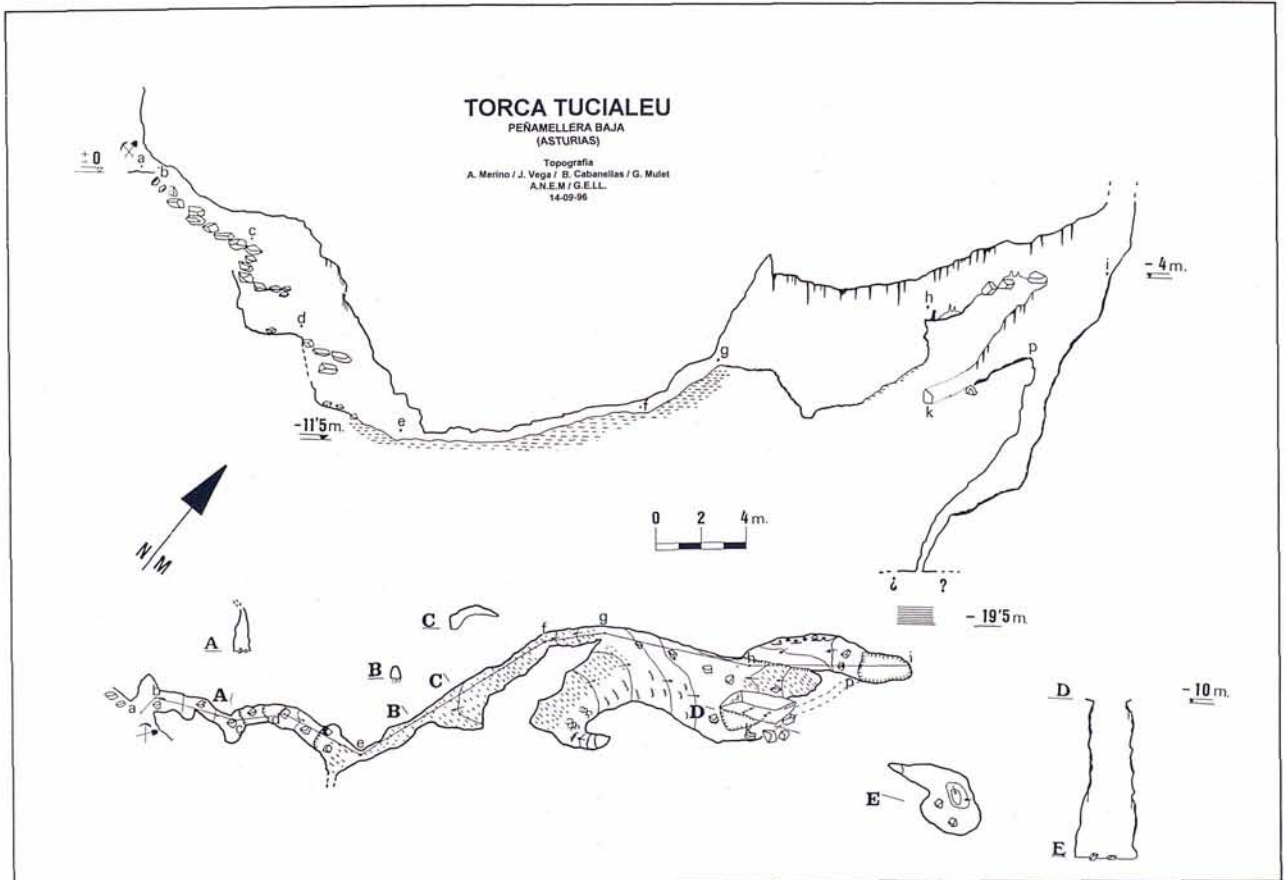
La cavidad se encuentra instalada sobre una fractura de dirección NNE-SSW. Primitivamente debieron existir dos pozos, que con la evolución de la cavidad han llegado a unirse. Todavía es posible observar restos del primitivo diafragma separador a 30 m. Morfológicamente lo más destacable es el volumen del pozo de entrada. Existe poco concrecionamiento, limitándose al tercio superior donde hay toda una serie de coladas parietales en parte erosionadas y algunas en equilibrio inestable.

## 5.- TORCA TUCIALEU (PB-6)

Coordenadas U.T.M.: 367.530 / 4.795.340 - 620

### Descripción de la cavidad

Situada en el fondo de una profunda dolina, la cavidad era desconocida para los lugareños, y fue puesta al descubierto gracias a la potente desobstrucción efectuada. La entrada, de pequeñas dimensiones, conduce a una galería, de sección reducida al principio, que luego aumenta de tamaño, cuyo suelo está cubierto de bloques. Después de llevar a cabo tres pequeños desgrimpes, se llega a una salita situada a cota 11'5 m. En su parte N existe un angosto paso que es por donde continúa la cavidad. Superado éste, se entra en un estrecho conducto que después de unos metros se ensancha un poco, pero mantiene la altura. Una rampa lleva hasta





una sala no muy grande, pero bellamente decorada, la Sala del Reventón.

Hacia la parte E se abre un pozo de 7 m de profundidad, de paredes concrecionadas y sin posibilidad de continuación.

En la zona NE de la sala, un resalte lleva a un sector cubierto de bloques y formaciones, en donde se halla otro pozo, de forma bastante irregular y de 10 m de profundidad, que conduce a una estrechez. Ésta se intentó desobstruir durante la campaña de 1997, pero fue imposible superarla.

Sondeada la misma, parece existir un tramo angosto de unos dos metros de longitud, y tras él un vacío de dos metros que cae en una poza. Ésta contiene un metro de agua aproximadamente, situándose este punto a 19'5 m de profundidad, al tiempo, se intuye una sala de medianas dimensiones.

### Génesis y morfologías

Es un interesante ejemplo de cavidad sumidero, que funciona sólo en épocas de fuerte precipitaciones o fusión de nieve.

La génesis parece ligada a una serie de fracturas de dirección variable, aunque predominando las orientadas según un eje NE-SW. La situación de la entrada de la cavidad, en el fondo de una dolina, ha provocado que las aguas reunidas por ésta converjan sobre una fractura que, con el tiempo, ha sido ensanchada y ha capturado un cavernamiento preexistente (Sala del Reventón), que morfológicamente ha sufrido toda una serie de cambios.

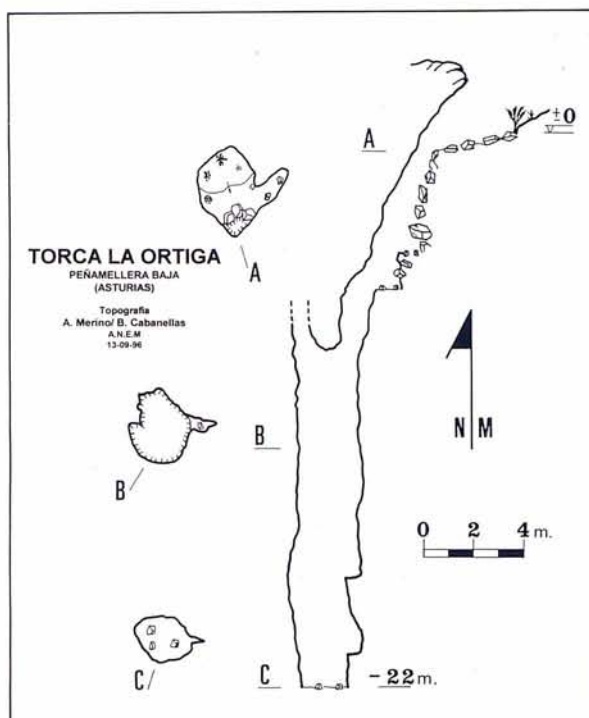
En el primer tramo de la cavidad el agua circula con fuerza, erosionando mecánicamente. A partir de la primera sala, con el suelo cubierto de barro, el agua pierde fuerza e inunda el conducto estrecho, al tiempo que va siendo filtrada por todo este tramo, depositándose en parte el barro que lleva en suspensión. Aquí se observan niveles de inundación (estancamientos) que pueden llegar a sifonar el conducto en algunos puntos. El resto del agua llega hasta la Sala del Reventón, donde lleva a cabo una ligera erosión del lecho por el cual circula. En dicha sala se observan varios tipos de morfologías, entre los que cabe destacar en la parte S una serie de gours junto a acumulaciones de barro. El resto está cubierto de coladas y formaciones estalactíticas y estalagmíticas. Este mismo concrecionamiento ha provocado un enmascaramiento de los bloques que forman el suelo de la sala, producto de derrumbes derivados de los ajustes mecánicos de la bóveda. Las morfologías de bloques concrecionados son especialmente visibles en el pozo, donde se situaría la posible continuación de la cavidad.

A partir de esta zona el agua se filtra por el suelo de toda la sala no existiendo ningún punto claro de absorción. Por debajo del suelo de la Sala del Reventón, tenemos lo que parece ser otra galería, con la poza de agua descrita en párrafos anteriores.

## 6.- TORCA DE LA ORTIGA (PB-7)

Coordenadas U.T.M.: 366.600 / 4.795.595 - 770

La boca de acceso se encuentra situada entre los bloques que cubren el fondo de una dolina de dimensiones reducidas. Consta de un pozo de 22 m de profundidad, cuyos primeros 6 m son bastantes estrechos y con bloques encajados e inestables siendo el resto del pozo de mayores dimensiones. El fondo de la sima está cubierto de derrubios y la cavidad carece totalmente de revestimientos litoquímicos.

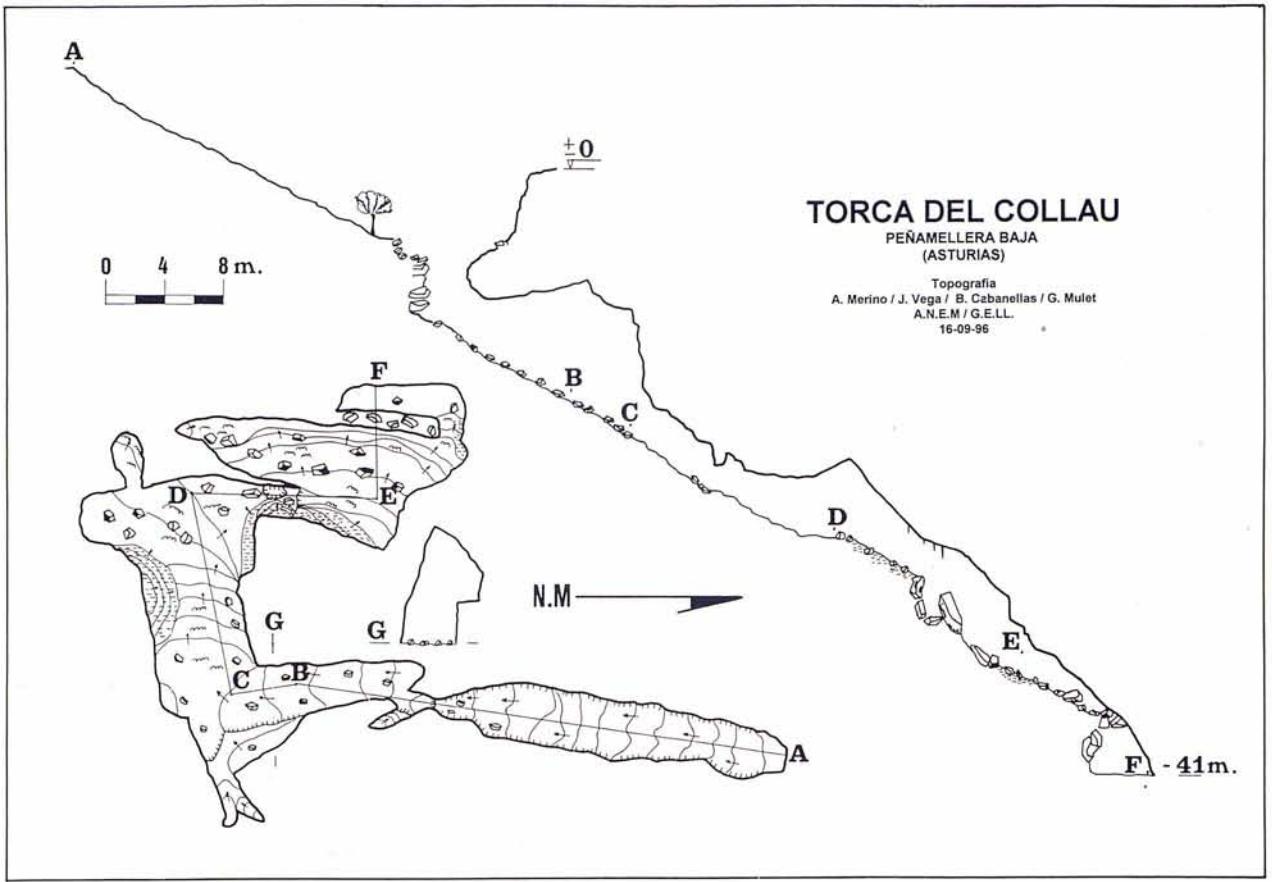


## 7.- TORCA DEL COLLAU (PB-8)

Coordenadas U.T.M.: 367.420 / 4.795.620 - 700

### Descripción de la cavidad.

La entrada situada en una dolina es de notables dimensiones, dando acceso a una rampa de fuerte inclinación, con el suelo cubierto de abundante vegetación. Al final de la misma se encuentra un resalte de unos 4 m, a partir de aquí encontramos una nueva rampa muy inclinada. La bóveda de esta galería llega a alcanzar los 8 m de altura, en la parte más baja, la galería cambia de dirección tomando rumbo W, manteniéndose el mismo tipo de morfología y una fuerte pendiente. Este tramo es recorrido por un pequeño curso de agua que se pierde entre bloques, al final de la rampa. A partir de aquí la galería toma dirección N. Hacia la parte inferior de la cavidad, se encuentran acumulaciones de grandes bloques caídos y consolidados en parte por coladas formando falsos pisos, en uno de ellos finaliza la cueva.



### Génesis y morfologías

El rasgo morfológico más importante lo constituye la serie de galerías, con suelo muy inclinado y cubierto de bloques de diversos tamaños, con substanciales acúmulos de margas muy plásticas. Cabe resaltar el volumen de las galerías, principalmente en la primera parte de la gruta, y también las importantes pavimentaciones que cubren buena parte del suelo de la cueva.

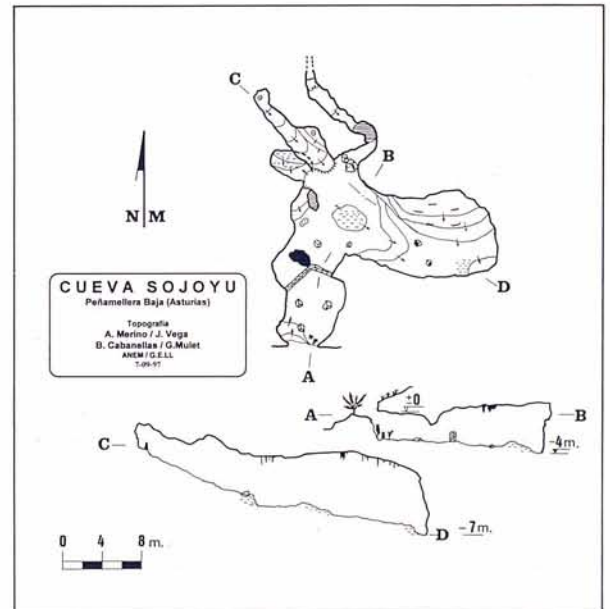
La génesis hay que buscarla en una importante falla, de dirección N-S con buzamiento W, visible incluso en el exterior, que aprovechando unos niveles margosos que han servido de nivel de despegue, ha generado este importante vacío, que ha ido sufriendo ajustes mecánicos y consolidación de bloques por coladas estalagmíticas.

### 8.- CUEVA SOJOYU (PB-9)

Coordenadas U.T.M.: 367.680 / 4.795.500 - 680

#### Descripción de la cavidad

La cavidad está formada por una sala principal y dos pequeñas galerías situadas en la parte N. La sala está dividida por una pared artificial de un metro de altura que, junto a otras obras, son fruto de la adaptación de la cueva a la actividad del curado de queso. El suelo de la sala está cubierto de abundante arcilla y algunos bloques y piedras. Hacia el E se va ganando profundidad



hasta alcanzar la cota más baja de la cueva a 7 m. En la zona N parten dos galerías, ambas en sentido ascendente. La situada más al W, de mayor pendiente, tiene el suelo y parte de las paredes cubiertas de coladas pavimentarias con algunas estalactitas y estalagmitas. La otra galería situada más al E presenta un gour con abundante agua.

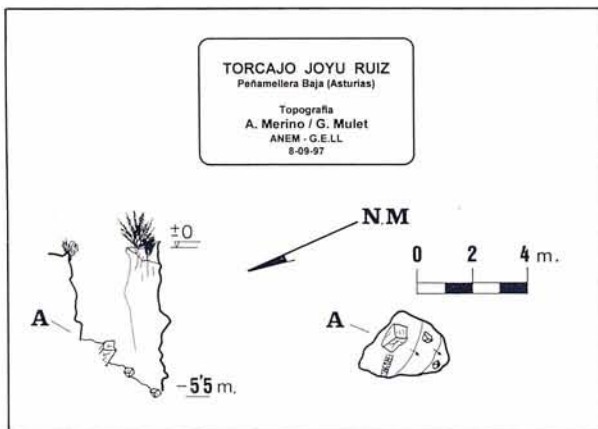
## Génesis y morfologías

La génesis parece relacionada con una serie de fracturas de dirección NW-SE, sobre las cuales se instala la cavidad. La galería donde se halla el gour tuvo en un momento dado circulación hídrica, como lo demuestran las morfologías observadas. Con posterioridad este conducto fue abandonado por las aguas y está siendo cubierto por coladas pavimentarias. Cabe resaltar la existencia de una serie de niveles de estancamiento de agua en dicha galería. En la parte W de la cavidad encontramos una pequeña sala, con el suelo cubierto de arcilla, situada en parte debajo de la galería con mayor desnivel, estando ambas enclavadas sobre la misma fractura. El resto de la cueva lo constituye una sala de mediano tamaño.

### 9.- TORCAJU JOYU RUIZ (PB-10)

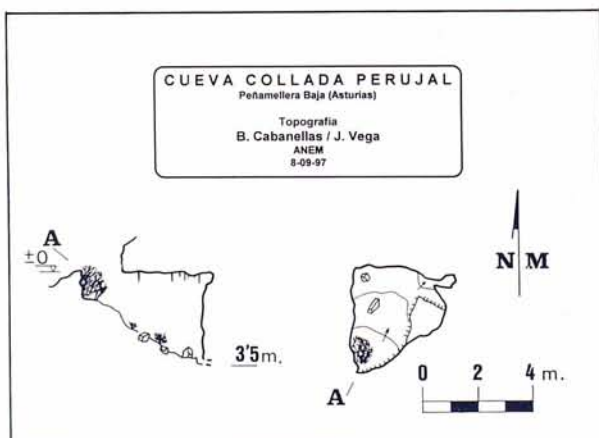
Coordenadas U.T.M.: 367.600 / 4.795.790 - 737

Se trata de una pequeña sima, que en tiempos de lluvias recoge parte de las aguas de la dolina donde se sitúa, habiéndose llevado a cabo un acondicionamiento para facilitar la entrada y salida a la misma. Ha sido empleada por los pastores para mantener en su interior comida y agua fresca en tiempos de tareas agrícolas.



### 10.- CUEVA COLLADA PERUJAL (PB-11)

Coordenadas U.T.M.: 367.720 / 4.796.000 - 850  
Balma sin ningún tipo de interés.

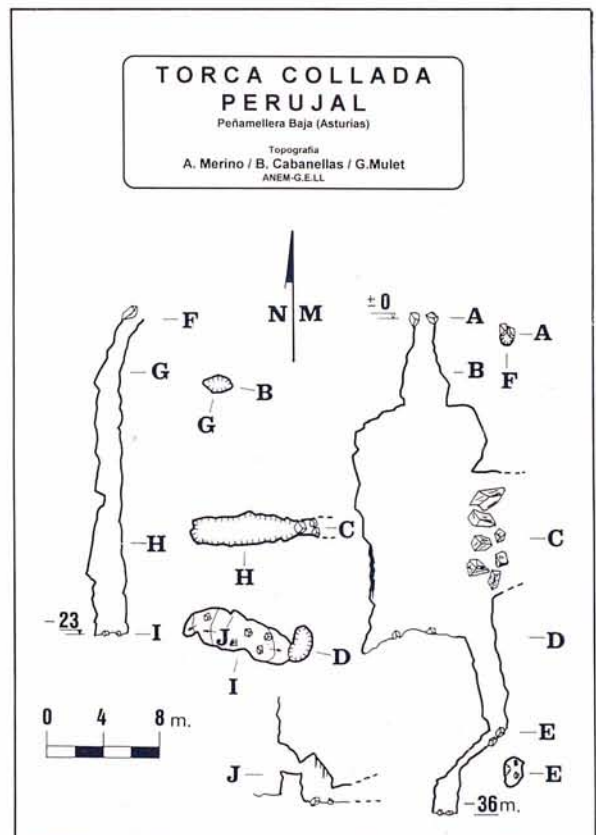


### 11.- TORCA COLLADA PERUJAL (PB-12)

Coordenadas U.T.M.: 367.760 / 4.796.040 - 868

La sima, de 36 m de profundidad, está formada por dos pozos netamente diferenciados. El primero, de 23 m de desnivel es de sección alargada. En su pared E y a distintas alturas, se observan bloques de gran tamaño encajados. Las paredes están recubiertas de coladas en mal estado hasta la cota 16 m, a partir de ese punto aflora la roca madre hasta la base del pozo. En su parte N y a unos 2 m por encima del suelo se abre una ventana que comunica con una estrecha y corta galería. El suelo del pozo de acceso está cubierto por piedras de distintos tamaños. En la parte E encontramos la continuación de la cavidad a través de un nuevo pozo de sección circular, con paredes de roca en buen estado, que nos llevará hasta la parte más profunda de la sima.

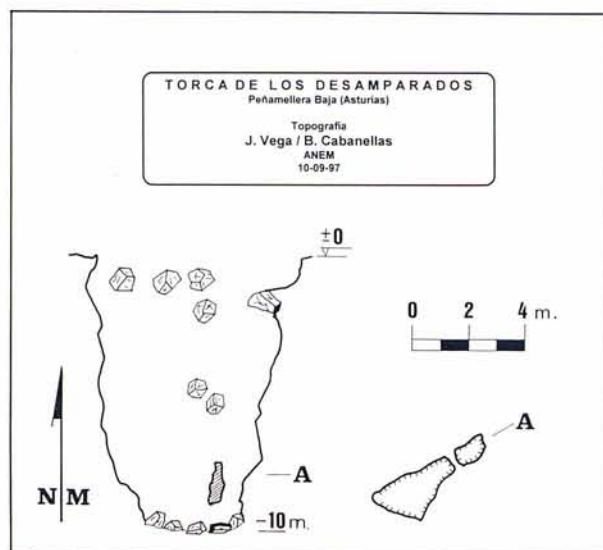
La cavidad está instalada sobre una fractura de dirección E-W, generada por la propia tectónica de la zona.



### 12.- TORCA DE LOS DESAMPARADOS (PB-13)

Coordenadas U.T.M.: 367.950 / 4.796.150 - 808

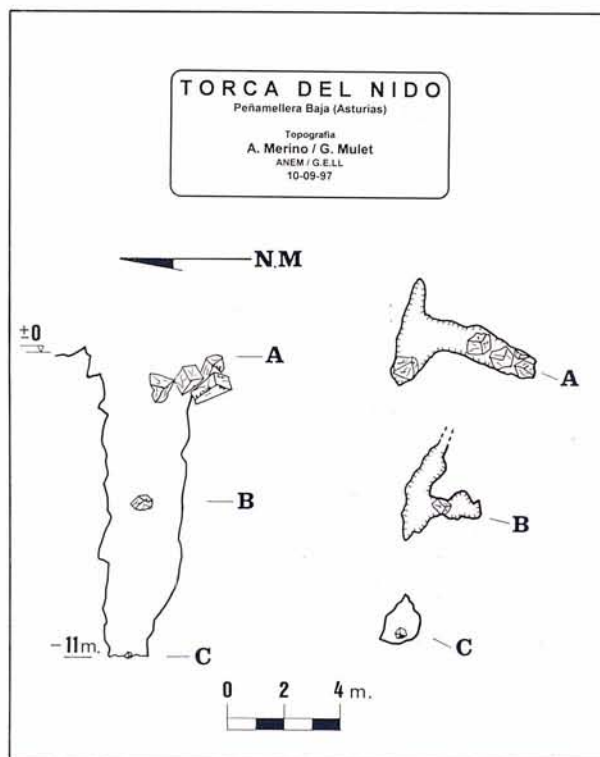
Se trata de una sima de lapiaz que aprovecha una fractura de dirección WSW-ESE.



### 13.- TORCA DEL NIDO (PB-14)

Coordenadas U.T.M.: 367.880 / 4.796.160 - 815

Una boca en forma de "T" nos sitúa en un pozo de 11 m de profundidad. La cavidad se instala sobre una fractura de dirección WNW-ESE.



### 14.- TORCA POZU BERMEJO (PB-15)

Coordenadas U.T.M.: 367.520 / 4.795.790 - 755

#### Descripción de la cavidad

La entrada situada al pie de una pared de piedra (castro), es de pequeño tamaño y conduce a un pozo de unos 10 m de profundidad. En la base se abre una gale-

ría que se prolonga unos pocos metros en dirección SE. En el otro extremo, un paso entre bloques lleva hasta una sala que se extiende en dirección N, formando una rampa que va ganando altura hasta alcanzar la superficie a través de una segunda boca.

#### Génesis y morfologías

El hecho morfológico más destacable de la cavidad, es la presencia de grandes cantidades de barro y arcilla, que forman las paredes. Se observan también grandes bloques de piedra desprendidos tanto del techo como de las paredes.

La génesis de la cavidad está ligada a una zona de contacto entre la caliza y unos materiales arcillosos, que forman parte de un collado atrapado entre la ladera caliza de la montaña donde se sitúa la Collada Perujal y una pequeña barra de naturaleza caliza. La boca situada bajo el "castro" parece generada por la erosión del agua al aprovechar ese punto para infiltrarse, mientras que la otra entrada se ha formado como consecuencia del colapso de los materiales arcillosos, motivado por la existencia de un vacío previo, que estaría situado donde ahora está la sala antes mencionada.

### 15.- CUEVA DE LA MINA

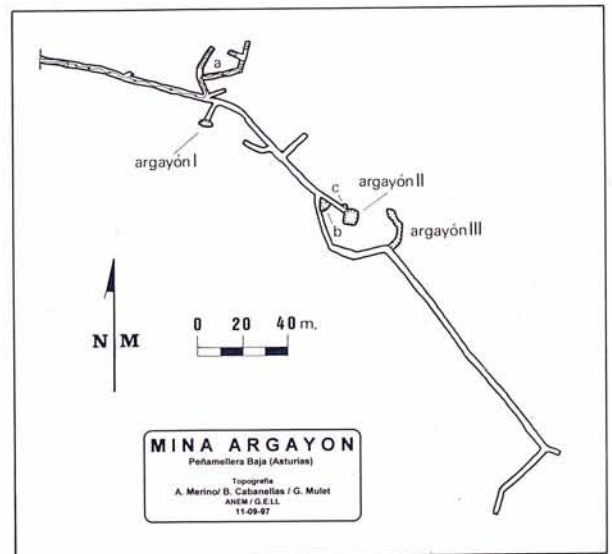
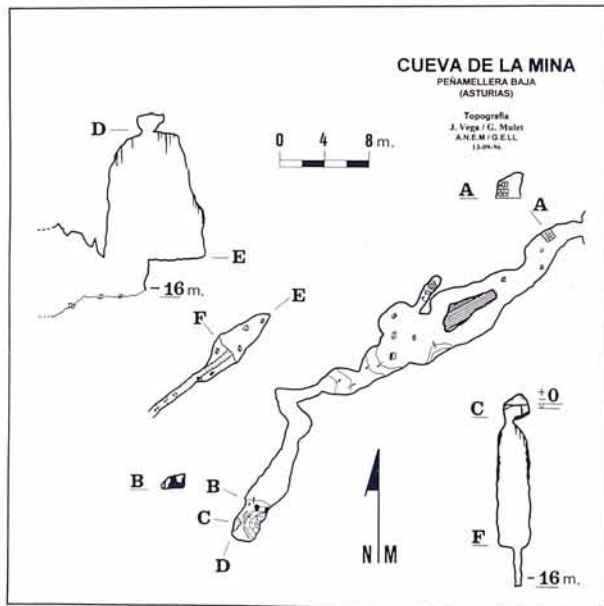
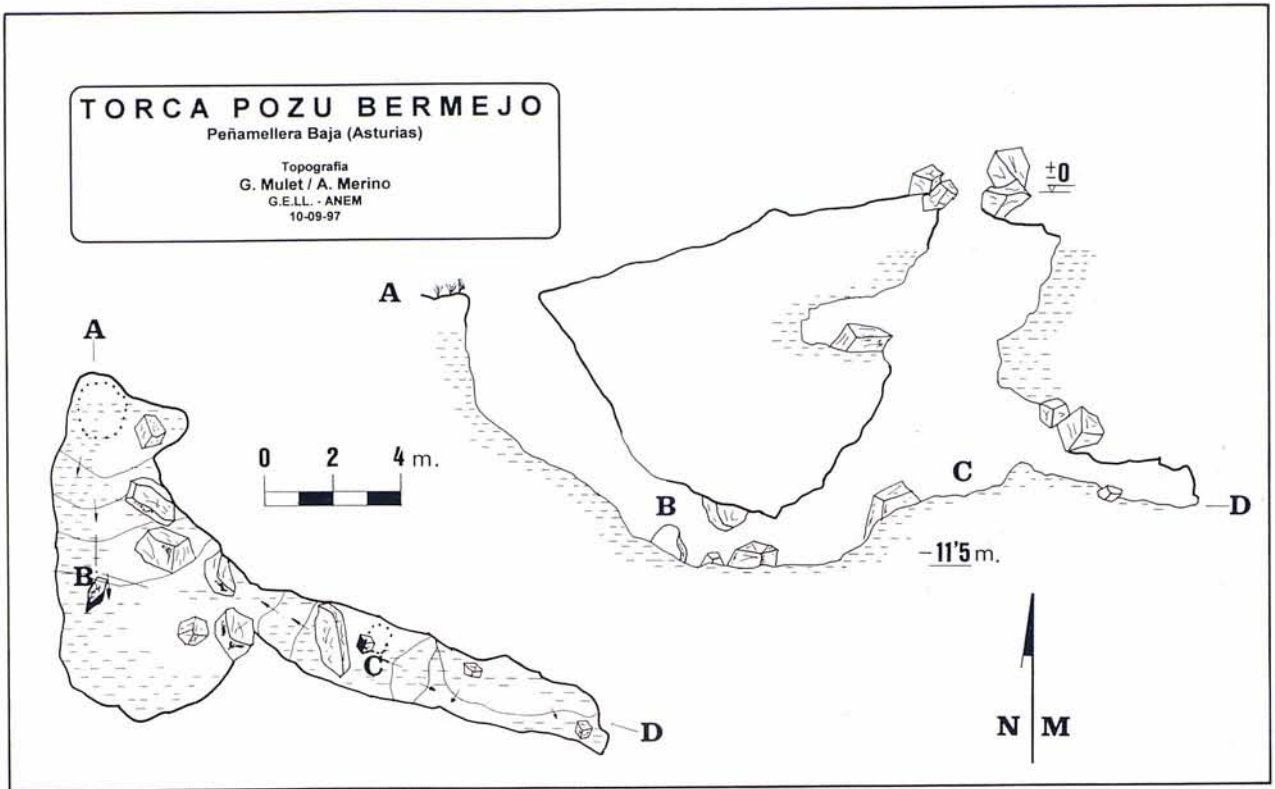
Coordenadas U.T.M.: 366.760 / 4.795.680 - 730

#### Descripción de la cavidad

La boca de entrada da acceso a una galería de pequeño tamaño y techo bajo. Hacia el final de la galería las dimensiones se reducen y tras superar un estrecho paso entre coladas y formaciones, se localiza la boca de una sima natural. Un único pozo de unos 11 m de profundidad, conduce a una repisa desde la que se descienden unos 3 m más. A partir de este punto continúa una rampa descendente, que se hace impracticable a 18 m que es la profundidad máxima que alcanza la cavidad.

#### Morfologías

Debido a los trabajos de minería llevados a cabo en la cavidad en busca de plomo, la morfología de la misma ha cambiado notablemente. Parece ser que antes de la investigación a la que fue sometida, existía una cavidad natural formada por una única galería estrecha y baja, con restos de concrecionamientos y algunas coladas que enlazaba por un estrecho paso con la sima que existe al final. Ésta tiene las paredes cubiertas de todo tipo de formaciones litoquímicas.



## 16.- MINA ARGAYÓN

Coordenadas U.T.M.: 366.960 / 4.796.180 - 540

### Descripción de la cavidad

El objeto del estudio y topografía de la Mina Argayón viene motivado por la necesidad de describir y situar las tres torcas que la labor minera de investigación cortó durante el curso de sus trabajos.

La Mina Argayón está formada por una galería principal de sección subcuadrada, con unas dimensiones

medias de 2 x 2 m. Mide unos 344 m de longitud, y de ella parten una serie de pequeñas galerías que suman unos 112 m más, llegando el desarrollo total de las labores a los 456 m.

En general, está desprovista de entibación y hastiales, ya que la roca donde se abren las galerías es caliza en buen estado, por lo que no se precisa asegurar techos ni paredes. El único punto donde se observan algunos trabajos de entibación es en el señalado en la topografía por una "a".

En la Galería principal y a 75 m de la entrada, una bifurcación a la izquierda conduce a diversas galerías, algunas parcialmente inundadas. El material que forma este sector de la mina es muy arcilloso, por lo que en esta zona se concentran los trabajos para asegurar techos y paredes. El desprendimiento de estos materiales ha provocado que el agua se embalse en algunos puntos. Son de destacar las copiosas filtraciones que mantienen un pequeño curso de agua, que llega hasta la boca de la mina formando charcas. Parece existir un nivel superior, con una galería de pequeñas dimensiones, que conduciría hasta una chimenea sobre la Galería principal, a 37 m de la entrada, esta labor no fue explorada debido al precario estado en que se encuentra.

De nuevo en la Galería principal, a unos metros después de la bifurcación antes descrita, se abre a la derecha otra galería que lleva hasta la **Torca Argayón I**. Unos metros más adelante se pueden observar algunas catas. Prosiguiendo se llega a una bifurcación en forma de "Y", cuyo ramal izquierdo conecta con la **Torca Argayón II**.

La bifurcación, presenta en el centro un hundimiento del suelo, (punto "b" de la topografía), producido posiblemente por la circulación del agua. Ésta procede de una fractura en forma de chimenea, cortada por la galería. El suelo, constituido por restos del estéril allí depositado ha sido erosionado por el paso del agua. Esto parece indicar la existencia de una sima natural, cortada por las labores mineras que sería utilizada para verter en ella los restos de las rocas extraídas en la construcción de la galería. Se intentó explorar esta posible sima, pudiendo comprobar que se comunicaba con otra oquedad, situada a escasos metros de la boca de la **Torca Argayón I** (punto "c" de la topografía). La exploración fue abandonada debido al estado en que se encontraba el embudo de entrada.

Continuando por el ramal de la derecha, la galería va girando hasta que localizamos la **Torca Argayón III**. A partir de aquí, la Galería principal se mantiene con una dirección constante durante 115 m para girar luego en ángulo recto y acabar 40 m después.

### Mineralización

La dirección general de las labores en la Mina Argayón son ESE, dirección que se corresponde con la seguida por una importante falla, que atraviesa toda la vaguada donde se sitúa la mina y toda una serie de importantes trabajos mineros asociados. Éstos han supuesto incluso algún cambio en la topografía del terreno, pudiendo observarse principalmente en la parte más alta de la vaguada.

Según E. Martínez García (1984), estas mineralizaciones son de edad pérmica y están asociadas a los sedimentos de esa edad que recubrieron la zona. Se depositaron en las fracturas posiblemente por la circula-

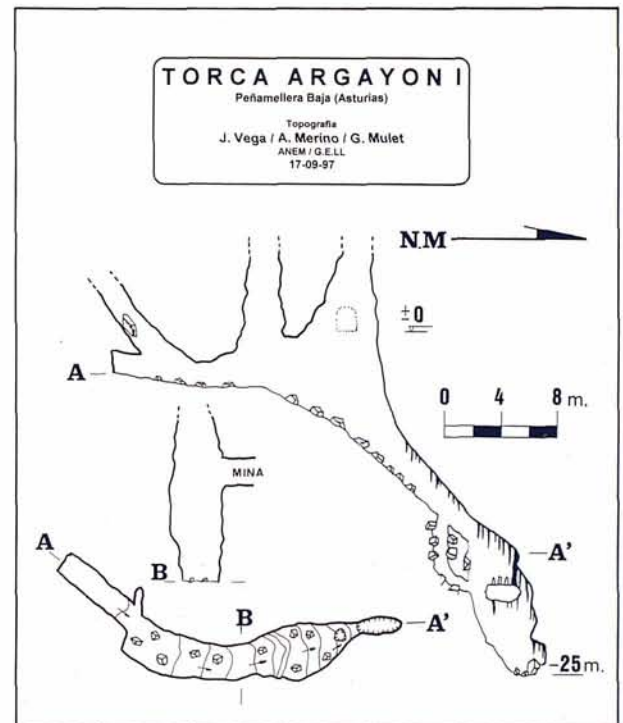
ción de aguas freáticas cargadas de minerales provenientes de los sedimentos pérmicos.

Los minerales que se intentaron explotar fueron principalmente galena y blenda, aunque también parece hallarse algo de cinabrio.

Más que de una explotación minera en sentido estricto, parece tratarse de una investigación minera a gran escala efectuada en toda la vaguada y siempre buscando la importante falla que afecta a la zona.

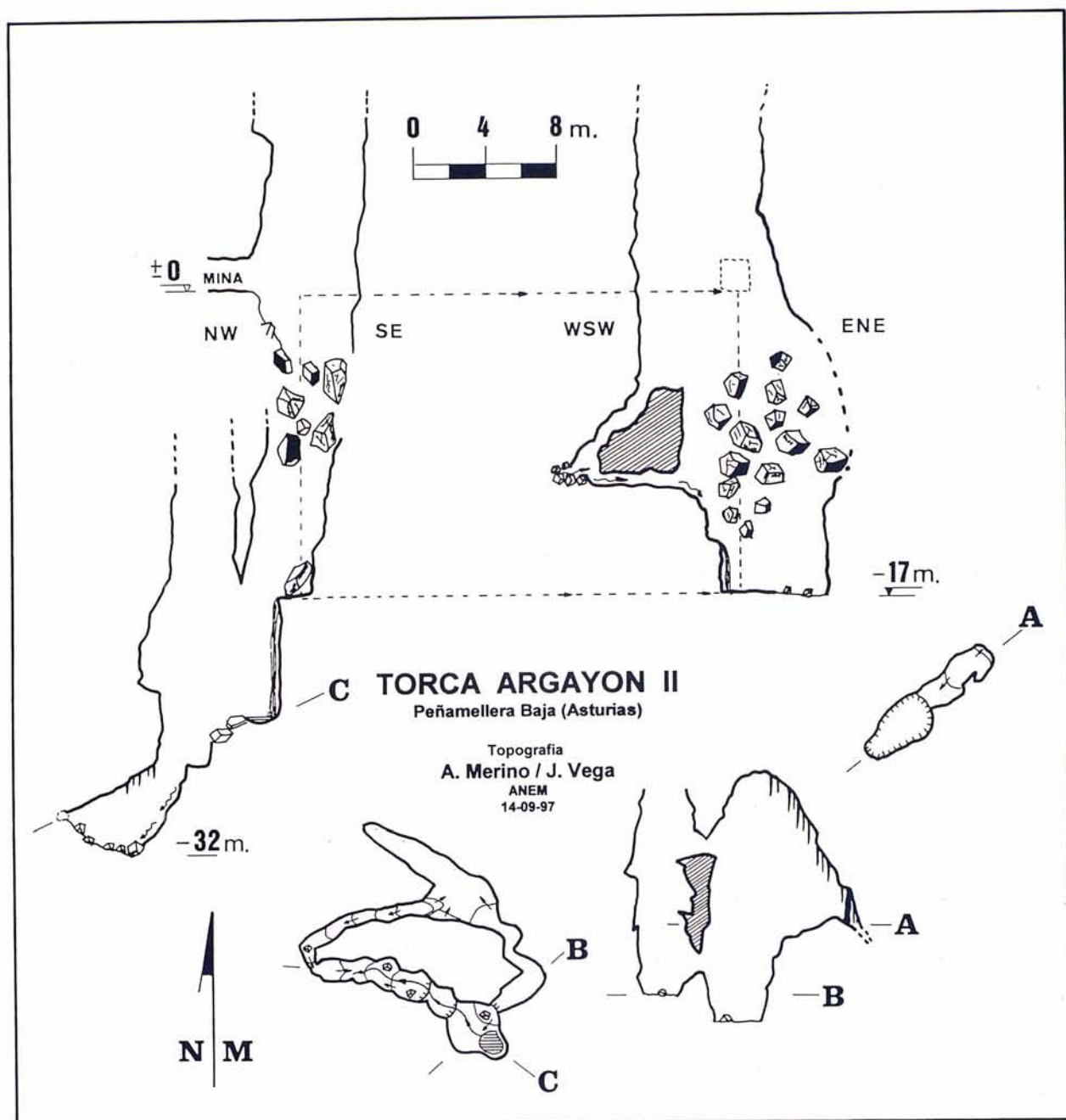
### Torca Argayón I

Se trata de una sima de 25 m de profundidad, cuyo suelo, a modo de rampa, está constituido por piedras vertidas a su interior durante los trabajos en la mina. En la parte más profunda está revestida de un potente concrecionamiento, pudiéndose observar un tipo interesante de espeleotema, los conulitos en abanico (HILL & FORTI, 1997) que se encuentran adosados a las paredes. Ascendiendo por la rampa en dirección S aparecen restos de una labor minera. Esta cavidad se formó al entrar en coalescencia una serie de pozos que todavía se pueden ver formando chimeneas en el techo de la misma.



### Torca Argayón II

De las tres simas localizadas en el interior de la mina, esta es la que alcanza un mayor desarrollo. Se inicia con un rampa formada por restos de estéril que finaliza sobre una serie de bloques naturales encajados entre las paredes del pozo. Hacia el SW, a 6 m una repisa y una galería descendente conducen hasta el lecho de un reducido aporte hídrico que desemboca de nuevo



al pozo de entrada. En este punto se va descendiendo entre los bloques encajados hasta llegar a una repisa desde donde se puede bajar el siguiente resalte. El agua se abre paso entre las rocas y se precipita formando una pequeña cascada. A partir de aquí se desciende por una rampa de bloques, hasta llegar al punto más profundo de la cavidad a 32 m.

El agua que recorre la cavidad hasta este lugar, se pierde entre las piedras que cubren el suelo. Hacia la parte W por encima de una rampa de materiales provenientes de la mina (éstos deben proceder del socavón situado en la bifurcación de la Galería principal de la mina, ver topografía punto "b"), un estrecho paso conduce a una galería de modestas dimensiones que va ascendiendo para luego iniciar una breve bajada, alcan-

zando un punto donde se bifurca. Se prosigue por el lado SE hasta que la galería cambia de dirección, en este momento y a la izquierda se abre un balcón. Una vez superado éste se alcanza un rincón bellamente decorado. De nuevo en la galería y en sentido contrario (dirección SW) una ventana conduce de nuevo a la base de la cascada anterior.

La génesis de la cavidad parece ligada a varias fracturas de dirección NW-SE que afectan a la zona donde está enclavada la sima. El hecho antes mencionado, de la presencia en el fondo de la cavidad, de materiales procedentes del socavón situado en la galería principal de la mina, nos da una idea del notable cavernamiento que debe haber en esa zona. Téngase en cuenta que el desnivel existente entre un punto y otro es de 32 m.



Foto 3: Torca Argayón I. El suelo está cubierto de estéril arrojado desde la mina durante su funcionamiento. Foto G. Mulet.

Los espeleotemas más destacables, son los conulitos en abanico, pegados a las paredes y encontrándose siempre en grupos de decenas de individuos. En su interior es posible observar unas masas de formas coraloides. Destacan también las marmitas que forman parte del suelo de la rampa, en el fondo de la sima, y que son recorridas por el aporte hídrico.

### Torca Argayón III

Cavidad constituida por un resalte de 7 m de desnivel y una rampa cubierta de rocas vertidas desde la mina, alcanzando todo el conjunto una profundidad de 15 m. A media rampa y hacia el E se abre una pequeña galería donde conulitos en abanico tapizan algunas de sus paredes.

En la vertical del punto donde la mina cortó la cavidad natural, existe un importante aporte de agua que cae desde lo alto del pozo, formando una poza en su base.

Merece destacar la observación, hecha en algunos puntos de la rampa, de unos niveles a +2 m sobre el suelo, con marcas dejadas por parte de los materiales vertidos desde la mina. Esto parece indicar la existencia de un asentamiento y compactación de todo este material, debido principalmente al aporte de agua existente que procede de la parte superior del pozo.

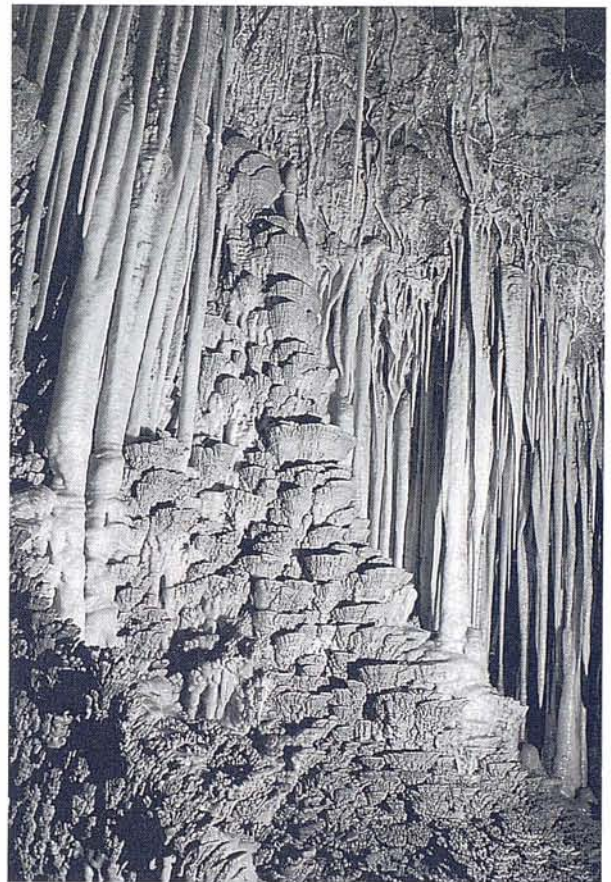
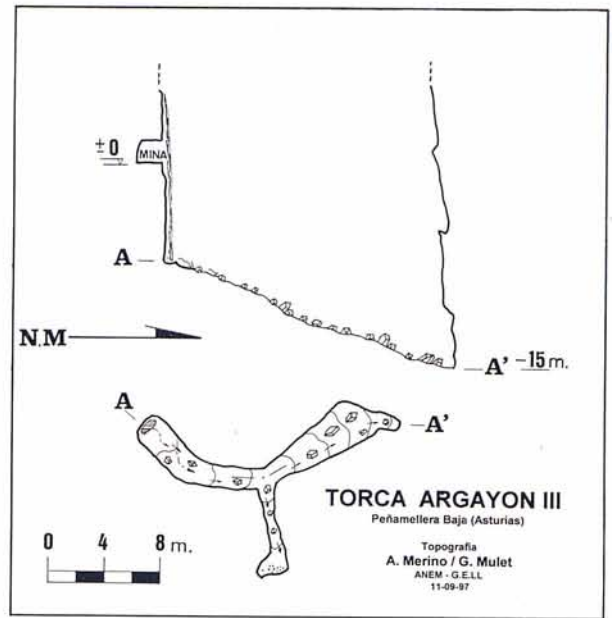


Foto 4: Conulitos en abanico. Foto A. Merino.



## Agradecimientos

Debemos agradecer a todas las entidades colaboradoras la ayuda concedida para hacer posible la realización de estas campañas, de un modo especial al Consell Insular de Mallorca por su patrocinio; también a la Direcció General d'Esports del Govern Balear, en especial al Director General, Sr. D<sup>o</sup> Ventura Blach i Amengual por su cooperación, interés personal y apoyo; a la Federación Española de Espeleología; a Mateu Ramis de Llubí; al ANEM y a Manuel Samperio delegado de la empresa Vogelsang Ibérica por el apoyo prestado. Extender un particular agradecimiento a la Federación Asturiana de Espeleología por la concesión de la zona de trabajo, y a su presidente y amigo Juanjo González, por su dedicación y consejos. No podemos cerrar este capítulo de agradecimientos sin hacer especial mención a la maravillosa acogida que hemos tenido por parte de todo el pueblo de Cuñaba y singularmente a María y Paco.

## Bibliografía

- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society, 463 págs. Huntsville, Alabama.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1984). Hoja 56; Carreña – Cabrales. Madrid. Escala 1:25.000

## EL JACIMENT FOSSILÍFER DE LA COVA C-2 (Ciutadella de Menorca)

per Bartomeu SEGUÍ<sup>1</sup>, Pere BOVER<sup>2</sup>, Miquel TRIAS<sup>3</sup>, i  
Josep Antoni ALCOVER<sup>2,3</sup>

### Resum

Es presenten els resultats de l'excavació del jaciment paleontològic de la cova C-2 (Ciutadella de Menorca). Es descriu la morfologia de la cova i la seva gènesi. El depòsit fossilífer ha lliurat 1762 ossos de *Myotragus balearicus*, 53 ossos d'*Eliomys morpheus*, així com restes d'ocells i de mol·luscs. S'han registrat també restes de diferents espècies introduïdes pels humans. Es descriuen alguns aspectes morfològics dels *Myotragus balearicus* obtinguts. Es discuteix la tafonomia del jaciment.

### Abstract

In this paper, the results of the excavation of the upper Pleistocene deposit of cova C-2 (Ciutadella de Menorca) are presented. A description of the cave and its formation is given. The fossiliferous deposit produced 1762 *Myotragus balearicus* bones, 53 *Eliomys morpheus* bones, and other vertebrate and mollusc remains. Some recently introduced species are also recorded, and they are considered as a recent contamination of the fossiliferous deposit. Some morphological traits of the cova C-2 *Myotragus balearicus* population are described. A discussion upon the taphonomy of the deposit is given.

## Introducció

La fauna de vertebrats fòssils del Plistocè de Menorca és coneguda des de començaments de segle, gràcies als estudis de BATE (1914, 1918) i ANDREWS (1915). La primera autora va documentar la presència de diversos vertebrats fòssils a Menorca, entre els que destacava l'estrany caprí *Myotragus balearicus*, que pocs anys abans (BATE 1909) havia descrit sobre materials de Mallorca. També va descriure una rata cellarda extingida, *Hypnomys mahonensis*, que, en la seva opinió, era pròpia de Menorca i estava emparentada amb una espècie mallorquina, *Hypnomys morpheus*. El segon autor va fer un estudi més pregon de *Myotragus balearicus* en base a materials recollits tant a Mallorca com a Menorca, els quals es conserven bàsicament al Natural History Museum de Londres. Talment com va esdevenir a la veïna Mallorca, aquests estudis paleontològics primerencs no es veren continuats per ulteriors estudis fins

passats molts d'anys. BATE (1944) va descriure una musaranya fòssil de dents vermelles, *Nesiotites hidalgo*, que es trobava tant als depòsits quaternaris de Mallorca com de Menorca. Darrera aquests treballs descriptius, el primer autor que menciona noves troballes de *Myotragus balearicus* a Menorca va esser MERCADAL (1959), qui va citar l'espècie a la cova Murada del barranc d'Algendar. Posteriorment, el mateix autor documenta la presència de l'espècie a altres indrets de l'illa (MERCADAL, 1966; 1967). Una etapa més recent dels estudis sobre paleontologia de vertebrats del Plioplistocè de Menorca inclou treballs que descriuen espècies antigues dels mamífers suposadament autòctons de Menorca (*Myotragus binigausensis*, *Hypnomys eliomyoides*, *Nesiotites meloussae*; MOYÀ-SOLÀ & PONS-MOYÀ, 1980; AGUSTÍ, 1980; PONS-MOYÀ & MOYÀ-SOLÀ, 1980) i treballs sobre ocells (vgr., *Tyto balearica*, MOURER-CHAUVIRÉ *et al.*, 1980; ALCOVER *et al.*, 1981; REUMER, 1982; SEGUÍ *et al.*, en premsa), sobre rèptils (*Podarcis lilfordi*, KOTSAKIS, 1981) i sobre amfibis (*Baleaphryne talaoticus*, SANCHIZ i ALCOVER, 1982). El resultat de les recerques realitzades fins a la data ens ofereix un panorama global de la fauna verte-

1 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, Cta de Valldemossa km 7,5, 07071 Ciutat de Mallorca. E-mail: dctbcs4@ps.uib.es.

2 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Cta de Valldemossa km 7,5, 07071 Ciutat de Mallorca. E-mail: ieajat@ps.uib.es.

3 Grup Excursionista de Mallorca, Secció d'Espeleologia.

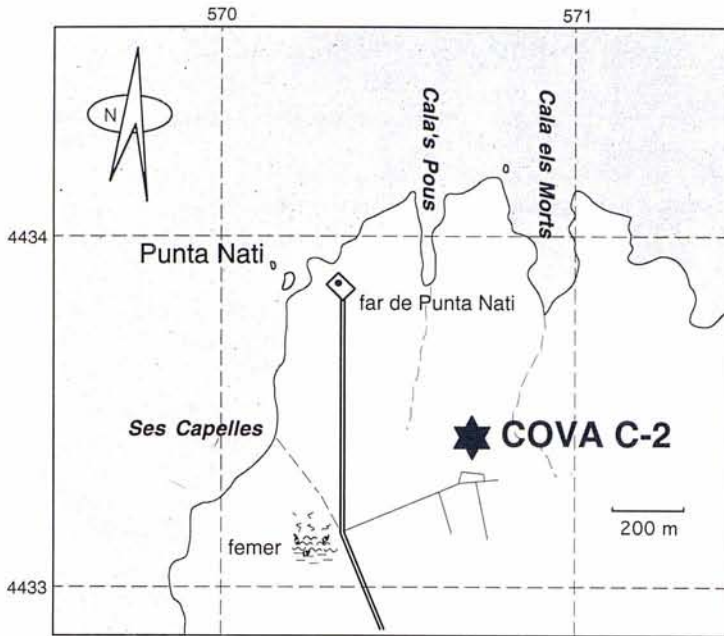


Figura 1.  
Localització geogràfica del jaciment paleontològic de la cova C-2 (Ciutadella de Menorca).

brada fòssil de Menorca que podríem resumir de la següent manera:

Durant el Pliocè superior / Plistocè inferior es coneixen les restes més antigues dels tàxons de mamífers de l'anomenada fauna de *Myotragus* (ALCOVER *et al.*, en premsa). Alguns d'aquests tàxons han estat descrits com a espècies endèmiques de Menorca (vgr., els esmentats *Myotragus binigausensis*, *Hypnomys eliomyoides*, *Nesiotites meloussae*). També s'ha descrit com a endèmica de Menorca una espècie de ferreret (*Baleaphryne talaiocticus*) procedent de jaciments holocènics. La presència de tots aquests suposats endemismes suggereix una colonització antiga de l'illa de Menorca per aquesta fauna. No obstant això, la identitat específica d'alguns d'aquests tàxons ha estat posada en dubte. Així, REUMER (1982) considera coespecífics *Eliomys eliomyoides* i *E. onicensis* (= *E. intermedius*), i *Soriculus ponsi* i *S. meloussae*, mentre que BARBADILLO (1987) considera coespecífics *A. muletensis* i *A. talaiocticus*. La identitat específica de les formes mallorquines i menorquines, encara en debat, permetria questionar l'antiguitat de l'època de colonització de Menorca per aquesta fauna, així com la independència de la seva evolució. Clàssicament s'ha considerat que l'època de colonització de l'illa de Menorca per la fauna de *Myotragus* hauria estat el Messinià (vgr., ALCOVER *et al.*, 1981; AGUSTÍ & MOYÀ-SOLÀ, 1990). Recentment, però, en base a consideracions taxonòmiques i evolutives, s'ha proposat una colonització més recent per a aquesta fauna, la qual podria haver assolit Menorca des de la veïna Mallorca durant el Pliocè superior o fins i tot en èpoques més recents (ALCOVER *et al.*, en premsa).

De qualsevol forma, durant el Plistocè superior i l'Holocè la fauna vertebrada terrestre de Menorca era molt similar a la fauna de Mallorca, i diferia considerablement de la fauna del Plistocè superior de les Pitiüses

(SEGUÍ & ALCOVER, en premsa). Queda, no obstant, per dilucidar d'una manera clara i inequívoca si tots els tàxons de vertebrats terrestres presents al Plistocè superior/Holocè de Menorca són específicament assimilables a les mateixes espècies que els seus congèneres mallorquins o si no ho són.

Fins a la data, els jaciments trobats a l'illa de Menorca han lliurat relativament pocs espècimens. La pobresa de les mostres menorquines de vertebrats fòssils contrastava amb la gran riquesa d'alguns jaciments mallorquins (vgr., cova de Moleta, cova des Moro, cova Estreta, cova Nova, cova de Son Maiol, etc.). Això ha fet que, per un costat, mai no s'han pogut caracteritzar a partir de mostres prou consistents les formes menorquines de vertebrats pliocènics i, per un altre costat, el coneixement que tenim dels vertebrats pliocènics de les Balears s'ha basat essencialment en l'estudi de les poblacions mallorquines. Aquesta situació va començar a canviar rere les importants troballes realitzades pels espeleòlegs menorquins Pere ARNAU i Josep MARQUEZ, del Grup Excursionista de Menorca. Els anys 1994 i 1995 l'entusiasme i el rigor de les exploracions realitzades per aquests espeleòlegs es varen veure compensades amb troballes molt importants en el camp de l'arqueologia i també en el camp de la paleontologia de vertebrats. Una d'aquestes troballes fou la cova C-2, cavitat càrstica amb una entrada difícil i inicialment obturada, la qual conté un jaciment important de *Myotragus balearicus*.

La troballa d'aquest depòsit ens va ésser amablement comunicada pels autors del seu descobriment. La cova fou visitada el 27.IV.1995 per Pere ARNAU, Paul SONDAAR, Josep QUINTANA i Josep Antoni ALCOVER, amb l'objecte de tractar d'avaluar el seu interès. Es va poder constatar d'immediat la seva relativa riquesa en restes de *Myotragus balearicus*—superior a la de tots

els altres depòsits prèviament coneguts de Menorca-, la relativa pobresa en restes d'altres vertebrats, així com el grau elevat de dificultat que entranyava la seva excavació. Tant les autoritats locals com els propis descobridors i altres membres del Grup Excursionista de Menorca ens encoratjaren per dur a terme l'excavació. Aquesta fou programada entre els dies 25 d'agost i 15 de setembre de 1995. Un equip de deu persones es varen desplaçar de Mallorca i de Sabadell i, en unes condicions inusualment dures, però així i tot suavitzades gràcies a l'acollida i l'hospitalitat dels nostres companys menorquins, l'excavació es va dur a terme. Rere l'excavació la cavitat fou novament tancada amb pedres, per tal de dificultar l'expoliació per part de furtius.

En aquest treball, rere la presentació del jaciment, es presentarà el llistat de la fauna lliurada per la cova C-2 i s'avançaran diferents aspectes del seu estudi. Per a la presentació dels ocells s'ha seguit l'ordre de SNOW i PERRINS (1998), mentre que per als mamífers seguim la classificació de McKENNA i BELL (1997).

## Localització, gènesi i descripció de la cavitat

Geològicament Menorca està dividida en dues àrees ben diferents: Tramuntana i Migjorn, separades per una línia que va des del port de Maó, a llevant de l'illa, a cala Morell, al nord-oest. La Tramuntana està formada per materials calcaris i silicis plegats d'edat paleozoica i mesozoica. El Migjorn és una plataforma tabular postorogènica formada per calcàries del Miocè superior. Aquesta darrera àrea configura un paisatge bàsicament pla accidentat només per barrancs excavats per l'erosió fluvial, que poden assolir notable fondària i que en arribar a la mar originen cales pregonas, quasi sempre amb platja d'arena. Superficialment presenta un esquetjar o lapiaz poc desenvolupat amb perforacions cilíndriques i nombroses zones de terra rossa. La vegetació és pobre, molt afectada per l'aridesa i el vent de tramuntana. Hi posen la nota verda tot l'any les tapereres i el fonoll marí.

Quasi en el punt més septentrional del Migjorn, i en el límit nord-occidental de l'illa s'aixeca el far de punta Nati a un espadat a 25 m sobre la mar. A la vista del far i a uns 500 m cap al sud-est trobam la cavitat objecte d'aquestes planes, al nord de la paret que tanca el recinte exterior d'un bouer (figura 1).

Es tracta d'una cavitat petita, en la qual el desenvolupament de la poligonal projectada arriba només als 172 m i el desnivell és d'11,50 m. A la figura 2 se'n presenta la topografia. Tanmateix, la pobresa de relleu de la zona la devia fer un bon refugi o sestador per als animals que hi vivien. S'hi entra per un pouet de 1,50 m de fondària. La podem considerar, si no som gaire exigents, com una única sala de planta en forma de lluna creixent d'uns 75 m de llargada i de 17 m d'amplada que guanya

fondària escalonadament cap a la perifèria occidental, la panxa de la lluna. És ben segur que aquells que s'hi hagin hagut de arrossegar trobaran mal de creure que es tracta només d'una sala, degut als nombrosos espais en què esta subdividida, però de fet aquests espais són producte d'obstruccions locals, originades per roques caigudes, depòsits litoquímics, o zones de sòtil baix. Característica ben notable és precisament el sòtil baix: a comptats llocs hom es pot posar dret. La morfologia dominant és la clàstica amb algunes formes reconstructives que localment poden ésser importants morfològicament.

El jaciment fòssilífer es localitza a la part central de la cavitat i els materials es van fent més abundants a mesura que ens atracem a la vora oriental. Això i el fet que en aquesta darrera zona el pis és ascendent ens demostren que l'entrada dels ossos no es va fer per la boca actual, sinó per una boca, actualment obstruïda, que se situaria en el marge oriental i equidistant dels extrems nord i sud de la cavitat. La boca actual, que va haver de mester desobstrucció és posterior al depòsit fòssilífer, ja que a l'àrea subjacent no s'hi han trobat restes paleontològiques.

Tot i que en principi podríem pensar que ens trobam davant la típica cova horitzontal de les calcarenites tortonianes, la posició excèntrica de l'antiga boca i la disposició escalonada de pis i sòtil ens planteja alguns problemes espeleogenètics. Si aquell fos el cas la cavitat s'hauria format per l'acció de l'aigua infiltrada en les fissures superficials a favor principalment dels junts d'estratificació i d'unes diàclasis privilegiades. Després de la fase de conductes excavats en règim freàtic, seguiria una fase d'esfondraments clàstics que originarien buits amples -sales- i acabarien per obrir la cavitat en un abisament en el sòtil i aproximadament en el centre d'una sala, la part on el sòtil seria més prim. L'acció clàstica deixaria un con d'enderrocs en el centre de les sales, i amb la base sensiblement horitzontal.

En el cas de la cova C-2, tot i la disposició cònica del pis, no sembla que per davall dels enderrocs hi hagi el pis horitzontal originat per uns hipotètics conductes freàtics, sinó que la pròpia cova és un buit inclinat. La inclinació vendria motivada per la presència d'una sèrie de fractures inclinades dins la roca subhoritzontal. Com que tampoc no hi ha presència notable de formes de corrosió hem de pensar i creure que els espais que configuren la cavitat s'han d'haver format a partir de les fractures per dissolució en règim vadós i desprendiment local de blocs. Podem veure exemples d'aquestes fractures a les seccions EDCB i KK' de la topografia. El poc volum i alçada dels diferents passatges de la cova també són indicatiu d'una acció clàstica poc desenvolupada. El que és palès és que enlloc de la cova trobam una volta de perfil d'equilibri com a les cavitats de clara evolució clàstica. Si acceptam aquesta teoria, podem dir que la nostra cova és una cavitat estructural clàstica, excavada en règim vadós que segueix rígidament una sèrie de fractu-

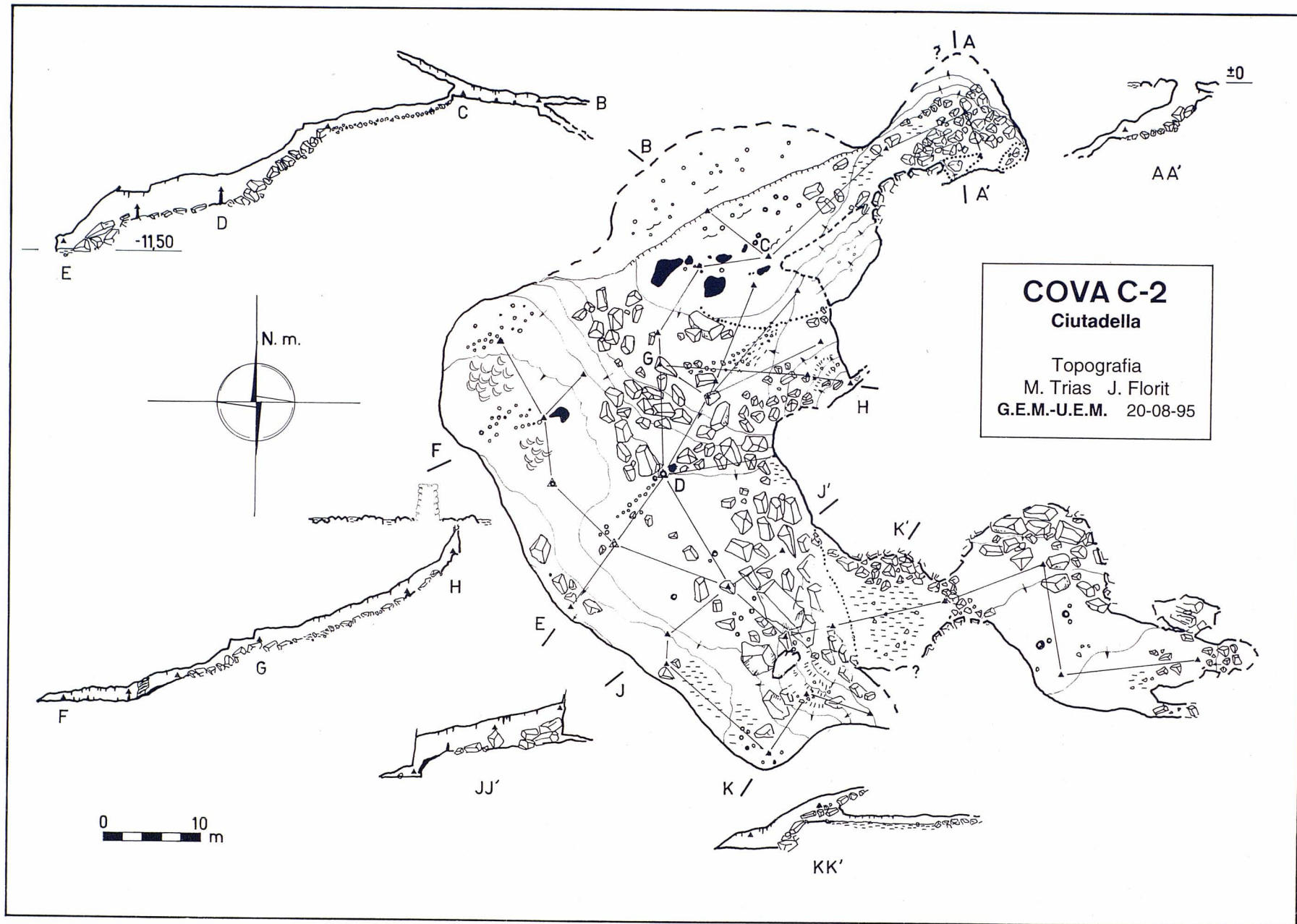


Figura 2. Topografia de la cova C-2.

res obertes a la roca encaixant. Es tracta, doncs, d'un exemple més d'un tipus espeleogenètic ben representat a les nostres illes.

## Part paleontològica

El jaciment de la cova C-2 ha lliurat 1883 ossos (sencers o fragmentats) de vertebrats determinats, així com 282 closques (senceres o fragmentades) de gasteròpodes. Els ossos dels vertebrats inclouen materials depositats abans de la colonització humana de l'illa, així com unes poques restes, trobades sempre en superfície, que corresponen a espècies introduïdes pels humans i que s'han introduït a la cova després de la formació del depòsit fòssilífer. Les espècies de vertebrats introduïdes pels humans presents a la cova C-2 són *Bos taurus* (representada per un fragment de costella), *Canis familiaris* (representada per un metapodi), *Mustela nivalis* (representada per una fíbula), *Oryctolagus cuniculus* (representada per 12 ossos corresponents a un mínim de dos individus, un d'ells juvenil), *Apodemus sylvaticus* (representada per tres ossos corresponents a un mínim de dos individus), *Mus* sp. (representada per dos ossos corresponents a un mínim d'un individu), *Alectoris cf. rufa* (metacarp dret fragmentat distal i fèmur esquerre fragmentat, corresponents a un mínim d'un individu) i *Bufo viridis* (representada per 27 ossos corresponents a un mínim de quatre individus). La presència d'aquestes espècies a un depòsit que clarament no ha estat originat per les activitats humanes i que presenta una gènesi anterior a l'arribada dels humans a l'illa s'ha d'interpretar com a contaminant del depòsit original. En tots els casos es tracta d'ossos primos o petits o de fragments d'ossos de menys de 5 cm de llarg. En molts de casos (vgr., costella de *Bos taurus*, metapodi de *Canis familiaris*) poden haver estat fàcilment arrosegats per les aigües d'escurriments des de la superfície, a través del caos de roques que omplen els crulls de la part superior de la cova. La seva presència a la cova no és doncs, gaire significativa per a l'estudi del depòsit fòssilífer. Altres espècies (vgr., *Oryctolagus cuniculus*, *Bufo viridis*) es poden haver introduït al depòsit viues, pel fet que són espècies d'hàbits parcialment excavadors. Els calàpets s'enterren quan fa massa fred, mentre que els conills excaven llorigueres i sovint es perden a les coves, essent habitual trobar les seves restes fins i tot a indrets ben allunyats de l'entrada natural (ALCOVER, 1992).

En el present catàleg presentem totes les restes òssies i conquiològiques trobades, tant les corresponents al exemplars fòssils, prehumans, com a espècies que han contaminat el depòsit i que s'han esmentat més amunt. Per a cada espècie vertebrada s'indica la procedència, així com si es tracta d'una espècie introduïda pels humans (i, llavors, contaminant del depòsit fòssilífer) o no. Els mol·luscs són presentats a la taula 1, i són comentats globalment en l'apartat de la discussió.

<i>berellus companyonii</i>	241
<i>Oxychilus lentiformis</i>	16
<i>Trochoidea nyeli</i>	9
<i>Mastus pupa</i>	5
<i>Eobania vermiculata</i>	2
<i>Helix aspersa</i>	2
<i>Otala lactea</i>	2
<i>Helicella virgata</i>	2
<i>Caracollina lenticula</i>	1
<i>Papillifera bidens</i>	1
<i>Alvania cimex</i>	1

Taula 1. Gastròpodes (sencers o fragmentats) trobats a la cova C-2.

Per dur a terme l'excavació de la cova C-2 es va establir una quadrícula de referència, amb quadrats d'un metre de costat. Aquesta quadrícula es va projectar per tota la cova, de manera que s'han pogut ubicar totes les restes trobades als diferents quadrats de la xarxa de referència (figura 3). Unes poques restes s'han situat sobre punts concrets de la poligonal de la topografia, en considerar-se que amb això s'afinava més en la seva ubicació. La recol·lecció dels materials es va fer bàsicament mitjançant observació directa. Es va emprar aquesta metodologia i no la clàssica d'extracció i rentat de tot el sediment degut a les dificultats logístiques que entranyava l'excavació. En efecte, la part fèrtil de la cova es troba allunyada de l'entrada actual i l'accés a la dita part s'ha de fer per reptació sobre un pis irregular. Així i tot, es varen extreure unes poques mostres de sediment que es varen porgar per tal d'obtenir microfauna, amb resultats molt magres. La pobresa en microfauna de les mostres porgades és tal que ens permet afirmar que la recol·lecció directa ha estat pràcticament completa, almenys pel que fa a ossos de més d'un centímetre. Això ens permet afirmar que la cova C-2 és bàsicament un jaciment de *Myotragus balearicus*.

La tipologia de la cova C-2 no va permetre una excavació on cada element fòssil es pogués ubicar a un sistema tridimensional. Tanmateix, segons la nostra opinió, el jaciment representa una única unitat estratigràfica, d'un abast temporal probablement curt. Com s'ha indicat més amunt, aquest depòsit s'ha vist lleugerament contaminat per algunes incorporacions més recents d'ossos i de closques de mol·luscs, les quals no han arribat a incorporar-se al depòsit com a un estrat definible més. Aquestes consideracions ens han permès el tractament conjunt de totes les restes.

No s'ha pogut establir la cronologia absoluta del depòsit. Es varen enviar dos fragments de tíbies de *Myotragus balearicus* de la cova C-2 al R.J. Van de Graaff Laboratorium, de la Universitat d'Utrecht. Malhauradament els ossos no contenien prou col·làgen com per permetre la datació. En conseqüència, a hores d'ara només disposam d'una estima de la seva edat, la qual,

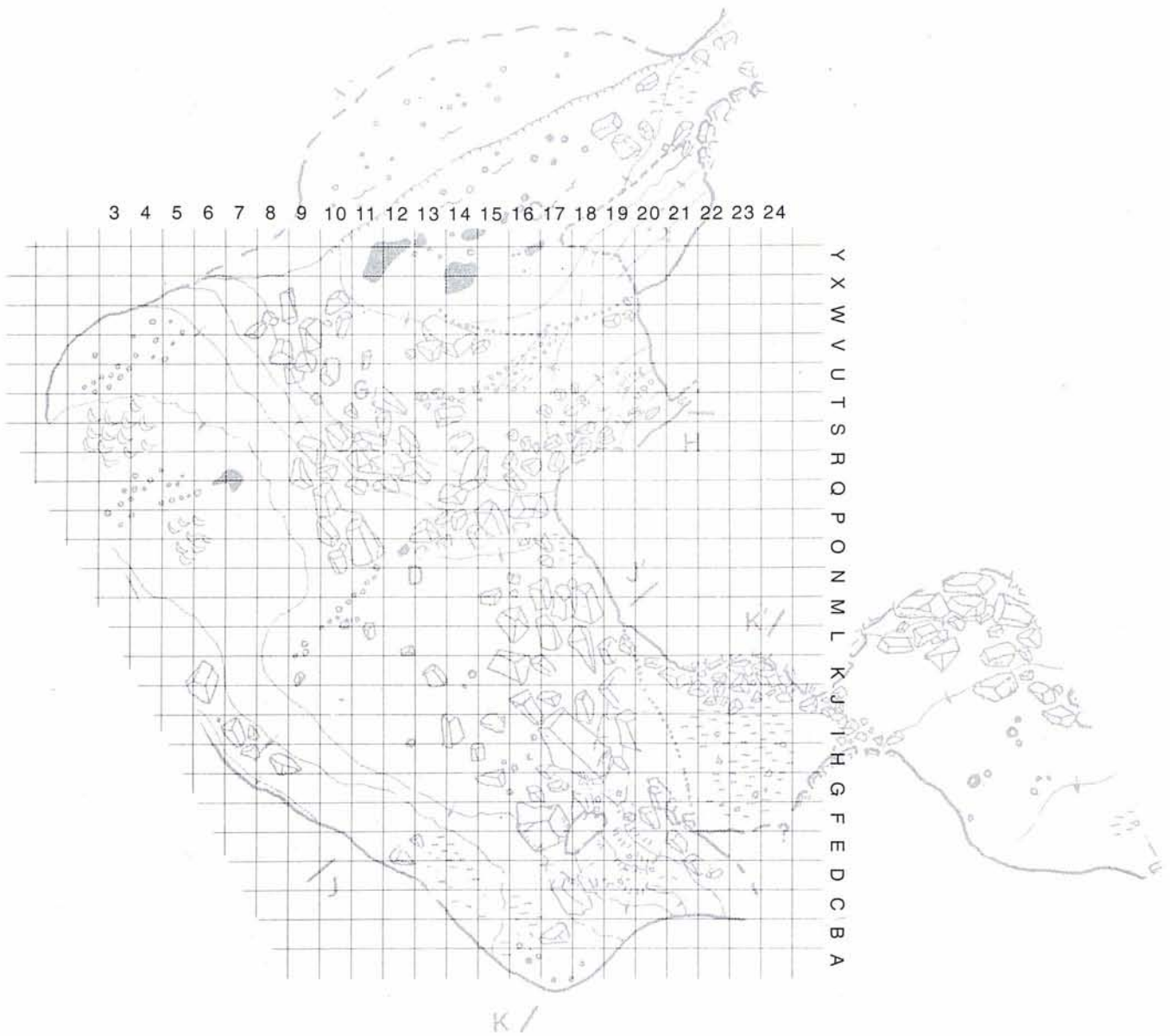


Figura 3. Quadricula de referència de l'excavació feta a la cova C-2.

basada en l'estadi morfològic dels *Myotragus* obtinguts, s'ha de considerar com a Plistocè superior - Holocè.

Els materials ossis obtinguts s'han catalogat dintre de la col·lecció de vertebrats "Museu de la Naturalesa de les Illes Balears" (acrònim: MNIB). Amb l'excepció dels especimens juvenils de *Myotragus* i del tibiotars de *Puffinus* sp., actualment encara en estudi, es troben depositats al Museu del Bastió de la Font (Ciutadella).

## Paleontologia sistemàtica

Classe AMPHIBIA  
 Ordre ANURA  
 Família BUFONIDAE  
 Gènere *Bufo*  
*Bufo viridis*

MATERIAL: U13: MNIB 59780, diversos ossos del mateix individu (ílion dret i esquerre, húmer dret i esquerre, radi-ulna dret, isquion-pubis esquerre, tíbio-fíbula dreta i esquerra, fèmur dret, uròstil, parasfenoide, occipital dret i esquerre, coracoid dret, escàpula esquerra i 4 vèrtebres. R10 : MNIB 40603, pelvis esquerra. U12: MNIB 41400, húmer esquerre. U13 114: MNIB 59781, ílion esquerre i MNIB 59794, vèrtebra. V13 132: MNIB 59782, ílion esquerre. U12: MNIB 59783, húmer esquerre i MNIB 59793, ílion esquerre. S11: MNIB 59784, húmer esquerre. NMI = 4 .

El calàpet és una espècie introduïda a les Balears, possiblement en temps prehistòrics (HEMMER *et al.*, 1981). La presència del calàpet a la cova C-2 és posterior a la formació del dipòsit fòssilífer plistocènic que conté la dita cova. El calàpet és una espècie les restes de la qual sovint es troben a coves. A Mallorca, per

exemple, ha estat trobat, entre d'altres, a la cova de Moleta i a la cova de Son Maiol.

Classe REPTILIA  
Ordre SQUAMATA  
Família *Lacertidae*

MATERIAL: K20: MNIB 59804, fèmur esquerre, diàfisi, juvenil. NMI = 1.

S'ha trobat en superfície un únic fèmur de *Lacertidae*, el qual no presenta caràcters diagnòstics a bastament com per poder esser atribuït amb certesa a cap dels dos gèneres presents a Menorca (*Podarcis i Lacerta*). Pot tractar-se bé d'una de les espècies introduïdes a Menorca (*Podarcis sicula, Lacerta perspicillata*) o bé de la sargantana autòctona *Podarcis lilfordi*.

*Podarcis lilfordi*

MATERIAL: K20: MNIB 59429, fèmur dret. NMI = 1.

Es tracta d'un fèmur adult de *Podarcis*, consolidat sobre una mandíbula de *Myotragus balearicus*. Per motius tafonòmics hi ha pocs dubtes sobre la seva diagnosi taxonòmica.

Classe AVES  
Ordre PROCELLARIIFORMES  
Família PROCELLARIIDAE  
Gènere *Puffinus*  
*Puffinus* sp.

MATERIAL: Devora el punt 6, fora de context: MNIB 47213, tibiotars esquerre. NMI = 1.

El desenvolupament característic de la *crista cnemialis cranialis* indica de manera inequívoca la pertinença del tibiotars al gènere *Puffinus*. El material s'ha comparat amb totes les espècies del gènere pròpies de l'àrea mediterrània i nord-atlànica: *P. griseus* (quatre exemplars de la col·lecció MNIB); *P. gravis* (dos exemplars de la col·lecció MNIB); *P. puffinus* (un exemplar de la col·lecció MNIB i tres del Natural History Museum (Londres), NHM), *P. yelkouan* (un exemplar del MNIB),

*P. assimilis* (un exemplar del MNIB i un del United States National Museum, USNM), *P. lherminieri* (quatre exemplars del NHM); *P. mauretanicus* actual (11 exemplars de la col·lecció MNIB) i subfòssil, provinent de s'Avenc des Frare (Cabrera). També s'ha comparat amb materials fòssils pertanyents a *P. olsoni* (col·lecció MNIB), un tàxon fòssil d'edat holocènica, descrit a les Illes Canàries (McMINN *et al.*, 1990). La biometria del fòssil no coincideix amb cap de les espècies esmentades. La longitud total del tibiotars (60,65 mm) és clarament inferior a la de *P. mauretanicus*, la baldrítja que nia a l'actualitat a l'arxipèlag balear. A la taula 2 s'observa com la mida del fòssil és intermitja entre la de *P. yelkouan*, espècie que es distribueix per la Mediterrània Oriental i *P. olsoni*, la baldrítja fòssil de les Illes Canàries.

Aquesta troballa, juntament amb altres troballes efectuades més recentment a altres jaciments gimnèsics, fan pensar en l'existència d'una baldrítja de petita mida a la Mediterrània Occidental durant el Plistocè Superior i l'Holocè. Aquests nous materials es troben actualment en estudi. Es creu que podrien representar un tàxon nou per a la ciència que s'hauria esvaït en temps relativament recents.

Ordre ANSERIFORMES  
Família ANATIDAE  
cf. *Branta* sp./*Anser* sp.

MATERIAL: W 17: MNIB 41684, fragment medial d'húmer esquerre. NMI = 1.

Ateses les semblances de l'esquelet postcranial entre els gèneres *Branta* i *Anser*, no s'ha pogut atribuir amb més garanties aquest fragment medial d'húmer. L'estat altament fragmentari del material només ens informa de la presència d'un *Anserini* indeterminat de talla relativament petita.

Ordre ACCIPITRIFORMES  
Família PANDIONIDAE  
Gènere *Pandion*  
cf. *Pandion haliaetus*

	n	Interval	Mitjana	St. dev
<i>P. mauretanicus</i> actual	11	65,60-72,45	69,12	2,03
<i>P. mauretanicus</i> subfòssil (Avenc des Frare, Cabrera)	21	66,15-72,50	69,05	1,99
<i>P. olsoni</i> <sup>1</sup>	12	53,80-59,95	57,31	-
<i>P. lherminieri</i>	4	54,15-58,40	55,55	1,93
<i>P. assimilis</i>	2	52,95-58,05	-	-
<i>P. puffinus</i> <sup>2</sup>	4	62,45-72,55	66,35	4,44
<i>P. yelkouan</i> <sup>2</sup>	31	62,90-68,00	65,1	-

Taula 2. Longitud total del tibiotars (excloent la *crista cnemialis cranialis*) de diferents espècies actuals, fòssils i subfòssils del gènere *Puffinus*. 1 = mesures segons McMINN *et al.*, 1990; 2 = mesures segons WALKER *et al.*, 1990.



MATERIAL: U 13: MNIB 41591, fragment medial d'ulna esquerra. NMI = 1.

El material s'ha pogut atribuir a *P. haliaetus* gràcies a la disposició relativa de la *lineae intermusculares*, de les *papillae remigiales caudales* i del foramen situat al *margo caudalis*. L'os té secció i mida idèntica al material examinat de l'espècie en qüestió. No obstant això, en tractar-se d'un material tan fragmentari, s'ha considerat més prudent mantenir la partícula "cf." en l'atribució.

Ordre GALLIFORMES  
Família PHASIANIDAE  
Gènere *Alectoris*  
*Alectoris cf. rufa*

MATERIAL: Punt 6, fora de context: MNIB 47212, metacarp dret fragment distal. U 14: MNIB 41732, fèmur esquerra fragmentat. NMI = 1.

Les restes exhumades són diagnosticables com a pertanyents a *Alectoris*, però no es pot garantir completament la determinació específica. Per motius biogeogràfics temptativament les suposam pertanyents a *A. rufa*, l'espècie vivent actualment a l'illa.

Hi ha pocs dubtes que aquestes restes són materials relativament recents que han contaminat el depòsit fòssilífer original. Les restes més antigues documentades d'*Alectoris* de les Balears provenen de la cova Estreta (Pollença, Mallorca) i han estat datades en una edat cal·librada de 1281-1174 aP [= 669-776 AD; sinsacre de *Alectoris*, Número de Laboratori: Utc 6672].

Ordre PASSERIFORMES  
Família TURDIDAE  
Gènere *Turdus*  
*cf. Turdus sp.*

MATERIAL: C 20: MNIB 40574 tibiotars dret fragmentat. E 11: MNIB 40985: fèmur esquerra. Bretxa penjada: MNIB 40936, húmer esquerra. I 19: MNIB 40626 tibiotars dret fragment distal; K 18: MNIB 40146, fragment distal de tibiotars esquerra. K 19: MNIB 41034, coracoid dret; MNIB 40392, fragment proximal d'escàpula; MNIB 41071, metacarp dret; MNIB 40666, fragment distal de radi; MNIB 40663, fragment proximal de radi; MNIB 40591 tibiotars esquerra fragmentat; MNIB 40525, ulna dreta. V 12: MNIB 41394, fragment medial de tibiotars; MNIB 41655 tibiotars dret. NMI = 3.

No ha estat possible l'atribució del material a cap classe de talla, com s'ha fet a altres jaciments (vgr., SEGUÍ, 1997; SEGUÍ *et al.*, 1997). No obstant això, es constata l'heterogeneïtat biomètrica entre els distints fragments excavats, sense que es puguin reconèixer espècies concretes.

Classe Mammalia  
Ordre LAGOMORPHA  
Família LEPORIDAE

Gènere *Oryctolagus*  
*Oryctolagus cuniculus*

MATERIAL: R10: MNIB 41177, tibia dreta fragment distal. V14: MNIB 41152, axis. R10: MNIB 40604, radi dret. S10: MNIB 41718, ulna dreta. R10: MNIB 40606, fragment pelvis dreta. U12 n°18: MNIB 41281, metapodi. U12 n°7: MNIB 41270, metapodi. E14: MNIB 40751, diàfisi húmer esquerra juvenil. K19: MNIB 40281, tibia esquerra fragment distal juvenil. K19 : MNIB 59803, omòplat esquerra juvenil. S10: MNIB 41691, costella. R11: MNIB 40171, costella. S10: MNIB 41692, tibia esquerra fragment medial. NMI = 2.

El conill és un element d'origen antròpic a les Balears. La seva presència al jaciment de la cova C-2 s'ha de considerar com a una contaminació recent.

Ordre RODENTIA  
Família MYOXIDAE  
Gènere *Eliomys*  
*Eliomys morpheus*

MATERIAL: fèmurs drets, MNIB 41159, 41378, 41592 i 59765. Fèmurs esquerres, MNIB 40467, 40689, 41560, 59769 (epífisi distal) i 59775 (fragment diàfisi). Húmers drets, MNIB 41062 i 59802 (fragment proximal). Radis drets, MNIB 40664, 40921, 59771 i 59776. Radis esquerres, MNIB 40665, 59767 i 59777. Ulna dreta, MNIB 41399. Ulna esquerra, MNIB 59764. Tibies dretes, MNIB 41156, 41392, 41395, 41398, 41561, 41634, 41767 i 59774 (fragment diàfisi). Tibies esquerres, MNIB 40173, 40473, 40956, 41097, 41157, 41158, 41160, 41316, 41671 i 41721. Mandíbules dretes, MNIB 40456, 41506, 41669 i 59768 (fragment distal). Mandíbula esquerra, MNIB 59770. Pelvis dretes, MNIB 41352 i 59766 (fragment). Pelvis esquerres, MNIB 40084, 40658, 41302 i 59772. Omòplat dret, MNIB 59763. Vèrtebra caudal, MNIB 59773. Atlas, MNIB 59801. Costella, MNIB 41072, més altres costelles sense numerar. NMI = 10.

La rata cellarda fòssil està representada al depòsit per un nombre petit d'individus. Aquests materials s'han trobat mesclats amb els ossos de *Myotragus balearicus*, i es pot considerar que són restes coetànies. Aquests materials representen aparentment la mateixa espècie que es troba a Mallorca.

Família MURIDAE  
Gènere *Apodemus*  
*Apodemus sylvaticus*

MATERIAL: U13 114: MNIB 59786, fèmur esquerra. V13 132: MNIB 59787, fèmur dret, S 10: MNIB 40303, tibia dreta. NMI = 2.

La presència d'aquesta espècie a la cova C-2 ha d'esser considerada com a un element d'origen recent contaminant del depòsit plistocènic.

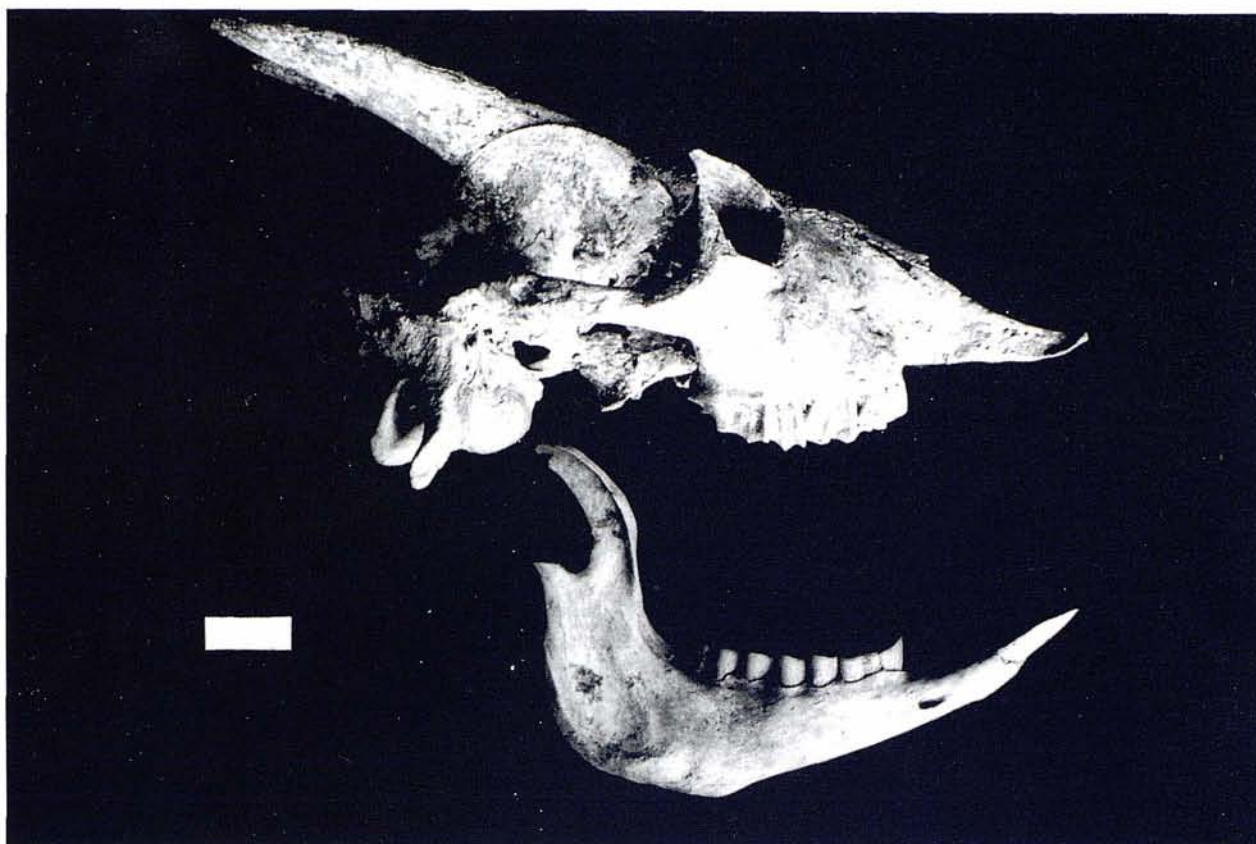


Figura 4. *Myotragus balearicus*. Crani en norma lateral (MNIB 39076) i mandíbula en norma labial (MNIB 59241). No corresponen al mateix individu. Escala, 2 cm.

Família MURIDAE  
Gènere *Mus*  
*Mus* sp.

MATERIAL: S11: MNIB 59788, tibia dreta. U12: MNIB 59789, fragment mandíbula esquerra. NMI = 1.

Com en el cas anterior, la presència d'aquesta espècie a la cova C-2 ha d'esser considerada com a un element d'origen recent contaminant del depòsit plis-tocènic.

Ordre CARNIVORA  
Família MUSTELIDAE  
Gènere *Mustela*  
*Mustela nivalis*

MATERIAL: S10 MNIB 59762, fíbula. NMI = 1.

S'ha trobat una fíbula de mostel, representant d'un mascle de mida relativament gran. Els mostels varen esser introduïts a Menorca a l'època de la dominació romana (REUMER & SANDERS, 1984). La seva presència al jaciment documenta una contaminació recent del depòsit original.

Família CANIDAE  
Gènere *Canis*  
*Canis familiaris*

MATERIAL: Laminador entre punts 12 i 13 de la topografia: MNIB 41441, metapodi. NMI = 1.

Un únic metapodi testimonia la presència d'un ca a la cova C-2. Aquesta espècie ha estat introduïda pels humans a Menorca. La seva presència a la cova C-2 representa una contaminació recent del depòsit fòssilífer.

Ordre SORICOMORPHA  
Família SORICIDAE  
Gènere *Crocidura*  
*Crocidura suaveolens*

MATERIAL: K19:MNIB 59785, mandíbula dreta. NMI = 1.

Una única mandíbula denuncia la presència de la rata aranyera al jaciment de la cova C-2. L'espècie fou introduïda a l'illa pels romans (REUMER & SANDERS, 1984). La seva presència al depòsit ha d'esser considerada com a una contaminació relativament recent.

Ordre ARTIODACTYLA  
Família BOVIDAE  
Gènere *Myotragus*  
*Myotragus balearicus*

OS	DRET	ESQUERRE	TOTAL
Cranis (sencers i fragments de crani)			112
Premaxil·lar			5
Hioides			2
Mandíbula	32	35	67
Fèmur	52	44	96
Húmer	36	29	65
Tíbia	36	47	83
Radi-Ulna	52	51	103
Metatars	18	17	35
Metacarp	15	14	29
Pelvis	42	35	77
Omòplats	35	33	68
Esternal·les (1)			8
Esternal·les (2)			4
Esternal·les (3)			1
Costelles			564
Atlas			16
Axis			13
Vert. cervicals			69
Vert. dorsals			144
Vert. lumbar			97
Vert. sacres			22
Vert. caudals			9
Calcani	9	7	16
Astràgal	10	4	14
Patel·la	3	2	5
Falange 1era			14
Falange 2era			11
Falange 3era			8
Magnum			1
Escafoides			2
Semilunar			1
Unciforme			1
			1762

Taula 3. Llistat dels materials exhumats a la cova C-2 de *Myotragus balearicus*. Les diferents peces corresponen a exemplars sencers o a fragments.

MATERIAL: No s'especifiquen aquí els nombres de col·lecció dels 1762 ossos obtinguts. Veure taula 3 i les figures 4-7. NMI = 44.

L'espècie vertebrada més abundant al depòsit fòssilífer de la cova C-2 és *Myotragus balearicus* Bate 1909. Tots els materials ossis d'artiodàctil exhumats de la cova C-2 corresponen a l'espècie extingida *Myotragus balearicus*, excepte un fragment de costella de *Bos taurus* trobat en superfície (veure més a sota). L'espècie terminal d'aquest gènere de caprí endèmic de les Gimnèsies visqué també a Menorca fins que es va produir la colonització humana de l'illa. Els materials obtinguts són a vegades molt fraccionats, encara que en general es troben raonablement en bon estat. No es trobaren gran quantitat de peces en perfecte estat de conservació, però és important, el nombre d'ossos que es conserven

relativament complets i que només presenten petites fractures que no provoquen cap problema a l'hora de ser determinades i mesurades per al seu estudi.

Una petita part del material ha sofert un tractament amb àcid acètic per tal d'eliminar les concrecions calcàries que dificultaven el seu estudi, encara que la major part del material que se va extreure no ha estat tractat per poder tenir, així, un testimoni de les condicions en què els materials sortien de la cova, així com per documentar l'estat de calcificació i concrecionament en què es trobaven els materials exhumats. Aquests materials concrecionats s'han identificat en la mesura que ha estat possible (a vegades la concreció calcària oculta bastant l'os) i encara que s'han identificat tots aquells ossos que eren visibles, la major dificultat ha estat conèixer la classe d'edat de l'os per a la seva quantificació per tal d'ob-

tenir un número mínim d'individus (NMI). Per això s'ha decidit no tenir en compte aquestes peces ni les peces que resultaven inclassificables per edats degut a la falta de les zones de fusió epifisiària per trencament d'algunes de les parts necessàries per aquesta determinació. Tenint en compte aquestes circumstàncies s'ha obtingut un número mínim de 44 individus contats a partir dels fèmurs que sembla que és l'os que ens ha donat més informació respecte a aquest punt (veure taula 4).

L'estructura de la població en classes d'edats de les restes de *Myotragus balearicus* obtingudes en aquest jaciment (taula 4) es correspon a un patró similar al tro-

bat a alguns dels jaciments més importants de Mallorca. En aquests jaciments, tal com passa a la cova C-2, la gran majoria de les restes esquelètiques corresponen a individus adults granats, inclús de vegades molts vells, amb un extraordinari desgast dentari i amb una ossificació important a les zones de fusió epifisiària. També es normal trobar-hi restes d'individus joves, inclús de neonats. Aquest patró de mortalitat en forma d'U (amb proporcions elevades de les edats extremes) reflecteix la mortalitat "atricional" natural, i per això no reflecteix l'estructura de classes d'edat de les poblacions vivents. És conegut el fet que les classes d'edat amb més risc de

METATARS				METACARP			
EDAT	ESQUERRE	DRET	N.M.I.	EDAT	ESQUERRE	DRET	N.M.I.
1.c.	1	2	2	1	3	0	3
2	0	3	3	2	1	1	1
3	0	0	0	3	0	1	1
4	11	10	11	4	10	12	12
Concrecionats	3	3		Concrecionats	0	1	
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
Indeterminats	2						
TÍBIA				RADI			
EDAT	ESQUERRE	DRET	N.M.I.	EDAT	ESQUERRE	DRET	N.M.I.
1	6	6	6	1	3	4	4
2	0	0	0	2.a.	0	0	0
3	1	3	3	2.b.	3	2	3
4	3	4	4	3.a.	4	3	4
5	7	4	7	3.b.	2	6	6
6	17	8	17	3.c.	4	4	4
>= 3	11	0		4	15	7	15
>= 4	1	0		Concrecionats	4	5	
Concrecionats	1	8		<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>36</b>
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	Indeterminats	7	4	
Indeterminats	0	3					
FÈMUR				HÚMER			
EDAT	ESQUERRE	DRET	N.M.I.	EDATS	ESQUERRE	DRET	N.M.I.
1	7	8	8	1	5	3	5
3	0	1	1	2	1	0	1
4	1	0	1	4.b.	1	2	2
5	1	0	1	5	2	2	2
6	3	2	3	6.a.	3	3	3
7	7	7	7	6.b.	3	5	5
8	20	23	23	7	7	13	13
Concrecionats	3	4		Concrecionats	5	2	
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>31</b>
Indeterminats	2	9		Indeterminats	2	6	

Taula 4. Estima del nombre mínim d'individus de *Myotragus balearicus* a partir dels diferents ossos llargs. S'ha realitzat l'estima exclusivament a partir dels exemplars que permeten l'adscripció a diferents classes d'edat. Aquestes classes es defineixen acuradament a BOVER (in prep.).

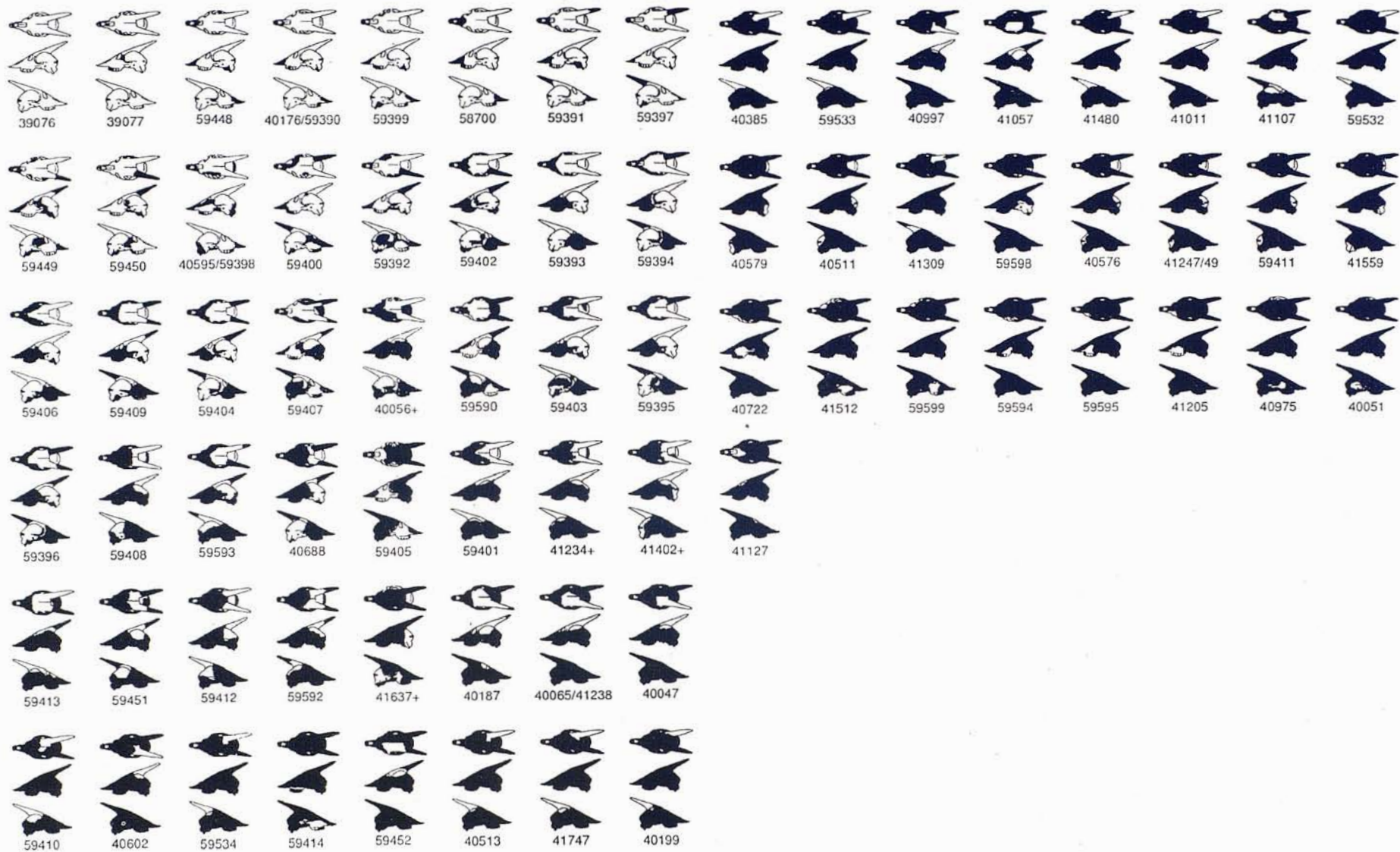


Figura 5. *Myotragus balearicus*. Representació esquemàtica de les restes cranianes obtingudes. En negre, les parts que manquen. Els números corresponen a la col·lecció MNIB. Els exemplars que presenten el número seguit d'un signe + han estat reconstruïts a partir de diferents fragments que tenen una numeració diferent.

mortalitat són les classes més adultes i les més joves. El baix percentatge que es troba d'individus de classes d'edat intermèdies, principalment d'espècimens que acaben d'assolir una edat adulta ("prime-adults") respon a que la majoria d'espècimens d'aquestes edats es trobaven ben sans a l'exterior durant el període en què es va formar el depòsit. Aquest patró de mortalitat difereix de l'anomenat patró catastròfic, descrit a molts d'altres jaciments (vgr., KLEIN-HOFMEIJER, 1996), el qual sí que reflecteix l'estructura en classes d'edat d'una població natural.

Respecte les característiques anàtomiques del *Myotragus balearicus* de la cova C-2 s'ha de dir que l'índex de robustesa (A/L5100, on A és l'amplada anteroposterior a la meitat de la diàfisi i L és la longitud de l'os), és superior en els metapodis si els comparem amb els índexs calculats per autors tals com SPOOR (1988a, b) i HAMILTON (1984) per a la cova de Moleta, la cova des Moro i la cova de Son Maiol. Les valors mitjanes de robustesa donades per SPOOR (1988a) per al metacarp i metatars (per al conjunt de materials de la cova de Moleta) són, respectivament, 22 ( $n = 210$ ,  $x_{\min} = 18$ ,  $x_{\max} = 27$ ) i 21 ( $n = 217$ ,  $x_{\min} = 18$ ,  $x_{\max} = 25$ ), mentre que les dades obtingudes per aquests dos ossos en la cova C-2, són respectivament, 26 ( $n = 24$ ,  $x_{\min} = 22,6$ ,  $x_{\max} = 30,4$ ) i 24 ( $n = 23$ ,  $x_{\min} = 22$ ,  $x_{\max} = 27$ ). No s'observa, però, una major robustesa en els altres ossos de les extremitats.

Pel que fa la distribució per sexes, s'ha de dir que, encara que en l'actualitat no es té un patró de mesures estadísticament vàlid per determinar el sexe de *Myotragus balearicus* a partir de les seves restes òssies, a la cova C-2 s'observen dues classes de mida dels ossos. Es pot pensar que corresponen a la diferenciació entre mascles i femelles, essent els mascles els de major mida. Tal com passa als jaciments de *Myotragus balearicus* de Mallorca, a la cova C-2 s'aprecia que el nombre d'ossos de mida més petita és menor, en una proporció aproximada de 3:2. Sembla deduïble que, tal i com HAMILTON (1984) va suggerir per als materials de diferents coves mallorquines, al depòsit de la cova C-2 el nombre de femelles incorporades al depòsit és menor que el de mascles.

Un altre punt a considerar és el petit nombre d'ossos de *Myotragus balearicus* de petita mida (falanges, ossos carpis, esternel·les, patel·les, sessamoïdeus, etc). En condicions normals d'excavació, s'extreuen una gran quantitat d'aquests petits ossos, degut a que se porguen grans quantitats de sediment, que és la tècnica habitual per aconseguir destriar aquests ossos que l'excavador no ha pogut retirar abans *in situ*. A la cova C-2, el nombre d'aquests ossos és relativament petit, degut a les dures condicions d'excavació, ja que la capacitat de moviment de sacs plens de sediment per dins la sala excavada i per les galeries estretes d'entrada al jaciment, feia que aquesta tasca fos, com s'ha dit abans, inusualment dura i complicada.

Família BOVIDAE

Gènere *Bos*

*Bos taurus*

MATERIAL: K19 : MNIB 40287, fragment de costella. NMI = 1.

Un únic fragment de costella documenta la presència de *Bos taurus* a la cova C-2. Aquesta resta documenta una nova contaminació d'origen recent del depòsit original.

## Discussió

El jaciment de la cova C-2 ha resultat ésser el depòsit més important de *Myotragus balearicus* de tots els que es coneixen fins a la data a Menorca. En efecte, cap altre jaciment havia lliurat una quantitat tan important de materials de *Myotragus balearicus* com la cova C-2. La qualitat dels materials obtinguts és molt bona, de manera que s'han obtingut espècimens complets o quasi complets de la majoria dels ossos de *Myotragus*. Quasi tots els ossos de l'esquelet de *M. balearicus* han estat obtinguts en aquest jaciment (fins i tot el hioides i la fíbula, un ós del qual fins ara només es coneixia el seu extrem proximal, fusionat a l'epífisi proximal de la tibia, l'anomenada tuberositat fibular de la tibia; WALDREN, 1982). Els ossos dels quals no s'ha obtingut cap representació són els cuneïformes, sessamoïdeus, el mal·leol tibial lateral, el pisiforme i algunes vèrtebres. En tots els casos es tracta d'ossos de mida petita que segurament es trobaran al depòsit si s'excava més.

L'interès de la cova C-2, però, no es redueix a aquest aspecte. En la nostra opinió, el depòsit de la cova C-2 presenta un gran interès tafonòmic. Aquesta cova és il·lustrativa d'un tipus de depòsit que també és conegut a Mallorca i que està representat, per exemple, per jaciments tals com la cova de Moleta, la cova Estreta, el bufador de Son Berenguer, la coveta dels Gorgs i altres. L'estudi de la cova C-2 ens aporta, doncs, informacions d'interès per entendre la tafonomia d'aquests depòsits mallorquins. D'una manera recíproca, els coneixements que tenim sobre els depòsits mallorquins són d'utilitat per interpretar la cova C-2.

Com a depòsit paleontològic, la cova C-2 s'ha de considerar, tal com s'ha indicat abans, com un jaciment, bàsicament, de *Myotragus balearicus*. En efecte, dels 1815 ossos de mamífers fòssils trobats, 1762 (97%) pertanyen a aquesta espècie. La resta representen *Eliomys morpheus*. De moment no han aparegut restes de la musaranya endèmica *Soriculus hidalgoi* ni de rates pin-yades. Les altres classes de vertebrats es troben poc representades o àdhuc no representades. Així, no apareixen restes de ferreret, només hi ha un ós diagnosticat de la sargantana endèmica *Podarcis lilfordi* i les restes fòssils d'ocells són relativament escasses.



Figura 6. *Myotragus balearicus*. Representació esquemàtica de les restes obtingudes de mandíbules. En negre, les parts que manquen.

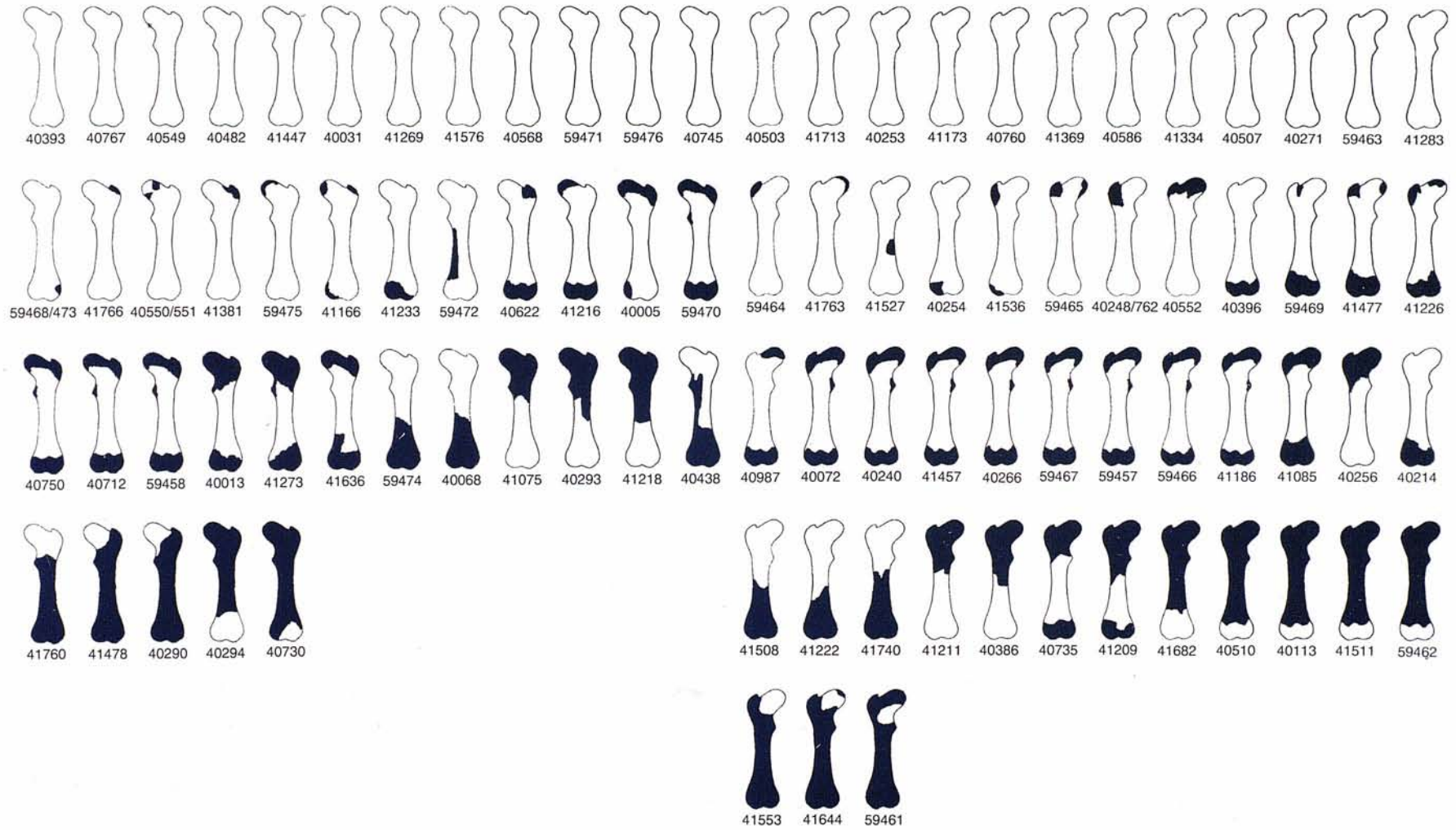


Figura 7. *Myotragus balearicus*. Representació esquemàtica de les restes de fèmurs obtingudes. En negre, les parts que manquen.



Aquest patró de registre fossilífer té els seus paral·lelismes a coves mallorquines tals com el bufador de Son Berenguer, la cova de Son Maiol, i, en una menor escala, la cova Estreta i, encara a una menor escala, la cova de Moleta. En la nostra opinió, totes aquestes coves representen un tipus de cavitat que havia de resultar molt atractiva per a *Myotragus balearicus*. Totes aquestes coves es caracteritzen per presentar algunes entrades estretes, passadissos més o menys amples i volums grosos a l'interior, de manera que és habitual sentir corrents d'aire a diferents punts de l'interior d'aquestes coves.

Pel que fa a la deposició de restes fòssils de la cova C-2, la disposició de l'estrat fossilífer indica d'una manera clara i inequívoca que no es varen incorporar al depòsit a través de la boca actual de la cova. Ho degueren fer a través d'una entrada, actualment totalment obstruïda, situada cap a les quadrícules Q-N 22-26. La ubicació d'aquesta entrada és deduïble a partir de l'orientació dels nivells fossilífers de la cova (figura 8). El tancament d'aquesta entrada degué ésser anterior a l'ocupació humana de l'àrea, ja que no s'ha trobat a la cova més que un fragment atípic, rodolat, de ceràmica indígena, de 2 x 3 cm, que cal suposar que hi va arribar arrossegat per l'aigua, infiltrant-se pels crulls de la cova.

La disposició dels materials a la cova C-2 és indicativa que es tracta d'un depòsit totalment secundari, resultat de l'arrossegament dels ossos, juntament amb sediment, provinents de la part superior de la cova. El sediment ha reblert algunes galeries internes de la cova. Una part excavada del depòsit (vgr., quadrícules K19, K20) ha estat accessible des de la part inferior del depòsit (és a dir, en aquests indrets s'excavava el sòtil de la cova, on es trobava la part inferior de l'estrat fossilífer). Aquests indrets representen galeries reblertes en les quals els mateixos ossos arrossegats han contribuït a obturar passos estrets de la cova, impeding la caiguda del sediment més a baix.

El registre paleornitològic de la cova C-2 és molt pobre, cosa que contrasta amb la gran abundància de *M. balearicus* enregistrada. Possiblement el curt període de temps que abasta el jaciment, juntament amb les condicions tafonòmiques d'aquest, n'és la causa.

No hi ha cap altre jaciment que hagi lliurat ocells del període geològic esmentat, a excepció d'uns materials provinents de la cova de ses Tapereres (barranc d'Algendar). Aquest jaciment es troba encara pendent d'estudi. Les altres referències paleornitològiques que tenim sobre Menorca ofereixen dades del Plistocè Inferior o més antigues (SEGUÍ, 1996) i són en general també molt pobres.

La coneixença de la comunitat ornítica menorquina té una importància accentuada en aquests moments perquè constitueix una llacuna en el model paleoecològic que s'aplica a les illes de la Mediterrània Occidental i en concret a les Balears (SEGUÍ i ALCOVER, en premsa). Segons aquest model Mallorca i Menorca tendrien,

durant el Plistocè Superior, un funcionament paleoecològic diferent del d'Eivissa. Mentre que el registre paleornitològic de Mallorca i Eivissa (cf. SEGUÍ, 1996; SONDAAR *et al.*, 1995) és prou ric, especialment pel que fa a l'etapa postwürmiana, el de Menorca és reduït. Les dades aquí aportades no aclareixen gaire la situació.

Tal com passa amb les restes de vertebrats, entre els gastròpodes trobam també espècies introduïdes pels humans que s'han incorporat al depòsit en època recent. Aquest és el cas d'*Helicella virgata*, *Caracollina lenticula* i *Papillifera bidens*. Les altres espècies trobades procedeixen del nivell fossilífer de *Myotragus balearicus*. És interessant destacar l'abundància d'*Iberellus companyonii*. S'ha d'esmentar que tot i que habitualment es considera que *Mastus pupa* es va extingir en el transcurs del darrer interglaciari (CUERDA, 1975), els exemplars exhumats de la cova C-2 tenen l'aspecte d'ésser molt recents, i ens fan sospitar que l'espècie pogué perviure, almenys a certs reductes de les Gimnèsies, durant el Würm. Una explicació alternativa és que es tracti de materials més antics, particularment ben preservats, que s'hagin incorporat al depòsit amb una total independència dels vertebrats trobats. A títol anecdòtic, resulta curiosa la presència del gastròpode marí, propi del litoral, *Alvania cimex*.

## Agraïments

Volem fer palès el nostre agraïment als descobridors del depòsit, Pere ARNAU i Josep MÀRQUEZ. Josep Lluís FLORIT i Joana PALMER ens varen facilitar molt l'estància a l'illa. Estam especialment agraïts al senyor José DE OLIVES LLUCH i la seva família, propietària dels terrenys on es troba la cova C-2, per haver-nos facilitat l'accés a la cavitat. També estam agraïts a l'Autoritat Portuària de les Balears, que a través del senyor Jesús FERNANDEZ REYES, ens va permetre instal·lar-nos al far de Punta Nati durant la campanya d'excavació. Volem fer extensiu el nostre agraïment a Simó GORNÉS, Salvador MOYÀ, Meike KÖHLER, Bep QUINTANA, Paul SONDAAR, Guillem X. PONS, Joan FORNÓS, Llorenç CALDENTEY, Jesús JURADO, així com a tots els participants en l'excavació, que d'una manera o una altra varen contribuir a l'èxit de la campanya. L'excavació fou autoritzada i parcialment finançada pel Consell Insular de Menorca. Aquest treball s'inclou en els Projectes d'Investigació DGICYT PB97-1173 i PB94-1175. Un dels autors (PB) està becat per la Direcció General d'Educació, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports del Govern Balear, i un altre (BS) pel Ministeri d'Educació i Ciència.

## Bibliografia

- AGUSTÍ, J. (1980).- *Hypnomys ellomyoides* n.sp., nuevo glirido del Pleistoceno de Menorca (Islas Baleares). *Endins*, 7: 49-52.
- AGUSTÍ, J. i MOYÀ-SOLÀ, S. (1990).- Neogene-Quaternary Mammalian Faunas of the Balearics. *Atti Conveg. Lincei, Internat. Symp. "Biogeographical Aspects of Insularity"*, 85: 459-468.
- ALCOVER, J.A. (1992).- Fossils and caves. In: A.I. CAMACHO (ed.) *The Natural History of Biospeleology*: 199-221. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, P. (1981).- *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Inst. Cat. d'Hist. Nat. Memòries, 11. Ed. Moll. Palma de Mallorca, 264 pp.
- ALCOVER, J.A., SEGUÍ, B. i BOVER, P. (en premsa).- Extinctions and Local Disappearances of Vertebrates in the Western Mediterranean Islands. In: MacPHEE, R.D.E. (ed.), *"Explaining Quaternary Extinctions: Humans and Other Catastrophes"*, Plenum Press, NY.
- ANDREWS, C.W. (1915).- A description of the skull and skeleton of a peculiarly modified rupicaprine antelope (*Myotragus balearicus*, Bate), with a notice of a new variety, *M. balearicus* var. *major*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, ser. B, 206: 281-305.
- BARBADILLO, L.J. (1987).- *La Guía de Incafo de los Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Edit. Incafo, 694 pp.
- BATE, D.M.A. (1909).- Preliminary note on a new artiodactyle from Mallorca. *Geol. Mag.* 6: 385-388.
- BATE, D.M.A. (1914).- On the Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geol. Mag.*, decade IV, 1 (602): 347-354.
- BATE, D.M.A. (1918).- On a new genus of extinct Muscardine rodents from the Balearic Islands. *Proc. Zool. Soc.*, London: 209-222.
- BATE, D.M.A. (1944).- Pleistocene shrews from the larger Western Mediterranean islands. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 11: 738-769.
- CRAMP, S. i SIMMONS, K. (1977).- *The birds of the Western Palearctic*. Vol. 1. Oxford Univ. Press., Oxford.: 722 pp.
- CUERDA, J. (1975).- *Los Tiempos Cuaternarios en Baleares*. Edit. Inst. Est. Balearics, Palma de Mallorca.
- HAMILTON, J. (1984).- The population structure of *Myotragus balearicus* from the cave of Son Muleta, Mallorca. *BAR Internat. Ser.* 229: 71-98.
- HEMMER, H.; KADEL, B. i KADEL, K. (1981).- The Balearic toad (*Bufo viridis balearicus* (Boettger, 1881)), human bronze age culture, and Mediterranean biogeography. *Amph. Rept.*, 2 : 217-230.
- KLEIN HOFMEIJER, G. (1995).- Late Pleistocene Deer Fossils from Corbeddu Cave. Tesi Doctoral, Univ. Utrecht, 437 pp.
- KOTSAKIS, T. (1981).- Le lucertole (Lacertidae, Squamata) del Pliocene, Pleistocene e Olocene delle Baleari. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 135-150.
- McKENNA, M.C. i BELL, S.K. (1997).- *Classification of Mammals. Above the Species Level*. Columbia Univ. Press, New York, 631 pp.
- McMINN, M.; JAUME, D. i ALCOVER, J.A. (1990).- *Puffinus olsoni* n.sp.: nova espècie de baldrítja recentment extingida provinient de depòsits espeleològics de Fuerteventura i Lanzarote (Illes Canàries, Atlàntic Oriental). *Endins*, 16: 63-72.
- MERCADAL, B. (1959).- Breve noticia sobre el hallazgo de un incisivo de *Myotragus* en una cueva menorquina junto a cerámica neolítica. *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares*, 5: 57-59.
- MERCADAL, B. (1966).- Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario de Menorca. *Rev. Men.*, 54: 148-161
- MERCADAL, B. (1967).- Nuevos yacimientos con *Myotragus* en Menorca y su cronología. *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares*, 13: 63-74.
- MOURER-CHAUVIRÉ, C.; ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1980).- Une nouvelle forme insulaire d'effraie géante, *Tyto balearica* n.sp., (Aves, Strigiformes), du Plio-Pleistocene des Baléares. *Geobios*, 13 (5): 803-811.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1980).- Una nueva especie del género *Myotragus* Bate 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca, *Myotragus binigausensis* n.sp. Implicaciones biogeográficas. *Endins*, 7: 37-47.
- PONS-MOYÀ, J. i MOYÀ-SOLÀ, S. (1980).- Nuevo representante del género *Nesiotites* Bate, 1944: *Nesiotites meloussae* nov.sp. (Soricidae, Insectivora) de los rellenos càrstics del Barranc de Binigaus (Es Mercadal, Menorca). *Endins*, 7: 53-66.
- REUMER, J.W.F. (1982).- Some remarks on the fossil vertebrates from Menorca, Spain. *Proc. Konink. Ned. Ak. Wetenschappen*, ser. B, 85 (1): 77-87.
- REUMER, J.W.F. i SANDERS, E.A.C. (1984).- Changes in the vertebrate fauna of Menorca in prehistoric and classical times. *Z. f. Säugetierkunde*, 49: 321-325.
- SANCHIZ, F.B. i ALCOVER, J.A. (1982).- Un nou discoglossid (Amphibia: Anura) de l'Holocè de Menorca. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 48 (Sec. Geol., 3): 99-105.
- SEGUÍ, B. (1996).- Les avifaunes fòssils dels jaciments càrstics del Pliocè, Plistocè i Holocè de les Gimnèsies. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 25-42.
- SEGUÍ, B. (1997).- Avifauna fòssil del jaciment plistoholocènic de la Cova des Moro (Manacor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 71-89.
- SEGUÍ, B. i ALCOVER, J.A. (en premsa).- Comparison of paleoecological patterns in insular bird faunas: a case study from the Western Mediterranean and Hawaii. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*.
- SEGUÍ, B.; MOURER-CHAUVIRÉ, C. i ALCOVER, J.A. (1997).- Upper Pleistocene and Holocene fossil avifauna from Moleta Cave (Mallorca, Balearic Islands). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 223-252.
- SEGUÍ, B.; QUINTANA, J.; FORNÓS, J.J. i ALCOVER, J.A. (en premsa).- A new genus of fulmarine petrel (Aves: Procellariiformes) from the Upper Miocene of Menorca, Western Mediterranean. *Paleontol. g.*
- SNOW, D.W. i PERRINS, C.M. (1998).- *The Birds of the Western Palearctic. Concise Edition*, 2 vols., Oxford Univ. Press, 1697 pp.
- SONDAAR, P.Y.; McMINN, M.; SEGUÍ, B. i ALCOVER, J.A. (1995).- Interès paleontològic dels jaciments càrstics de les Gimnèsies i Pitiüses. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 155-170.
- SPOOR, C.F. (1988a).- The body proportions in *Myotragus balearicus* Bate, 1909. *Proc. Konink. Ned. Akad. v. Wetenschappen*, ser. B, 91: 285-293.
- SPOOR, C.F. (1988b).- The limb bones of *Myotragus balearicus* Bate, 1909. *Proc. Konink. Ned. Akad. v. Wetenschappen*, ser. B, 91: 295-309.
- WALDREN, W.H. (1982).- Balearic Prehistoric Ecology and Culture. The Excavation and Study of Certain Caves, Rock Shelters and Settlements. *BAR Internat. Ser.* 149: 1-773 pp.
- WALKER, C.A.; WRAGG, G.M. i HARRISON, C.J.O. (1990).- A new Shear-water from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the evolution of certain *Puffinus* shearwaters. *Historical Biology*, 3: 203-224.

# DATACIONES Th/U DE ESPELEOTEMAS FREÁTICOS CONTROLADOS POR EL NIVEL MARINO, PROCEDENTES DE CUEVAS COSTERAS DE MALLORCA (España)

per Paola TUCCIMEI <sup>1</sup>, Joaquín GINÉS <sup>2,3</sup>, Àngel GINÉS <sup>2,4</sup>,  
Joan J. FORNÓS <sup>3</sup> & Pierluigi VESICA <sup>5</sup>

## Resum

Actualment és possible constatar la formació d'espeleotemes freàtics en la superfície dels llacs salobrosos de nombroses coves costaneres de l'illa de Mallorca (Espanya); la seva presència registra amb precisió l'altura mitjana del nivell marí en el moment de la deposició d'aquests carbonats freàtics. Per tant, els dipòsits antics d'espeleotemes freàtics poden ser utilitzats per a reconstruir les fluctuacions de la Mediterrània durant el Pleistocè ja que existeixen, en diverses coves de l'àrea en estudi, abundants alineacions elevades d'aquests espeleotemes que delimiten paleonivells assolits per les aigües freàtiques.

S'han datat alguns espeleotemes freàtics, usant el mètode Th/U, amb la intenció de determinar la posició del nivell marí durant el Pleistocè mitjà i superior. Han estat reconegudes tres estabilitzacions altes de la Mediterrània a diferents altures —entre 1,4 i 2,5 metres per damunt de l'actual nivell de la mar— en coves localitzades en distints sectors de la costa oriental de Mallorca. Les esmentades estabilitzacions es remunten a edats entorn dels 83, 108 i 124 ka B.P. i poden ser relacionades amb diversos events menors dins de l'estadi 5 del registre marí d'isòtops d'oxigen. Així mateix, s'inclouen en aquesta nota algunes dades mineralògiques sobre els espeleotemes datats.

Es poden observar diferències d'altura de fins 1 metre en mostres pertanyents al mateix paleonivell marí. Hi són particularment ben documentades les corresponents al subestadi isotòpic 5e, el qual es presenta registrat a altituds majors en les localitats més septentrionals. Aquestes anomalies altimètriques han de ser explicades en base a una deformació tectònica recent de l'àrea investigada.

## Abstract

Phreatic speleothems form today at the surface of the brackish pools existing inside littoral caves of Mallorca island (Spain); their occurrence directly identifies the height of the sea level at the time of carbonate deposition. Therefore, ancient phreatic speleothems can be used to reconstruct Mediterranean fluctuations during the Pleistocene, since many raised alignments of these deposits are present in several caves of the studied area.

Some phreatic speleothems have been dated using the Th/U method in order to determine the position of the sea level during the Middle and Upper Pleistocene. Three high sea-stands have been recognized at different heights —between 1.4 and 2.5 meters above current sea level— in caves located in various sectors of the eastern coast of Mallorca. They date back to around 83, 108 and 124 ka B P and can be related to several minor events within stage 5 of the marine oxygen isotope record. Some mineralogical data about the analyzed samples are also included in this paper.

Differences in height of about 1 meter can be observed in samples corresponding to the same sea paleolevel. Those which are particularly well-documented pertain to substage 5e, with higher elevations towards the northernmost localities. These altimetrical disturbances could be explained in terms of a tectonic tilt of the investigated area.

1 Dip. Scienze Geologiche, Università "Roma Tre", Roma, Italia.

2 Grup Espeleològic EST, Palma de Mallorca.

3 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.

4 Museu Balear de Ciències Naturals, Sóller, Mallorca.

5 Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali, CNR, Roma, Italia.

## Introducción

Mallorca es una isla situada en el Mediterráneo occidental y constituida mayoritariamente por materiales carbonatados, que muestra fenómenos kárstico-costeros muy interesantes en cada una de sus diferentes regiones naturales. Numerosas cuevas kársticas litorales están presentes en toda la isla, siendo en particular abundantes a lo largo de su costa oriental. Dichas cavidades han experimentado una compleja evolución morfológica durante el Pleistoceno, y contienen depósitos que incluyen brechas con restos paleontológicos así como destacables espeleotemas. Los mencionados depósitos son de gran interés cronológico y paleoclimático (GINÉS & GINÉS, 1986; 1995) debido al hecho de que su deposición estuvo afectada con frecuencia por las oscilaciones marinas del Cuaternario.

Esta nota aporta un conjunto de informaciones suministradas por el estudio de espeleotemas freáticos de cuevas costeras mallorquinas, relacionados con paleoniveles marinos pleistocénicos. En este sentido, se ha desarrollado a lo largo de los últimos cuatro años un programa de estudios isotópicos de estos espeleotemas, el cual incluye dataciones efectuadas mediante el método Th/U que son el objeto de estas páginas.

## Los espeleotemas freáticos en las cuevas de Mallorca

Las áreas kársticas del litoral de Mallorca presentan muchas cuevas parcialmente inundadas por aguas salobres (GINÉS, 1995), como consecuencia de la subida post-glacial del nivel marino. La inundación parcial de tales cuevas costeras creó lagos subterráneos, que algunas veces alcanzan grandes dimensiones. Estos lagos salobres representan un medio freático costero —controlado por el nivel del mar—, donde tienen lugar oscilaciones periódicas del plano de las aguas ajustadas a fluctuaciones marinas menores (mareas, oscilaciones barométricas).

Un gran número de diferentes tipos de espeleotemas freáticos están asociados con este singular ambiente geoquímico. Hoy en día, es frecuente la formación de calcita flotante sobre la superficie de estos lagos hipogeos; al mismo tiempo, llamativos sobrecrecimientos de carbonatos son observables en las orillas de dichos lagos y también alrededor de aquellas estalactitas o estalagmitas situadas en el actual rango de fluctuación de las aguas freáticas (POMAR *et al.*, 1979). También es común encontrar cristalizaciones freáticas similares, de calcita y/o aragonito, situadas algunos metros por encima de los actuales lagos salobres (GINÉS *et al.*, 1981b); mediante las bandas de espeleotemas que constituyen estas cristalizaciones, en el interior de algunas cavidades costeras se genera un detallado registro de antiguos paleoniveles marinos correspondientes a fluctuaciones de signo glacio-eustático.

Buena parte de las cristalizaciones freáticas —tanto las antiguas como las actuales— se desarrollan sobre espeleotemas vadosos pre-existentes, adoptando morfologías por lo general abultadas y globulares (Foto 1). Algunas veces estos sobrecrecimientos de carbonatos forman prominentes fajas horizontales alrededor de estalagmitas y columnas; en muchos casos, en especial cuando el sobrecrecimiento freático afecta al extremo inferior de estalactitas finas, la morfología original del espeleotema puede verse muy modificada. Ocasionalmente, láminas de calcita flotante pueden quedar atrapadas entre las capas de crecimiento de estos recubrimientos freáticos.

Los espeleotemas freáticos de las cuevas de Mallorca ofrecen una gran variedad morfológica, textural y mineralógica, tal como se ha puesto de manifiesto en diversas publicaciones (GINÉS *et al.*, 1981b; POMAR *et al.*, 1976). Estos autores apuntan el significado paleoclimático de su mineralogía, relacionando la presencia de aragonito con eventos cálidos que, en los sedimentos de playa, conllevan la aparición de fauna malacológica termófila típica del Eutirreniense (último interglacial).

El interés principal de estos procesos de precipitación de carbonatos es el siguiente: antiguas fluctuacio-

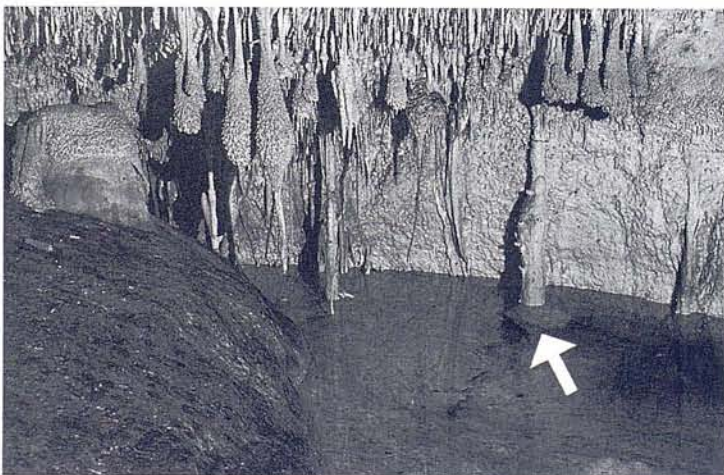


Foto 1:

Pequeño lago salobre en las Coves del Drac (Manacor). Obsérvese la presencia de espeleotemas freáticos antiguos por encima de la superficie del lago, así como un sobrecrecimiento cristalino subactual (señalado con una flecha) en el presente rango de fluctuación del plano de las aguas.

nes positivas del nivel marino, correspondientes a períodos interglaciales, han quedado registradas dentro de numerosas cuevas costeras por medio de alineaciones estrictamente horizontales de espeleotemas freáticos, situados a alturas diversas por encima de los actuales lagos subterráneos. La formación de esta clase de depósitos cristalinos está relacionada con paleoniveles alcanzados por el manto freático como resultado de las oscilaciones marinas glacio-eustáticas (GINÉS *et al.*, 1981a; POMAR *et al.*, 1987). El estudio de los espeleotemas freáticos situados por debajo del actual nivel marino representa una línea de investigación prometedora, que aportará mayores precisiones de cara al conocimiento de la historia de las oscilaciones del Mediterráneo durante el Pleistoceno.

En el caso de Mallorca, un gran número de paleoniveles de cristalizaciones freáticas han sido observados a alturas que abarcan desde el presente nivel marino hasta la cota de +40 metros s.n.m. En algunas publicaciones (GINÉS & GINÉS, 1974; GINÉS *et al.*, 1981a), se ha considerado la posibilidad de correlacionar altimétricamente estos depósitos con antiguas líneas de costa correspondientes al Pleistoceno medio y superior. Estas líneas de costa han sido identificadas por medio del estudio estratigráfico y paleontológico de las playas fósiles pleistocénicas de la isla, las cuales son bien conocidas gracias a las investigaciones sobre el Cuaternario llevadas a cabo por diversos autores (BUTZER, 1975; CUERDA, 1975).

En base a la interpretación geomorfológica mencionada más arriba, GINÉS & GINÉS (1974) sugirieron tempranamente que las cristalizaciones freáticas situadas a más de 30 metros sobre el actual nivel marino debían remontarse al menos al Paleotirreniense (interglacial Mindel - Riss). En 1981 se comenzó un programa preliminar de datación isotópica de espeleotemas freáticos de Mallorca. Los análisis fueron efectuados usando el método de las series de Uranio, y sus resultados confirmaron el modelo cronológico establecido previamente, basado en correlaciones altimétricas entre espeleotemas freáticos y depósitos de playa pleistocénicos. Los resultados de este programa de dataciones absolutas aportaron edades que abarcan desde 3.9 ka (cristalizaciones claramente post-glaciales) hasta >350 ka, alcanzando ya los límites de este método (HENNIG *et al.*, 1981; GINÉS & GINÉS, 1989, 1993a, 1993b). Las cristalizaciones freáticas analizadas cuyas edades son inferiores a 250 ka muestran una buena correlación con los eventos climáticos que implican un nivel marino similar o más alto que el actual (estadios 1, 5 y 7, los cuales representan pulsaciones de signo cálido); las muestras que aportan edades por encima de los 300 ka (paleoniveles situados a altitudes superiores a 30 metros s.n.m.) deben ser asignadas como mínimo a los estadios 9 o 11 del registro marino de isótopos de oxígeno establecido por SHACKELTON & OPDYKE (1973).

Dentro del contexto que se acaba de exponer, en 1994 tuvimos ocasión de emprender un nuevo programa de dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos mallorquines, cuyos primeros resultados han sido avanzados de forma preliminar en VESICA *et al.* (1996) y TUCCIMEI *et al.* (1997).

## Muestras estudiadas

Fueron obtenidas muestras de 12 espeleotemas freáticos, procedentes de 8 cuevas costeras de Mallorca (Figura 1), relacionados todos ellos presumiblemente con paleoniveles marinos interglaciales. La mayoría de

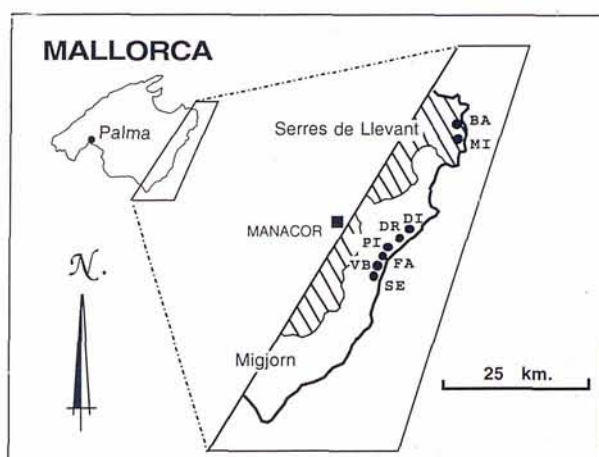


Figura 1: Mapa de localización de las cuevas investigadas.

BA: Cova de na Barxa; MI: Cova de na Mitjana; ambas en el municipio de Capdepera.  
DI: Cova del Dimoni; DR: Covas del Drac; PI: Covas del Pirata; FA: Cova de Cala Falcó; VB: Cova de Cala Varques B; SE: Cova des Serral; todas ellas en el municipio de Manacor.

las cuevas investigadas se desarrollan en las calcarenitas post-orogénicas del Mioceno superior, que conforman la plataforma del Migjorn ubicada a lo largo del Sur y Sureste de la isla; por otra parte, sólo dos de las cavidades estudiadas –Cova de na Barxa y Cova de na Mitjana– se localizan en las calizas jurásicas plegadas, que integran el área montañosa de las Serres de Llevant. En la totalidad de las cuevas muestreadas abundan interesantes sobrecrecimientos freáticos de carbonatos, depositados sobre las paredes de las cavidades y también alrededor de estalactitas u otros espeleotemas aéreos.

Los espeleotemas freáticos recolectados registran diversas estabilizaciones marinas altas que se sitúan entre 1.4 y 5.8 metros por encima del presente nivel del mar, estando la mayoría de ellos localizados a altitudes que van desde 1.4 a 2.5 metros s.n.m.

Las informaciones altimétricas disponibles sobre los depósitos de playa pleistocénicos en Mallorca (BUTZER, 1975; CUERDA, 1975), sugieren que los paleoniveles marinos registrados por los espeleotemas muestreados deben pertenecer a fluctuaciones glacio-eustáticas positivas, que tuvieron lugar presumiblemente den-

tro del rango de aplicabilidad del método Th/U. En este contexto, se prepararon selectivamente 15 muestras, para proceder a su datación isotópica, con la intención de obtener información cronológica detallada sobre varias cuevas representativas, así como mayor precisión acerca de la historia del nivel del Mediterráneo a lo largo del Pleistoceno medio y superior.

Los datos referentes a las cuevas estudiadas, las muestras obtenidas, y las alturas de los paleoniveles marinos representados en cada localidad, aparecen reunidos en la Tabla I. La denominación de algunas muestras difiere ligeramente de la aportada en una nota preliminar anterior (TUCCIMEI *et al.*, 1997); este hecho se debe a que el propio desarrollo del programa ha obligado a realizar análisis complementarios y, en consecuencia, a reenumerar algunas de las muestras datadas con la intención de lograr una mayor claridad expositiva.

Para completar este apartado, incluiremos a continuación tan sólo algunas breves informaciones sobre las muestras analizadas y su localización en las cuevas investigadas:

– En la **Cova de Cala Falcó** (Manacor), a una altura de 1.9 metros s.n.m se recogieron diversas promi-



Foto 2: Sección longitudinal de la muestra *FA-D3-4*, procedente de la Cova de Cala Falcó (Manacor); la muestra pendía del techo en la posición que aparece en la fotografía. Se trata de una prominencia rocosa, dotada de un delgado sobrecrecimiento freático, correspondiente al final del último interglacial (83 ka). Escala gráfica = 1 cm.

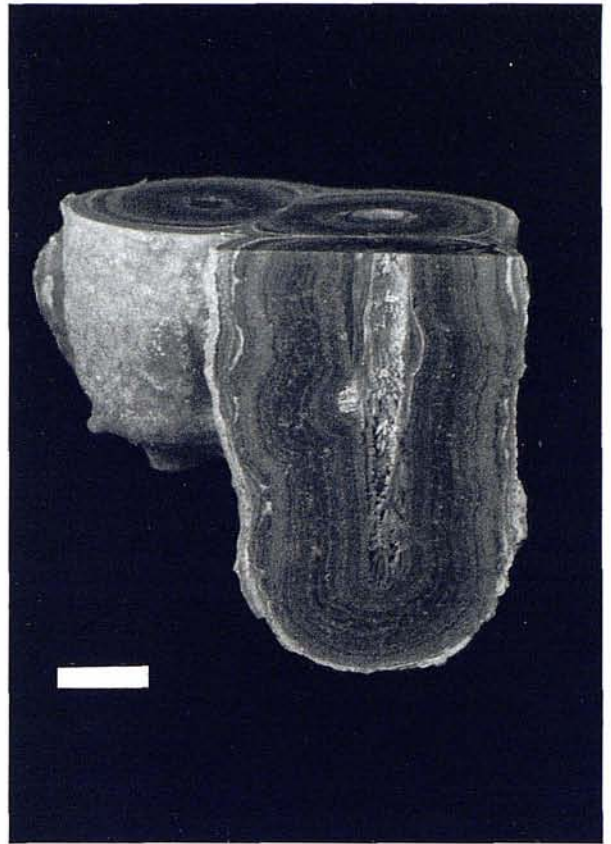


Foto 3: Muestra *VB-D2*, recolectada en la Cova de Cala Varques B (Manacor). Consiste en un conjunto de pequeñas estalactitas aéreas revestidas por un precipitado calcáreo de origen freático; la edad obtenida se sitúa en torno a los 83 ka. Escala gráfica = 1 cm.

nencias rocosas dotadas de un revestimiento freático de aproximadamente un centímetro de grosor máximo (Foto 2). En este caso el sobrecrecimiento freático no ha ocurrido sobre un soporte prominente constituido por un espeleotema aéreo, sino que tiene lugar sobre proyecciones rocosas relacionadas con la peculiar litología del complejo arrecifal del Mioceno superior, donde se halla excavada la cavidad. Las muestras fueron obtenidas en los alrededores de los pequeños lagos periféricos existentes en la zona septentrional de la cueva (ver topografía en TRIAS & MIR, 1977).

*Muestra FA-D3-4*: sobrecrecimiento freático sobre prominencia rocosa.

– Procedentes de la **Cova de Cala Varques B** (Manacor), se han analizado diversas cortas estalactitas recubiertas por un sobrecrecimiento freático centimétrico (Foto 3). Las estalactitas fueron recolectadas a +1.4 metros en las inmediaciones del lago que ocupa la cavidad de Norte a Sur, en el sector más próximo a la entrada de la caverna (TRIAS & MIR, 1977).

*Muestra VB-D2*: sobrecrecimiento freático alrededor de estalactita.

*Muestra VB-D1-1*: parte externa de sobrecrecimiento freático sobre estalactita.

*Muestra VB-D1-2*: parte interna del mismo sobrecrecimiento freático que la muestra anterior.

– En la pared oriental de la **Cova des Serral** (Manacor) se recolectó un fragmento de una abultada banda horizontal de cristalizaciones subacuáticas, situada a + 1.5 metros s.n.m. Se trata del mismo paleonivel datado años atrás (muestra *Serr10*; GINÉS & GINÉS, 1993b), si bien en esta ocasión ha sido muestreada la porción más interna del espeleotema.

*Muestra SE-D2*: parte interna de la mencionada banda de nivel.

– Algunas estalactitas provistas de sobrecrecimiento freático fueron recogidas en las **Coves del Pirata** (Manacor), las cuales registran un paleonivel marino situado a una cota de +2.1 metros. Estas estalactitas de formas redondeadas (Foto 4) abundan en las inmediaciones de los lagos que circundan el sector meridional de esta cueva (GINÉS & GINÉS, 1976).

*Muestra PI-D1*: revestimiento freático alrededor de estalactita.

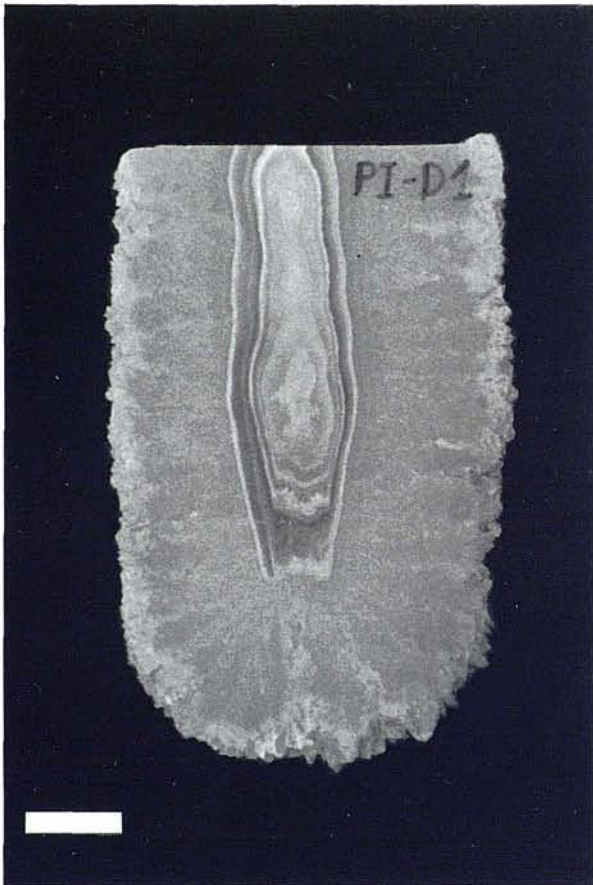


Foto 4: Sección longitudinal de la muestra *PI-D1* (Coves del Pirata, Manacor). Obsérvese la fina estalactita, que sirve de soporte a un delicado sobrecrecimiento freático atribuible al subestadio isotópico 5e (130 ka). Escala gráfica = 1 cm.

– En la interesante cavidad denominada **Cova del Dimoni** (Manacor) abundan los depósitos freáticos carbonatados, algunos de ellos constituidos por finas agujas aragoníticas. Concretamente, se han analizado

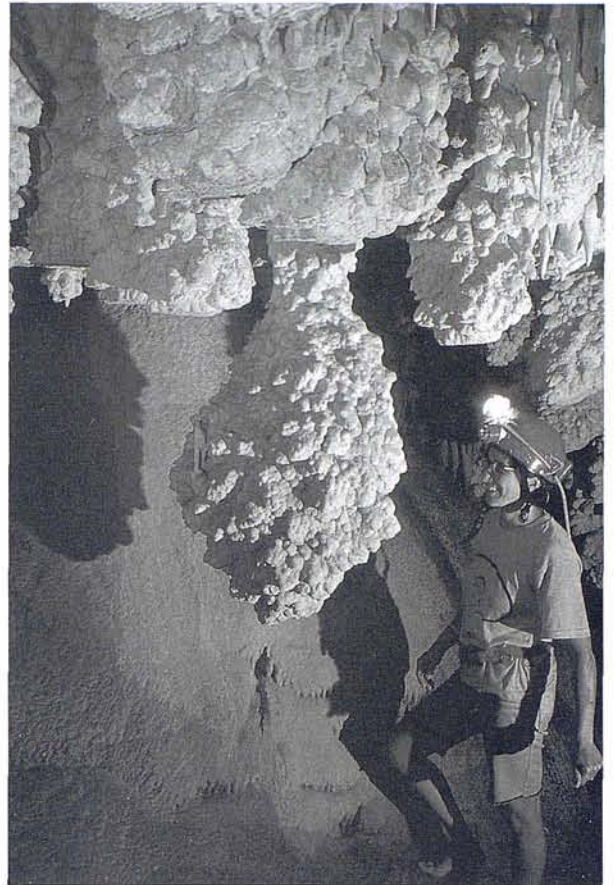


Foto 5: Espectacular espeleotema freático de la Cova de na Mitjana (Capdepera).

diversos espeleotemas que delimitan un claro paleonivel marino ubicado a una altura de 2.5 metros s.n.m.

*Muestra DI-D3*: sobrecrecimiento freático bulboso y de superficie lisa, sobre una fina estalactita.

*Muestra DI-D1-1*: parte externa de un recubrimiento parietal de textura acicular.

*Muestra DI-D1-2*: parte interna del mismo revestimiento freático.

– La **Cova de na Barxa** (Capdepera) presenta un paleonivel de espeleotemas freáticos localizado a una cota de +2.4 metros. Han sido recogidas varias estalactitas dotadas de un grueso revestimiento carbonatado, que les da una morfología mamelonar; dichos espeleotemas pendían del techo que se extiende por encima del lago principal de la cueva (ver topografía en ANDREWS *et al.*, 1989).

*Muestra BA-D3*: sobrecrecimiento freático masivo sobre estalactita.

– En la **Cova de na Mitjana** (Capdepera) existe un espectacular conjunto de grandes estalactitas bulbosas, como la de la Foto 5; estos espeleotemas freáticos registran un claro paleonivel marino situado en torno a los 6 metros s.n.m. (GINÉS *et al.*, 1975). A pesar de su aparente homogeneidad morfológica parece posible

reconocer la existencia de tres bandas de nivel distintas, localizadas a diferentes alturas (+3.9, +4.9 y +5.8 metros), de las que se han datado muestras correspondientes a cada una de ellas. Concretamente, el nivel de +3.9 metros fue ya datado con anterioridad, de tal modo que las muestras *MI-D1a* y *MI-D1b* se corresponderían con el paleonivel marino analizado mediante las muestras *Mitj7a* y *Mitj7b* de GINÉS & GINÉS (1993b).

*Muestra MI-D1a*: parte externa del sobrecrecimiento freático de cota +3.9 metros.

*Muestra MI-D1b*: parte interna del mismo sobrecrecimiento freático de la muestra anterior.

*Muestra MI-D2*: sobrecrecimiento freático de cota +4.9 metros.

*Muestra MI-D3*: sobrecrecimiento freático de cota +5.8 metros.

– Diversos paleoniveles freáticos aparecen representados en las **Coves del Drac** (Manacor), habiéndose datado uno de ellos situado a 3.3 metros s.n.m. La muestra analizada procede de las inmediaciones del **Llac Negre** (ver topografía en GINÉS & GINÉS, 1992), estando constituida por una estalactita provista de un revestimiento freático aragonítico de morfología exterior bulbosa y lisa.

*Muestra DR-D4*: Revestimiento freático sobre estalactita.

## Resultados de las dataciones

Las dataciones absolutas de las muestras recolectadas fueron realizadas mediante el método de las series de Uranio (Th/U); los resultados analíticos obtenidos y las edades que dichos datos suministran aparecen recopilados en la Tabla I. Las edades calculadas van desde 83 ka hasta >350 ka, mostrando una buena correlación con los estadios 5 y 7 del registro de isótopos de oxígeno (Figura 2), los cuales corresponden a eventos de nivel marino alto asociados a pulsaciones climáticas de signo cálido. Una muestra procedente de las **Coves del Drac**, cuya antigüedad supera los límites de resolución del método, debe pertenecer como mínimo al estadio climático 9.

Se encuentran bien representadas diversas estabilizaciones marinas altas a edades de 83 ka, 108 ka y 124 ka B.P., cronologías que se correlacionan muy bien con las edades usualmente asignadas a los subestadios 5a, 5c, y 5e del registro isotópico marino (SHACKELTON & OPDYKE, 1973). Estos datos documentan tres estabilizaciones principales del Mediterráneo a alturas comprendidas entre 1.4 y 2.5 metros s.n.m., correspondientes al último acontecimiento interglacial, y de las cuales nos ocuparemos ahora con algo más de extensión.

Dos de los espeleotemas analizados, procedentes de la **Cova de Cala Falcó** y de la **Cova de Cala Varques B**, aportan edades situadas entre 71 ka y 83 ka (muestras *FA-D3-4*, *VB-D2* y *VB-D1-1*). Estas muestras

corresponden con bastante certeza al subestadio isotópico 5a, que a su vez se relacionaría con el piso Neotirreniense de la terminología marina mediterránea. Por otra parte, la muestra *DI-D3* de la **Cova del Dimoni** con una edad en torno a los 108 ka podría asignarse al subestadio 5c, al igual que sucedería con la muestra *Serr10* (GINÉS & GINÉS, 1993b) recolectada en la **Cova des Serral**.

Bastante más numerosas son las muestras datadas cuyas edades oscilan entre 112 ka y 130 ka (ver Tabla I y Figura 2); estos espeleotemas pueden ser asignados con bastante probabilidad al subestadio 5e, que se correlacionaría con los yacimientos típicos con fauna termófila atribuidos al Eutirreniense (CUERDA, 1975). Las muestras adscritas a este evento son: *VB-D1-2*, *SE-D2*, *PI-D1*, *DI-D1-1*, *DI-D1-2* y *BA-D3*, respectivamente de las siguientes localidades: **Cova de Cala Varques B**, **Cova des Serral**, **Coves del Pirata**, **Cova del Dimoni** y **Cova de na Barxa**.

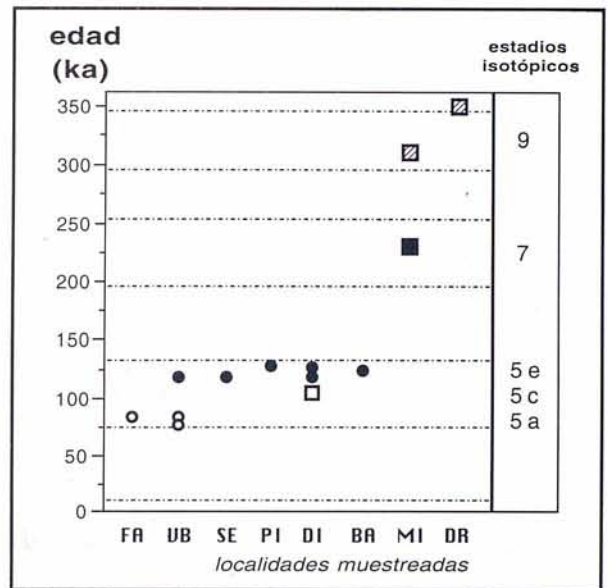


Figura 2: Edades obtenidas mediante el método Th/U de los espeleotemas freáticos estudiados en este programa de datación. Las cuevas están representadas en el mismo orden que en la Tabla I.

Recientes investigaciones (HILLAIRE-MARCEL *et al.*, 1996) permiten individualizar, dentro del subestadio 5e, dos estabilizaciones altas del Mediterráneo en torno a los 117 ka y 135 ka. Estos dos picos podrían ser reconocibles en los datos que se aportan ahora, si se atribuyen las muestras *PI-D1* y *BA-D3* a la estabilización de 135 ka y el resto (*VB-D1-2*, *SE-D2*, *DI-D1-1* y *DI-D1-2*) a la de 117 ka. De todas formas esta asignación más afinada resulta problemática, en razón de los relativamente amplios márgenes de error de algunas de las muestras citadas.

Un espeleotema de la **Cova de na Mitjana** (*MI-D2*) aporta una cronología de 232 ka, correlacionable con el estadio 7 del registro marino (Figura 2). Con respecto a las muestras datadas de esta localidad, hay que consig-



localidad	muestra	altura s.n.m. (m)	U (ppb)	234U/ 238U	(234U/ 238U) <sub>0</sub>	230Th/ 232Th	230Th/ 234U	edad (ka ± 2 σ)
Cv. de Cala Falcó	FA-D3-4 #	+ 1.9	542 ± 5	1.378 ± 0.003	1.528 ± 0.037	12.3 ± 0.2	0.554 ± 0.023	83.9 ± 5.0
Cv. C. Varques B	VB-D2 #	+ 1.4	228 ± 10	2.113 ± 0.099	2.41 ± 0.13	inf.	0.567 ± 0.025	83.4 ± 5.1
	VB-D1-1 #	+ 1.4	234 ± 3	2.100 ± 0.090	2.358 ± 0.12	12.1 ± 0.7	0.505 ± 0.008	71.3 ± 1.5
	VB-D1-2 #	+ 1.4	252 ± 4	1.519 ± 0.081	1.71 ± 0.08	inf.	0.632 ± 0.020	111.9 ± 5.7
Cova des Serral	SE-D2 *	+ 1.5	200 ± 4	1.453 ± 0.032	1.639 ± 0.046	240 ± 45	0.705 ± 0.019	121.3 ± 5.6
Coves del Pirata	PI-D1 *	+ 2.1	262 ± 9	1.663 ± 0.062	1.959 ± 0.092	inf.	0.745 ± 0.035	130.4 ± 14.0
Cova del Dimoni	DI-D3 *	+ 2.5	1887 ± 45	1.108 ± 0.015	1.147 ± 0.020	inf.	0.638 ± 0.020	107.9 ± 5.7
	DI-D1-1 *	+ 2.5	2640 ± 77	1.185 ± 0.013	1.255 ± 0.018	257.3 ± 25.4	0.660 ± 0.020	112.9 ± 5.8
	DI-D1-2 *	+ 2.5	1273 ± 48	1.090 ± 0.018	1.126 ± 0.025	inf.	0.676 ± 0.032	119.7 ± 10.0
Cova de na Barxa	BA-D3 *	+ 2.4	423 ± 19	1.430 ± 0.070	1.612 ± 0.103	inf.	0.715 ± 0.045	124.7 ± 14.0
Cv. de na Mitjana	MI-D1a *	+ 3.9	128 ± 9	0.791 ± 0.067	—	inf.	1.340 ± 0.112	—
	MI-D1b *	+ 3.9	52 ± 6	2.091 ± 0.257	—	inf.	10.403 ± 1.098	—
	MI-D2 *	+ 4.9	146 ± 4	1.057 ± 0.019	1.110 ± 0.037	46.85 ± 5.29	0.894 ± 0.024	231.9 ± 28
	MI-D3 *	+ 5.8	169 ± 1	0.972 ± 0.028	0.937 ± 0.035	51 ± 2	0.972 ± 0.035	> 300.7
Coves del Drac	DR-D4 *	+ 3.3	2888 ± 84	1.039 ± 0.016	—	inf.	1.038 ± 0.040	> 350

# espectrometría de masa      \* conteo alfa

Tabla 1: Datos de las localidades y de las muestras obtenidas, así como resultados analíticos del programa de datación.

nar que las pertenecientes al paleonivel de +3.9 (*MI-D1a* y *MI-D1b*) no han suministrado relaciones isotópicas consistentes, que permitan aventurar una edad más o menos fiable. Perteneciente a este mismo paleonivel, se procedió a datar con anterioridad un espeleotema que arrojó una antigüedad de 88 ka (GINÉS & GINÉS, 1993b), si bien el espeleotema analizado había sufrido pérdidas post-deposicionales de Uranio. Por lo tanto, permanece abierta la incógnita acerca de si el mencionado paleonivel de +3.9 metros pertenece al subestadio 5a –como sugiere la datación efectuada hace años– o, por el contrario dicha edad no es fiable, tal y como podrían sugerir los análisis efectuados ahora.

También hay que consignar la presencia de dos espeleotemas (*MI-D3* y *DR-D4*), recogidos respectivamente en la **Cova de na Mitjana** y en las **Coves del Drac**, cuyas edades superan los 300 ka, ya en los límites de resolución del método Th/U. Estas muestras pueden ser atribuidas como mínimo al estadio 9, que se correspondería con el piso Paleotirreniense (interglacial Mindel - Riss).

Para finalizar se debe hacer referencia al siguiente hecho: cuando un determinado paleonivel marino se encuentra registrado en localidades diversas lo hace a alturas diferentes, que son siempre mayores en las localidades más septentrionales. En este sentido, los paleoniveles de espeleotemas freáticos pertenecientes a los subestadios 5a, 5c y 5e están registrados a mayor elevación conforme nos vamos desplazando en dirección Norte (Figura 3). Este hecho pone en evidencia una deformación tectónica del área investigada que se pro-

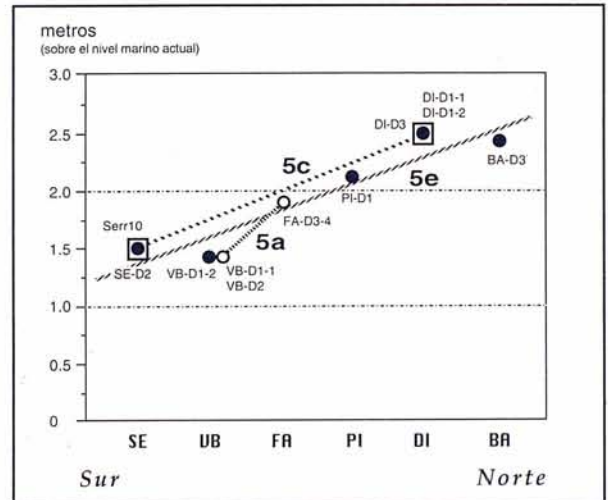


Figura 3: En este gráfico se recoge la altura a la que se encuentran los espeleotemas freáticos datados, pertenecientes a los diversos subestadios del último interglacial. Su elevación presenta una clara tendencia de incremento hacia el Norte, relacionable con deformaciones tectónicas recientes. La distribución latitudinal de las cuevas no está representada a escala. **Círculos blancos:** muestras atribuidas al subestadio 5a; **cuadrados:** muestras atribuidas al subestadio 5c; **círculos negros:** muestras atribuidas al subestadio 5e. Datos de la muestra *Serr10* según GINÉS & GINÉS (1993b).

dujo, al menos en parte, con posterioridad al último interglacial.

Los datos suministrados por el presente programa de dataciones confirman la hipótesis geomorfológica establecida previamente, que correlacionaba los espeleotemas freáticos de las cuevas costeras de Mallorca con

muestra submuestra	FA-D3-4			VB-D2					SE-D2			PI-D1		DI-D3				DI-D1-1/2			BA-D3				MI-D1a/b				MI-D2			MI-D3					
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3			
LMC	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calcita	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-			
HMC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Aragonito	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Dolomita	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Estadio isotópico	5 a			5 a					5 e			5 e		5 c				5 e			5 e				?				7			9 ?					
Basamento	m			m					m			m		m				m			Mz				Mz				Mz								

Tabla II: Relación de las mineralogías presentes en las muestras analizadas de espeleotemas freáticos.

1: submuestra más externa; 2 a 5: submuestras obtenidas secuencialmente hacia el interior del espeleotema; X: presencia; -: ausencia; Mz: Mesozoico; m: Mioceno superior.

estabilizaciones del nivel marino asociadas a episodios interglaciales. Por lo tanto, los espeleotemas freáticos se muestran especialmente útiles de cara a contribuir al conocimiento de la historia del nivel del Mediterráneo durante el Pleistoceno medio y superior.

## Mineralogía de los espeleotemas freáticos

Todas las muestras de espeleotemas recogidas para su datación fueron analizadas mediante difracción de Rayos X para observar su composición mineralógica. De cada revestimiento freático se recogieron diversas muestras secuenciadas, con el fin de detectar posibles cambios mineralógicos a lo largo de su crecimiento (Tabla II).

Las mineralogías presentes corresponden a calcita, calcita con bajo contenido en magnesio (LMC), calcita magnesiana (HMC), aragonito y dolomita. La mineralogía predominante corresponde a calcita con bajo contenido en magnesio (LMC), siguiéndole en importancia la calcita y el aragonito. La calcita magnesiana tan sólo está presente en las muestras de la **Cova de na Barxa** (BA-D3), mientras que la dolomita aparece en la citada localidad así como en la **Cova de Cala Falcó** (FA-D3-4).

En la mayor parte de las muestras se observa un incremento del contenido en magnesio hacia el interior del espeleotema. No parece constatar a nivel general una relación clara de los aspectos mineralógicos con los estadios isotópicos ni con las rocas encajantes, excepto en algunos casos como la **Cova de na Barxa** que presenta un basamento dolomítico.

Aunque está demostrada la estrecha dependencia que presentan las mineralogías de los precipitados carbonatados con respecto a la temperatura ambiental de formación, así como a la presencia de determinados cationes —como Mg o Sr— dentro del sistema (RAO & ADABI, 1992; RAO, 1996), en las muestras analizadas

no parece observarse en primera instancia ninguna relación clara ligada a estos parámetros. Además resultan un poco contradictorios los análisis efectuados en algunas localidades, como la **Cova de Cala Falcó** o la **Cova de na Barxa**, donde la coexistencia de calcita con bajo contenido en magnesio junto con aragonito y dolomita podría ser explicada en base a motivos diferentes de los mencionados.

Por otra parte, el dominio de calcita y calcita con bajo contenido en magnesio, característico de una precipitación a temperaturas relativamente bajas, no se corresponde con el carácter cálido asociado a los estadios isotópicos indicados por las dataciones, los cuales se traducen en la presencia de fauna marina termófila característica de los yacimientos del Eutirreniense (CUERDA, 1975).

## Conclusiones

Los resultados de estas investigaciones espeleocronológicas sobre varias cuevas costeras de la isla de Mallorca, pueden ser resumidos de la siguiente manera:

- Las edades obtenidas acerca de la deposición de espeleotemas freáticos en las localidades estudiadas abarcan desde 83 ka hasta >350 ka B.P.

- Los espeleotemas con edades inferiores a 250 ka se correlacionan bien con los estadios isotópicos 5 y 7 del registro marino, los cuales son eventos cálidos con un nivel marino asociado superior al actual.

- Están particularmente bien documentados algunos eventos menores dentro del estadio isotópico 5, es decir el último interglacial. Las edades aportadas de 83 ka, 108 ka y 124 ka, corresponden respectivamente a los subestadios 5a, 5c y 5e del registro marino de isótopos de oxígeno.

- El incremento de elevación hacia el Norte de los espeleotemas freáticos pertenecientes a un mismo estadio climático, suministra evidencias de una deformación

tectónica reciente del área estudiada, ocurrida con posterioridad al último episodio interglacial.

– La mineralogía predominante en las muestras analizadas es la calcita y la calcita con bajo contenido en magnesio, aunque también están presentes la calcita magnesiánica, la dolomita y especialmente el aragonito.

– En definitiva, los espeleotemas freáticos se afirman como un buen registro de la historia pleistocénica del nivel marino, constituyendo también una herramienta muy útil de cara a investigaciones sobre geología estructural y geomorfología costera en general.

## Agradecimientos

Esta investigación se ha beneficiado de dos ayudas económicas del *Museu Balear de Ciències Naturals* (Sóller, Mallorca), durante los años 1994 y 1995. Asimismo, este trabajo forma parte del proyecto de investigación de la DGICYT número PB94-1175.

## Bibliografía

- ANDREWS, J.N.; GINÉS, A.; PONS-MOYÀ, J.; SMART, P.L. & TRIAS, M. (1989): Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la Cova de na Barxa (Capdepera). *Endins*. 14-15: 17-25. Palma de Mallorca.
- BUTZER, K. W. (1975): Pleistocene littoral-sedimentary cycles of the Mediterranean basin: a Mallorquin view. In: K.W. Butzer & G.L. Isaac (eds.): *After the Australopithecines: stratigraphy, ecology and culture change in the Middle Pleistocene*. 25-71. Chicago.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos. 304 pp. Palma de Mallorca
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1974): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del Cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*. 19: 11-2. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1986): On the interest of speleo-chronological studies in karstified islands. The case of Mallorca (Spain). *Com. 9<sup>o</sup> Cong. Int. Espeleol.* 1: 297-300. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1989): Absolute dating of phreatic speleothems from coastal caves of Mallorca (Spain). *Proc. 10th Int. Congress Speleol.* 1: 191-193. Budapest.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Caves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*. 17-18: 5-20. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & PONS-MOYÀ, J. (1975): Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas mallorquinas. *Speleon*. Monografía I. V *Symposium de Espeleología. Cuaternario*. 49-56. Barcelona.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981a): Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of Mediterranean Pleistocene paleolevels. *Proc. 8th Int. Congress Speleol.* 2: 533-536. Bowling Green.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. In: A. Ginés & J. Ginés (eds.): *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*. 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*. 3: 71-86. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1976): Les Caves del Pirata. *Endins*. 3: 41-45. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993a): Speleochronological approach to some coastal caves from "Cap Vermell" area in Mallorca island (Spain). *Proc. XI Int. Congress Speleol.* 56-59. Beijing.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993b): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*. 19: 9-15. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1995): Aspectes espeleocronològics del carst de Mallorca / Speleochronological aspects of karst in Mallorca. In: A. Ginés & J. Ginés (eds.): *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*. 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*. 3: 99-112. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A. & POMAR, L. (1981b): Morphological and mineralogical features of phreatic speleothems occurring in coastal caves of Majorca (Spain). *Proc. 8th Int. Congress Speleol.* 2: 529-532. Bowling Green.
- HENNIG, G. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981): Avance de los resultados obtenidos mediante datación isotópica de algunos espeleotemas subacuáticos mallorquines. *Endins*. 8: 91-93. Palma de Mallorca.
- HILLAIRES-MARCEL, C.; GARIÉPY, C.; GHALEB, B.; GOY, J.L.; ZAZO, C. & CUERDA, J. (1996): U-Series measurements in Tyrrhenian deposits from Mallorca - Further evidence for two Last-Interglacial high sea levels in the Balearic islands. *Quaternary Science Reviews*, 15: 53-62.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & FONTARNAU, R. (1976): Las cristalizaciones freáticas. *Endins*. 3: 3-25. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*. 5-6: 3-17. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; RODRÍGUEZ, A.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; FONT, A. & MORA, A. (1987): Phreatic speleothems in coastal caves: a new method to determine sea-level fluctuations. In: C. Zazo (ed.): *Late Quaternary sea-level changes in Spain*. Museo Nacional de Ciencias Naturales C.S.I.C., Madrid, *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 10: 197-224. Madrid.
- RAO, C.P. (1996): *Modern carbonates. Tropical, temperate and polar. Introduction to sedimentology and geochemistry*. University of Tasmania. 205 pp.
- RAO, C.P. & ADABI, M.H. (1992): Carbonate minerals, major and minor elements and oxygen and carbon isotopes and their variation with water depth in cool, temperate carbonates, western Tasmania, Australia. *Marine Geology*. 103: 249-272.
- SHACKELTON, N. J. & OPDYKE, N.D. (1973): Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10<sup>5</sup> year and 10<sup>7</sup> year scale. *Quaternary Research*. 3: 39-55.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*. 4: 21-42. Palma de Mallorca.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & FORNÓS, J.J. (1997): Th/U dating of sea level-controlled phreatic speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Proc. 12th Int. Congress Speleol.* 1: 37-40. La Chau-de-Fonds.
- VESICA, P.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1996): Th/U dating and C - O isotope analyses of speleothems from coastal caves in Mallorca (Spain). *30th IGC, Abstracts*. 1: 87. Beijing.

# DADES MORFOMÈTRIQUES SOBRE LES ESTRIES DE LAPIAZ DELS ALPS CALCARIS SUÏSSOS I LA SEVA COMPARACIÓ AMB LES ESTRIES DE LA SERRA DE TRAMUNTANA

per Àngel GINÉS<sup>1</sup>

## Resumen

El anàlisis de las estrías de lapiaz que se pueden encontrar en diferentes localidades de los Alpes calcáreos suizos coinciden con los resultados obtenidos previamente en Mallorca. Las anchuras medias de las estrías muestreadas en Suiza muestran valores comprendidos entre 1,4 y 1,9 cm, mientras que muchas de las estrías individuales sobrepasan los 20 cm de largo. El más importante hallazgo realizado en el transcurso de esta campaña consistió en la localización de un grupo de estrías del campo de lapiaz conocido como Lapis des Grand' Gouilles, las cuales han permitido demostrar que las estrías de rillenkarren pueden desarrollarse incluso hasta 2.475 m de altitud, sobre rocas que sólo quedan descubiertas de nieve dos o tres meses durante el año.

## Abstract

The statistical analyses of rillenkarren feature sizes obtained from different sites in the calcareous Swiss Alps have been found to coincide with previously collected data on Mallorca. The mean widths of the Swiss rills were reported to range between 1.4 and 1.9 cm, with many of the rills being over 20 cm in length. The most important finding concerned rillenkarren from a karren field know as Lapis des Grand' Gouilles, which demonstrates that rillenkarren can develop on rock that is 2745 m above sea-level and that is snow covered apart from two or three months a year.

## Els camps de lapiaz de Suïssa

S'estima que les regions carstificables de la Confederació Helvètica superen els 7.900 km<sup>2</sup>, i constitueixen aproximadament el 19% de la superfície del país (WILDBERGER & PREISWERK, 1997). Les principals àrees càrstiques de Suïssa es localitzen al Jura i als Alps.

El relleu del Jura es caracteritza per les seves alineacions de cadenes muntanyoses paral·leles, de contorns suaus i desnivells moderats, llevat de les valls transversals, anomenades **cluses**, que presenten parets escarpades. Les formes exocàrstiques que predominen en el paisatge són els grups de dolines, mentre que les formes de lapiaz són escasses, degut a l'àmplia cobertura de sòl i vegetació que contribueix al fet que el carst del Jura sigui un dels exemples més clàssics i més estudiats del que s'ha anomenat *karst couvert* o *grüner Karst*.

Contràriament, els Alps mostren un relleu molt enèrgic i accidentat, caracteritzat per forts desnivells, en què es manifesten amb freqüència les empremtes de les glaciacions del Quaternari. Els paisatges càrstics són poc abundants, però en canvi les morfologies de lapiaz adquireixen una notable importància i espectacularitat, i destaquen com a principal forma exocàrstica. Els grans camps de lapiaz dels Alps calcaris totalitzen quasi 300 km<sup>2</sup>. Localment els denominen **Lapis** (en la Suïssa francòfona) i **Charenfeld** o **Schratten** (en la Suïssa alemanya).

Les principals àrees càrstiques que han estat prospeccionades per a dur a terme aquesta comparació morfològica amb el lapiaz de la Serra de Tramuntana corresponen al Jura Vandois (Sèche de Gimel, Marchairuz, Pré de Bière), als Prealps de Fribourg (Vallon des Morteyes), al massís de Diablerets-Wildhorn (Lapis de Grand' Gouilles, Lapis de Tsanfleuron, Col du Sanetsch,

<sup>1</sup> Grup Espeleològic EST.

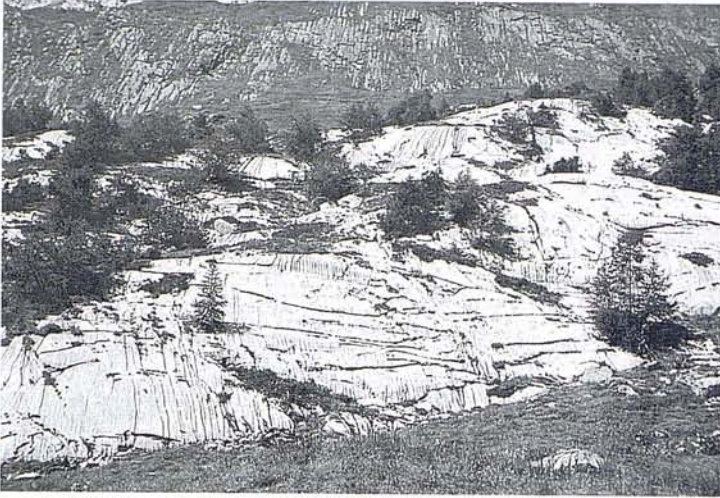


Foto 1:

Vista general d'un dels camps de lapiaz de la vall de La Derbonne (Valais, Suïssa). La presència de canals de decantació especialment llargs constitueix un dels trets més distintius que mostra l'exocarst dels Alps calcaris suïssos.

Lapi di Bou), al cantó de Valais (La Derbonne), al Berner Oberland (Charenfeld im Sieben Hengste) i a la vall de Moutatal (Pragelpass, Böldmeren), en el cantó de Schwyz.

Totes les localitats prospeccionades tenen valors de precipitacions anuals que superen els 1.400 mm, i algunes fins i tot superen els 2.500 mm. Les temperatures mitjanes anuals són baixes (al voltant de 6,5° a 1.000 m), especialment en les localitats de major altitud (gradient altimètric aproximat de -0,5°/100 m). Precisament les temperatures més baixes de Suïssa es registren en algunes depressions càrstiques del Jura i a les proximitats de les localitats càrstiques del cantó de Schwyz, a la Suïssa central. A les zones més altes, una part important de les precipitacions anuals queda acumulada com a capa de neu hivernal, fins que comença a fondre's entre març i agost, segons l'altitud. Algunes localitats estudiades es troben a altituds superiors als 2.000 m i per tant romanen cobertes de neu durant gairebé tot l'any. Totes tenen òbviament climes molt més freds que els de Mallorca.

## Comparació entre els camps de lapiaz suïssos i el lapiaz de la Serra de Tramuntana.

Les morfologies de conjunt observades en el lapiaz de Suïssa són fàcils de diferenciar a simple vista si se les compara amb les que caracteritzen les localitats estudiades a Mallorca. La fisonomia global dels *karrenfelder* i *lapis* suïssos és radicalment diferent dels rellars o esquetjars mallorquins. La topografia general és menys aspra i abrupta en els camps de lapiaz suïssos, mentre que el terreny té pendents més moderades a diverses escales d'observació.

Molt en especial, la tipologia dels canals de dissolució (*rinnenkarren*, en sentit ampli) mostren unes pautes netament diferents de les que predominen a la serra de

Tramuntana. Moltes de les canals són bastant llargues (*regenrinnenkarren*) i de seccions arrodonides (*rundkarren*), en alguns casos presenten flancs extraplomats (*hohlkarren*) i trajectes meandriformes (*mäanderkarren*) i encara que més rarament, anastomosats. Poques semblances es poden trobar entre els diversos tipus de canals citats i els que solquen els afloraments rocallosos de la serra mallorquina, més enllà de la seva funcionalitat de col·lectar i conduir les aigües d'escorrentia.

Algunes morfologies, freqüents en els camps de lapiaz suïssos, són rares a Mallorca i, en certs casos, com succeeix amb els nínxols embutiformes (*trichterkarren*) i el lapiaz tetraèdric (*lapiaz à tétraèdres*), ni tan sols són presents en els camps de lapiaz de la serra de Tramuntana. Per contra, els pouets de corrosió (*rainpits*) i certes formes irregulars de corrosió (*etched forms*), microformes relacionades, segons la nostra opinió, amb ambients semiàrids, no han pogut ésser detectades a les localitats suïsses que són objecte d'aquesta prospecció.

Per contra, són diverses les morfologies de lapiaz que apareixen distribuïdes ocasionalment o amb relativa freqüència a ambdós contextos geogràfics, com és el cas de les cubetes de corrosió (*kamenice*), les superfícies arrodonides de criptolapiaz (*subsoil karren*), el lapiaz de diàclasi (*kluftkarren*) i les estries (*rillenkarren*). Precisament, l'eventual comparació morfomètrica entre mostres d'estries de lapiaz formades en diferents climes era un dels principals objectius d'aquesta campanya de prospecció. En realitat la presència d'estries de lapiaz, conegudes com a *rillenkarren* en la terminologia càrstica internacional, era un fet ben conegut a través de les publicacions suïsses, ja que es pot considerar que la localitat tipus del *rillenkarren* és Bisistal, en el cantó de Schwyz (BÖGLI, 1960 i 1980). Això no obstant, la descripció original era poc precisa i per a solventar qualsevol possible ambigüitat es feia necessari afinar encara més les observacions, i sobretot resultava fonamental realitzar mesures que tenguessin valor estadístic. També pareixia un objectiu interessant explorar el límit

altitudinal d'aquesta microforma càrstica a les muntanyes calcàries suïsses, amb la finalitat de poder contrastar la seva dependència respecte al factor climàtic. Les prospeccions dutes a terme han permès obtenir dades estadístiques significatives a 6 localitats dels Alps i a 1 localitat del Jura, així com identificar rillenkarren a un entorn periglacial situat a quasi 2.500 m d'alçària (en aquest treball no s'inclouran els resultats de les observacions efectuades en el Jura, per a simplificar la discussió dels aspectes climàtics relacionats amb la formació del *rillenkarren*).

Totes les diferències observades poden ésser interpretades des del punt de vista de les diferències de clima existents en l'actualitat, així com de les diferents condicions topogràfiques causades per climes encara més freds, que han actuat durant les darreres etapes del Quaternari. Els camps de lapiaz suïssos han estat fortament afectats per les glaciacions i molts dels seus trets topogràfics més abruptes han estat arrasats per l'acció del gel. El posterior enfondiment del lapiaz no ha pogut modificar significativament les formes aplanades i arrodonides que deixaren les glaceres després de la seva retirada. La fusió dels gels ha afavorit el creixement de llargs i complicats canals de dissolució que no tenen equivalent en les canals mallorquines, molt més curtes i verticalitzades. Els sediments glacials i morrènics també han facilitat el desenvolupament de conjunts de canals inicialment formats davall d'una gruixada coberta edàfica, i han donat origen a tot un conjunt de canals arrodonits i sinuosos, nus i semicoberts, moltes vegades convertits en diversos tipus de canals de decantació més o menys complexes. Les quantioses precipitacions i més especialment les acumulacions de neu, així com la corrosió produïda per les aigües de fusió poden explicar les diferents morfologies que s'hi aprecien, tals com l'absència de formes irregulars de corrosió (*etched forms* i *rainpits*) i la presència d'excel·lents exemples de nínxols embutiformes (*trichterkarren*), que segons tots els autors consultats han d'estar associats amb precipitacions nivals. En resum, pareix que les observacions efectuades en els camps de lapiaz suïssos complementen d'una forma molt satisfactòria la visió climàtica obtinguda a partir dels camps de lapiaz de la serra de Tramuntana.

## Les estries de lapiaz de Sieben Hengste

El massís càrstic de Sieben Hengste constitueix la segona regió càrstica de Suïssa, tant per la seva extensió com per les seves característiques geomorfològiques, hidrogeològiques i espeleològiques. Situada a les proximitats de la ciutat d'Interlaken, forma part de la serralada més septentrional dels Berner Oberlandes i es presenta com a una successió d'estrats margosos i cal-



Foto 2: Estries de lapiaz típiques que creixen sobre les lloses calcàries del lapiaz de Charenfeld, en els Sieben Hengste (Berner Oberlandes, Suïssa), a 1.800 m d'altitud. La mida de les estries, d'amplada mitja amb valors de 16,7 mm i freqüentment de longitud superior als 20 cm, es perfectament homologable amb la de les estries de la serra de Tramuntana.

caris del Cretaci que, encavalcant sobre les molasses de l'altiplà suís, es disposa com a una immensa llosa calcària que capbussa entre 10° i 30° cap al SE. Les parets escarpades, que apareixen orientades al NO, corresponen a l'aflorament de més de 200 m de calcàries urgonianes. Cap al S les calcàries queden cobertes per gresos i flyschs terciaris que actuen com a material impermeable no carstificable. Els camps de lapiaz de Sieben Hengste es desenvolupen en aquestes calcàries del Cretaci inferior, denominades localment Schrattealk per la seva aptitud per a la formació del lapiaz. Es tracta d'un conjunt de formes de lapiaz que està fortament condicionat per l'estructura geològica, cosa que li dona un aspecte escalonat i inclinat, i que a més ha experimentat els efectes de la corrosió subedàfica a mesura que la coberta terciària anava essent erosionada.

Les grans lloses calcàries del sector conegut com "Charenfeld", a una altitud de 1.800 metres s.n.m. i en orientació SE, posseeixen un excel·lent repertori de canals, llargs i en ziga-zaga, però també mostren bons exemples d'estries de lapiaz, les quals han permès realitzar algunes observacions morfomètriques significatives. L'amplària mitjana de les estries ha donat un valor de 16,65 mm ( $n = 100$ ; desviació típica = 4; moda = 15mm), com es pot veure a la Figura 1. La longitud mitjana de les 10 estries més llargues ha donat valors de 26,3 cm, amb una longitud màxima de 30,5 cm. Aquestes mides entren dins de la variabilitat morfomètrica observada a les estries del lapiaz mallorquí, pel que fa a l'amplària, però representen longituds mitjanes bastant superiors a les que mostren les localitats situades en els cims de la serra de Tramuntana (veure Figura 2).

## Les estries de lapiaz de Bödmeren

El principal massís càrstic de Suïssa es troba situat al voltant del Muotatal, vall del riu Muota, al cantó de Schwyz. Al seu interior s'ubica una de les coves més

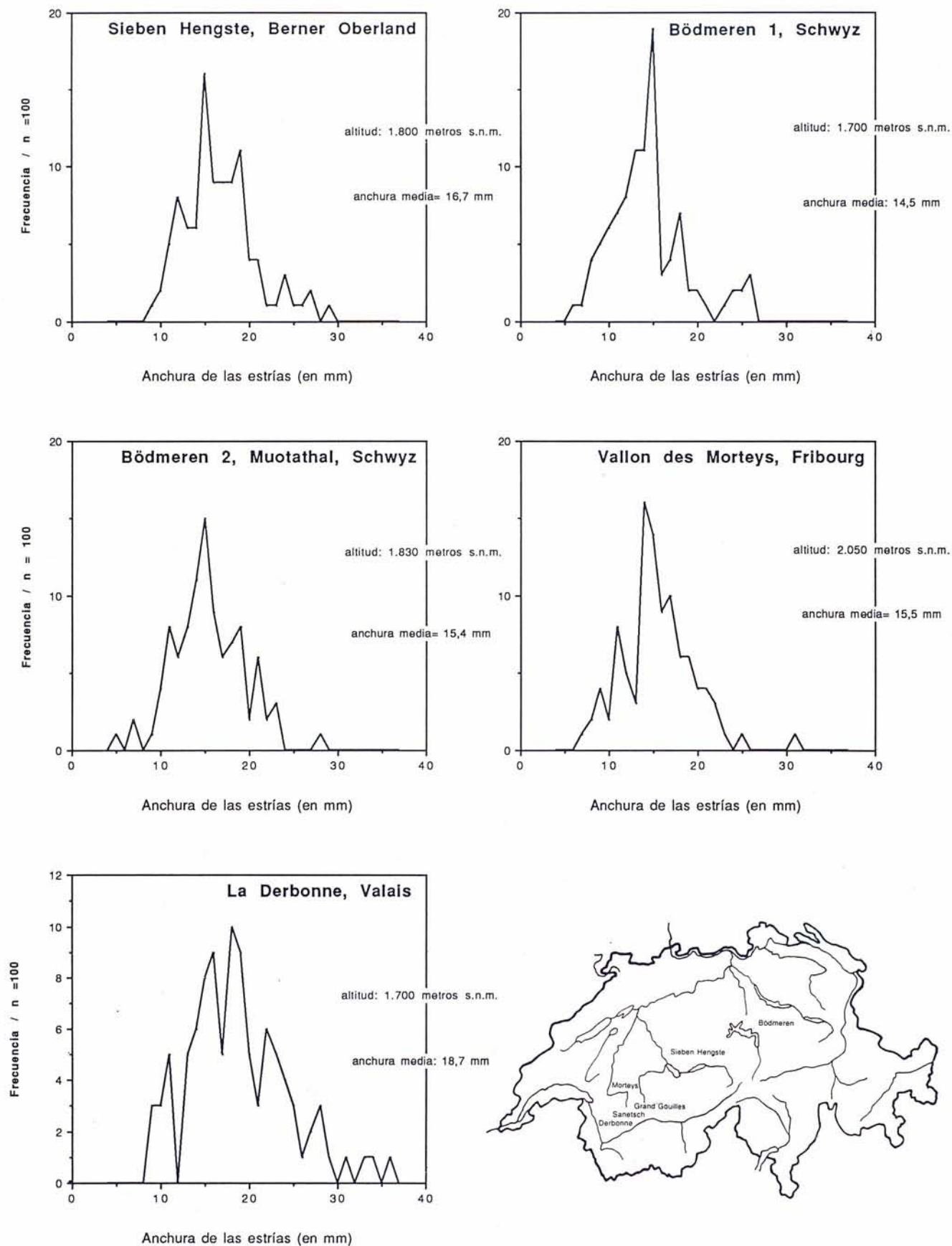


Figura 1: Distributions de freqüència de l'amplada de les estries a 5 localitats representatives dels Alps calcaris suïssos.

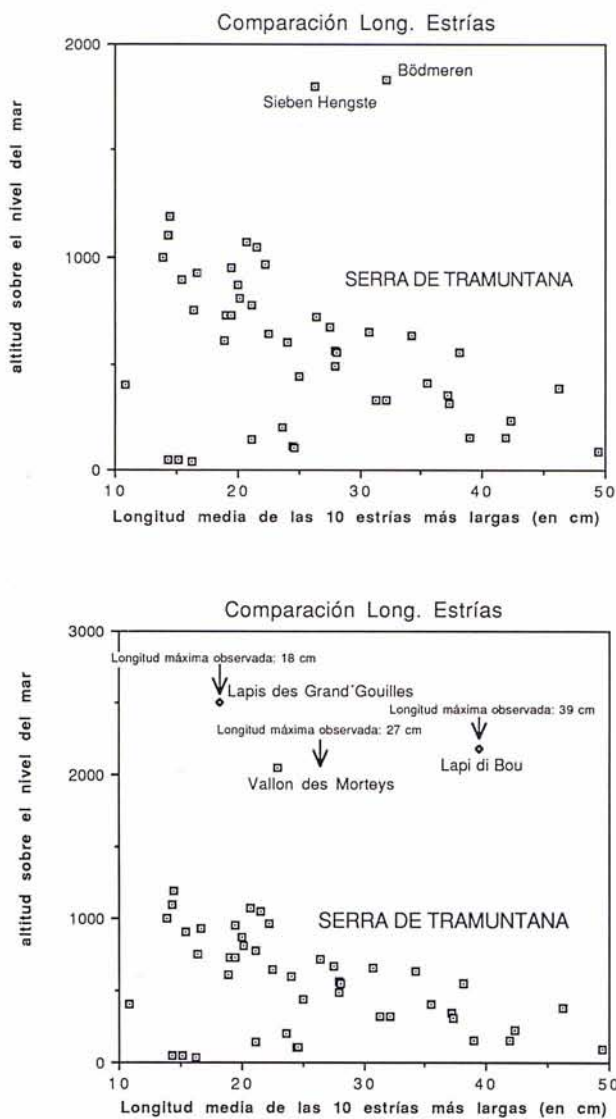


Figura 2: Comparació entre la longitud de les estries més llargues de 5 localitats dels Alps calcaris suïssos i les que representen la serra de Tramuntana, respecte a l'altitud.

grans del món, coneguda per Hölloch, amb una longitud explorada que supera els 175 km. Les morfologies exocàrstiques, incloent-hi dolines i grans extensions de lapiaz, ocupen una gran superfície i han estat objecte de nombroses referències bibliogràfiques, a partir dels estudis dits a terme per Bögli d'ençà dels anys cinquanta. Els principals terrenys carstificats se situen des del coll de Pragelpass fins la vall de Bisistal, formant un ampli conjunt de boscos, prats i camps de lapiaz que comprenen diversos sectors representatius: Böldmeren, Twärenen, Silberen, Karrenalp i Glattalp, entre d'altres. Aquesta gran regió càrstica pertany a les capes helvètiques del Drusberg, afectades per una complexa tectònica i està formada per tres trams calcaris pertanyents als denominats Seewerkalk (Cretaci superior), Schrattenkalk (Cretaci inferior) i Quintnerkalk (Malm superior). El més important d'aquests materials calcaris, que aflora als flancs de Böldmeren i a les proximitats del Pragel-

pass, és el Schrattenkalk (Urgonià). Es tracta de calcàries molt pures (93 - 98% de carbonat càlcic, segons BÖGLI, 1970) que mostren una excel·lent aptitud per al desenvolupament de l'exocarst. El sector en què s'han fet les prospeccions es troba lleugerament situat per damunt del llindar del bosc (Böldmerenwald), remuntant els prats de Böldmerenalp fins que els afloraments de roca comencen a predominar en superfície. Degut a la proximitat de les pastures, moltes morfologies de lapiaz conserven encara vestigis d'un intens modelat per corrosió sub-edàfica, previ a la retirada del sòl amb l'erosió dels vessants. Malauradament el limitat temps disponible no va permetre realitzar una prospecció més acurada d'aquests terrenys.

Els costers de Böldmeren ascendeixen cap el sector de Silberen amb un pendent moderat, a mesura que les pastures van essent substituïdes per roques, en un tram d'altituds compreses entre 1.600 i 1.900 m s.n.m. Encara que predominen les formes de lapiaz semi-cobert i sobre tot els canals arrodonits i les formes de criptolapiaz, s'observen també abundants exemplars d'estries de lapiaz, les quals han permès dur a terme diverses observacions morfomètriques. Per fer-ho es va realitzar un mostreig de dues localitats, situades respectivament a 1.700 i a 1.830 m d'altitud. A les dues localitats l'amplada màxima de les estries presenta valors molt similars: 14,45 mm (n=100; desviació típica = 4,32; moda = 15 mm) a la localitat més elevada, com es pot apreciar en la Figura 1. La longitud mitjana de les 10 estries més llargues d'aquesta darrera localitat ha donat valors de 32,1 cm, amb una longitud màxima de 36,5 cm. De manera semblant del que es va comprovar a Sieben Hengste, aquestes mesures entren dins la variabilitat morfomètrica observada a les estries del lapiaz mallorquí, pel que fa a l'amplada, però representen longituds mitjanes bastant superiors a les que mostren les localitats situades als cims de la serra de Tramuntana (veure Figura 2). Es convenient recalcar que en aquesta regió de la Suïssa central es registren precipitacions molt elevades, de l'ordre de 2.500 mm/any, i temperatures especialment baixes (un dels valors més baixos mesurats a Suïssa correspon a Glattalp, amb -52°).

## Les estries de lapiaz del Vallon des Morteys.

El Vallon des Morteys és una estreta conca, situada al peu de la muntanya coneguda com Vanil Noir. El seu fons de parets esquerpes i en forma de circ remunta fins a més de 2.500 m d'altura seguint una estructura sinclinal molt ben delimitada. Aquesta profunda i abrupta vall pertany al conjunt dels Prealps, en el cantó de Fribourg, i conté un sistema subterrani molt complex que assoleix més de 600 m de profunditat. Les calcàries del Malm apareixen en els costats del sinclinal amb capbussa-



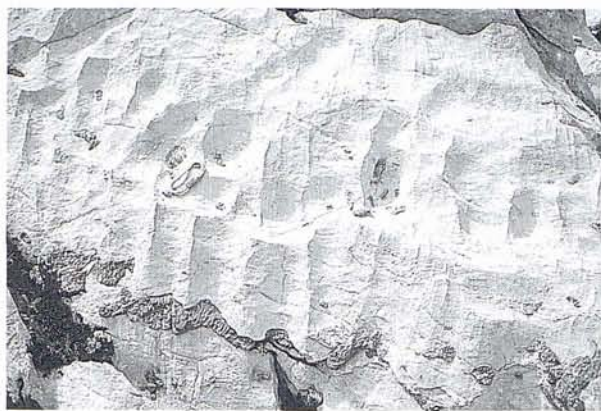


Foto 3: Aspecte general del lapiaz nival del Vallon des Morteys (Fribourg, Suïssa), en el qual es poden reconèixer nombroses concavitats o nínxols embutiformes alternant amb els canals de dissolució. Aquest tipus de concavitats de lapiaz, que mesuren més de 10 cm d'ample, són freqüents al lapiaz de Suïssa entorn als 2.000 m d'altitud.

ments molt forts, quasi verticals en alguns sectors, mentre que els materials cretacs (no carstificables) que formaven el nucli del sinclinal han estat erosionats més fàcilment. Aquestes calcàries del Juràssic superior estan intensament carstificades, si bé les morfologies exocàrstiques ressalten poc en la fisonomia del terreny degut a la considerable inclinació dels estrats. El paper morfològic de la neu i del gel és important en aquesta localitat.

Els afloraments calcaris que configuren els costats del sinclinal de Morteys es caracteritzen per la presència de nombroses cavitats, així com d'altres formes càrstiques d'infiltració que apareixen associades amb la fusió de diverses congestes, les quals romanen resguardades en les zones d'ombra fins i tot ben entrat l'estiu. És en aquests estrats molt verticalitzats on s'han format espectaculars canals a les parets, que solquen les roques amb el contacte de la neu acumulada. Però a l'altre costat de la depressió del Vallon des Morteys, en el vessant més assolat del sinclinal, damunt unes roques que es troben a 2.050 m d'altitud i orientades cap el SE, s'han pogut fer mesuraments representatius en un conjunt ben desenvolupat d'estries de lapiaz. Els resultats obtinguts amb relació a l'amplada de les estries donen una mitjana de 15,45 mm ( $n = 100$ ; desviació típica = 3,9; moda = 14 mm), com es pot veure a la Figura 1. Quant a la longitud mitjana de les 10 estries més llargues, s'avaluà en 22,9 cm mentre que la longitud màxima observada va ésser de quasi 27 cm. Una vegada més, pel que fa a l'amplada, aquestes mesures entren dins de la variabilitat morfomètrica observada en les estries del lapiaz mallorquí. Això no obstant, també representen longituds que superen les de les localitats situades als cims de la serra de Tramuntana (veure Figura 2).



Foto 4: Canals meandriformes formats sota coberta edàfica als camps de lapiaz del Charenfeld de Sieben Hengste (Berner Oberlandes, Suïssa). Es tracta de canals extraplomats que encara conserven petits vestigis de sòl i de vegetació al llarg del seu trajecte.

## Les estries de lapiaz del Lapis de Tsanfleuron, del Col du Sanetsch i del Lapi di Bou.

En la divisòria hidrogràfica que separa el cantó de Valais del cantó de Berna es localitzen alguns dels millors camps de lapiaz suïssos d'alta muntanya. Una de les zones més accessibles d'aquest sector dels Alps calcaris correspon a les rodalies del Col du Sanetsch, on al seu vessant septentrional, neix el riu Sarine, mentre que cap a l'oest (a uns pocs quilòmetres de distància) es troba la glacera de Tsanfleuron, situada sobre un substrat calcarí de l'Urgonià. La tectònica d'aquest tram dels Alps, que pertany a les denominades "capes helvètiques", és d'una gran complexitat, que es manifesta clarament al Col du Sanetsch ja que l'encavalcament de la capa del Wildhorn sobre la capa dels Diablerets condiciona l'estructura de detall dels diversos retalls calcaris que afloren en aquesta àrea geogràfica. La carstificació de les calcàries urgonianes genera grans extensions rocoses, conegudes amb la denominació local de Lapis o Lapi. Degut a que aquests camps de lapiaz es troben

ubicats a més de 2.000 m d'altitud i s'estenen (en el cas del Lapis de Tsanfleuron) fins la mateixa zona de fusió de la glacera, es poden observar distintes varietats de carst alpi en condicions certament excepcionals: des de els nivocarsts supraforestals d'alta muntanya fins els glaciocarsts relictos i els carsts pro-glaciars que encara romanen actius a l'actualitat (en el sentit de MAIRE, 1990).

Els camps de lapiaz de l'entorn de la glacera de Tsanfleuron, del coll de Sanetsch i de les vessants del Gstellhorn són excepcionalment adequats per avaluar la incidència de la retirada de les glaceres sobre el desenvolupament dels camps de lapiaz alpins. En el cas del Lapis de Tsanfleuron (nappe des Diablerets) les superfícies de roca mostren excel·lents exemples de lapiaz meandriformes produïts per les aigües de fusió subglacial. En el trajecte comprès entre Prarochet (vora el front de fusió de la glacera de Tsanfleuron) i el Col du Sanetsch es pot observar la progressiva remodelació de les formes càrstiques subglacials, i de vegades submorreniques, per morfologies desenvolupades a l'aire lliure, les quals, a més, poden ser datades amb bastant precisió, ja que algunes morrenes corresponen al segle XIX, més concretament a 1860. En algunes extensions rocoses del Col du Sanetsch, a 2.250 metres s.n.m., es distingeixen traces incipients d'estries de lapiaz que comencen a imprimir-se sobre la roca, després de la reculada de la glacera. A l'amplia extensió carstificada del Lapi di Bou (nappe du Wildhorn), a 2.170 metres d'altitud, en posició S, es pot observar un extraordinari conjunt de lapiaz alpi en el qual, vora a nínxols embutiformes (*trichterkarren*), apareixen acanaladures i fins i tot estries de lapiaz molt ben desenvolupades. Encara que no va ser possible realitzar mesures estadístiques a la localitat abans citada, per falta de temps, la longitud màxima de les estries observades superà els 39 cm, una grandària sorprenent per a una localitat situada a cotes tan elevades (Figura 2). Ambdós camps de lapiaz es desenvolupen a les calcàries del Urgonià inferior, que es caracteritza per la seva dèbil porositat (0,29 - 0,34 %) i per un contingut en carbonat càlcic que supera el 90% (BORREGUERO, 1997).

## Les estries del lapiaz de la vall de La Derbonne.

La petita vall de La Derbonne discorre de SO a NE al vessant meridional del massís dels Diablerets, formant part d'un dels sectors de major complexitat tectònica dels Alps calcaris suïssos (nappe de Morcles), en un extrem del cantó de Valais. El relleu és molt accidentat i els afloraments calcaris apareixen a l'esquerra hidrogràfica del rierol de la Derbonne, a un centenar de metres d'altitud per damunt del llac de Deborence, la formació del qual fou causada per un gegantí desprendiment de

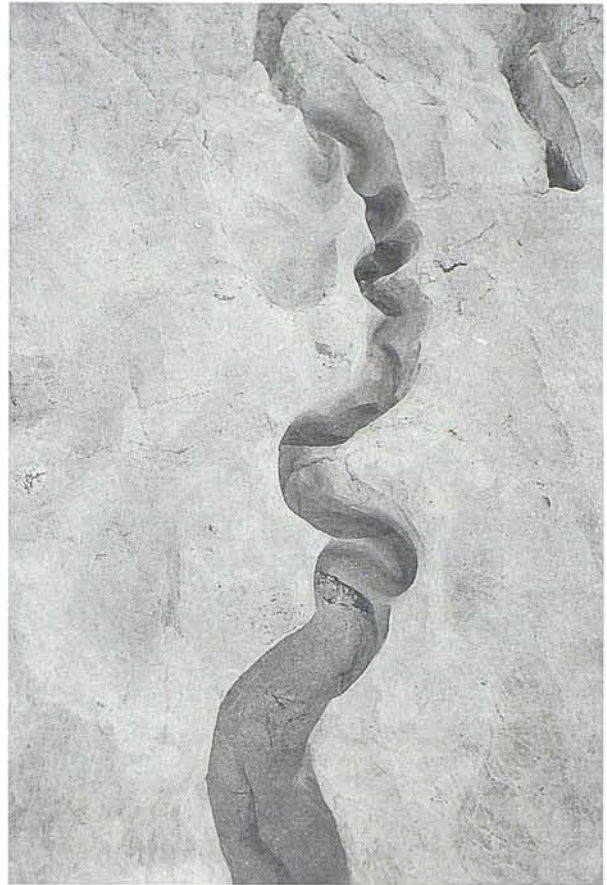


Foto 5: Canal meandriforme format per les aigües de fusió, al carst proglaciar del Lapis de Tsanfleuron (Valais, Suïssa), a 2.300 m d'altitud. Segons MAIRE (1990) les aigües de fusió subglacial són capaces d'excavar canals de 10 cm de fondària en tant sols 20 o 30 anys, degut a la considerable quantitat d'aigua que drenen durant l'estiu.

diversos milions de m<sup>3</sup> de roca, ara fa aproximadament dos segles. Des d'allà, remuntant la vall, les lloses de roca calcària carstificada es perllonguen fins a la zona de Pro Fayret, constituint un "Lapis" que apareix ben delimitat als mapes del servei geogràfic suís (Office fédéral de topographie). Durant l'ascens, es pot apreciar una limitada varietat de formes de lapiaz, especialment canals més o menys rectilinis, els quals travessen espectacularment una seqüència d'estrats entre els quals s'inclouen calcàries de l'Urgonià, del Portlandià i del Malm.

Encara que les localitats de lapiaz de la vall de La Derbonne tenen molts bons exemples de canals de paret, condicionats majoritàriament per la disposició estructural dels afloraments de les grans lloses calcàries i pel fort pendent que presenten aquestes, la varietat de formes de lapiaz observable és realment escassa. El principal interès de les morfologies existents en el lapiaz de La Derbonne es basa en la tipologia, més o menys rectilínia o en ziga-zaga, dels canals, que travessen quasi paral·lels les lloses de roca, i sobretot en la relació genètica que poden tenir respecte a la coberta edàfica que els envolta. El sòl proveeix d'aigua, per decantació,

alguns canals des de dalt, mentre que en molts altres casos és l'erosió del sòl que posa al descobert la presència de típics canals arrodonits (*rundkarren*), preformats sota la coberta edàfica. A mesura que el sòl es retira, la sobreimposició d'estries de lapiaz es verifica progressivament, segons es pot observar als diversos afloraments calcaris de La Derbonne, però sense arribar a constituir mai una microforma abundant. En aquest context geomorfològic es varen mostrejar dues localitats d'estries i acanaladures, situades respectivament a 1.700 i a 1.870 metres d'altitud. La primera localitat va ésser mostrada quasi exhaustivament (Figura 1); l'amplada mitjana de la població d'estries presentà valors lleugerament superiors als normals: 18,69 mm (n=100; desviació típica=5,62; moda=18 mm), encara que la mitjana de les estries estava dins el marge de variabilitat d'aquesta microforma. Però en la localitat situada a major alçària, on només es mesuraren 10 acanaladures, aquestes sobrepassaven les mesures característiques de les estries s.s. (*rillenkarren*), mostrant una amplada mitjana de 55,5 cm, la qual cosa permet establir suggestives comparacions amb altres acanaladures amples observades en diverses àrees muntanyoses espanyoles, incloent-hi la serra de Tramuntana. Atenent l'aparença i la morfometria, d'aquestes acanaladures, situades a 1.870 metres d'altitud, podrien classificar-se com canaletes ja que es diferencien clarament de les estries de lapiaz.

## Les estries de lapiaz del Lapis des Grand' Gouilles

El Lapis des Grand' Gouilles es localitza a la capçalera de la Vallée de la Morge, en el límit septentrional del cantó de Valais, al S del glaciari de Gelten (del qual queda separat per una aresta muntanyosa, on destaquen les cotes d'Arpelistock i Geltenhorn, ambdues per damunt dels 3.000 m). Es tracta d'un ampli aflorament de calcàries del Malm que pertany a la capa del Wildhorn, la qual s'integra en un sector de gran complexitat tectònica, i forma part d'una complicada estructura cabalgant que capbussa cap el SE. Les roques apareixen descobertes de sòl i de mantell residual continu, excepció feta d'alguns retalls de materials morrènics. La vessant calcària que delimita el Lapis des Grand' Gouilles, seguint el descens des dels flancs esquistosos de l'Arête de l'Arpille, condueix a una depressió amb un fons ocupat per un petit embassament que recull les aigües de fusió de les neus i les absorbeix a través d'un engolidor càrstic. Vora l'engolidor, i al peu d'un petit escarp calcarí on s'han pogut realitzar interessants observacions sobre estries de lapiaz, encara se conservava neu a les darreries d'agost (22 d'agost de 1997) a una altitud de 2.475 m s.n.m.

Al llarg del Lapis des Grand' Gouilles es poden reconèixer nombroses formes exocàrstiques, entre les quals destaquen diversos tipus de lapiaz, que formen canals (*rinnenkarren*, *decantation runnels*, *mäanderkarren*) més o manco arrodonits i en ziga-zaga, alguns dels quals poden tenir un remot origen subglaciari. També abunden les petites depressions rocoses que actuen com a pous de neu, així com el lapiaz de diàclasi (*kluffkarren*). Es tracta d'un típic carst nival d'alta muntanya, que en el passat experimentà els efectes del modelat glacial. Encara que la topografia del conjunt d'aquest camp de lapiaz presenta, segurament degut a l'acció dels gels, un aspecte certament aplanat i una inclinació relativament constant, les lloses calcàries mostren una certa varietat de microformes de lapiaz que comencen a sobreimposar-se i a dissectionar les roques que més sobresurten. És en aquests context on s'observen algunes estries generalment poc desenvolupades, si bé la troballa d'un excepcional conjunt de quasi 60 estries de lapiaz sobre el ja esmentat escarp de la roca ha permès reunir unes poques observacions morfomètriques molt valuoses. Els resultats estadístics obtinguts amb relació a l'amplada de les estries donen una mitjana de 14,38 mm (n=50; desviació típica = 2,82; moda = 16 mm), tal com se pot observar a la Figura 3. Quant a la longitud màxima observada fou de 18 cm. Una vegada més, pel que fa a l'amplada, aquestes mesures entren dins la variabilitat morfomètrica observada a les estries de lapiaz mallorquines (vegis a la Figura 3 la comparació amb la localitat des Pixarells / Lluc), i posen de manifest que els processos causants del creixement d'aquestes microfor-

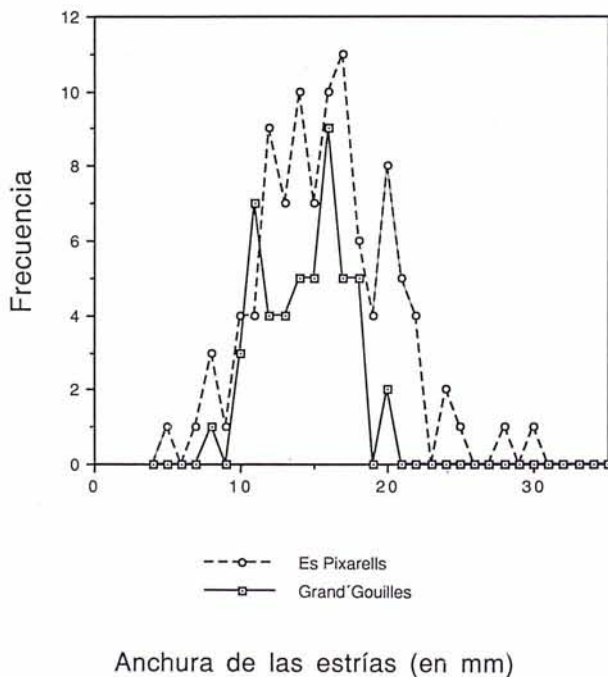


Figura 3: Comparació entre la distribució de freqüència de l'amplada de les estries a la localitat del Lapis des Grand' Gouilles (Valais, Suïssa), a 2.475 m d'altitud, i la localitat mallorquina des Pixarells. Es pot observar que ambdues gràfiques se superposen quasi perfectament.

mes deuen ésser substancialment els mateixos a Mallorca que a l'alta muntanya de Suïssa, malgrat les radicals diferències climàtiques que sens dubte existeixen.

## Discussió comparativa i conclusions sobre el lapiaz dels Alps calcaris suïssos

El limitat temps disponible no permeté realitzar observacions semiquantitatives sobre l'abundància relativa amb què les diverses tipologies de lapiaz són presents a les localitats prospeccionades dels carsts de Suïssa. Sols fou possible efectuar una aproximació qualitativa preliminar, que ja ha estat comentada en un apartat anterior, en la qual es posaven en evidència una sèrie de diferències significatives entre els conjunts de morfologies de lapiaz mallorquines i helvètiques. Encara sense poder entrar en majors precisions, les importants diferències tipològiques observades es poden atribuir a les condicions bioclimàtiques molt diverses que caracteritzen ambdós territoris. De fet, explorar aquestes diferències era el que es pretenia en iniciar aquest estudi comparatiu, ja que les altituds màximes de les muntanyes de Mallorca amb prou feines permeten detectar els efectes de la neu i el fred sobre el desenvolupament del lapiaz, mentre que en els Alps calcaris suïssos aquest panorama es complementa amb un excel·lent repertori de camps de lapiaz nivals i àdhuc proglaciars. Lamentablement no fou possible visitar les localitats més llunyanes de Glattalp i Silberer (per damunt de Bødmeren, al cantó de Schwyz) ni les d'Innerbergli i Schratzenfluh (que constitueixen la continuïtat de Sieben Hengste, en els Berner Oberlandes). De totes formes, tal volta en un futur proper, es podria aprofitar l'experiència acumulada en aquestes primeres visites per reelaborar una sèrie de descriptors de lapiaz que abastaran un encara més ample marge climàtic que els utilitzats en les investigacions realitzades fins a la data a Mallorca. També seria necessari complementar els descriptors de lapiaz amb tipologies representatives de climes àrids i àdhuc desèrtics, cosa que obligaria a efectuar semblants observacions comparatives en regions càrstiques de Grècia, Marroc o Tunísia, per exemple.

A més a més d'aquesta primera aproximació a les fisonomies generals del lapiaz d'alta muntanya, el principal objectiu de la campanya de prospeccions duita a terme en els Alps calcaris suïssos consistia en iniciar les observacions morfomètriques necessàries per establir comparacions estadístiques entre acanaladures de lapiaz (*cannelures* o *solution flutes*, en sentit ampli) formades en contextos climàtics molts distints dels que estan representats a Mallorca. Si els resultats obtinguts a la serra de Tramuntana fossin generalitzables a qualsevol tipus de clima, seria previsible poder identificar

poblacions d'acanaladures amb valors d'amplades mitjanes inferiors a 2,5 cm i llurs distribució de freqüències, presentaria la característica corba en forma de campana fortament apuntada i lleugerament sesgada cap a la dreta que apareix a quasi totes les localitats mallorquines. Per altra banda, semblava convenient explorar la possible presència d'acanaladures de major amplada, tal volta comparables a les que es troben a les muntanyes de Mallorca per damunt dels 800 m s.n.m.

Pel que fa referència a les acanaladures més amples, les dades obtingudes són escasses. Així i tot, es van poder mesurar algunes de més de 5 cm d'amplada a la capçalera de la vall de La Derbonne (Valais), a prop de 1.900 m d'altitud. També es varen mesurar uns pocs exemples d'acanaladures d'aquest tipus en la Sèche de Gimel (Jura Vaudois), barrejats amb estries molt més primes. Però certament, aquests resultats no proporcionen informació rellevant sobre la gènesi de les acanaladures més amples. Caldria ampliar la prospecció a altres localitats situades per damunt dels 1.800 m d'altitud, a Suïssa central, per així poder avaluar el seu grau d'abundància als carsts d'alta muntanya.

Per contra, les observacions morfomètriques efectuades a les 6 localitats citades abans (sobre un total de 550 estries de lapiaz) han proporcionat dades conclouents i han superat les previsions més optimistes que es tenien en iniciar aquesta campanya. Un dels objectius principals consistia en analitzar les distribucions de freqüència de col·lectius d'estries, amb la finalitat de comprovar si els seus paràmetres estadístics coincidien o divergien dels observats a la serra de Tramuntana i dels publicats a la bibliografia disponible sobre la resta del món. Com a segon objectiu apareixia la conveniència de prospeccionar els límits altitudinals d'aquesta microforma de lapiaz, sobretot si es considera que moltes de les localitats alpines resten cobertes per la neu la major part de l'any i per tant la formació o creixement de les estries només és possible durant uns pocs mesos.

En ambdós aspectes s'han obtingut informacions molt aclaridores, ja que des d'un punt de vista estadístic les estries helvètiques són similars a les estudiades a Mallorca i a les descrites en altres regions càrstiques del món (GINÉS, 1990 i 1996). Per altra banda s'han descobert estries perfectament típiques a quasi 2.500 m d'altitud. Les observacions morfomètriques realitzades demostren la presència d'estries de lapiaz característiques (amb amplades mitjanes compreses entre 1,4 i 1,9 cm) en un interval d'altituds compreses entre els 1.700 i 2.500 m. També queda demostrat que les tempestes d'estiu que es produeixen als Alps calcaris suïssos tenen la suficient capacitat erosiva com per poder generar i mantenir estries de lapiaz en condicions climàtiques tan aparentment desfavorables com les que es donen en el Vallon des Morteys i més especialment en el Lapis des Grand' Gouilles a 2.475 m d'altitud. Les dades climàtiques aportades per MAIRE (1990), a la seva fonamental monografia sobre els carsts d'alta muntanya en el món,

permeten calcular que les estries del Lapis des Grand' Gouilles només poden ésser funcionals durant 2 o tot lo més 3 mesos a l'any, en tant que aquestes mateixes estries es mantenen quasi tot el temps sota una capa de neu que no només n'impedeix el creixement, sinó que probablement, en arribar la temporada de fusió, pot ser responsable d'altres efectes corrosius que tal vegada les degrada en major o menor intensitat. La presència d'estries en aquestes condicions indica que els processos morfogenètics, que només es poden atribuir a les precipitacions tempestives estivals, són molt actius i eficients durant aquest breu lapse de temps en què la roca queda descoberta de neu.

## Agraïments

Afortunadament he pogut comptar amb l'eficax i amistosa ajuda d'alguns col·legues de l'Institut de Géographie de la Université de Fribourg, i del profit obtingut amb l'interessant excursió realitzada en el marc del 12<sup>è</sup> Congrés Internacional d'Espeleologia, celebrat en La-Chaux-de-Fonds en el mes d'Agost de 1997. Per això desig expressar la meva gratitud a Luc Perritaz, Michel Monbaron, Vincent Grangirard i Miguel Borreguero. També vull agrair a la junta de publicacions de l'ENDINS la traducció al català del treball.

## Bibliografia

- BÖGLI, A. (1960): Kalklösung und Karrenbildung. *Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Suppl.* 2: 4-21. Berlin.
- BÖGLI, A. (1980): *Karst Hydrology and Physical Speleology*. 284 pàgs. Springer-Verlag, Berlin.
- BORREGUERO, M. (1997): High calcareous Alps, Geomorphology-Hydrogeology. Excursion ESC 10, 12th International Congress of Speleology. Fotocopiat.
- GINÉS, A. (1990): Utilización de las morfologías de lapiaz como geindicadores ecológicos en la Serra de Tramuntana (Mallorca). *Endins*, 16: 27-39. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. (1996): Quantitative data as a base for the morphometrical definition of rillenkarrren features found on limestones. In: Fornós, J.J. i Ginés, A. Eds. *Karren Landforms*. Universitat de les Illes Balears: 177-191. Palma de Mallorca.
- MAIRE, R. (1990): La haute montagne calcaire. *Karstologia-Mémoires* n° 3. 731 pàgs. Montmelian.
- WILDBERGER, A. & PREISWERK, C. (1997): *Karst und Höhlen der Schweiz*. Speleo Projects. 208 pàgs. Basilea.

# CONTRIBUCIÓ AL CONEIXEMENT DE LES MINES DE COURE SITUADES EN EL PERMO-TRIAS DE MENORCA

per Damià CRESPI<sup>1,2</sup> i Antoni MERINO<sup>3</sup>

## Resum

Les mineralitzacions de coure que es troben presents en materials del Permotrias de Menorca són conegudes des d'antic, i han estat aprofitades en diverses explotacions. Són mineralitzacions de tipus *red-bed* en les quals el mineral principal és la calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), i la malaquita ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ) es troba com a mineral secundari. Es presenta la topografia de la mina Adela, localitzada al Pla de Mar (Ciutadella, Menorca), i també es discuteixen breument les condicions de formació dels dipòsits minerals de coure a Menorca, de la mina Adela i del Toro (es Mercadal, Menorca).

## Abstract

The presence of copper ores in Minorca's Permo-Triassic units has been well-known from long ago and these ores have been mined at various exploitations. These deposits are of red-bed type, with chalcocite ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) being their principal mineral and malachite ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ) their secondary mineral. In this present paper we present the survey of the Adela mine in the Pla de Mar, Ciutadella, Menorca, and we briefly discuss the formation environment of these copper ores on Menorca at the Adela mine and a mine at Toro, es Mercadal.

## Introducció

Amb el present treball es pretén donar a conèixer el resultat de la campanya que es va fer a Menorca al desembre de 1996, per tal de topografiar i explorar algunes mines. També volem posar a l'abast de la gent els coneixements sobre les mineralitzacions de coure que es tenen de les Balears, sobretot de Menorca.

És interessant senyalar que, encara que les mineralitzacions de coure del pla de Mar de Menorca no destaquen pel seu gran rendiment econòmic, sí sobresurten pel seu valor científic i didàctic, ja que en aquesta localitat trobam un exemple molt clar de jaciment tipus *red-bed* que caldria preservar per a les generacions futures.

## Situació geogràfica

La mina Adela es troba al mig d'un petit penya-segat costaner, a l'indret conegut com a pla de Mar, a uns 300 m a l'oest de la cala del Pilar, en el terme de Ciutadella de Menorca (Fig. 1, Foto 1). A un quilòmetre de distàn-

cia a l'oest de la mina se situa la muntanya Mala, que domina el sector oest de la costa nord de Menorca.

També es va visitar la mina del Toro, que es localitza a uns cent metres de la carretera que puja a la muntanya del Toro, (Fig. 2) però degut al grau de deteriorament que presenta, i a l'elevat contingut de  $\text{CO}_2$  que trobarem, no es va poder realitzar la topografia.

## Situació geològica

Segons el mapa geològic de l'ITGE (1989a) la mina Adela del pla de Mar està excavada en materials del Permià. Més concretament correspondria a la Unitat Superior formada per l'alternança de gresos i pelites. La potència de les capes és variable però va des de l'ordre decimètric fins al mètric. Les capes de gresos poden tenir la base erosiva i presenten estructures de corrent com la laminació encruada i els *ripples* (ITGE, 1989a, BOURROUILH, 1973).

Entre els nivells d'argiles es troben capes poc extenses de lignits als quals s'associa la mineralització. La mina del pla de Mar es troba totalment excavada en una capa argilosa, dins de la qual hi ha diversos nivells

1 Secció d'Espelologia del GEM.

2 Museu Balear de Ciències Naturals, Sóller.

3 Secció d'Espelologia de l'ANEM.

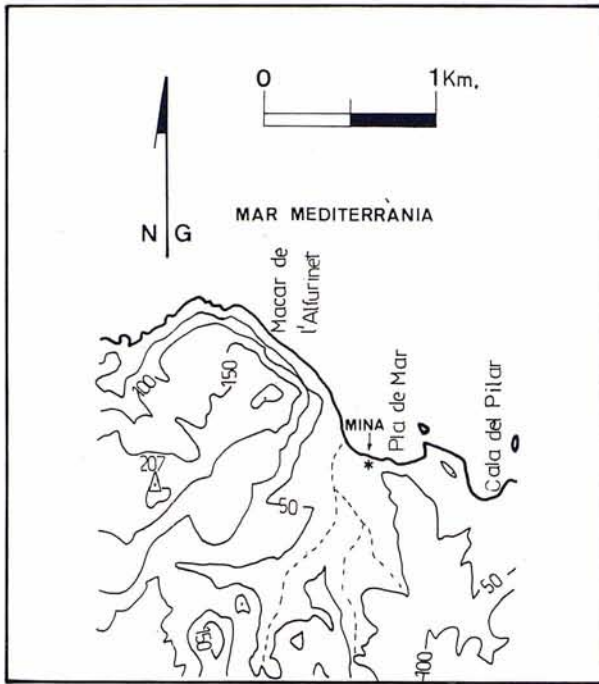


Figura 1: Situació de la mina Adela en el pla de Mar.

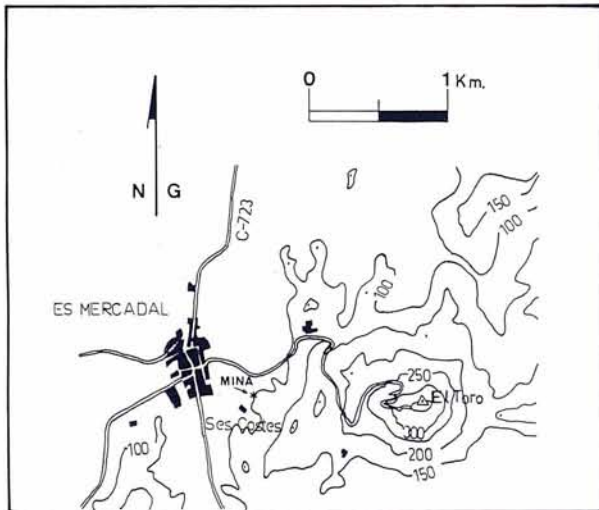


Figura 2: Situació de la mina del Toro.

carbonosos discontinus, als quals es troben associades les mineralitzacions de coure.

Des del punt de vista sedimentari, els materials del Permià entre els quals s'excava la mina Adela corresponen a materials continentals formats pel desbordament de canals fluvials, de ventalls al·luvials de clima humit (ITGE, 1989a). Els nivells carbonosos, als quals s'associa la mineralització, corresponen a acumulacions de matèria orgànica que varen quedar enterrades en alguns dels episodis d'inundació.

La mina del Toro, en canvi, està excavada en materials del Buntsandstein (ITGE, 1989b). Malgrat això, els materials són molt similars als de la mina Adela. La gènesi és la mateixa en les dues mineralitzacions.



Foto 1: Platja de còdols del pla de Mar. (Foto A. Merino).

## Antecedents bibliogràfics

Les mineralitzacions de coure en materials del Permotriàs a Menorca (HERMITE, 1879, SÁNCHEZ LOZANO, 1899) i Mallorca (ADAN DE YARZA, 1879, CUEVAS LÓPEZ, 1958a, b, COLOM, 1975) es coneixen des d'antic. En tots els casos es descriuen les mineralitzacions interestratificades entre gresos i argiles rojos del Permotriàs, que envolten nivells carbonosos rics en restes fòssils de plantes. Els minerals més freqüents que es descriuen són la malaquita ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ), l'atzurita ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ) i la calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ).

Un dels darrers treballs destacables és el de IGME (1971), en què es localitzen els principals jaciments minerals de Menorca. També fa anàlisi d'una sèrie de mostres recollides a les mines del Toro i una breu descripció de l'estratigrafia d'aquest jaciment. Els minerals principals que es descriuen són calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), bornita ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ) i covel·lita ( $\text{CuS}$ ).

Finalment parlarem del treball de MATA PERELLÓ (1985) que senyala la presència de mineralitzacions de coure a Mallorca i Menorca, sense estendre's en les seves explicacions.

## Descripció de la mina Adela

La mina Adela està formada per una galeria principal en forma d'ela, dues entrades (Foto 2) i un pou vertical de ventilació (Foto 3). La galeria principal (Foto 4) té una longitud total de 78 m, una alçada d'uns dos metres i una amplada aproximada d'un metre i mig. Adjacents a la galeria principal hi ha algunes cates que penetren poc dins de la roca. Aquesta galeria es pot dividir en una branca horitzontal, que segueix la capa en la seva direcció, i una branca ascendent que la segueix en la direcció de màxim cabussament.

Com ja s'ha comentat hi ha dues entrades, una inferior que es troba al començament de la branca horitzontal, i una superior que és al final de la branca ascendent. Les entrades estan revestides de pedres i al sòtil tenen un tronc que faria de biga superior.

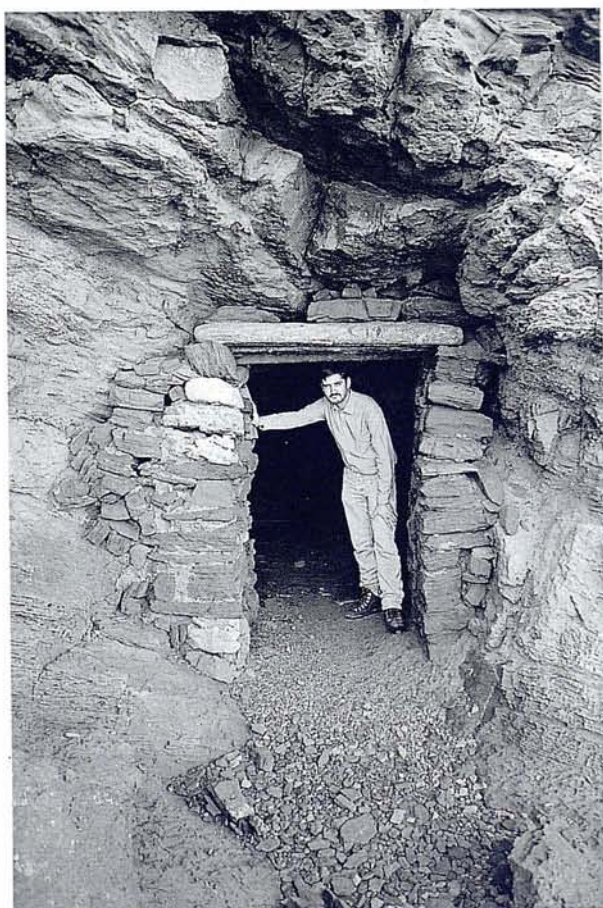
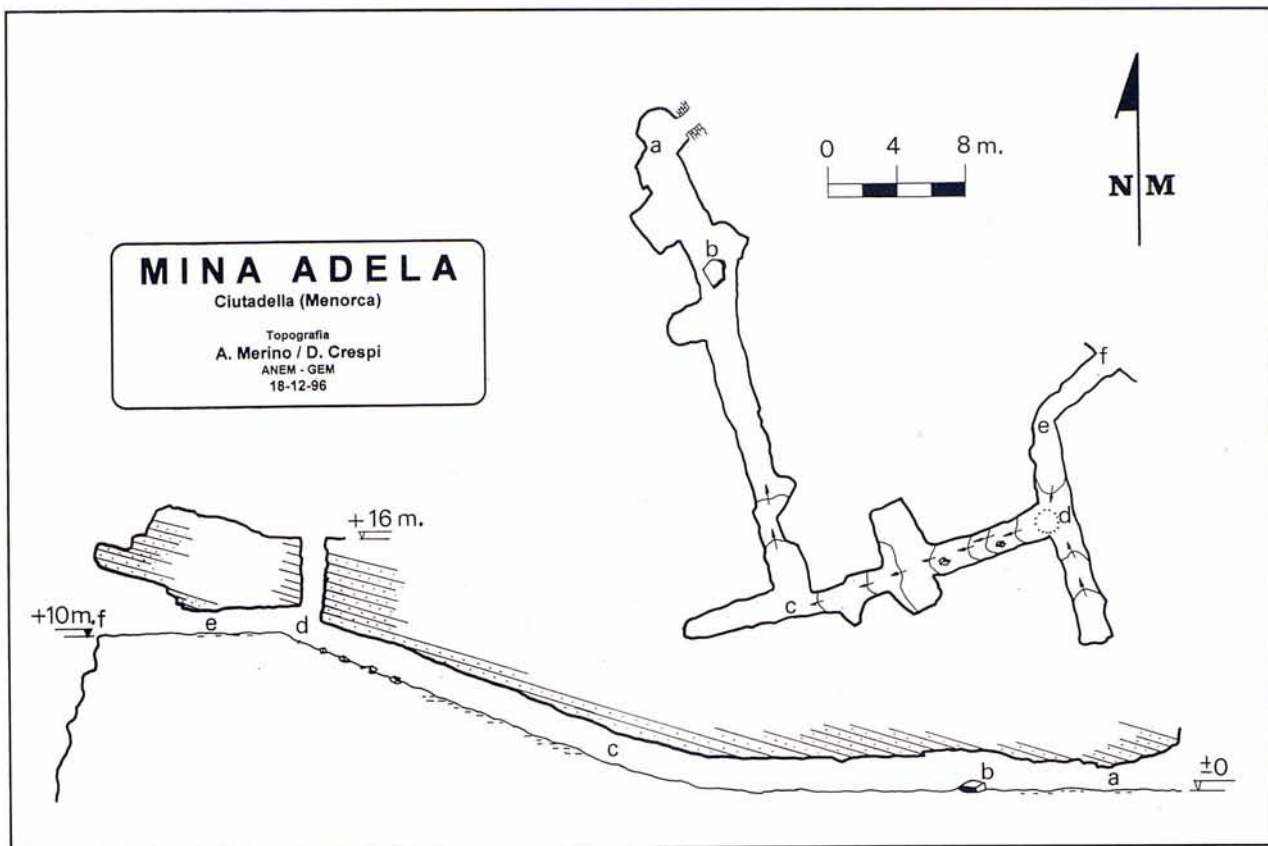


Foto 2: Entrada inferior de la mina. (Foto A. Merino).



Foto 3: Pou de ventilació. (Foto D. Crespi).

El pou de ventilació és de planta circular i es troba molt prop de l'entrada superior.

A més d'això, prop de l'entrada inferior de la mina, es troba l'antiga escombrera. Per les seves petites dimensions es pot veure que es tragué molta poca quantitat de mineral i que l'operació comercial de l'explotació degué resultar ruïnosa. No obstant això, sembla ésser (A. Obrador comunicació personal, 1996) que es va constituir una societat per a l'explotació d'aquest jaciment.





Foto 4: Interior de la mina. (Foto A. Merino).

## Història de la Mina Adela

A partir de la consulta de la documentació que es conserva als arxius de la Direcció General d'Indústria del Govern Balear, s'ha pogut fixar l'inici de la història de la mina Adela al 8 d'agost de 1899. Amb aquesta data el senyor Pablo Ruiz i Verd, en nom de l'entitat *La Maquinista Naval* sol·licita la compra de 64 pertinences mineres de mineral de coure, amb el títol d'*Adela*, situades en el terme municipal de Ciutadella, i concretament en el predi d'Alfurinet.

En el registre de les pertinences es dessignen de la següent manera:

*Se tendrá por punto de partida una calicata abierta en la tanca pla de Mar de dicho predio. Desde él se tomarán, unas a continuación de otras, las dimensiones siguientes: veinte metros al norte, quinientos metros al este, ochocientos metros al sur, ochocientos metros al oeste, ochocientos metros al norte y trescientos metros al este. Constituyendo un rectángulo de seiscientos cuarenta mil metros cuadrados de superficie.*

El dia 15 de gener de 1901, l'enginyer en cap Eugeni Molina, acompanyat de l'auxiliar facultatiu Josep

Ferrer i Estrades varen practicar la demarcació de les 64 pertinències de la mina Adela. Això ho feren de la forma següent:

*El punto de partida, que es una calicata abierta en la tanca pla de Mar del predio Furinet, en un escarpado frente al mar, se relacionó por medio de tres visuales que partieron desde él: una al eje de la torre del faro de Caballería en dirección 278° 45'; otro al extremo norte de la Isla de los Porros, en dirección 285° 45' y la otra al corte vertical del mogote de la Falconera en la de 32° 20'.*

*A partir del referido punto se midieron 20 m en dirección norte y se colocó la primera estaca en una playa de grandes cantos rodados. A 100 m de ella, en dirección este, se situó la segunda, en el mar; a 100 m de ésta, en dirección sur, se fijó la tercera, próxima a un escarpado; a 100 m de ésta, en dirección este, la cuarta, en la playa; a 100 m de ésta, en dirección sur, la quinta en Fare de Dalt; a 400 m de ésta en dirección oeste, la sexta, en el pla de Mar; a 200 m de ésta, en dirección norte, la séptima, en el mismo paraje y a 200 m de ésta, en dirección este se encontró la primera, quedando así demarcadas dentro de la designación siete pertenencias, cuya superficie horizontal es de setenta mil metros cuadrados; habiendo renunciado al registro de las 57 pertenencias restantes.*

Un cop es va dur a terme la demarcació es va expedir el títol de propietat de la mina Adela el dia 23 de febrer de 1901 a favor de la societat *La Maquinista Naval Sociedad Anónima*.

Com a conseqüència de la manca de perspectives econòmiques en la investigació minera, se sol·licità la baixa i la renúncia de la mina el dia 16 d'agost de 1904.

## Notes sobre la gènesi de la mineralització

La mineralització del pla de Mar de Menorca és un típic dipòsit tipus *red-bed* (MATA PERELLÓ 1985, IGME 1971). Aquests tipus de dipòsits són molt comuns. Es generen en formacions continentals de gresos i argiles roges, entre les quals es troben capes de carbó (Foto 5). Aquestes capes de carbó creen un microambient reductor que actua com a trampa per a atrapar els elements metàl·lics. Generalment els jaciments *red-bed* solen donar dipòsits de coure o d'urani. A les Balears estan associats als materials del Permià i del Triàsic inferior (Buntsandstein), que es coneixen genèricament com a Permotriás.

En els diagrames Eh-pH es pot veure (Fig. 3) com els ions dissolts de  $\text{Cu}^{2+}$ , quan troben un ambient reductor, es poden transformar en calcocita, i donen els dipòsits tipus *red-bed*. En la mina del pla de Mar s'observa

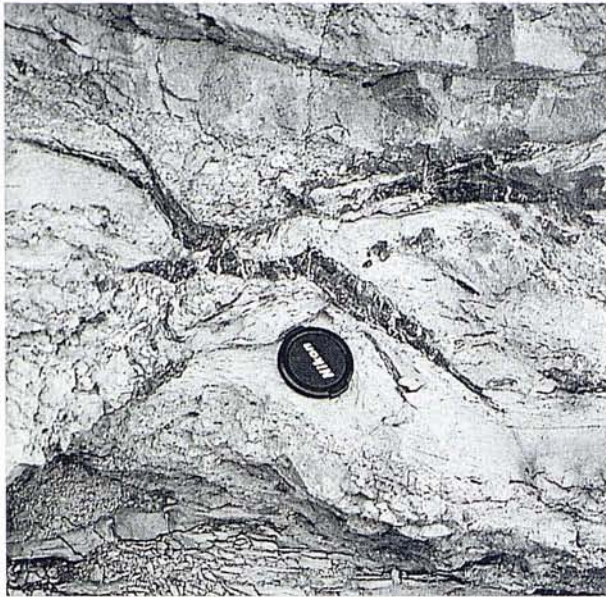


Foto 5: Detall de la mineralització. (Foto D. Crespi).

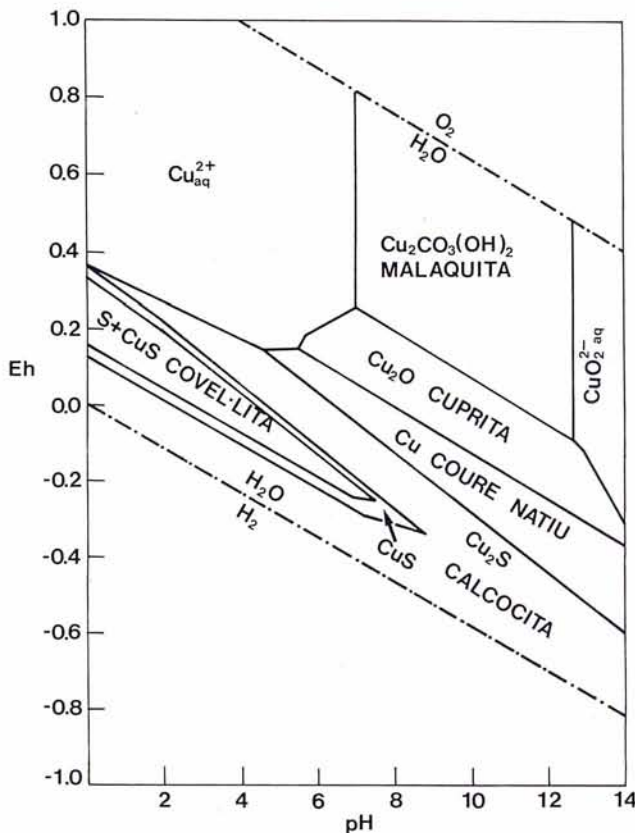


Figura 3: Diagrama d'estabilitat d'alguns dels minerals de coure més corrents en medis d'enriquiment supergènic en el sistema Cu-H<sub>2</sub>O-O<sub>2</sub>-S-CO<sub>2</sub> a 25°C i 1 atmosfera de pressió (extret de HURLBUT & KLEIN, 1985; adaptat de GARRELS & CHRIST, 1965)

que les mineralitzacions de calcocita estan associades als nivells de carbó. En general la calcocita es troba alterada a malaquita, el que dóna una coloració verdosa a les capes mineralitzades. Aquest color verdós és un bon índex prospectiu.

Nosaltres *a visu* només poguérem reconèixer la calcocita, com a mineral principal, i la malaquita, com a secundari. Cal emprar altres tècniques per a detectar la presència d'altres minerals.

## Conclusions

La mina del pla de Mar és una mina excavada en materials del Permià, que presenten una alternança de gresos i argiles, amb alguns nivells de lignits intercalats als quals estan associades les mineralitzacions de coure que es pretenien explotar. El jaciment del pla de Mar és de tipus *red-bed*, format per la reducció del Cu<sup>2+</sup>, que era transportat en dissolució per aigües segurament meteòriques, en presència de la matèria orgànica que forma actualment els lignits.

Aquesta mina té unes dimensions modestes, el que ens indica que la seva explotació fou ruïnosa des del punt de vista econòmic.

La importància d'aquesta mineralització es fonamenta en la claredat amb que es veu la seva formació, cosa que li dóna un alt valor científic i didàctic. Caldria pensar en la possibilitat que aquest jaciment és preservats com a element geològic singular de l'illa de Menorca.

## Agraïments

S'agraeix a n'Antoni Obrador de la Universitat Autònoma de Barcelona la informació que va facilitar per a l'elaboració d'aquest treball.

## Bibliografia

- ADAN DE YARZA, R. (1879): Examem microscòpic de varias muestras de rocas eruptivas recogidas en la isla de Mallorca por Vidal (L.M.). *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 6: 23-28.
- BOURROUILH, R. (1973): *Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du NE de Majorque (Baléares)*. (Tesi Doctoral). Universitat de Paris VI, 2 vols.
- COLOM, G. (1975): *Geología de Mallorca*. Instituto de Estudios Baleáricos. 2 Toms, 522 pp. Palma de Mallorca.
- CUEVAS LÓPEZ, F. (1958a): *Informe geológico y minero de los yacimientos de cobre de Banyalbufar y Estallencs, Mallorca*. 36 pp.
- CUEVAS LÓPEZ, F. (1958b): *Informe geológico y minero de los yacimientos de cobre de Banyalbufar y Valdemosa, Mallorca*. 25 pp.
- GARRELS, R.M. & CHRIST, C.L. (1965): *Solutions, Minerals, and Equilibria*. Ed. Freeman, Cooper and Co., 450 pp. San Francisco.
- HERMITE, H. (1879): *Études géologiques sur les îles Baléares*. (Tesi Doctoral). Paris.
- HURLBUT, C. & KLEIN, C. (1985): *Manual de Mineralogía de Dana*. Ed. Reverté, 564 pp. Barcelona.
- IGME (1971): Mapa Metalogénico de España. E. 1:200.000. Folls 49-65. Menorca, Ibiza-Formentera. Madrid.
- ITGE (1989a): Mapa Geológico de España. E. 1:25.000. Folls 617bis/618. Cap Menorca i Ciutadella. Madrid.
- ITGE (1989b): Mapa Geológico de España. E. 1:25.000. Folls 645bis/646. Cala En Brut i Alaior. Madrid.
- MATA PERELLÓ, J.M. (1985): *Història Natural dels Països Catalans*. v. 3, Recursos Geològics i Sòls. Cap. 2, Els Jaciments Minerals i les Pedreres. pp. 57-137.
- SÁNCHEZ LOZANO, R. (1899): Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y Granada. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 26.

