

ENDINGS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA
Nº 24 • DESEMBRE 2001 • MALLORCA



COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor)

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



GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria de Benestar Social
Direcció General d'Esports



Consell de Mallorca
Departament de Cultura



GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria de Medi Ambient
Direcció General de Biodiversitat



GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria d'Educació i Cultura
Direcció General de Cultura

**"SA
NOS
TRA"**

Obra Social
i Cultural



**AJUNTAMENT DE CALVIÀ
MALLORCA**



FEDERACION ESPAÑOLA
DE ESPELEOLOGIA

NORMES DE PUBLICACIÓ

ENDINS publica tot tipus de treballs sobre el carst, les coves i l'espeleologia de les Balears en tots els seus aspectes, prèvia acceptació per part de la Junta de Publicacions.

Igualment, ENDINS dóna cabuda a originals que, encara que surtin de l'àmbit geogràfic anteriorment descrit, siguin considerats d'interès a criteri de la Junta de Publicacions.

L'idioma oficial d'ENDINS és el català. No obstant això, es poden publicar també treballs en qualsevol dels idiomes següents: castellà, anglès, francès, italià i alemany.

De tots els treballs s'ha de presentar un original i una còpia, en fulls DIN A4, en una sola cara, a doble espai i amb un marge de 2,5 cm per cada costat. S'ha d'adjuntar una còpia en suport informàtic feta amb un processador de textos actual per facilitar les tasques d'edició.

S'ha d'especificar, en full a part, el títol del treball, el nom de l'autor o autors, l'adreça de contacte i, si és possible, un número de fax o adreça de correu electrònic.

L'extensió no ha de sobrepassar les 20 pàgines, incloent-hi la bibliografia, les figures i les taules. La Junta de Publicacions es reserva la possibilitat de publicar articles més extensos. S'ha d'adjuntar obligatòriament dos resums, en català i en anglès. Opcionalment, se pot afegir un altre resum en l'idioma que l'autor o autors considerin oportú, amb un màxim de 25 línies cada un d'ells.

Les figures han d'estar clarament referenciades amb un número, al qual s'ha de fer referència al text. Les fotografies s'han de presentar preferentment en diapositives o en còpies de paper, tant en color com en blanc i negre. Totes les figures s'han d'enviar en paper vegetal, en format DIN i s'exigeix una presentació i una retolació acurades. En el cas concret de topografies, és convenient que incloguin les informacions següents:

- 1.- Nom de la cavitat i del municipi on s'ubica.
- 2.- Nom dels autors dels treballs topogràfics, precedits del que dirigeix la feina.
- 3.- Nom del grup o grups espeleològics que realitzen la topografia, si s'escau.
- 4.- Escala gràfica. Una sola escala per al conjunt de la topografia. Els detalls i els diagrames es poden presentar en una escala diferent, però ben diferenciats de la resta del dibuix.
- 5.- Nord magnètic amb data de l'aixecament topogràfic. I és convenient, a més, seguir les normes següents:
 - a.- El dibuix ha d'estar correctament delineat, amb retolació clara i espaiada per fer possible reduccions òptimes.
 - b.- La topografia ha d'estar formada per plantes, seccions i detalls de l'espai subterrani que es vol representar, correctament col·locats d'acord amb les normes elementals del dibuix i l'estètica.

Es poden presentar fotografies no publicades de les cavitats o el carst de les Balears, per a la portada de la revista, sense necessitat de presentar cap treball. El màxim serà de 3 diapositives per autor. Cada imatge haurà d'estar correctament identificada i s'especificarà detalladament el lloc on està presa.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

ENDINS publica todo tipo de trabajos sobre el karst, las cuevas y la espeleología de las Baleares en todos sus aspectos, previa aceptación por parte de la Junta de Publicaciones.

Igualmente, ENDINS da cabida a originales que, aún saliendo del ámbito geográfico balear, sean considerados de interés general a criterio de la Junta de Publicaciones.

El idioma oficial de ENDINS es el catalán. No obstante se publicarán asimismo trabajos en cualquiera de los idiomas siguientes: castellano, inglés, francés, italiano y español. De todos los trabajos se ha de presentar un original y una copia, en hojas DIN A4, por una sola cara, a doble espacio y con un margen de 2,5 cm por lado. Se ha de adjuntar una copia en soporte informático hecha con un procesador de textos actual para facilitar la edición.

Se especificará el título del trabajo, el nombre del autor o autores, la dirección de contacto y, si es posible, un número de fax o dirección de correo electrónico.

La extensión no ha de sobrepassar las 20 páginas, incluyendo la bibliografía y las figuras. La Junta de Publicaciones se reserva la posibilidad de publicar artículos más extensos. Se ha de adjuntar obligatoriamente dos resúmenes, en catalán y en inglés. Opcionalmente, se puede añadir otro resumen en el idioma que el autor o autores consideren oportuno, con un máximo de 25 líneas cada uno.

Las figuras han de estar claramente referenciadas con un número y hacer referencia de ellas en el texto. Las fotografías

se han de presentar preferentemente en diapositivas o en copias en papel, tanto en color como en blanco y negro. Todas las figuras se han de enviar en papel vegetal, en formato DIN y con una presentación y rotulación esmeradas. En el caso concreto de las topografías, es conveniente que incluyan las informaciones siguientes:

- 1.- Nombre de la cavidad y del municipio en que se ubica.
- 2.- Nombre de los autores de los trabajos topográficos, precedidos por el que dirige el trabajo.
- 3.- Nombre del grupo o grupos espeleológicos que realizan la topografía.
- 4.- Escala gráfica. Una única escala para el conjunto de la topografía. Los detalles y los diagramas se pueden presentar en una escala diferente, pero bien diferenciados del resto del dibujo.
- 5.- Norte magnético con la fecha del levantamiento topográfico.

Además es conveniente seguir las normas siguientes:

a.- El dibujo ha de estar correctamente delineado, con rotulación clara y espaciada para hacer posible reducciones óptimas.

b.- La topografía ha de estar formada por plantas, secciones y detalles del espacio subterráneo que se quiere representar, correctamente colocados de acuerdo con las normas elementales del dibujo y de la estética.

Se pueden presentar fotografías inéditas de las cavidades o el karst de las Baleares, para la portada de la revista, sin necesidad de presentar ningún trabajo. El número máximo será de 3 diapositivas por autor. Cada imagen estará correctamente identificada y se especificará detalladamente el lugar de procedencia.

PUBLICATION RULES

ENDINS publishes a wide-range of papers on the speleology and karstology of the Balears in all their aspects.

The journal will also consider for publication papers on the caves and karst of other geographical regions.

The official language of ENDINS is Catalan, but even so, it will also publish papers written in English, French, German, Italian and Spanish.

All submission are subject to the approval of the journal's Editorial Board.

All papers must be submitted in duplicate on DIN A4 paper written on one side only, double-line spaced and with 25 mm margins. Also the text and any tables should be submitted on a 3.5" diskette under a widely used file format to easy editing.

On a separate sheet of paper, the title of the paper, the names of the author or authors, a contact address, and, if possible, a fax number or an e-mail address should be included.

All papers should have at least two abstracts being no more than twenty-five lines long each, one of which must be in English and the other preferable in Catalan or Spanish.

No paper, including all figures, tables and the bibliography, should exceed, except at the Editorial Board's discretion, twenty pages in all.

All figures and tables have to be clearly numbered with a reference to each one in the text.

Any photographs should be submitted preferably as slides, or as prints in colour or in black and white.

All figures should be done on DIN A-sized tracing paper with carefully executed linework and labelling.

In the specific case of surveys, the following should be included:

- 1.- the name of the cave and of the municipality (or equivalent) where it is located;
- 2.- the name of the lead surveyor followed by any others;
- 3.- date of survey;
- 4.- the name of speleologic club or clubs, if applicable;
- 5.- a scale bar and, if there is more than one, each one must be clearly labelled;
- 6.- true north or magnetic north and date;

It is also recommendable to follow the following guidelines:

a.- the survey must be correctly draughted in accordance with accepted practices with clear lettering and labelling, keeping in mind that the survey may be reduced in size for publication;

b.- the survey should consist of a floor plan, an extended or main section, cross-sections and other details, as required by the cave's development and layout.

Unpublished photographs, as slides, of caves and the karst on the islands can also be submitted for the journal's cover. It is not necessary that the author has submitted a paper. There is maximum of three slides an author and each slide must be correctly identified and the location specified.

ENDINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia
núm. 24. Desembre 2001.

Sumari

BASES PER AL CONEIXEMENT DEL CONTACTE ENTRE ELS PRIMERS COLONITZADORS HUMANS I LA NATURALESA DE LES BALEARS per Josep Antoni Alcover, Damià Ramis, Jaume Coll i Miquel Trias	5
NOTÍCIA PRELIMINAR DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE LA FONT DE SES AIGUADES (Alcúdia, Mallorca) per Francesc Gràcia, Bernat Clamor, Pedro Gracia, Antoni Merino, Pep Vega i Guillem Mulet	59
LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 4: PUIG GROS DE BENDINAT (2a part) (Calvià, Mallorca) per Damià Crespi, Francesc Gràcia, Damià Vicens, Miquel Alexandre Dot, Mateu Vadell, Miquel Àngel Barceló, Pere Bover i Vicenç Pla	75
ESTUDIO ESPELEOLÓGICO DE UN SECTOR COMPRENDIDO ENTRE BINI PETIT Y EL PUIG DE MONCAIRE (Escorca-Fornalutx, Mallorca) per Antoni Merino	99
LA COVA DE SES PEDRERES (Manacor, Mallorca) per Damià Vicens, Francesc Gràcia, Peter Watkinson, Robert Landreth, Bernat Clamor i Miquel Alexandre Dot.	107
L'EQUIP MALLORQUÍ D'ESPELEOLOGIA (EME): PRIMER GRUP ESPELEOLÒGIC MALLORQUÍ per Damià Vicens i Vicenç Pla	113
LA COVA DELS AMENGUAL-SASTRE (Sencelles, Mallorca) per Miquel Trias, Pere Bover i Josep Antoni Alcover	129
LA COVA NEGRA (Pollença, Mallorca): PRESENCIA DE DUNES FÒSSILS DINS UNA CAVITAT SUBMARINA per Francesc Gràcia, Robert Landreth, Miquel Gual i Bernat Clamor	137
EL KARST LITORAL EN EL LEVANTE DE MALLORCA: UNA APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE SU MORFOGÉNESIS Y CRONOLOGÍA per Joaquín Ginés	143
NOTÍCIA DE LA TROBALLA D'UNS MATERIALS ARQUEOLÒGICS A L'ENTRADA DE LA COVA ESTRETA (Pollença) per Damià Ramis i Carles Quintana	155
PRIMERES DATACIONS ABSOLUTES DEL JACIMENT DEL COVAL SIMÓ (Escorca, Mallorca) per Jaume Coll	161
LES MICROFORMES DE METEORITZACIÓ DEL LITORAL CALCARI DE MALLORCA: APROXIMACIÓ A LA SEVA SISTEMATITZACIÓ per Lluís Gómez-Pujol i Joan J. Fornós	169

Foto portada: Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca).

Fotografia: Antoni Merino. Segon premi concurs de diapositives HIDDEN EARTH 2000. Bristol.

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 ENDINS:	Francesc GRÀCIA LLADÓ
VOCAL SOCORS:	Julián VEGA SANZ
VOCAL:	Josep VEGA MAYMÓ

JUNTA DE PUBLICACIONS

DIRECTOR: Francesc GRÀCIA LLADÓ

Pere BOVER ARBÓS
Josep Antoni CASAS LÓPEZ
Damià CRESPI BESTARD
Vicenç PLA MARTÍNEZ
Guillem PONS BUADES
Miquel TRIAS GUSÓ
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:

Jorvich, S.L.

Gremi Forners, 13

Telèfon 971 434 008

Polígon Son Castelló

07009 Palma de Mallorca

BASES PER AL CONEIXEMENT DEL CONTACTE ENTRE ELS PRIMERS COLONITZADORS HUMANS I LA NATURALES DE LES BALEARS

per Josep Antoni ALCOVER ^{1,2,4}, Damià RAMIS ¹, Jaume COLL ³ i Miquel TRIAS ⁴

Resum

L'objectiu del present treball consisteix en establir d'una manera sòlida la cronologia a la qual se situa l'inici de la intervenció humana a cada una de les tres illes majors que formen l'arxipèlag de les Balears. Per tal motiu, es revisen exhaustivament totes les evidències arqueològiques considerades arcaïques, això és, anteriors al II mil·lenni cal BC, i les datacions absolutes associades. D'altra banda, s'introdueixen a la discussió tots els indicis paleoecològics, sedimentològics i paleoculturals d'absència humana a l'Holocè. A partir de l'anàlisi dels intervals 2σ de les datacions que no presenten problemes d'acceptació, es conclou que, amb una probabilitat superior al 95%, l'evidència sòlida de presència humana més antiga a Mallorca és anterior al 2030 cal BC. A Menorca és anterior a ca. 1930 cal BC, mentre que a Eivissa l'evidència més antiga de presència humana és anterior al 1880 cal BC. Per l'altre extrem, els indicis d'absència apunten que, a les Gimnèsies, la irrupció humana es degué produir dins el III mil·lenni cal BC, mentre que a les Pitiüses només es pot dir que aquesta és posterior al VI mil·lenni cal BC.

Abstract

The goal of this paper is to establish a solid chronology which spans the earliest human presence on each of the three larger Balearic Islands. For this purpose, an exhaustive re-examination of all archaeological evidence and associated absolute dating related to the period before the 2nd millennium cal BC was undertaken. Additionally, paleoecological, sedimentological and palaeocultural evidence for human absence on these islands during the Holocene has been introduced into the discussion. By using 2σ ranges of reliable radiocarbon dating, it can be shown, with a probability $p > 95\%$, that the earliest evidence for human presence on Mallorca predates 2030 cal BC. On Menorca it predates c. 1930 cal BC, whereas on Eivissa it is previous to 1880 cal BC. On the other hand, the evidence for human absence indicates that, on the Gymnesics (Eastern Balearics) the human irruption must have occurred during the 3rd millennium cal BC, whereas on the Pityusics (Western Balearics) it can only be said that this irruption is posterior to the 6th millennium cal BC.

Introducció

En el transcurs dels tres darrers anys (1998-2000) s'ha procedit a revisar una qüestió clau en la Prehistòria de les Illes Balears: el primer contacte entre els colonitzadors humans i la naturalesa prístina d'aquestes illes. Malgrat que durant més de 80 anys s'ha

debatut sobre aquesta qüestió, encara no hi ha un consens científic sobre la cronologia d'aquest esdeveniment. Fins fa molt poc, la teoria elaborada entre finals dels seixanta i principis dels setanta a partir de l'excavació de la cova de Moleta (e.g., KOPPER & WALDREN, 1967; WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975) i del sector est de la balma de Son Matge (e.g., ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973), era acceptada, a grans trets, de manera generalitzada (e.g., ROSSELLÓ-BORDOY, 1972; FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978; ALCOVER *et al.*, 1981; VIGNE, 1987; 1999; CHERRY, 1990; PATTON, 1996). Segons aquesta teoria, l'illa de Mallorca hauria estat poblada

1 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), Cta de Valldemossa km 7,5, 07071 Palma de Mallorca (Balears)

2 Research Associate, Department of Mammalogy, American Museum of Natural History, Central Park West at 79th Street, New York (USA)

3 Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias González Martí, Apartat de Correus 22033, 46080 València

4 Secció d'Espeleologia, Grup Excursionista de Mallorca

des de la primera meitat del VII mil·lenni BP (e.g., WALDREN, 1982; 1986), data que se situa dintre del VI mil·lenni cal BC, i s'hauria donat una llarga coexistència entre els humans i el bòvid endèmic *Myotragus balearicus*, i fins i tot un intent de domesticació d'aquesta espècie, la qual es considerava que s'havia extingit a finals del V mil·lenni BP (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 355; BURLEIGH & CLUTTON-BROCK, 1980), data que correspon a la primera meitat del III mil·lenni cal BC.

Les evidències obtingudes posteriorment a Mallorca amb les cales fetes a la cova de Canet (PONS-MOYÀ *et al.*, 1979; KOPPER, 1984; PONS-MOYÀ & COLL, 1986) i la prospecció de diverses zones d'aflorament de sílex a Santanyí (CARBONELL *et al.*, 1981; PONS-MOYÀ & COLL, 1984), i a Eivissa amb l'excavació d'es Pouàs (ALCOVER *et al.*, 1994) reforçaren aquesta interpretació i feren recular la presència humana a les Balears fins al VIII mil·lenni cal BC (e.g., LEWTHWAITE, 1989; GUERRERO, 1993, 1997, 1999, 2000a, 2000b; ALCOVER *et al.*, 1999c; COSTA, 2000).

Com a resultat de la difusió de totes aquestes teories, s'han popularitzat models de colonització de les Balears, que s'estudien fins i tot als texts escolars i s'inclouen als llibres divulgatius més moderns de les Balears (e.g., XAMENA, 1978; ARAMBURU & SASTRE, 1998; ARAMBURU *et al.*, 1994; RULLAN, 1998; GARRIDO, 1999; MAYOL, 1999; MOLL, 2000). Aquests models, a la llum de les investigacions recents, són qüestionables.

La recent dinamització de la investigació sobre el tema ha estat producte essencialment de l'ampliació del registre paleontològic, amb les excavacions a la cova C-2 (Ciutadella; SEGUÍ *et al.*, 1998), a la cova Estreta (Pollença; ENCINAS & ALCOVER, 1997) i a la cova des Moro (Manacor; SEGUÍ, 1997; RAMIS, 2000; TRIAS, 2000), i la prospecció de la cova des Penyal Blanc (Cabrera; ALCOVER *et al.*, 1997), i de la revisió i reinterpretació d'algunes de les evidències suposades de presència humana més antiga per part de paleontòlegs i arqueozoòlegs (ALCOVER *et al.*, 2000a; 2000b; 2000c; ARNAU *et al.*, 2000; PÉREZ RIPOLL & NADAL, 2000; RAMIS & BOVER, 2001; RAMIS & ALCOVER, 2001a; 2001b).

El coneixement de la cronologia del primer contacte entre els humans i les Balears ha originat diferents hipòtesis interpretatives. L'acceptació d'aquestes hipòtesis ha canviat al llarg del temps. Recentment han sorgit diverses interpretacions holístiques notablement divergents (e.g., CASTRO *et al.*, 1997; LULL *et al.*, 1999; GUERRERO, 1997; 2000a; 2000b; COSTA, 2000; RAMIS & ALCOVER, 2001b). Les diferències entre els plantejaments d'aquests autors afecten la cronologia de la primera colonització humana, els episodis culturals representats i les seves implicacions ecològiques.

Hi ha diferents metodologies per aproximar-se a

l'estudi del primer contacte entre els humans i la naturalesa prístina de les Balears. En el present treball emprarem una aproximació hipotètic-deductiva en la qual les hipòtesis plantejades són contrastades amb les dades disponibles. Aquesta contrastació permet acceptar-les o rebutjar-les, substituint-les per noves hipòtesis. Aquest és l'anomenat mètode científic. Creim que és important explicitar aquí el mètode emprat ja que existeixen altres formes d'aproximar-se al problema, les quals han estat emprades per altres autors.

Les hipòtesis científiques sobre el primer contacte es contrasten mitjançant la inclusió de noves informacions que incrementen el nostre coneixement i que ens permeten revisar-les contínuament. Les noves informacions poden procedir tant de l'obtenció de noves dades (e.g., nous materials culturals, noves datacions, noves excavacions) com de revisions de les dades ja conegudes. En aquest treball hem procedit bàsicament a la revisió de la documentació existent sobre la que es basen les diferents hipòtesis relatives al primer contacte, donat que les noves informacions obtingudes els darrers anys han estat quasi totes publicades en diversos articles. S'aporten noves dades cronològiques dels jaciments de la cova des Moro i del coval Simó.

L'objectiu d'aquest article consisteix en presentar en primer lloc el que es poden anomenar les bases metodològiques per al coneixement del primer contacte entre els humans i les Balears. A partir de la presentació d'aquestes bases es procedirà a la revisió de totes les evidències suposades de presència humana arcaica anteriors al II mil·lenni cal BC a les Balears, acceptades de manera més o menys general a la bibliografia recent. Aquestes evidències suposades procedeixen de 17 localitats (veure la figura 1). Per una altra banda, en segon lloc, s'analitzaran els indicis que tenim d'absència d'humans a les Balears.

A partir de l'anàlisi conjunta dels indicis d'absència d'humans i de les evidències sòlides de la seva presència és possible establir l'interval cronològic en el qual es degué produir la primera colonització humana d'aquest arxipèlag. La revisió de tots els models formulats per intentar explicar el poblament humà de les Balears permetrà identificar la hipòtesi més parsimoniosa, i rebutjar els models alternatius.

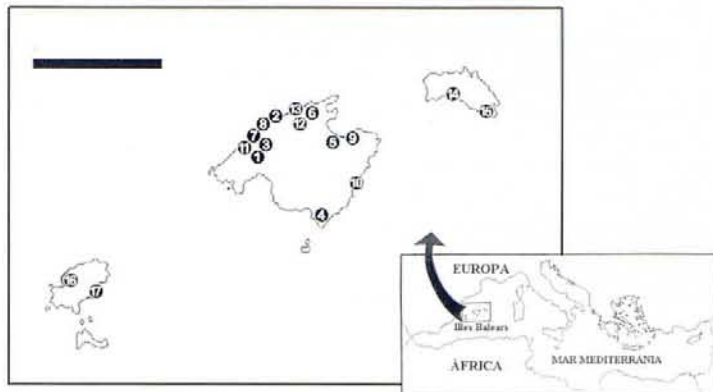
Tot i que s'incidirà bàsicament en la cronologia del primer contacte, cal dir que l'establiment de les bases per al seu coneixement és un tema d'interès prioritari, no sols per entendre els inicis de l'ocupació humana a les Balears, sinó també per poder avaluar el desenvolupament dels efectes de la presència humana a les Balears i per facilitar la recerca futura sobre aquesta qüestió als arqueòlegs i paleontòlegs. Les bases metodològiques que aquí presentem són d'aplicabilitat general, i no dubtam que la seva aplicació a altres períodes de la Prehistòria de les Balears produiran canvis notables en els models interpretatius d'aquests.

Figura 1:

Mapa de localitats: 1. Cova de Canet. 2. Cova de Moleta. 3. Balma de Son Matge. 4. Indústries de sílex de la zona de Santanyi. 5. Tallers lítics de Son Real. 6. Troballes de presumpta obsidiana de la zona de Mortitx (devora l'avenc de s'Aigua). 7. Cova de Betlem. 8. Cova des Morts de Son Gallard. 9. Es Caló. 10. Cova des Moro. 11. Son Ferrandell-Olesa. 12. Coval Simó. 13. Cova de sa Tossa Alta. 14. Cova Murada. 15. Biniai Nou. 16. Es Pouàs. 17. Puig de ses Torretes. Escala 80 km.

Figure 1:

Location map: 4. Flint industries in the Santanyi area. 5. Lithic work-sites at Son Real. 6. Finds of presumed obsidian from the Mortitx area (near the Avenc de s'Aigua). Other locations as above. Scale 80 km.



Abreviatures emprades i definicions

Les principals abreviatures i acrònims emprats al text s'exposen a continuació. Les relacionades amb la cronologia segueixen les convencions internacionals vigents (e.g., KRA, 1986; MOOK, 1986).

AD	Annus Domini. Anys solars de la nostra era.
AMS C ¹⁴	Datació radiocarbònica mitjançant espectrometria de masses per accelerador.
BC	Before Christ. Anys radiocarbònics abans de la nostra era.
BP	Before Present. Anys radiocarbònics abans del present, donat amb el valor modal del resultat \pm la desviació típica (σ). Per convenció, el present se situa el 1950 AD.
cal BC/AD	Anys solars abans de Crist / després de Crist (emprat amb dates radiocarbòniques calibrades a partir d'una corba de calibratge), donats amb l'interval estadístic d'una desviació típica (1σ) o de dues (2σ). També es trobarà aplicat a cronologies inferides a partir de datacions calibrades (bé a partir dels valors modals, bé a partir dels extrems dels intervals de probabilitat).
MNIB	Col·lecció de Vertebrats "Museu de la Naturalesa de les Illes Balears" (Palma de Mallorca).
PC	Primer Contacte. Normalment es refereix al primer contacte entre els humans i la naturalesa de les Balears, però també l'hem emprat per referir-nos a altres casos.

Metodologia

Les bases per a l'estudi del PC entre els humans i la naturalesa prístina de les Balears que s'empraran en aquest estudi consisteixen en:

- (1) l'aplicació d'una lectura restrictiva de les datacions C¹⁴ disponibles (higiene cronològica),
- (2) l'aplicació d'uns criteris de solidesa de les dades disponibles (higiene documental) i
- (3) l'aplicació del mètode científic.

La metodologia d'aquest article consisteix en:

- 1) analitzar els diferents tipus d'evidències suposades que s'han emprat per inferir qüestions relatives al PC [tals com les que es refereixen (1a) a la presència humana, o (1b) a la seva cronologia], i
- 2) analitzar el grau de solidesa de les diferents evidències, i discutir els seus fonaments.

A partir de les evidències disponibles s'analitzarà el que científicament es pot inferir, i en funció d'això es valoraran les diferents teories existents sobre la primera colonització humana.

Els tipus d'evidències suposades que s'estudiaran en aquest treball són diversos. Han estat obtinguts a partir de l'anàlisi directa de la bibliografia existent sobre la presència humana més antiga a les Balears. No s'ha fonamentat la nostra anàlisi en les referències fetes per diversos autors sobre el que diuen altres autors.

Aquestes evidències suposades s'han classificat en tres categories: 1) proves sòlides; 2) indicis sòlids i 3) documentació rebutjada. L'anàlisi de les diferents teories existents sobre el primer poblament humà es farà en funció de la solidesa de les evidències sobre les quals se suporten. Per a la nostra anàlisi s'han tengut en compte diverses singularitats de les Balears, lligades al fenomen de la insularitat, que són particularment rellevants per a l'estudi del PC (veure figura 2).

En aquest treball, quan es parla de dades cronològiques s'han emprat els adjectius "inferior" i "superior" per fer referència respectivament a les dates més antigues i les més recents. Aquest aclariment és important per entendre la lectura que es fa de les datacions C¹⁴.

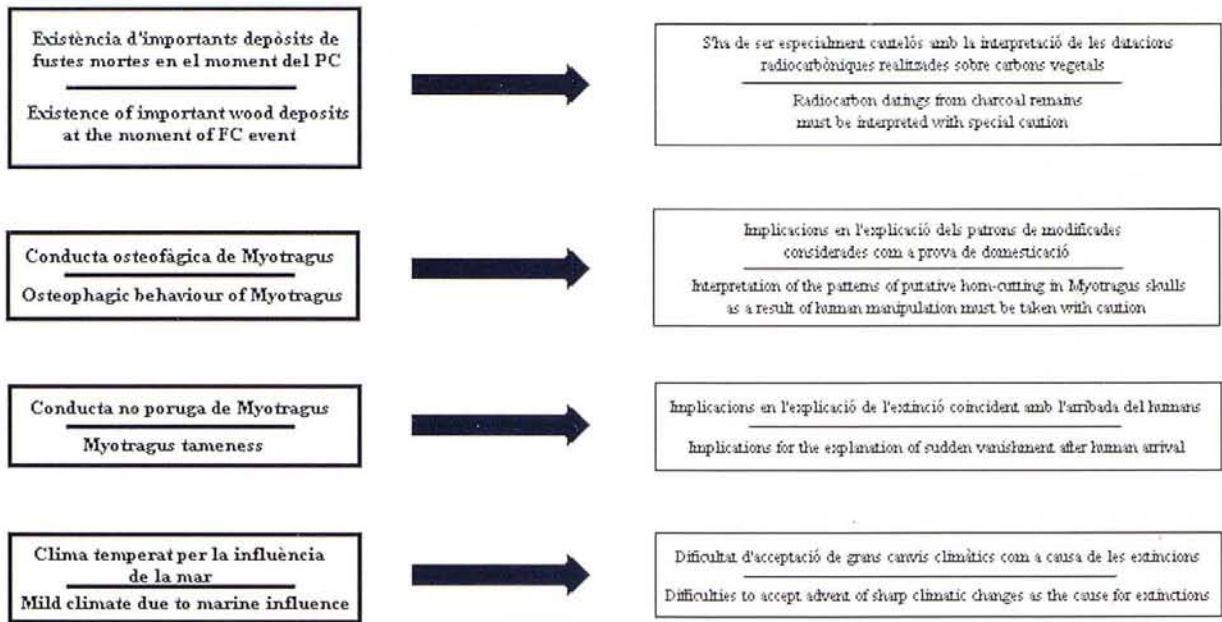


Figura 2: Peculiaritats de les Balears, lligades al fenomen de la insularitat, rellevants per a l'estudi del PC. L'existència de singularitats com les presentades a la gràfica, relacionades amb el fet insular, ha de ser objecte d'una atenció especial en qualsevol aproximació a l'estudi de la primera colonització de qualsevol illa del món. Les illes presenten peculiaritats ecològiques pròpies que afecten l'anàlisi del PC.

Figure 2: Characteristics of the Balears as related to the insular phenomenon and outstanding for the study of the First Contact (PC) event. The existence of such singularities related to insular events, such as those in this figure, should be the objective of special attention in any approach to the first colonisation of any island in the world. The Balears have their own ecological traits which affect the PC event analysis.

Solidesa de les evidències

Dos són els tipus d'evidències que es discuteixen en aquest treball. Per un costat ens trobam amb el que són evidències de presència/absència humana. Per un altre costat, les evidències cronològiques. Les evidències que s'analitzen en aquest treball, tant les relatives a la presència humana com les relatives a la cronologia, no presenten totes el mateix grau de solidesa.

Les evidències emprades en arqueologia per inferir dades cronològiques són essencialment de dos tipus. En primer lloc, datacions directes realitzades mitjançant tècniques varies (e.g., C¹⁴, Th/U, hidratació d'obsidiana, termoluminescència). En segon lloc, datacions indirectes basades en inferències culturals. Aquestes es basen en determinats elements arqueològics que s'han considerat com a "fòssils directors" de determinades cultures, amb una cronologia associada. Aquest segon tipus de datacions tenen problemes inherents relacionats amb la perdurabilitat diferencial d'aquests elements a diverses regions i, d'altra banda, amb la fiabilitat de la cronologia atribuïda als "fòssils directors".

PROVES SÒLIDES

En aquest treball es consideraran com a proves sòlides d'un fet (sia aquest la presència d'uns humans o la cronologia d'uns materials) totes les que provin

aquest fet amb una probabilitat $p > 95\%$. És a dir, s'inclouen aquí no tan sols les proves que documentin amb una certesa absoluta un fet determinat, sinó les que el documenten amb una probabilitat $p > 95\%$. Aquesta consideració és important ja que permet incloure dades cronològiques. No s'ha d'oblidar que les datacions C¹⁴ són probabilístiques.

Les proves sòlides de presència humana són de tres tipus: 1) presència de restes humanes; 2) presència de restes d'espècies introduïdes pels humans (animals o vegetals) i 3) presència d'elements culturals clars (e.g., ceràmica, indústria lítica, indústria òssia, restes arquitectòniques, etc.). Les dues primeres són susceptibles d'una datació per radiocarboni que estableixi directament la seva cronologia. Els elements culturals no solen ser directament datables per radiocarboni (amb l'excepció de les indústries òssia i de fusta, les quals poden ser datades, però amb alguna incertesa derivada de l'antiguitat dels ossos o de les fustes emprats). Les datacions de ceràmica realitzades mitjançant tècniques de termoluminescència a Menorca (e.g., GARCIA I ORELLANA, 1998), malgrat oferir dos resultats pertanyents al III mil·lenni cal BC (Biniac-l'Argentina-1: 2303±306 BC i Biniac-l'Argentina-3: 2416±289 BC), no s'inclouen a la discussió d'aquest treball a causa de les reserves que planteja aquesta metodologia de datació. En efecte, la datació de ceràmiques mitjançant el mètode de la termoluminescència és encara complicada si no es parteix d'estudis acurats

de les dosis de radiacions externes, internes i de la dosi anual de la mostra, fins abastar un total de dotze variables, en funció del mètode utilitzat (AITKEN, 1985; CUOMO DI CAPRIO, 1988). En paraules d'AITKEN (1985: 30), "no totes les fonts d'error [en la datació] són quantificables, i això fa que per assegurar quines causen interferències significatives es fa necessari comprovar la coherència d'un grup de dates de mostres de les quals es coneix la seva contemporaneïtat". L'aplicació pràctica d'aquest mètode exigeix la realització de sèries de datacions de mostres procedents del mateix estrat per establir una data mitjana i contrastar la fiabilitat de les datacions (e.g., TROJA *et al.*, 1995), cosa que no s'ha fet al jaciment de Biniac-l'Argentina. D'altra banda, les dades ofertes per les anàlisis realitzades als jaciments menorquins per GARCIA I ORELLANA (1998) ofereixen, malauradament, una resolució feble i, en conseqüència, són incompatibles amb una interpretació cronològica acurada. Finalment, les prediccions realitzades per GARCIA I ORELLANA (1998: 66) sobre la cronologia d'altres jaciments, com és ara el de Biniac Nou (amb la possibilitat que es remuntàs al IV mil·lenni cal BC), derivades de les datacions de ceràmiques per termoluminescència i de la tipologia arquitectònica, han resultat desencertades (e.g., RUBINOS, 2000; VAN STRYDONCK & MAES, 2001).

Les proves sòlides de la cronologia són les que es basen en la lectura acurada de les datacions de C^{14} realitzades sobre mostres adequades i ben documentades. La datació es pot realitzar sobre mostres petites, mitjançant la metodologia AMS C^{14} , o sobre mostres més grans, amb la metodologia tradicional. Donat que la qüestió que abordam (la cronologia del primer poblament humà de les Balears) és un tema molt controvertit, cal dir que la documentació de les mostres que consideram acceptable consisteix en la conservació d'un registre fotogràfic del material que s'ha datat, que permeti comprovar el diagnòstic taxonòmic dels materials datats, i/o en la conservació d'elements de la mostra que permetin fer ulteriors datacions per comprovar o rebutjar la primera.

Les proves cronològiques sòlides de la cronologia del PC s'han de basar, com s'explicarà en l'apartat següent, en els valors extrems dels intervals 2σ de les datacions calibrades. Totes les datacions radiocarbòniques presentades en aquest treball han estat calibrades a partir de la corba de calibratge proposada per STUIVER *et al.* (1998), mitjançant el programa OxCal v3.5.

La utilització d'aquests criteris restrictius comporta que la majoria de les datacions que normalment s'accepten com a bones, no sien considerades aquí com a proves sòlides.

S'ha de dir que científicament resulta inadequat tractar de presentar proves sòlides d'absència d'humans o d'animals i plantes domèstiques. Les dates

relatives a absències no seran aquí tractades com a proves sòlides, sinó com a indicis.

INDICIS SÒLIDS

Consideram com a indicis sòlids les dades que suggereixen raonablement un fet, tot i que no ho demostren. Es basen en l'anàlisi dels paral·lelismes i les diferències que s'han donat amb altres indrets i/o amb situacions comparables del món. Aquestes dades poden ser emprades per a la construcció d'un marc teòric falsable (en el sentit de POPPER, 1962), tot i que no ho proven. Els indicis sòlids són el fonament de les especulacions raonables, i tant poden ser de presència com d'absència d'humans.

Els indicis sòlids que es contemplen en aquest treball fan referència a tres temes: 1) indicis de presència humana; 2) indicis d'absència humana; i 3) indicis cronològics.

Alguns dels indicis sòlids de presència humana que s'han considerat en aquest treball es basen en l'anàlisi del que ha esdevingut rere la colonització humana d'altres illes arreu del món. L'arribada dels humans a medis insulars comporta un canvi ecològic de primera magnitud (e.g., MARTIN, 1984; JAMES, 1995; MACPHEE & MARX, 1997; ALCOVER *et al.*, 1999c). La fauna i la flora de les illes se sol veure afectada de gran manera per la primera colonització humana. L'arribada dels humans a les illes de mida mitjana (com les Balears) se sol veure acompanyada per una extinció ràpida de la megafauna insular, així com per canvis notables a la vegetació i a la resta de la fauna (MACPHEE & MARX, 1997; ALCOVER *et al.*, 1998; 1999c).

DOCUMENTACIÓ REBUTJADA

S'inclou en aquesta categoria totes les dades que ni són proves sòlides ni són indicis sòlids.

Lectura i limitacions de les datacions C^{14}

Les datacions basades en les anàlisis de C^{14} han estat l'element bàsic a partir del qual s'han postulat dates absolutes per als esdeveniments que conformen la Prehistòria de les Balears. Els anys setanta també es realitzaren datacions basades en la racemització d'aminoàcids (e.g., BADA & SCHROEDER, 1973; WALDREN, 1986), una tècnica que presenta importants limitacions (GEYH & SCLEICHER, 1990). Les datacions obtingudes mitjançant aquesta metodologia no són contemplades en aquest treball, ja que no afecten l'estudi del PC.

La bibliografia sobre la cronologia absoluta de la Prehistòria de les Balears es va iniciar amb la publicació d'una datació del jaciment de l'illot des Porros

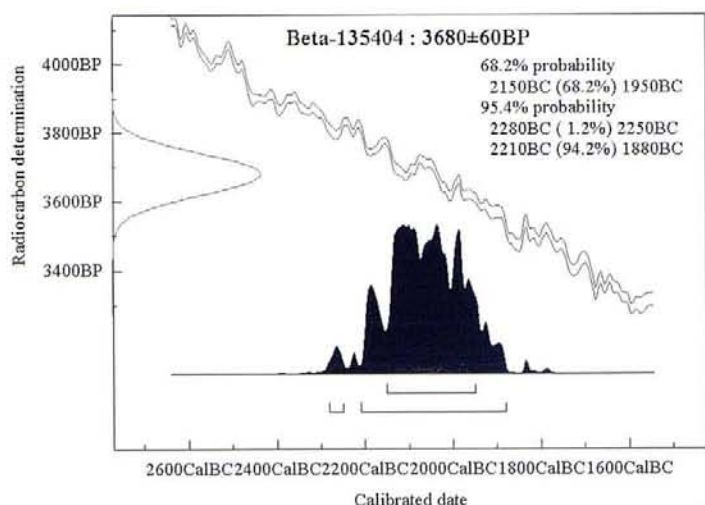


Figura 3:
Resultat de la datació (Beta 135404) de la vèrtebra SM Mu 031 H procedent de la cova de Moleta. Aquesta vèrtebra és considerada per WALDREN (1982) com a pertanyent al mateix nivell d'on provenen les restes humanes a les quals atribueix la seva datació KBN-640d.

Figure 3:
Results of Beta-135404 dating of the human vertebra SM Mu 031 H from the Cova de Moleta. The vertebra according to WALDREN (1982) comes from the same level as the human remains with the KBN-640d dating do.

(TARRADELL, 1964). Però és a partir de les darreries dels anys seixanta que es comença a disposar d'un bon nombre de datacions, gràcies principalment als treballs del Dr W.H. WALDREN i els seus col·laboradors (e.g., KOPPER & WALDREN, 1967; ROSSELLÓ-BORDOY *et al.*, 1967; WALDREN & KOPPER, 1967; FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974; 1979; WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975; WALDREN, 1982; 1986; 1992; 1997). Posteriorment, diversos autors han publicat datacions C^{14} de diferents mostres arqueològiques. El cos de datacions de la Prehistòria de les Balears ha estat compilat recentment per CASTRO *et al.* (1996; 1997). Rere la publicació d'aquest treball, noves aportacions a la cronologia de la Prehistòria de les Balears han estat publicades per MESTRES & DE NICOLÁS (1997), PLANTALAMOR & VAN STRYDONCK (1997), LULL *et al.* (1999), GUERRERO (2000a; 2000b), MESTRES (2000a), COSTA & BENITO (2000), RUBINOS (2000), VAN STRYDONCK & MAES (2001) i RAMIS & ALCOVER (2001b). Aquestes aportacions inclouen noves datacions i/o discussions sobre les datacions prèviament publicades.

Els darrers anys s'han publicat també diversos treballs sintètics a revistes on s'han explicat acuradament els fonaments d'aquest mètode, el seu calibratge i les seves limitacions (e.g., ALONSO, 1995; CASTRO & MICÓ, 1995; JUNYENT *et al.*, 1995; MESTRES, 1995; 2000; VAN STRYDONCK & MAES, 2001). Les datacions radiocarbòniques es presenten en anys C^{14} (figura 3, eix de les ordenades), els quals no es corresponen exactament als anys solars, però poden ésser traduïdes en datacions d'anys del nostre calendari mitjançant l'aplicació de les corbes de calibratge (veure la figura 3), cosa que es pot fer mitjançant l'aplicació de programes informàtics (STUIVER & REIMER, 1993; STUIVER *et al.*, 1998). El calibratge de les dades C^{14} convencionals, basat en els anells de creixement dels arbres actualment té un límit de 11.400 anys. L'abast

del calibratge realitzat sobre el creixement dels coralls és superior, però, tanmateix, la Prehistòria de les Balears s'inclou tota en el període calibrat mitjançant la dendrocronologia.

En aquest treball ens interessa puntualitzar alguns aspectes metodològics de les datacions C^{14} els quals sovint no són considerats. En primer lloc, s'ha de posar èmfasi en què les datacions C^{14} són datacions probabilístiques. Cada datació C^{14} convencional es transforma en una datació calibrada mitjançant els programes de calibratge esmentats, els quals transformen la distribució de probabilitat gaussiana de la data radiocarbònica experimental en una distribució de probabilitat no gaussiana, sovint multimodal, pròpia de la data calibrada (MESTRES, 2000; figura 3, eix de les abscises). Per a cada datació, les dades cronològiques calibrades obtingudes pels laboratoris consisteixen en una corba de probabilitats, normalment asimètrica, amb diferents pics i dues cues. Alguns laboratoris presenten aquestes corbes com a resultats de les seves datacions, mentre que d'altres presenten exclusivament els valors modals màxims i els extrems dels intervals 1σ i 2σ . Aquestes corbes són deduïbles a partir de la datació C^{14} convencional, mitjançant l'aplicació dels programes de calibratge que duen a terme els càlculs apropiats.

LECTURA DE LES DATACIONS C^{14}

Els valors modals d'una data calibrada no tenen un significat important per a la interpretació de la datació del material datat (CASTRO & MICÓ, 1995: 256), tot i que sovint es consideren com a les xifres a partir de les quals es postulen les diferents interpretacions cronològiques. Els que sí que són importants són els valors dels extrems dels intervals que, entorn de les modes, abasten una probabilitat del 68,3% o del 95,4% que continguin la veritable data calibrada, i que són anomenats intervals 1σ i 2σ per analogia amb la distribució de probabilitat de la veritable data radiocarbònica

(veure figura 3). És sobre aquests valors que cal fer les discussions sobre la cronologia de la mostra datada. Els valors extrems d'aquests intervals limiten unes àrees que abasten el 68,3% i el 95,4% respectivament de l'àrea total situada per sota de la corba de probabilitats. Aquests valors extrems dels intervals 1σ i 2σ es donen, habitualment, arrodonits seguint les convencions vigents (e.g., CASTRO *et al.*, 1997). Sovint els intervals 1σ i 2σ estan compostos per dos o més subinterval·ls separats per regions de probabilitat més baixa i de manera que la suma de llurs probabilitats és el 68,3% i 95,4%, respectivament.

Quan es disposa dels valors extrems de l'interval 1σ , se sap que hi ha un 68,3% de probabilitat (p) que l'edat real del material datat estigui entre aquests valors. Si l'interval 1σ és compost de diversos subinterval·ls, aleshores hi ha una probabilitat $p > 68,3\%$ que la veritable data calibrada es trobi a l'interval definit per l'extrem superior del subinterval més recent i l'extrem inferior del subinterval més antic. Donat que les corbes de probabilitat de les datacions són de dues cues, es pot afirmar amb una probabilitat $p > 68,3\%$ que la data real del material datat és anterior al valor extrem més recent de l'interval i, independentment, posterior al valor extrem més antic. Si tenguéssim la certesa que les dues cues de la corba de probabilitats situades per fora de l'interval 1σ abastassin la mateixa àrea, podríem dir que la data seria anterior al valor extrem més recent amb una probabilitat del 84,1% (la qual correspondria a la suma del 68,3% situat entre els dos valors extrems de l'interval 1σ , més un 15,8% corresponent a l'àrea de la cua de la corba de probabilitats situada per sota del valor extrem més antic de l'interval 1σ). Però, com que no es disposa habitualment de les corbes, i com que no es calcula el valor de les àrees de probabilitat de cadascuna de les dues cues, normalment tan sols es pot dir que la data seria anterior al valor extrem més recent amb una probabilitat $p > 68,3\%$. Igualment, si l'interval 1σ ve donat en forma de diferents subinterval·ls, per a cadascun dels quals es dóna una probabilitat, la probabilitat que l'edat real del material se situï dintre dels límits de cadascun dels subinterval·ls és el resultat de multiplicar la probabilitat de cada subinterval per 0,683. En cap cas es pot considerar com a la data real del material datat el valor modal (com sovint es fa). En realitat, el valor modal tendria una probabilitat molt petita de ser el valor real: quan més precisa sia la data que es doni, menor és la probabilitat que aquesta sia la real. S'ha de tenir en compte, a més, que si es procedeix a la lectura d'una datació en funció dels valors extrems de l'interval 1σ (és a dir, situant-la entre els dos valors extrems) encara existeix una probabilitat $p \leq 31,7\%$ que la data estigui fora de l'interval. Tampoc no és procedent assignar com a data real d'una mostra el valor extrem més antic de l'interval 1σ , i basar la cronologia de la Prehistòria de les Balears en aquesta data.

Quedi clar, doncs, que els resultats cronològics derivats de la lectura dels valors extrems de l'interval 1σ no són proves sòlides d'una cronologia, ni considerant tan sols tot l'interval estudiat.

Pel que fa als intervals 2σ , la lectura que s'ha de fer és igual, bé que, en aquest cas, la probabilitat que la cronologia de l'esdeveniment datat sia correcta és molt més gran. En efecte, quan es disposa dels valors extrems de l'interval 2σ , se sap que hi ha una probabilitat $p \geq 95,4\%$ que l'edat real del material datat estigui entre aquests valors. Donat que les corbes de probabilitat de les datacions són de dues cues, es pot afirmar amb una probabilitat $p > 95,4\%$ que la data real del material datat és anterior al valor extrem més recent de l'interval. Independentment, amb la mateixa probabilitat ($p > 95,4\%$) és posterior al valor extrem més antic. Si tenguéssim la certesa que les dues cues de la corba de probabilitats situades per fora de l'interval 2σ abastassin la mateixa àrea, podríem dir que la data seria anterior al valor extrem més recent amb una probabilitat del 97,7% (la qual correspondria a la suma del 95,4% situat entre els dos valors extrems de l'interval 2σ , més un 2,3% corresponent a l'àrea de la cua de la corba de probabilitats situada per sota del valor extrem més antic de l'interval 2σ). De fet, només la corba de probabilitat acumulada obtinguda per integració de la distribució de probabilitats permet l'establiment de les probabilitats exactes que el material datat sia anterior o posterior a una data determinada. Però, com que no es disposa habitualment de les corbes, i com que no es calcula el valor de les àrees de probabilitat de les dues cues, amb les dades habitualment disponibles tan sols es pot dir que la data seria anterior al valor extrem més recent amb una probabilitat $p > 95,4\%$. Igualment, si l'interval 2σ ve donat en forma de diferents subinterval·ls, per a cadascun dels quals es dóna una probabilitat, la probabilitat que l'edat real del material se situï dintre dels límits de cadascun dels subinterval·ls és el resultat de multiplicar la probabilitat de cada subinterval per 0,954. S'ha de tenir en compte, a més, que si es procedeix a la lectura d'una datació en funció dels valors extrems de l'interval 2σ encara existeix una probabilitat $p \leq 4,6\%$ que la data estigui fora de l'interval.

Per una altra banda, quan es disposa de la datació C-14 d'una mostra de naturalesa adequada que documenta la presència humana més primerenca a una illa, el valor extrem més recent de l'interval 2σ indica una data en la qual ja hi havia humans amb una $p > 95,4\%$. De fet, indica que la data real de presència humana que deriva de la datació de l'esmentada mostra és un poc anterior a aquest valor, tot i que no es pot establir amb exactitud com és d'anterior. El que sí que es pot precisar és que la data real és posterior al valor extrem més antic de l'interval 2σ amb una $p > 95,4\%$. Aquest valor extrem més antic de l'interval 2σ de la datació considerada també permet establir, amb una $p > 95,4\%$, que no hi ha evidències sòlides de presència humana anteriors.

LIMITACIONS DE LES DATACIONS

Estrictament, una data C^{14} únicament informa sobre el moment en què la mostra datada deixà d'intercanviar carboni amb l'atmosfera (HOUSLEY *et al.*, 1997: 26) o amb altres reservoris de C^{14} . Per tant, és l'investigador qui ha d'interpretar el significat d'aquesta informació. Existeixen una sèrie de limitacions que poden afectar a la relació entre la datació i el fet arqueològic la cronologia del qual es vol conèixer. Cal emfatitzar que les limitacions de les datacions C^{14} a les que ens referim en el present treball no provenen dels laboratoris on es fan, sinó que deriven de la naturalesa de les mostres datades, de la seva representativitat respecte els fets que es volen datar, i de la interpretació dels fets datats, i, en conseqüència, són inherents a l'anàlisi científica que se'n fa.

1. La naturalesa de les mostres datades

1.1. VIDA MITJANA DE LES MOSTRES

Una de les principals limitacions que es tenen a l'hora d'interpretar el significat de les datacions C^{14} calibrades deriva de la naturalesa de les mostres datades. En efecte, CASTRO & MICÓ (1995) emfatitzen la importància de datar materials de vida curta, i MESTRES (1995) categoritza el grau d'adequació dels materials susceptibles de ser datats (de més adequat a menys adequat: llavors, branquetes, ossos, anells exteriors d'arbres de vida curta, fusta d'arbres de vida llarga i carbó procedent d'aquesta fusta, material susceptible de reutilització i material de naturalesa desconeguda).

La majoria de les datacions C^{14} que s'han realitzat sobre materials arqueològics de les Balears són datacions fetes sobre carbons vegetals, habitualment sense indicació precisa dels materials datats. Les datacions derivades d'aquests carbons vegetals tenen dues fonts d'incertesa que les fan molt poc fiables. En primer lloc són poc fiables per la perdurabilitat de la fusta rera la mort de l'arbre (e.g., ANDERSON, 1991; FLANNERY, 1994), i en segon lloc, per la llarga durada de la vida d'alguns arbres (e.g., ANDERSON, 1991; MESTRES, 1995).

ANDERSON (1991) presenta un protocol rigorós per descartar datacions realitzades sobre carbons, el qual permet identificar datacions que són altament dubtoses, a la llum de les fonts d'errors potencials associades amb els carbons, i que no haurien de ser acceptades sense confirmació de resultats addicionals. Gràcies a aquest treball, la cronologia del PC entre els humans i la naturalesa verge de Nova Zelanda ha estat revisada. S'ha passat de suposar que a Nova Zelanda el PC va esdevenir fa entre 2000 i 1200 anys a tenir una documentació sòlida que suporta una colonització de l'illa fa només uns 700 o 800 anys (ANDERSON, 1991; HOLDAWAY, 1999).

Tot i que no existeixen estudis precisos sobre la perdurabilitat de la fusta dels arbres morts (ANDERSON, 1991), algunes dades aïllades i el seny revelen que la fusta pot perdurar molts d'anys després de la seva formació. A Schöningen (Alemanya) s'han trobat recentment unes llances de fusta de fa 400.000 anys a sediments lacunars (THIEME, 1997), on s'han conservat en excel·lents condicions gràcies a haver romàs enterrades en unes condicions anaeròbiques. Si qualcú hagués trobat ara aquestes llances sense adonar-se del que eren i les hagués cremat, la datació dels carbons resultants d'aquesta cremació hauria superat el límit d'abast de la datació per C^{14} i, evidentment, no hagués donat l'edat del moment de la cremació. Aquest és un exemple extrem d'un supòsit imaginari, il·lustratiu de com la fusta perdurable pot arribar a provocar interpretacions errònies.

La cronologia del PC entre els colonitzadors humans i la naturalesa autòctona de Nova Zelanda ha estat revisada acuradament per ANDERSON (1991), qui tenint en compte la perdurabilitat de la fusta morta ha endarrerit l'arribada dels humans a l'illa considerablement. La reinterpretació de les datacions es basa en que una bona part de les datacions més antigues sobre les que es basava la cronologia del PC s'havia fet sobre troncs d'arbres emprats per a la construcció de les cases dels maoris primitius. Aquests troncs ja eren centenars d'anys antics quan es varen emprar en la construcció de les cases. Sembla clar que quan els maoris colonitzaren Nova Zelanda trobaren troncs d'arbres morts feia centenars d'anys i els empraren.

Un altre exemple de perdurabilitat de la fusta morta prové d'una illa atlàntica. A l'illa de Trindade (Atlàntic meridional) hi ha registres de troncs d'arbres de *Colubrina glandulosa*, una lleguminosa de port arbori, obtinguts a les darreries dels anys setanta per Storrs OLSON (EYDE & OLSON, 1983). Els troncs morts d'aquests arbres varen ser fotografiats almenys en dues expedicions científiques (anys 1901 i 1905). Hi ha certesa (documentació escrita) que els arbres havien mort abans de 1821 i que encara vivien el 1803. En qualsevol cas, la fusta recollida pel Dr S.L. OLSON havia perdurat morta a l'illa durant més de 160 anys.

Hi ha molts d'altres exemples de perdurabilitat de la fusta morta, com són, per exemple, els presentats per EARWOOD (1993) provinents de Gran Bretanya i Irlanda, o com són els vaixells víkings conservats a diferents països nòrdics, per esmentar un cas ben conegut popularment.

A la llum dels exemples esmentats, la perdurabilitat de la fusta morta podria ser considerada com a una característica de les regions de clima relativament fred. Per una altra banda, es té constància que a alguns jaciments mediterranis la fusta antiga s'ha conservat només carbonitzada, tot i que s'ha constatat la presència d'instruments de fusta gràcies que se n'han trobat motlles naturals al travertí. Aquest és el cas del jaciment

ment de l'Abric Romani (Capellades, Anoia), on les eines de fusta mosterianes es coneixen exclusivament gràcies als seus motlles (CARBONELL & CASTRO-CUREL, 1992; CARBONELL & SALA, 2000). Es podria pensar que, talment com esdevé a l'Abric Romani, la desaparició de la fusta fos el seu únic destí als jaciments cavernícoles mediterranis, de clima temperat.

No obstant, hi ha evidències i indicis sòlids que una elevada perdurabilitat de la fusta morta no és exclusiva de les regions fredes. A les Balears és molt probable que hagi hagut dipòsits de fusta morta perdurable a alguns indrets. La presència actual de fustes mortes antigues suggereix que en el passat també n'hi devia d'haver. En primer lloc, si la circulació de les aigües a l'Holocè ha estat similar a la que es dona a l'actualitat, molts de troncs i fustes caigudes a la mar han d'haver estat depositades a les platges i cales per les ones, talment com esdevé a l'actualitat. Els troncs i les fustes amarades són molt més resistents a l'atac pels insectes xilòfags i a la putrefacció que els troncs no amarats. No de bades en la construcció tradicional de les Balears s'han emprat troncs amarats a les Salines, a ses Feixes d'Eivissa (on encara s'amaraven troncs per construcció fa uns 35-40 anys; N. TORRES, com. pers.), o als amaradors (ROSSELLÓ-VERGER, 1964: 90). La vida mitjana d'un tronc amarat pot superar centenars d'anys, atesa la pervivència de construccions tradicionals de les Balears. Si la dinàmica marina de l'Holocè era com l'actual, sembla evident que els rerafons de les platges i de les cales degueren actuar com a dipòsits de fusta morta perdurable, disponibles per als primers colonitzadors humans. És versemblant que quan arribaren els primers pobladors humans a les Balears fessin servir les fustes trobades a les platges i cales per fer els seus focs.

Per una altra banda, algunes coves poden haver actuat també com a dipòsits de fusta morta, que hi podrien haver perdurat durant molts d'anys. Hi ha constància que diferents fragments de fusta han perdurat durant mil·lennis a diferents coves mallorquines i menorquines. Alguns exemples de fusta que ha perdurat molt de temps a les coves mallorquines i menorquines estan representats pels materials obtinguts a l'avenc de sa Punta (sarcòfags tauromorfs; datació, CSIC-37: 2270±110 BP, 800-1 cal BC/AD 2σ; ALMAGRO, 1970), a la cova de Son Boronat (sarcòfags; datacions BM-1517: 2350±35 BP, 760-260 cal BC 2σ; i BM-1518: 2390±45 BP, 770-380 cal BC 2σ; GUERREIRO, 1979), a la cova de Son Maimó (sarcòfags; datació QL-144: 2370±50 BP, 800-250 cal BC 2σ; VENY, 1977), a la cova de can Martorellet (pinta de boix; datació UtC-7860: 3360±40 BP, 1740-1520 cal BC 2σ; PONS I HOMAR, 1999), a la cova des Mussol (talles zooantropomorfa i antropomorfa d'ullastre; LULL *et al.*, 1999: 89; datacions Beta-110138: 3060±50 BP, 1430-1130 cal BC 2σ, i Beta-110137: 3030±50 BP, 1410-1120 cal BC 2σ) i a la cova des Càrritx (fusta d'ullastre

d'un contenidor cilíndric de cabells; LULL *et al.*, 1999: 334; datació OxA-5772: 2810±65 BP, 1130-820 cal BC 2σ; possible fragment de baiard, de fusta de pi; LULL *et al.*, 1999: 366; datació Beta-125221: 2480±50 BP, 790-410 cal BC 2σ). La mostra de fustes trobades a les coves i datades per radiocarboni és molt petita (n = 9) i, tot i que representa una mostra esbiaixada de les fustes trobades a les coves, demostra inequívocament que la perdurabilitat de les fustes en les condicions ambientals que es donen a certes coves de les Balears és un fet real. De fet, LULL *et al.* (1999) relaten que a la cova des Càrritx han trobat més de 500 fragments de fusta (!), que suposen que són les restes de baiards d'època talaiòtica, i altres fustes manufacturades (tals com els petits contenidors de fusta i els seus taps, vasos, espàtules, gaiats), no datades directament, són atribuïdes també a l'època talaiòtica.

Talment com ara, en el passat, fustes perdurables d'una certa antiguitat conservades a les coves pogueren haver estat emprades pels primers colonitzadors humans per fer els seus focs.

L'existència de dipòsits de fustes antigues, tals com els de les platges i cales i d'algunes coves, ha hagut de suposar un recurs disponible principalment per als primers colonitzadors humans. Les fustes antigues degueren ser com algunes espècies endèmiques; és a dir, pogueren ser emprades com a recurs consumible pels primers humans, però després quasi desapareixeren, s'esgotaren. La desaparició de les fustes perdurables a les Balears no ha estat total, però probablement ha estat molt important.

L'evidència disponible sobre perdurabilitat de les fustes inclou diverses localitats insulars. El fet que una part de la documentació sobre fustes perdurables provengui d'illes pot no ser casual (figura 2). L'arribada tardana dels humans a les illes pot haver permès l'existència d'uns dipòsits de fusta perdurable majors a les illes que als continents veïnats, on la presència més primerenca d'humans, interactuant amb els dipòsits inicials de fustes durant mil·lennis, els podria haver esgotat considerablement.

La hipòtesi aquí plantejada (que a les illes existien uns reservoris de fusta perdurable més grans que els que es trobaven a la mateixa època als continents circumdants) es pot contrastar mitjançant la comparació de sèries de datacions realitzades sobre ossos i carbons a localitats insulars i continentals. És esperable que la diferència entre les datacions d'un mateix nivell realitzades sobre carbons vegetals i sobre ossos sien menors, com a mitjana, a les localitats continentals que a les insulars de la mateixa època. És igualment predecible que aquesta diferència es vagi reduint als nivells més recents de les localitats insulars, a mesura que el reservori inicial de fustes perdurables, susceptibles de ser emprades, s'hagi anat exhaurint.

Un segon factor que afecta les datacions C¹⁴ realitzades sobre carbons vegetals deriva de la gran longeu-

vitat que assoleixen alguns arbres. Recentment (LARSON *et al.*, 1999) s'ha descobert que els penya-segats constitueixen dipòsits d'arbres molt vells que tenen un desenvolupament molt desaccelerat, com els bonsais. Tot i que la longevitat dels arbres dels penya-segats no ha estat mai estudiada a Mallorca, el model de LARSON *et al.* (1999), com suggereixen els autors, segurament serà vàlid per a altres indrets. L'ús de fustes d'arbres recent morts, però molt vells, per part dels primers colonitzadors humans no és un fet descartable. El fet que els penyals esquerps puguin actuar com a dipòsits d'arbres molt vells, tot i que de mida reduïda, fa que s'hagi de ser especialment prudent amb les datacions basades en carbons vegetals de jaciments situats a zones de penyals (com pot ser la balma de Son Matge).

En conseqüència, donat que quasi mai s'ha especificat si els carbons vegetals que s'han datat provenien de branquetes cremades o de troncs cremats (sense especificar si eren restes de duramen o no), sembla raonable ser molt prudents en la utilització de les datacions realitzades sobre carbons vegetals. Les fonts d'incertesa esmentades fa que les interpretacions de moltes datacions realitzades puguin ser qüestionades. Les interpretacions de moltes datacions obtingudes sobre carbons vegetals poden ser vàlides, però també poden no ser-ho. Sembla per això adequat que, com a mínim, s'exclouin les datacions basades en carbons vegetals entre les que defineixin moments clau de la Prehistòria arcaica de les Balears (e.g., RAMIS & ALCOVER, 2001b).

Els carbons vegetals d'origen antròpic no són útils per establir un *terminus ante quem* per a la presència humana (el qual s'hauria d'establir a partir del límit més recent de l'interval 2σ). No obstant, a partir de carbons vegetals, el que és possible és establir un *terminus post quem* (el qual s'ha d'establir a partir del límit més antic de l'interval 2σ ; en aquest cas, la realització d'una datació sobre fustes antigues perdurables o sobre fustes d'arbres molt vells impedeix poder precisar com és de posterior la presència humana respecte al *terminus post quem* establert).

L'exclusió de moltes datacions que habitualment es donen com a bones, no hauria de suposar entrebancs per a l'acceptació de noves hipòtesis, si aquestes exclusions estan fonamentades, ja que contribueixen a aportar un major rigor a la Prehistòria [vegeu, per exemple, els treballs d'ANDERSON (1991) i SCHMIDT (1996)].

ANDERSON (1991) va procedir a la revisió de més de 300 datacions de la Prehistòria primerenca de Nova Zelanda, arribant a la conclusió que només n'hi havia 44 d'"acceptables". Per una altra banda, a la mateixa Nova Zelanda, SCHMIDT (1996) ha revisat recentment les datacions de les construccions anomenades *pa*. En la seva anàlisi rebutja, sobre una àmplia varietat de criteris, 257 de les 317 datacions disponibles, deixant tan

sols 60 com a "acceptables". Les discussions cronològiques que realitzen aquests autors es basen exclusivament en aquestes datacions acceptables. Gràcies a la utilització de criteris més restrictius, la Prehistòria de Nova Zelanda és ara més sòlida que en el passat. Sembla raonable suposar que la utilització d'uns criteris més restrictius que els que s'han emprat fins fa molt poc farà més sòlid el coneixement de la Prehistòria de les Balears.

La duració de la vida d'una mostra datada és important en l'establiment de les datacions. De fet, la datació d'una mostra no estableix el moment en què aquesta s'incorpora al dipòsit, sinó l'edat mitjana en què el C^{14} s'ha anat incorporant a l'organisme (és a dir, al llarg del seu creixement; VAN STRYDONCK & MAES, 2001: 164). Aquest aspecte, que hem destacat en tractar el tema de la longevitat dels arbres (ja que pot introduir incerteses de centenes o àdhuc milers d'anys), també s'hauria de tenir en compte en el tractament de les datacions realitzades sobre ossos (si bé, en aquest cas, les incerteses introduïdes són sols de desenes d'anys). Aquestes datacions ofereixen una informació cronològica no sobre el moment exacte en què els ossos s'incorporen als dipòsits, rera la mort de l'animal, sinó sobre un moment anterior: el temps en què el C^{14} s'anava incorporant a l'organisme. Aquesta precisió, referida a la durada de la vida dels vertebrats no se sol tenir en compte en els treballs que hem consultat, i s'ha optat per no introduir-la en el present treball, ja que no tenim dades sobre la longevitat dels espècimens sobre els que s'han fet les datacions. La seva inclusió comportaria uns canvis d'unes poques desenes d'anys a les datacions fetes sobre les restes humanes, i fins i tot menors a les fetes sobre les restes de caprins introduïts, que s'haurien incorporat als dipòsits posteriorment a les datacions obtingudes.

1.2. PROCEDÈNCIA SUBAÈRIA O SUBAQUÀTICA DELS MATERIALS

Una volta que queden clars els avantatges de datar materials de vida curta, s'ha de considerar una altra font d'incertesa que es dona a les datacions en funció de la procedència dels materials sobre els quals es fan. Les datacions realitzades sobre restes d'organismes que no viuen en contacte amb l'atmosfera (e.g., mol·luscs marins o d'aigua dolça, peixos) han de ser corregides degut a que el reservori de C^{14} de l'atmosfera (sobre el qual es fan els càlculs per a les datacions radiocarbòniques) difereix del reservori de C^{14} d'altres medis. Aquesta consideració també afecta les datacions realitzades sobre material ossi d'espècies que s'han alimentat de recursos no terrestres. En efecte, les datacions radiocarbòniques es realitzen sobre el col·lagen de l'os. El col·lagen dels ossos reflecteix el contingut de C^{14} dels aliments. Donat que el reservori de C^{14} dels oceans, de les mars i dels llacs i rius és diferent del reservori de C^{14} de l'atmosfera, la incorporació

d'aquest element als ossos difereix entre les espècies que s'alimenten de recursos terrestres i les que inclouen a la seva dieta una part considerable de recursos marins. Aquest fet afecta les datacions de les espècies amb una alimentació mixta terrestre-aquàtica (com som els humans moderns; veure RICHARDS *et al.*, 2001). Així, per exemple, recentment s'ha pogut comprovar que les dietes de grans consumidors de peixos, com ara són els habitants de les illes Òrcades de l'època dels vikings (BARRETT *et al.*, 2000) o els esquimals i vikings de Groenlàndia (ARNEBORG *et al.*, 1999), han subministrat datacions radiocarbòniques inadequadament antigues. VAN STRYDONCK & MAES (2001), sense voler ser taxatius, realitzen l'estima sobre el caràcter mixt d'una dieta a partir de l'estudi dels isòtops estables de nitrogen (δN^{15}) i estimen que les datacions realitzades sobre ossos d'espècies omnívores amb una dieta mixta (terrestre-marina) forneixen dates aproximadament un segle més antigues que l'edat real dels ossos datats. BARRETT *et al.* (2000) presenten una altra aproximació als percentatges de carboni present en el col·lagen datat basada en els isòtops estables de carboni (δC^{13}). S'ha de dir que actualment no es coneix prou bé quin és el grau de fiabilitat d'aquestes aproximacions. No obstant, la bibliografia consultada recomana ajustar les datacions als efectes del reservori marí de C^{14} .

2. Fiabilitat de la relació estratigràfica entre la mostra escollida i el fet arqueològic que es pretén datar

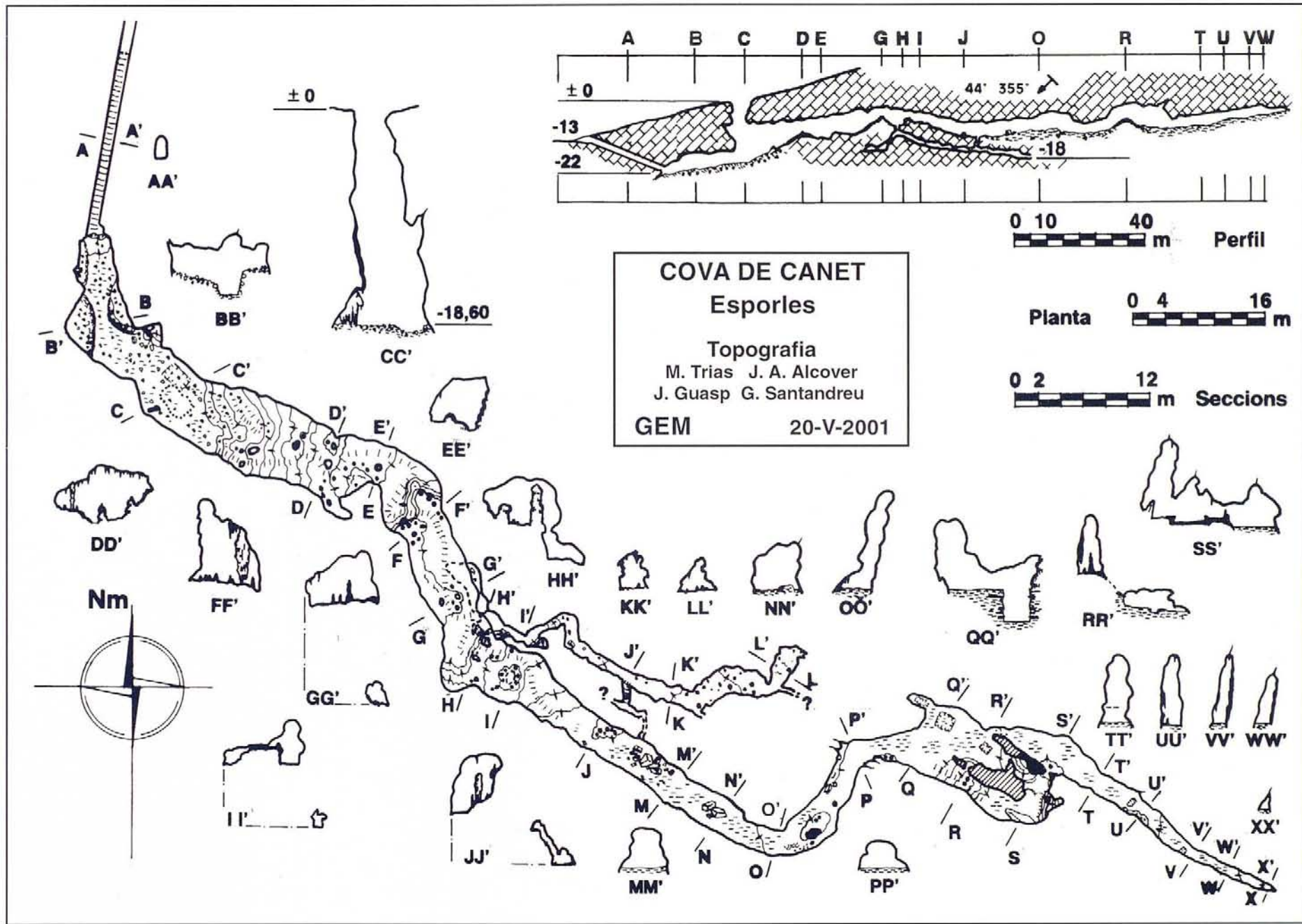
Un segon problema en la validesa de les datacions deriva de la representativitat de la mostra datada respecte el nivell estratigràfic que la conté. En altres paraules: el que es data són uns materials concrets i el que s'infereix sovint és la cronologia d'un fet o d'un nivell. Certes qüestions poden ser datades *per se*, com és el cas de la cronologia de la fauna domèstica a un jaciment determinat, donat que es poden realitzar datacions directament sobre els ossos recuperats pertanyents a espècies domèstiques. En canvi, per conèixer l'edat d'uns materials inorgànics que no sien susceptibles de ser datats directament, s'han de datar mostres associades. Per tal que una datació sia representativa d'un determinat esdeveniment s'ha de poder assegurar la contemporaneïtat entre ambdós elements, sempre mitjançant la seva atribució a un mateix nivell estratigràfic. No obstant, tres factors poden distorsionar aquesta regla.

El primer és l'existència de processos postdeposicionals que provoquen la creació d'uns contextos secundaris caracteritzats per incorporar elements procedents de dipòsits primaris diversos. És el que s'ha anomenat "Contextos Arqueològics Aparents" (BERNABEU *et al.*, 1999a; 1999b). Nombrosos jaciments espeleològics de la península Ibèrica i el sud de França, ocupats durant l'Epipaleolític i el Neolític, presenten nivells amb materials mesclats d'ambdós perío-

des. S'ha argumentat que la seva mescla és producte d'una activitat humana molt intensa i perllongada a l'interior d'aquestes cavitats i que, en conseqüència, no representa una sincronia sintòpica dels dos episodis culturals (e.g., FORTEA & MARTÍ, 1984-85; ZILHÃO, 1993; BERNABEU *et al.*, 1999a). Un segon exemple prové de la cova de les Cendres (Alacant), on un carbó de *Pinus nigra* procedent d'un estrat neolític va donar una datació de 20430±170 BP (Beta-116625), mentre que la datació d'un carbó de *Quercus* del mateix estrat va oferir un resultat de 8310±80 BP (Beta-116624; 7550-7080 cal BC 2 σ). Les dues mostres són, doncs, anteriors a l'inici del Neolític i clarament heterocroniques (BERNABEU *et al.*, 1999b: 79). Un altre exemple el trobam al jaciment de Ca na Cotxera (Mallorca), on recentment s'ha suggerit que la datació I-5515: 3750±100 BP (2500-1850 cal BC 2 σ) (CANTARELLAS, 1972: 216) és massa antiga per pertànyer al nivell intermedi i s'ha proposat que el carbó datat correspondria en realitat al nivell inferior redepositat a l'intermedi (LULL *et al.*, 1999: 29). En aquest cas una explicació alternativa seria considerar que aquesta datació s'hagués fet sobre una fusta perdurable, més antiga que el nivell on es trobava. Un altre cas pot estar representat per l'associació d'ossos de *Myotragus balearicus* i de carbons d'una foguera, aparentment pertanyents al mateix nivell, trobada a la cova dels Tancats (Menorca). Les seves respectives datacions varen permetre comprovar que eren d'èpoques molt diferents (MESTRES & DE NICOLÁS, 1997: apèndix; LULL *et al.*, 1999: 24).

En segon lloc, es coneixen casos en què a un mateix nivell estratigràfic es troben materials diacrònics tot i que no es pugui parlar de processos postdeposicionals. Això esdevé, per exemple, quan es produeixen unes condicions de sedimentació molt lenta, que poden provocar l'associació de materials durant un interval cronològic molt ample. A les Antilles, s'ha descrit un context amb presència de micromamífers endèmics (*Nesophontes*) i europeus (*Rattus rattus*), aparentment sincrònic, però que, en ser datades mostres d'ambdues espècies, es comprovà la diferència d'edat entre les dues faunes (MACPHEE *et al.*, 1999).

El darrer factor potencialment distorsionador és la interpretació errònia de l'estratigrafia d'un jaciment, atribuït a un mateix nivell la mostra datada i determinats elements arqueològics, quan en realitat no hi pertanyen. Un exemple d'això són les datacions de Pula (P-1404: 3260±60 BP; 1690-1410 cal BC 2 σ) i de Son Matge (Y-2667: 3200±100 BP; 1750-1100 cal BC 2 σ), acceptades com a les més antigues per a l'inici de la cultura talaiòtica a Mallorca (e.g., FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 366; GUERRERO, 1993: 76), les quals foren descartades o qüestionades (COLL, 1991: 99; GUERRERO, 1997: 131; 1998: 98-99) donada l'escassa fiabilitat estratigràfica en la procedència de la mostra datada.



3. Problemes d'interpretació dels fets arqueològics datats

Finalment, una altra limitació en la validesa d'una datació deriva d'una interpretació errònia del fet datat. Una interpretació incorrecta d'una acumulació de restes faunístiques, d'una concentració de carbons i cendres, d'uns ossos cremats, o una identificació errònia d'una mostra faunística datada, fan que la datació obtinguda en aquests casos tenguin un significat molt diferent al que originalment se li suposa. Per exemple, l'evidència suposada més antiga de presència humana a l'illa de Xipre, consistent en una gran acumulació de fauna endèmica al jaciment d'Akrotiri-Aetokremnos (e.g., SIMMONS, 1991; 1999), ha estat reinterpretada com un dipòsit natural a partir d'anàlisis tafonòmiques acurades (BUNIMOVITZ & BARKAI, 1996; VIGNE, 1996; OLSEN, 1999).

Implicacions de l'aplicació de les bases esmentades

En aquest capítol es volen analitzar les conseqüències que tenen per a diversos jaciments de la Prehistòria de les Balears l'aplicació dels criteris de solidesa de les evidències que s'han enunciat prèviament així com els indicis que tenim de la cronologia dels darrers moments en què no hi havia humans a les illes.

DELIMITACIÓ D'UN *TERMINUS ANTE QUEM*

Es tracta de conèixer la datació més antiga que documenta sòlidament la presència humana a cadascuna de les illes, una datació que constituiria un *terminus ante quem* per a la presència humana, la qual seria, doncs, anterior a aquesta. L'obtenció d'un *terminus ante quem* s'ha de realitzar a partir de l'estudi dels dipòsits que suposadament contenen les evidències de presència humana més antiga. En aquest capítol es procedirà a revisar les evidències suposades de presència humana a les Balears anteriors al II mil·lenni cal BC. La distribució de les localitats discutides en el present treball es presenta a la figura 1. Per a cada localitat es discuteixen les presumptes evidències d'antiguitat en funció dels criteris dalt exposats (és a dir, naturalesa dels materials datats, relació estratigràfica i problemes d'interpretació del fet que es pretén datar). Les inferències cronològiques derivades de paral·lels tipològics també seran sotmeses a l'anàlisi segons els criteris plantejats en el cas de les datacions C^{14} .

Cova de Canet (Esporles, Mallorca)

La trobam a la serreta que s'estén entre el puig de ses Rotes i el puig del Corral Fals, al coster nord, domi-

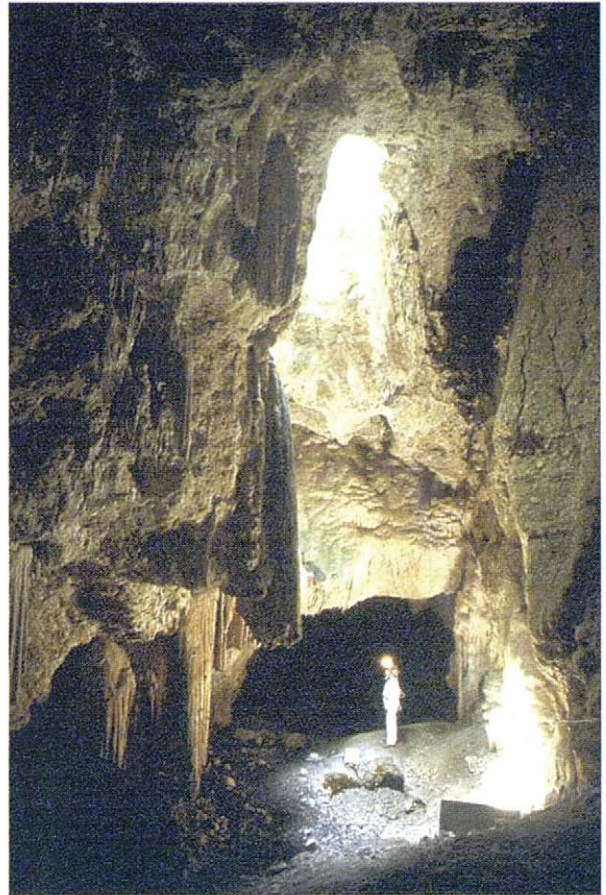


Figura 4: Cova de Canet. Entrada natural de la cova. Aquest era l'únic accés a la cavitat fins que, després de 1844, s'obrí un túnel. Foto G. Santandreu.

Figure 4: The natural entrance to the Cova de Canet, which was, until the opening of a tunnel after 1844, the only way to enter it. Photo G. Santandreu.

nant les cases de Canet, molt prop dels límits del jardí d'aquest esplèndid casal. Aquesta serra és rellevant espeleològicament. Als seus peus trobam una sèrie de fenòmens ben interessants des dels diferents caires de la ciència espeleològica: la font de Canet o d'en Baster, *qanat* paradigmàtic d'aquest tipus de captació d'aigua (CARBONERO, 1992), la cova de Son Bauçà, important estació paleontològica, la cova de Son Malloç, amb un doble interès arqueològic i paleontològic, l'avenc d'en Corbera i la font de la Vila, aquesta darrera principal proveïdora d'aigua a la ciutat de Mallorca abans del desbaratat creixement de població provocat pel turisme salvatge que patim. La zona està urbanitzada, tot i que sembla que el trast on s'obri l'entrada natural està protegit per l'ajuntament d'Esporles, terme municipal on s'ubica la cavitat. L'esmentada entrada natural és un pou de quasi 19 m (veure figura 4 i topografia). A més de per aquest pou, hom pot entrar a la cova per una mina oberta a l'extrem nord-oest, que és l'accés més emprat actualment. L'any 1844 la mina encara no existia, tot i que sembla que s'hi havien fet treballs d'extracció de calcàries decoratives (BOVER, 1844).



Figura 5:

Cova de Canet. Aspecte actual de la cala realitzada davall del pou. En aquesta cova s'iniciaren estudis de paleomagnetisme. PONS *et al.* (1979) esmenten que aquesta cala tenia 3 m de fondària. KOPPER (1984) hi va publicar una columna estratigràfica de 6 m de fondària, basada en la utilització de les dades de dues cales. L'any 1986 aquestes cales estaven reomplides, de manera que PONS i COLL (1986) en degueren fer una de nova, que arribà fins a una fondària de 2,5 m. Foto G. Santandreu.

Figure 5:

Cova de Canet. Actual appearance of the borehole sunk under the entrance hole. Paleomagnetism studies were begun in this cave. PONS *et al.* (1979) state that the boring was 3 m deep. KOPPER (1984) published a 5-m deep stratigraphic column based on two borings. As these boreholes have now filled in with sediment, PONS & COLL (1986) sank a new 2.5-m boring. Photo G. Santandreu.

L'excavació de la mina va anar unida a l'habilitació de la cavitat: s'hi feren camins, es picaren escalons i àdhuc s'eixamplaren galeries per augmentar la zona visitable; potser que en aquest moment es buidaren els sediments terrossos citats més endavant.

La cova va ser objecte de presa de mostres per a un estudi paleomagnètic l'any 1972 per part del malaguanyat J. S. KOPPER (figura 5). En el curs dels treballs es van descobrir restes de *Myotragus*, i alguns presumptes indicis de presència humana. Vista la dificultat de pujar i davallar pel pou per entrar a la cavitat, aquesta no sembla ni un bon lloc d'habitació ni un bon lloc per amagar-se per a la caça a l'aguait. Tanmateix, la situació d'algunes de les restes del caprí endèmic de les Balears, molt lluny del pou d'entrada, ens fa pensar en l'existència d'una altra boca per on haguessin entrat.

La cavitat està constituïda per un sistema de galeries orientades principalment als 129°. El seu desenvolupament, sumats els costats de la poligonal, és de 451 metres. La cova està excavada en conglomerats estratificats de l'Aquitanià. Els estrats, ben vistables, tenen un pendent de 44° i estan orientats cap a 355°. Hi ha dos nivells de galeries, les inferiors notablement més estretes que les superiors, que arriben a assolir els 8 m en els llocs de més amplada (veure figura 6). La boca és un pou de 18,60 m obert a la zona més ampla de la galeria principal.

Morfològicament dominen les formes de dissolució en el medi freàtic: galeries rodonesques, cúpules de corrosió, *pendants*, etc. Evidentment el pou d'entrada és una forma típica de la zona vadosa. A més, com és corrent en aquest tipus de cavitat, hi podem observar indicis d'evolució en el medi vadós: prop del final de la galeria superior (secció TT' de la topografia) apreciam dues regates de corrosió. Quant al pis, destaquen els sediments argilosos alternats amb algunes colades. Per observació en una de les cales de J. S. KOPPER, veim que tenen una potència mínima de 3 metres. Prop del pou d'entrada (entre les seccions C i D) hi ha unes marques que semblen correspondre a la superfí-

cie d'un dipòsit de sediments terrossos que hauria omplert aquest sector de la cavitat fins a nivell del paladar. De fet, a llevant del pou hi ha una rosseguera d'aquest material. La part alta i mitjana d'aquesta rosseguera està massa amunt perquè el seu sediment hagi entrat pel pou sense que s'hagi omplert tota la galeria; tanmateix aquesta disposició espacial pot ser el resultat dels treballs que s'han fet a la cova, com hem dit més amunt. No manquen les formes reconstructives, si bé que localitzades; hi ha estalactites i estalagmites de bona gruixa que, unides a l'efecte cromàtic dels conglomerats, donen una bellesa especial a aquesta gruta.

La circulació hídrica que ha donat origen a la cavitat s'ha establert al vessant nord de l'esmentada serra. El nivell de base, i per tant la direcció del desguàs, és la vall per on corre el torrent de na Bastera. També allà hi podien haver hagut les sorgències del sistema. La infiltració vertical sobre la galeria ha excavat el pou, i altres hipotètiques entrades. En davallar el nivell de base -sia per enclotament de la vall o per una davallada del nivell de la mar- la cova ha romàs penjada per damunt del nivell piezomètric, i per tant s'ha aturat la seva excavació, que només ha evolucionat gràcies a aportacions zenitals que han pogut aportar sediments i dipòsits litoquímics.

El jaciment de la cova de Canet es va incorporar a la bibliografia arqueològica de Mallorca a partir del treball de PONS-MOYÀ *et al.* (1979). Aquests autors assenyalaren la presència "en niveles revueltos y por lo tanto sin estratigrafía natural" de restes de *Myotragus balearicus* amb petites marques suposadament realitzades amb objectes tallants. PONS-MOYÀ *et al.* (1979) concloueren que si les marques haguessin estat fetes per eines prehistòriques la seva cronologia podria ser propera a la de la balma de Son Matge. Cal esmentar que mai es va precisar quines eren les restes concretes de *Myotragus balearicus* trobades a aquests nivells remoguts. Posteriorment KOPPER (1984) va datar dos nivells de carbons. L'inferior (situat a 255 cm de fondària) va lliurar la

Figura 6:
Cova de Canet. Aspecte de la galeria. Foto G. Santandreu..

Figure 6:
Cova de Canet. View of the gallery. Photo G. Santandreu.



datació P-2408: 9170 ± 570 BP (10400-6800 cal BC 2σ), mentre que el superior (situat a 100 cm de fondària) va lliurar la datació Beta-6948: 6370 ± 320 BP (5900-4500 cal BC 2σ). KOPPER (1984: 62) indicà així mateix que per sota d'aquests nivells de carbons encara n'hi havia un altre (a 450 cm de fondària), i va proposar que tots aquests nivells de carbons serien d'origen antropogènic, situant l'edat de l'arribada de l'home a Mallorca abans d'aquesta època. El nivell datat de carbons era, doncs, el segon nivell cultural present a la cova. PONS-MOYÀ & COLL (1986) revisitaren la cova, indicant que la cala realitzada per KOPPER (1984) va quedar "en breu accidentalment inutilitzada por unos importantes desprendimientos que durante varios años se produjeron desde el pozo natural de acceso a la cavidad" (figura 5). Varen obrir una nova cala, que, tot i ésser menys fonda que l'anterior, consideraren que, *grosso modo*, presentava una estratigrafia que coincidia amb la de la primera cala. PONS-MOYÀ & COLL (1986) situen a la primera cala [la publicada per KOPPER (1984)], al nivell datat en 9170 ± 570 BP, un metatarsià i un fragment de mandíbula dreta de *Myotragus balearicus* amb fractures i incisions que es presentaren com a resultat de probables manipulacions humanes. A un nivell superior de la segona cala ("nivell B") atribuïren pedres cremades i una vorera inferior de mandíbula de *Myotragus balearicus*, i a un nivell inferior de la segona cala ("nivell D") un fèmur de *Myotragus balearicus*. Les característiques d'aquests ossos foren atribuïdes també a manipulacions per humans o per carnívors.

Les evidències suposades de presència humana a les darreries del X mil·lenni BP no varen ser acceptades amb claredat per molts d'arqueòlegs (e.g., CHERRY, 1990; LULL *et al.*, 1999: 16). No obstant, LEWTHWAITE (1989) i GUERRERO (1995; 1997; 1999; 2000a; 2000b) consideren la presència humana a Mallorca a les darreries del X mil·lenni BP a partir dels testimonis de Canet.

Per a GUERRERO (1997), referint-se a la sala situada davall del pou d'accés natural a la cova de

18,60 m, "este espacio de la cueva constituye un buen refugio ocasional para el aguarde de la caza (figura 4). Es también el lugar más idóneo para encender fuego, pues el tiro de aire, gracias a la chimenea natural, es aquí perfecto". Les conclusions de GUERRERO (1997) són que "la fecha más antigua de la Cova del Canet [sic] supone un dato firme para sostener que la primera ocupación humana de la isla debe enmarcarse con toda probabilidad en un momento final del Mesolítico, y con toda seguridad antes de la aparición del Neolítico en el Levante peninsular" i que aquest poblament a Mallorca no s'interromp (GUERRERO, 1997: 40).

Per una altra banda, segons LULL *et al.* (1999: 16), la formació del dipòsit sembla ser producte de l'arrossegament de materials des de l'exterior i, d'altra banda, no és clar l'origen humà de les marques i fractures documentades sobre els ossos de *Myotragus*.

Finalment, GUERRERO (1999; 2000a; 2000b) accepta la datació més recent de KOPPER (1984). Pel que fa a la presència humana a l'època de la datació més antiga, la considera possible, bé que ara seria testimoni d'un poblament sense èxit demogràfic a llarg termini, o de visites esporàdiques o estacionals.

No s'entrarà a analitzar fil per randa el contingut dels darrers articles publicats sobre la cova de Canet. El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar la cova de Canet com a jaciment clau de la Prehistòria del PC, a partir de les següents consideracions:

Naturalesa dels materials datats

1. Les datacions dels nivells de carbons es varen realitzar a partir de carbons vegetals.

Relació estratigràfica

2. Hi ha dubtes raonables de la procedència dels materials de *Myotragus balearicus* amb marques. En el treball de PONS-MOYÀ *et al.* (1979) s'indica que es varen trobar restes de *M. balearicus* amb senyals d'instruments tallants a un nivell remogut, mentre que al treball de PONS-

MOYÀ & COLL (1986) els *Myotragus balearicus* amb presumpes traces d'instruments tallants estan estratigràficament situats a nivells no remoguts.

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

3. Les restes de *Myotragus balearicus* amb marques de presumpes manipulacions realitzades pels humans han estat re-estudiades (figura 7). Cap dels materials que es conserven tenen traces realitzades per instruments lítics (e.g., ALCOVER *et al.*, 2000c; PÉREZ RIPOLL & NADAL, 2000; RAMIS, inèdit). S'ha de dir que, en contra de les afirmacions de PÉREZ RIPOLL & NADAL (2000: 450) i de GUERRERO (2000b: 103-104), la preparació d'aquests ossos (e.g., el metatars MNIB 57392, figura 7) no va comportar un tractament físic ni químic especial (PONS-MOYÀ, com. pers.). Els materials holocènics recollits a la cova de Canet ni tan sols varen ser tractats amb àcid acètic diluït, ja que sortien completament nets del dipòsit, com sol ser habitual amb els materials holocènics. D'altra banda, l'únic consolidant que se'ls va aplicar fou goma de fuster dissolta en aigua per facilitar-ne la penetració.
4. No està clar que tots els nivells de carbons sien



Figura 7: Metatars de *Myotragus* amb marques a l'interior del rotillo. Inicialment aquestes marques varen ser considerades d'origen antròpic, però presenten els trets característics de les marques de rosegador. Escala 2 cm.

Figure 7: *Myotragus metatarsus* with marks inside the circle. Initially these marks were wrongly considered as human made, in spite of them being characteristic of a rodent. Scale 2 cm.

d'origen antròpic. De fet, ni tan sols està demostrat que cap dels nivells datats sia inequívocament d'origen antròpic.

5. La teoria que la sala de la cova de Canet situada per sota del pou vertical d'accés (de prop de 19 metres d'alçària i uns 2 m de diàmetre) era un lloc ideal per a l'aguait de la caça és una hipòtesi no raonable (veure topografia i figura 4) que s'ha de descartar.

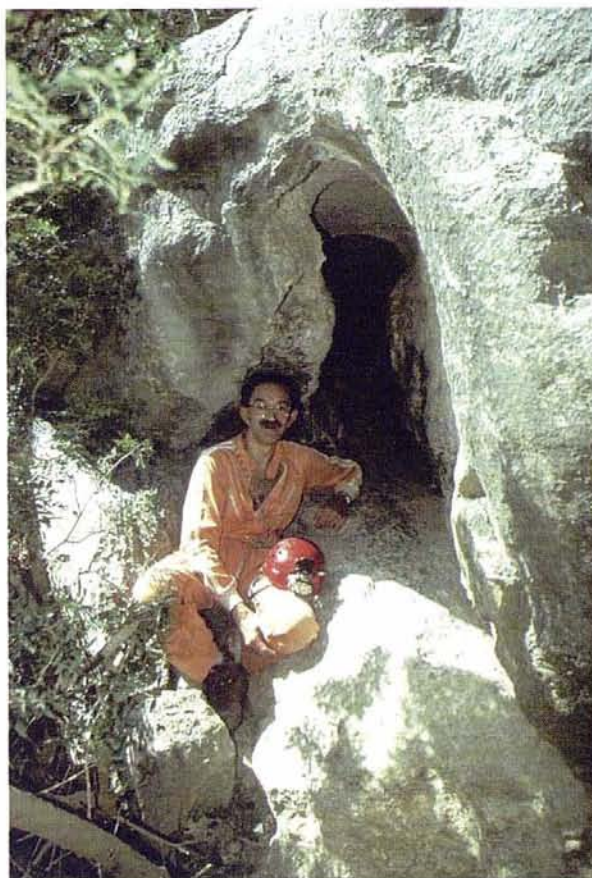


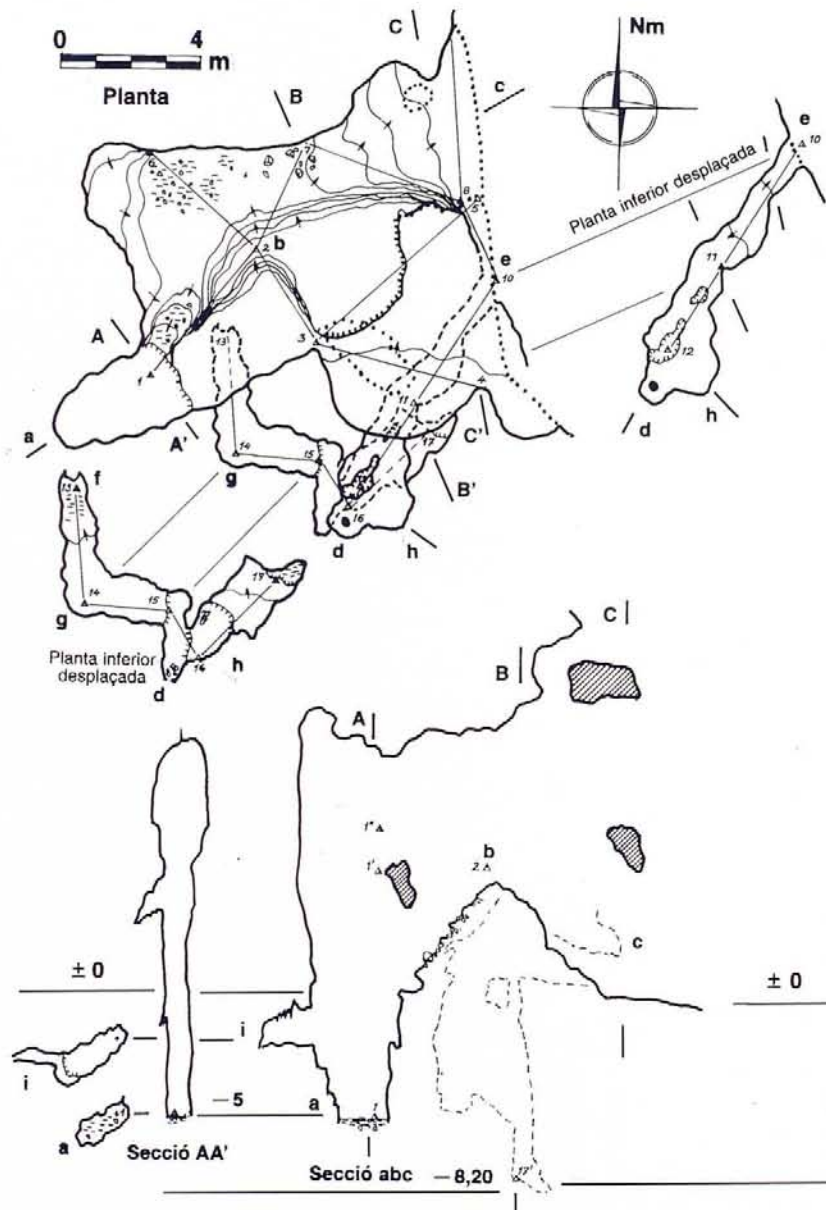
Figura 8: Entrada de la cova de Moleta. Als nivells superiors d'aquesta cova es varen trobar les restes humanes atribuïdes al V mil·lenni cal BC, i considerades com a les més antigues de la Prehistòria de les Balears. Una nova datació realitzada sobre una vèrtebra humana procedent dels mateixos nivells d'aquest jaciment situa aquestes restes humanes a finals del III mil·lenni cal BC o a començaments del II mil·lenni cal BC. Foto G. Santandreu.

Figure 8: Cova de Moleta entrance. The human remains attributed to the 5th millennium cal BC and which are considered as being the most ancient from the prehistory of the Balears were found in the upper levels of this cave. A new radiocarbon dating on a human vertebra coming from the same levels of this site places these human remains at the end of the 3rd millennium cal BC or at the beginning of the 2nd millennium cal BC. Photo G. Santandreu.

Cova de Moleta (Sóller, Mallorca)

La cova de Moleta es troba situada a unes penyes que dominen, a ponent, una valleta a la muntanya del mateix nom, al terme municipal de Sóller, no gaire lluny de la mar (si bé que a molta alçada). Està excavada en una gran bossada de bretxes monomíctiques del Lias Inferior. La zona està molt modificada per mà humana. Tret de les penyes, està ocupada per marges de conreu, avui abandonats. A la modificació dels voltants de la cavitat també ha contribuït el volum de sediment extret durant de les excavacions realitzades a la cova.

Es tracta d'una cavitat petita, però d'una certa complexitat. Està formada per dues coves diferents que no tenen comunicació penetrable (i no per tres,



COVA DE MOLETA
Sóller
 Topografia
 M. Trias J. A. Alcover
 D. Ramis F. Ramon
GEM 18-II-2001



Figura 9:
Interior de la cova de Moleta. Aquesta fotografia correspon al sector Z (segons WALDREN, 1982). Foto G. Santandreu.

Figure 9:
Inside the Cova de Moleta. This photo corresponds to sector Z (after WALDREN, 1982). Photo G. Santandreu.

com indicaren inicialment WALDREN & KOPPER, 1968). Per la seva situació, just al cim d'unes penyes d'esquetjar, podem pensar que la cova que veim ara és el que roman d'una cavitat més gran destruïda per l'erosió superficial. La suma dels costats de la poligonal real, incloent els verticals, és de 92 metres. La fondària és de 8,30 metres.

Com hem dit, la cova està formada per dues cavitats no comunicades. La cova superior està formada, a la vegada, per dues parts ben diferents: una sala de boca ampla, quasi una balma, i un pou que assoleix els 5 m de fondària. La boca està dividida en dues parts per un pont de roca. De fet, pràcticament totes les superfícies de la zona d'entrada ho són de roca nua, sense cap sediment. El pis és ascendent a l'entrada fins que, sense anivellar-se, comença a davallar cap al pou. Destaca l'alçada del sostre: 13 m sense comptar una xemeneia que travessa fins a dalt de les penyes.

La cova inferior és encara més complexa. Està formada per una galeria de 13 m de llargada en planta que presenta tres direccions diferents N-S, E-W i N-30° E, dos pisos i un pou, on s'assoleix la fondària màxima de la cavitat. Val a dir que en el moment del seu descobriment els pous estaven plens de sediment, de manera que és probable que la cavitat continuï per davall del fons actual. Morfològicament a les parts interiors ens trobam davant un conjunt representatiu de la zona vadosa del carst: pous i galeries de parets rectangulars, que en tot cas no semblen galeries freàtiques modificades.

A la zona d'entrada de la cova superior semblen dominar les formes de dissolució relacionades amb les balmes que trobam al peu de les timbes. Entre altres coses, no hi trobam els enderrocs que podríem esperar a una sala d'aquest volum. Potser sien davall dels marges. Tanmateix, no és una tasca fàcil esbrinar la gènesi d'una cavitat tan complexa. Podria ser la part situada a la zona vadosa d'un sistema de conductes que estaria majorment davall la vall citada, desguassant tot el massís cap a la mar. El fons de la vall estaria a una cota inferior a l'actual degut a les citades construccions. Les

cavitats inferiors s'haurien omplert de sediments i per això no serien accessibles, i en tot cas estarien molt per davall la cota que ara podem assolir.

La cova de Moleta (figures 8 i 9) ha estat considerada com a un dels tres jaciments clau per al coneixement de la Prehistòria arcaica de les Balears. L'excavació d'aquest jaciment començà l'any 1962 (GRAVES & WALDREN, 1966: 51). A l'anomenada cova "inferior" s'hi trobaren uns ossos humans, als quals s'hi associarien en treballs posteriors diversos materials arqueològics: ascles de sílex, còdols i agulles d'os (figura 10), en nombre variable segons les publicacions (e.g., ROSSELLÓ-BORDOY *et al.*, 1967: 5; WALDREN & KOPPER, 1967: 52; 1969: 78; WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975: 106; FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 354; WALDREN, 1982: 59, 220; 1993: 27).

Es realitzaren dues datacions sobre les restes humanes. La primera d'elles, documentada d'una manera detallada (WALDREN & KOPPER, 1969: 77; WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975: 76), amb un resultat de 10686 ± 3517 BP (KBN-640c), fou rebutjada a causa del seu ample marge d'error. De la sego-

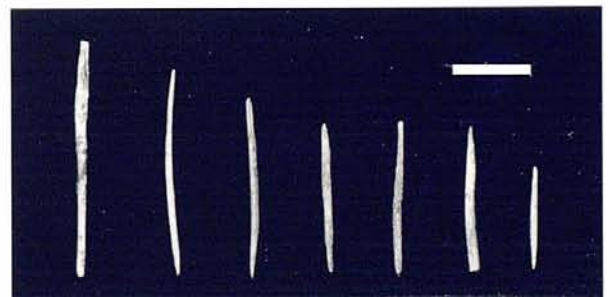


Figura 10: Peronés de *Myotragus balearicus* procedents de la cova de Moleta, inicialment interpretats com a agulles d'os. Tot i que se suposaren associats a les restes humanes, el diferent grau de fossilització que presenten, suggereix que són diacrònics. Escala 2 cm. Foto P. Bover.

Figure 10: *Myotragus balearicus* fibulas from the Cova de Moleta, initially considered as being bone needles. Although they were assumed to be human remains, the different degree of fossilisation suggests that they belong to a different age. Scale 2 cm. Photo P. Bover.

na mostra datada, KBN-640d: 5934±109 BP (5250-4500 cal BC 2σ), només se sap que estava formada per 500 g d'ossos humans molt fragmentats (WALDREN & KOPPER, 1969: 78; WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975: 76; FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978: 105). Recentment s'ha publicat que aquesta mostra estava formada per una vèrtebra i una falange (GUERRERO, 2001: 7).

La datació dels ossos humans de la cova de Moleta ha estat revisada per MESTRES (2000a) i per RAMIS & ALCOVER (2001b). El primer treball referma la validesa tècnica de la mateixa, sense entrar a discutir la representativitat de la mostra datada. El segon, sense qüestionar la validesa tècnica de la datació clàssica, considera que la validesa d'una datació no ve donada exclusivament per l'aplicació d'uns procediments tècnics rigorosos, sinó que també s'escau l'ús d'una metodologia arqueològica adequada (e.g., HOUSLEY *et al.*, 1997: 26; MESTRES 2000a: 191), i la rebutja a partir de les consideracions que s'exposen un poc més a sota.

El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar la cova de Moleta com a jaciment clau de la Prehistòria dels VI i V mil·lennis cal BC, a partir de les següents consideracions:

Naturalesa dels materials datats

1. S'ha datat un dels ossos humans conservats com a testimoni de l'anomenat "home de Moleta" (figura 11). La nova datació (Beta 135404:



Figura 11: Vèrtebra humana SM Mu 031 H procedent de la cova de Moleta, considerada coetània dels materials datats per KOPPER i WALDREN (1967). El fragment més gran d'aquesta vèrtebra ha estat datat per RAMIS i ALCOVER (2001b). El resultat (Beta 135404: 3680±60 BP, 2210-1880 cal BC 2σ) se situa uns 3000 anys després de l'antiga datació i aconsella descartar la interpretació cronològica tradicional respecte a l'anomenat "home de Moleta". Escala 2 cm. Foto P. Bover.

Figure 11: Human vertebra SM Mu 031 H from the Cova de Moleta, considered as being contemporary with materials dated by KOPPER & WALDREN (1967). The biggest fragment has been dated by RAMIS & ALCOVER (2001b), and the result (Beta 135404: 3680±60 BP, 2210-1880 cal BC 2σ) is about 3000 years later than the first dating, which supports the rejection of the traditional interpretation of the chronology of the so-called "Moleta Man". Scale 2 cm. Photo P. Bover.

3680±60 BP, 2210-1880 cal BC 2σ; RAMIS & ALCOVER, 2001b) se situa uns 3000 anys després de la datació realitzada per KOPPER & WALDREN (1967). RAMIS & ALCOVER (2001b) aconsellen descartar la datació donada per aquests autors ja que (1) no ha estat confirmada amb la nova datació, (2) mai es van documentar adequadament els materials datats (no s'ha publicat cap identificació dels 500 g d'ossos que composaren la mostra datada, llevat que es tractava de restes molt fragmentades; WALDREN & KOPPER, 1969: 78; WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975: 76; FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978: 105), (3) no és descartable que la mostra datada inclogués restes de *Myotragus balearicus* anteriors, i (4) mai s'ha confirmat una datació sobre mostra de vida curta similar a cap altre jaciment de Mallorca. Tot i que recentment s'ha assenyalat que la mostra datada estava constituïda per una vèrtebra i una falange humanes (GUERRERO, 2001), cal dir que el pes conjunt d'aquests dos ossos no representa ni 1/10 del que es va datar.

Relació estratigràfica

Els següents arguments provoquen el plantejament de seriosos dubtes sobre la fiabilitat de l'estratigrafia de la cova de Moleta:

2. Al mateix sector on es localitzaren les restes humanes, ADROVER (1966: 40) esmenta la presència de fauna introduïda a una fondària de 200 cm, corresponent a un estrat prehumà.
3. La datació Y-2258, 2910±120 BP (STUIVER, 1969: 637), assignada a l'estrat 5 en context amb ceràmica pretalaiòtica (WALDREN, 1982: 53), ha estat publicada sempre com a 3910±120 BP (e.g., WALDREN & ROSSELLÓ-BORDOY, 1975: 107; WALDREN, 1997: 30; CASTRO *et al.*, 1997: 85), excepció feta d'ENSENYAT (1991: 260), que donà compte de l'error.
4. Entre els materials que s'associen a les restes humanes en un context preceràmic (e.g., ROSSELLÓ-BORDOY *et al.*, 1967: 5), els còdols i les ascles de sílex havien estat assignats prèviament a un nivell amb ceràmica (GRAVES & WALDREN, 1966: 55; KOPPER & WALDREN, 1967: 115).
5. La interpretació tafonòmica subministrada per WALDREN (1982: 208-211), sobre la selecció d'ossos humans que constitueix la mostra present a la cova de Moleta contradiu la seva interpretació tafonòmica sobre l'origen d'aquest conjunt (WALDREN, 1982: 37-38, 40-41), i introdueix dubtes seriosos sobre la situació original autèntica dels nivells arqueològics de la cova.

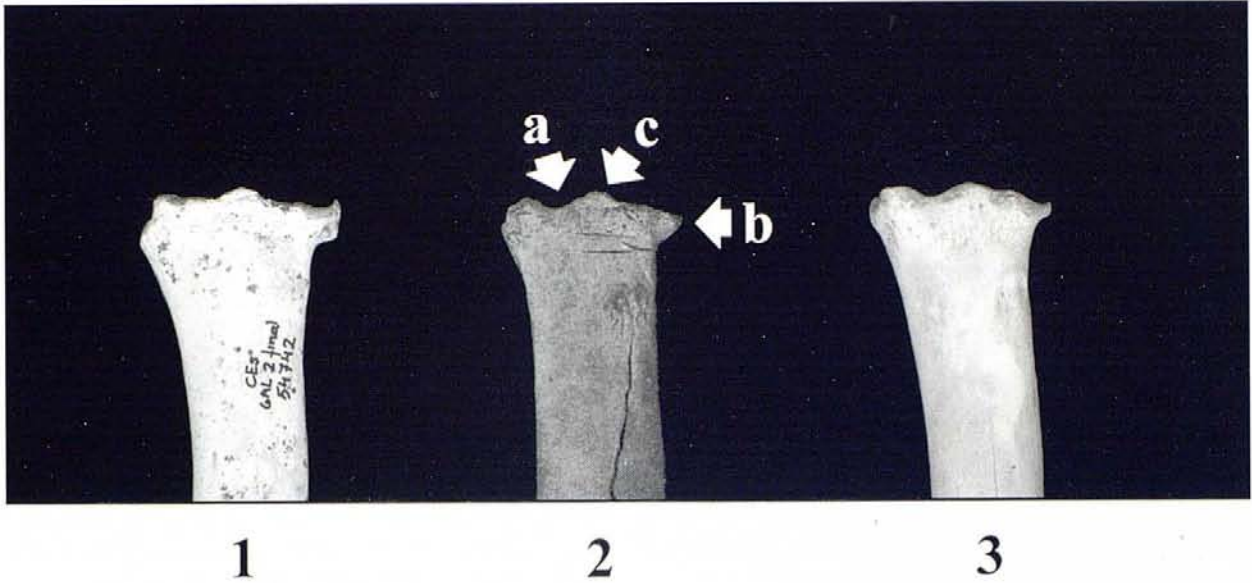


Figura 12: 1. Radi de *Myotragus balearicus*, MNIB 54742 (Cova Estreta, Pollença). 2. Radi amb marques de la cova de Moleta, atribuït a *Myotragus balearicus* per WALDREN (1974). 3. Radi de *Capra hircus*, MNIB 48175 (Mallorca). Les fletxes indiquen els trets emprats per a la diagnosi del radi central. a: solc de pas de la tròclea lateral de l'húmer . b: tuberositat per a la inserció de la part costal del lligament colateral medi del colze. c: tubercle central volar de la superfície articular. El radi amb marques de la cova de Moleta presentat en aquesta llàmina pertany a un Caprinae introduït.

Figure 12: 1. *Myotragus balearicus* radius, MNIB 54742 (Cova Estreta, Pollença). 2. Radius with cut marks from the Cova de Moleta, attributed to *Myotragus balearicus* by WALDREN (1974), but actually being from an introduced Caprinae. 3. Radius of *Capra hircus*, MNIB 48175 (Mallorca). Arrows show the features used in its diagnosis. a: sulcus for the humeral trochlea. b: tubercle for the insertion of the medial part of the co-lateral medial ligament of the elbow. c: central tubercle of the articular surface.

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

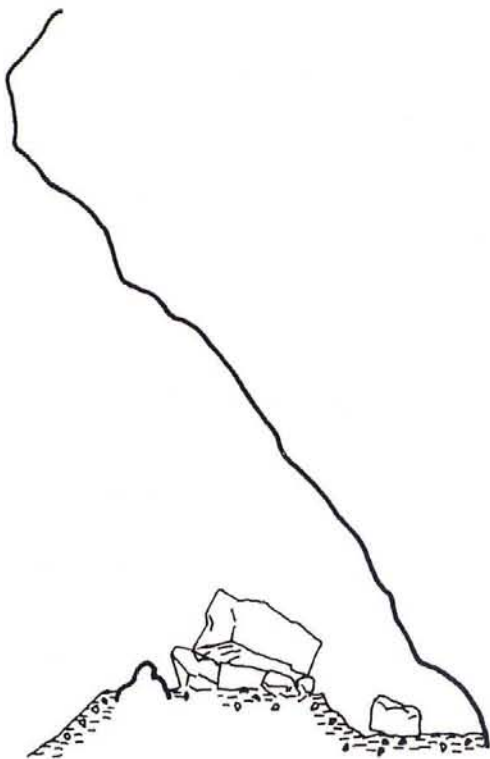
6. Les agulles d'os suposades de la cova de Moleta (figura 10) associades a les restes humanes no són artefactes, sinó diàfisis senceres de fíbules de *Myotragus balearicus* (RAMIS & ALCOVER, 2001a) sense que presentin cap casta d'alteració ni de fractura, en contra del que esmenten LULL *et al.* (1999: 20) i GUERRERO (2000a: 107).
7. El radi amb senyals de descarnament donat a conèixer, il·lustrat i diagnosticat com a pertanyent a *M. balearicus* per WALDREN (1974: làmina 1), i recollit com a tal per ALCOVER *et al.* (1981: 172) i GUERRERO (2000b: 168), no pertany a aquesta espècie. WALDREN (1982) no l'esmenta com a pertanyent a *M. balearicus*, però tampoc reconsidera el seu diagnòstic anterior. S'ha intentat estudiar directament aquest radi, però no s'ha pogut trobar conservat ni al Museu Arqueològic de Deià ni al Museu de Mallorca. A partir de la fotografia publicada, tres són els caràcters que permeten excloure la seva pertinença a *M. balearicus* (veure figura 12). En primer lloc, el solc de pas de la tròclea lateral de l'húmer està molt marcat al radi en qüestió, talment com esdevé als caprins actuals *Capra* i *Ovis*, mentre que a *M. balearicus*, aquest solc és molt suau. En segon lloc, la tube-

rositat per a la inserció de la part costal del lligament colateral medi del colze està acabat en punta al radi fotografiat, talment com a *Capra* i *Ovis*, mentre que a *M. balearicus* és més robust i de perfil arrodonit. En tercer lloc, el tubercle central volar de la superfície articular del radi fotografiat és molt pronunciat, talment com esdevé a *Capra* i *Ovis*. A *M. balearicus* aquest tubercle és molt poc pronunciat.

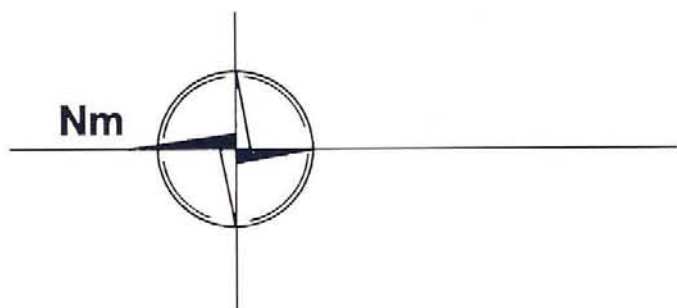
Balma de Son Matge (Valldemossa, Mallorca)

La balma de Son Matge està situada a la vora de l'estret de Valldemossa, mirant cap al nord. Aquí no podem parlar en absolut de cavitat. Es tracta només de l'aixopluc format per una de les grans penyes del Lias inferior, aparentment despreses, de la mola de Son Pacs. De fet és un espai mal limitat. No seria habitable si no fos per les obres de condicionament que s'hi han fet. El pla als peus de la penya sembla artificial. També les excavacions arqueològiques han modificat l'entorn considerablement. Una paret formant un cantó i d'aparellat ortostàtic delimita l'espai al costat occidental. Restes d'una altra possible paret es mostren al costat est. Les dimensions són de 45 m seguint la penya i de 12 m en sentit perpendicular a aquesta.

Aquest jaciment es començà a excavar el 1968 (WALDREN, 1979: 43), 1969 (PLANTALAMOR & WALDREN, 1976: 243) o 1970 (ROSSELLÓ-BORDOY &



Secció AA'

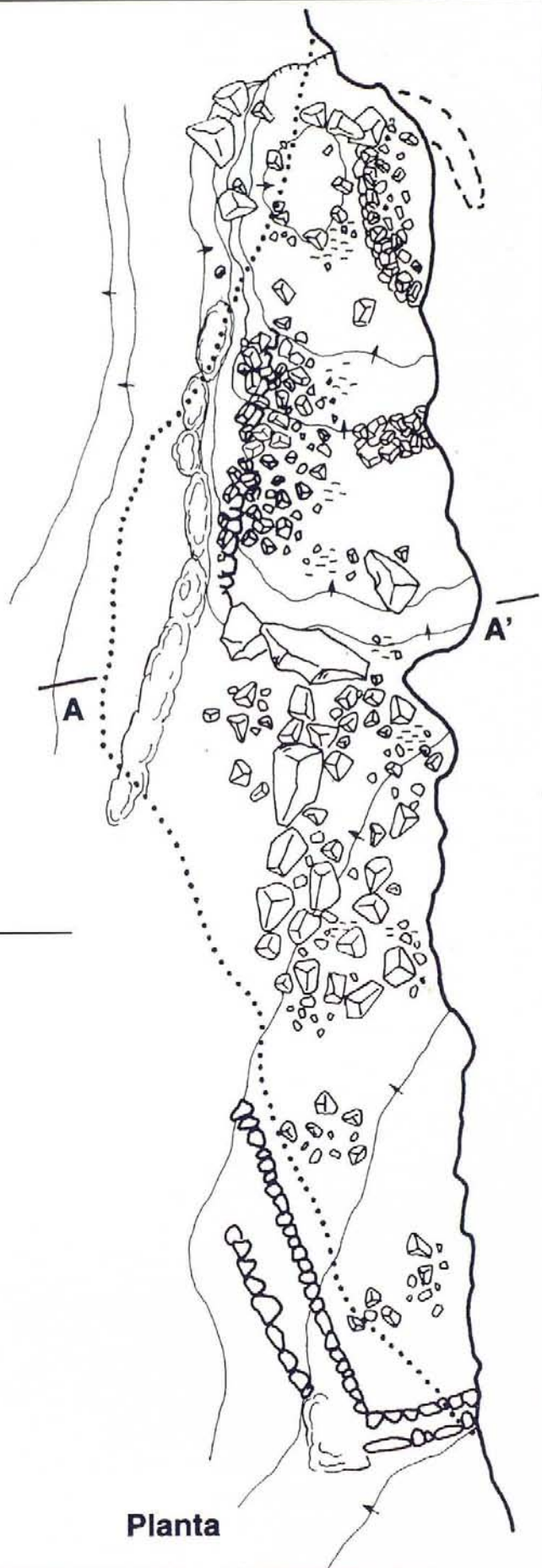


BALMA DE SON MATGE
Valldemossa

Topografia
M. Trias J. A. Alcover
P. Bover D. Ramis

GEM

18-III-2001



Planta



Figura 13: Sector est de la balma de Son Matge (juny de 2001). D'aquest sector procedeix l'estratigrafia que és qüestionada en aquest treball. Les suposades evidències de domesticació de *Myotragus balearicus*, rebutjades per RAMIS i BOVER (2001), procedeixen dels nivells inferiors d'aquest sector. L'evidència més recent de la supervivència de *Myotragus balearicus* a Mallorca, que documenta inequívocament la seva presència amb posterioritat al 3700 cal BC ($p > 95\%$), procedeix també d'aquest sector. Foto G. Santandreu.

Figure 13: East Sector of the Balma de Son Matge (June, 2001). The stratigraphy re-examined under this paper comes from this sector. The presumed evidence for *Myotragus balearicus* domestication, rejected by RAMIS & BOVER (2001), also comes from the lower levels of this sector. The latest evidence for the survival of *Myotragus balearicus* on Mallorca, which unequivocally documents its presence as being later than 3700 cal BC ($p > 95\%$), again comes from this sector. Photo G. Santandreu.

WALDREN, 1973: 6). A les primeres campanyes s'intervengué al sector est (figura 13), que donà a conèixer una seqüència cultural molt àmplia, des d'una *ocupació primitiva* (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973:18), *horitzó preceràmic* (e.g., FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978), o *Early Settlement Period* (WALDREN, 1982) fins a l'època romana. No obstant, existeixen quatre interpretacions estratigràfiques d'aquest sector que no són coincidents (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973; FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974; 1979; WALDREN, 1982; veure les figures 14 i 15). A grans trets, es pot dir que els nivells més antics [anteriors al període talaiòtic, entès en el sentit de ROSSELLÓ-BORDOY (1973) o de WALDREN (1982)] estaven formats per una successió de fines capes de cendres i carbons, corresponents als nivells 8 a 34 segons ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973), nivells V a VIII del tall frontal o IV a VI del tall NE-SW segons FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1974), i als estrats 9 a 33 segons WALDREN (1982). Per sota, es documentaren tres nivells d'uns 40 cm cada un, nivells XI a XIII del tall NE-SW (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974) o estrats 34 a 36 (WALDREN, 1982), no registrats per ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973), caracteritzats per la gran acumulació de copròlits i ossos de *Myotragus balearicus*, que foren interpretats com a nivells d'establució d'aquest animal. S'hi associaren dues datacions, CSIC-177: 5820±360 BP (5500-3900 cal BC 2σ; sobre copròlits de *Myotragus balearicus*) i QL-29: 6680±120 BP (5810-5370 cal BC 2σ; sobre ossos de *Myotragus balearicus*). Recentment, aquests nivells han estat reinterpretats com de formació natural a partir dels paral·lels de la cova des Moro i de la cova Estreta (RAMIS & BOVER, 2001).

Inicialment (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 18), només el nivell de cendres inferior [estrat 34 d'aquests autors, el qual no es correspon a l'estrat 34 de WALDREN (1982)] fou assignat a una ocupació humana "primitiva" o "preceràmica", associant-s'hi un

nucli de sílex i una datació realitzada sobre carbons (I-5516) amb un resultat de 5750±115 BP (4850-4350 cal BC 2σ). Aquest nivell era el més recent on s'hi documentaven restes de *Myotragus balearicus*. Per contra, al nivell immediatament inferior, nivell 35, s'esmentava la presència de fauna introduïda, *Cervus*, *Capra* i altres tàxons no especificats (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 18), com ja havia indicat WALDREN (1972: 49). WALDREN (1974: 32-33) esmentava la presència de cabra, porc, ocells, conills i vaca, juntament amb *Myotragus*, al més antic dels nivells de cendres. Tots els altres nivells [8 a 33, segons ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973)] foren interpretats com a pertanyents a l'horitzó de les ceràmiques incises, o de tradició campaniforme, donat que els fragments incisos que enllaçaven entre si apareguren indistintament a diferents nivells (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 18, 41). L'única datació existent fins aleshores, realitzada sobre carbons, era Y-2682: 3820±120 BP (2600-1900 cal BC 2σ), assignada al nivell 21. Es conclouia que els nivells de cendres en conjunt documentaven una àmplia ocupació pretalaiòtica, entre 3800 i 1500 BC, a la qual s'intuïen tres fàcies, però sense poder-ho afirmar amb certesa (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 50).

FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1974), a més d'introduir els tres nivells inferiors amb abundant presència d'ossos i copròlits de *Myotragus balearicus*, realitzaren importants canvis en la interpretació estratigràfica, sense explicar-ne les raons. D'una banda, distingiren un nivell pretalaiòtic que situen entre els talaiòtics i els de les ceràmiques incises (nivell V del tall frontal o IV del tall NE-SW), al qual hi assignaren la datació CSIC-179: 3620±80 BP (2200-1740 cal BC 2σ), mentre la datació CSIC-180: 3480±80 BP (2030-1600 cal BC 2σ), assignada al límit entre els nivells III i IV del tall NE-SW, fou considerada representativa de la transició entre els períodes pretalaiòtic i talaiòtic. D'altra banda, els nivells X a XIII del tall frontal o VII a IX del tall NE-SW, deixen de ser inclosos a l'horitzó de les

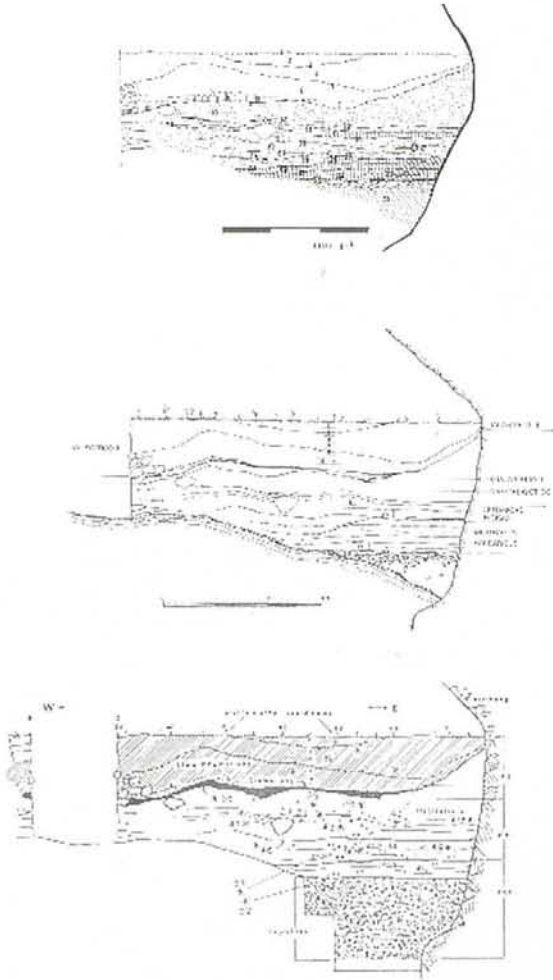


Figura 14: Diferents interpretacions estratigràfiques del Sector est de la balma de Son Matge. A: Segons ROSSELLÓ-BORDOY i WALDREN (1973). B: Segons FERNÁNDEZ-MIRANDA i WALDREN (1974). C: Segons WALDREN (1982).

Figure 14: Different stratigraphic interpretations from the East Sector of the Balma de Son Matge. A: After ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973). B: After FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1974). C: After WALDREN (1982).

ceràmiques incises per passar a ser considerats com a preceràmics. Paral·lelament, es fa menció per primera vegada de la presència de restes de *Myotragus balearicus* en aquests nivells. A un d'ells, nivell IX del tall NE-SW, fou assignada la datació CSIC-178: 3980±170 BP (2950-1950 cal BC 2σ).

FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1979) realitzaren significatives modificacions respecte a publicacions anteriors dels propis autors, justificant-les com a rectificacions d'errors existents. Als nivells XI i XII del tall frontal, anteriorment definits com a preceràmics, s'hi assignà un grup de peces ceràmiques, ara catalogades com a neolítiques, trobades a unes cotes d'entre -275 i -305 cm, i s'hi associaren les datacions BM-1408: 4093±392 BP (3700-1600 cal BC 2σ) i QL-988: 4650±120 BP (3700-3000 cal BC 2σ) (FERNÁNDEZ-

MIRANDA & WALDREN, 1979: 355-357), quan prèviament aquestes ceràmiques havien estat considerades com a procedents d'una cota de -175 cm (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 40) o de -160 cm (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 74), especificant que apareixien fragments de ceràmica incisa per sota (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973: 40). D'altra banda, assignaren la datació Y-2682: 3820±120 BP al nivell IX del tall frontal (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 357), quan prèviament s'atribuïa al nivell immediatament superior (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974: 299; FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978: 325). La datació CSIC-180: 3480±80 BP deixà de considerar-se representativa de la transició al període talaiòtic (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974: 304) i fou inclosa al nivell IV del tall NE/SW (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 360). Finalment, s'introdueixen dues parelles de datacions procedents del mateix nivell i la mateixa cota: CSIC-178: 3980±170 BP i QL-5b: 3970±100 BP (2900-2100 cal BC 2σ) del nivell IX del tall NE/SW a -230 cm (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 357) i, d'altra banda, QL-5a: 3420±100 BP (2050-1450 cal BC 2σ) i QL-5: 3350±60 BP (1860-1490 cal BC 2σ) del nivell V del tall frontal a -150 cm (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 362).

WALDREN (1982) plantejà una nova periodització de la Prehistòria de Mallorca, esbossada prèviament (WALDREN, 1979), introduint diversos canvis en la interpretació de l'estratigrafia del sector est de la balma de Son Matge, sense justificar-ne els motius. Definí un *Early Settlement Period*, on s'incloueren els tres nivells d'acumulació d'ossos i copròlits de *Myotragus*, però assignant la datació QL-29: 6680±120 BP al nivell intermedi (estrat 35, WALDREN, 1982: 150), quan prèviament s'atribuïa a l'inferior (nivell XIII del tall NE-SW, WALDREN & FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1974: 301; WALDREN & FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1979: 353). També s'incloueren en aquest període els nivells inferiors de cendres (estrats 29 a 33), ara caracteritzats per l'absència de ceràmica i de fauna domèstica, i per la presència d'ossos de *Myotragus*, un còdol a l'estrat 33 i una escassa quantitat d'ascles, en número i situació estratigràfica imprecises (WALDREN, 1982: 152). Els nivells següents de cendres (estrats 24 a 28) foren assignats a una *Neolithic Early Ceramic Phase*, caracteritzada per la presència més recent de restes de *Myotragus*, associada a l'estrat 26 (amb la datació BM-1408: 4093±398 BP), i per la presència de ceràmica i restes de fauna domèstica des del nivell 28 (amb la datació QL-988: 4650±120 BP). Els nivells de cendres més recents (estrats 9 a 23), caracteritzats per la presència de ceràmica incisa, foren inclosos dins una *Early Beaker Phase* (estrats 17 a 23) i una *Late Beaker Phase* (estrats 9 a 16). La datació CSIC-178: 3980±170 BP passà a assignar-se a l'estrat 22 (WALDREN, 1982: 160), deixant de considerar-se represen-

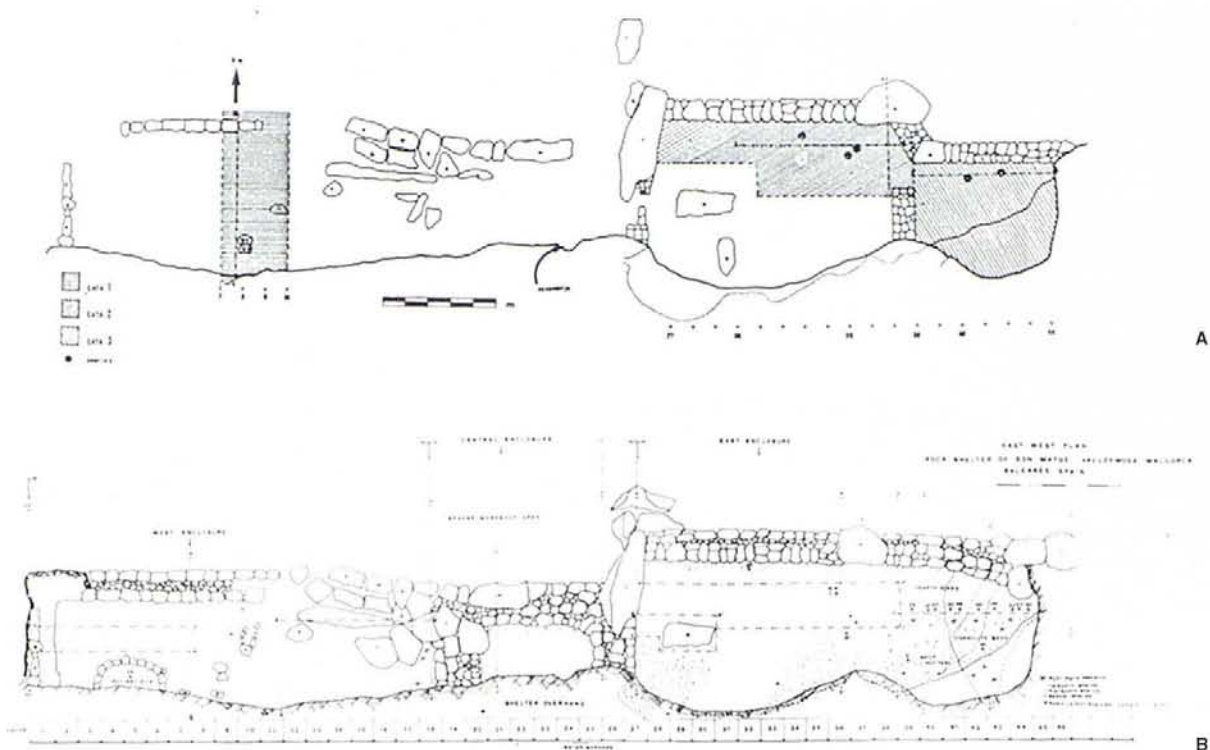


Figura 15: Diferents plantes publicades de la balma de Son Matge. A: Segons ROSSELLÓ-BORDOY i WALDREN (1973). B: Segons WALDREN (1982). Notau el diferent recorregut de la paret de tancament.

Figure 15: Different published plants from the Balma de Son Matge. A: After ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973). B: After WALDREN (1982). Note the different situation of the closing wall.

tativa d'un nivell preceràmic amb presència de *Myotragus balearicus*, com havien proposat FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1974: 304). Pel que fa als dos grups de datacions procedents del mateix nivell i la mateixa cota segons FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1979), CSIC-178: 3980±170 BP s'assigna a l'estrat 22 i QL-5b: 3970±100 BP a l'estrat 20, mentre que QL-5a: 3420±100 BP s'assigna a l'estrat 12 i QL-5: 3350±60 BP a l'estrat 11 (WALDREN, 1982).

Finalment, l'any 1999 es realitzà una nova campanya al sector est de la balma de Son Matge. D'aquesta, únicament se n'ha publicat una datació sobre carbons (UIC-9269: 4060 ± 40 BP; 2860-2460 cal BC 2σ) associats a ceràmica llisa (GUERRERO, 2000a: 24).

Cap de les evidències aportades per la balma de Son Matge es pot presentar com a prova sòlida en relació a la qüestió del poblament humà inicial, a causa de les següents consideracions:

Naturalesa dels materials datats

1. Les datacions QL-23: 4020±50 BP, QL-5b: 3970±100 BP i QL-24: 3670±100 BP han estat rebutjades per estar realitzades sobre carbonats (CASTRO *et al.*, 1997). Les datacions QL-5a: 3420±100 BP i QL-5: 3350±60 BP també

provenen de mostres de carbonats segons WALDREN (1986), però, en canvi, segons FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1979) i WALDREN (1982), estan realitzades sobre mostres de carbons.

2. Les datacions restants associades als nivells de cendres, I-5516: 5750±115 BP, QL-988: 4650±120 BP, UIC-9269: 4060 ± 40 BP, CSIC-178: 3980±170 BP, Y-2682: 3820±120 BP, CSIC-179: 3620±80 BP i CSIC-180: 3480±80 BP, estan realitzades sobre carbons vegetals sense analitzar.

Relació estratigràfica

3. Els nivells de cendres i carbons apareixen inicialment com a difícilment diferenciables i contenen fragments ceràmics que aferren entre ells independentment de la cota i el nivell (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973), per després començar a relacionar nivells estratigràfics amb episodis culturals concrets (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974), arribant finalment a formar una nítida seqüència estratigràfica amb implicacions cronològiques (WALDREN, 1982).
4. Segons ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973), només el nivell inferior de cendres

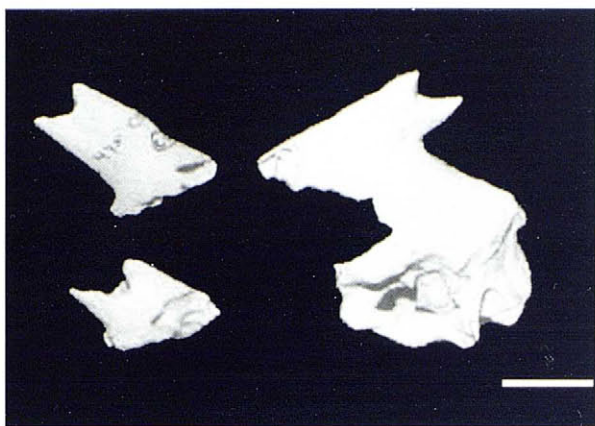


Figura 16: Testimonis de conducta osteofàgica de *Myotragus balearicus*, balma de Son Matge. Exemplars no catalogats (crani i banyes), conservats al Museu de Mallorca. Escala 2 cm.

Figure 16: Evidence for the osteophagic behaviour of *Myotragus balearicus*, Balma de Son Matge. Uncatalogued specimens (skull and isolated horns) conserved at the Museu de Mallorca. Scale 2 cm.

(d'uns 3 cm d'espessor) és considerat preceràmic, mentre que WALDREN (1982) considerarà cinc estrats com a preceràmics.

5. Segons ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973), les restes de *Myotragus* només són presents al nivell inferior de cendres (I-5516: 5750±115 BP). Després s'associa la presència més recent de *Myotragus* amb la datació CSIC-178: 3980±170 BP (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974), mentre que posteriorment es relacionarà amb BM-1408: 4093±392 BP i l'anterior passarà a pertànyer a un nivell només amb fauna introduïda (WALDREN, 1982).
6. Inicialment s'esmenta la presència de fauna introduïda per sota del nivell de cendres més antic, el qual presenta la datació I-5516: 5750±115 BP (WALDREN, 1972; 1974; ROS-

SELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973), però més endavant s'exposa que la fauna introduïda només apareix a partir de l'estrat 28 amb la datació QL-988: 4650±120 BP (WALDREN, 1982).

7. Segons ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN (1973), l'horitzó ceràmic més antic correspon al de les ceràmiques incises o campaniforme, però FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1979) i WALDREN (1982) estableixen un horitzó neolític anterior assignant-hi unes ceràmiques procedents d'una cota de -275 a -305 cm (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 356) o de -275/-300 cm (WALDREN, 1982: 238), quan prèviament la cota d'aquests mateixos fragments era de -160/-175 cm (ROSSELLÓ-BORDOY & WALDREN, 1973). COLL (2000: 378) planteja la necessitat de comprovar l'antiguitat d'aquesta ceràmica a una altra seqüència estratigràfica a causa de la confusió de les dades publicades.
8. La datació CSIC-180: 3480±80 BP, inicialment considerada com a representativa del trànsit a la cultura talaiòtica donada la seva situació estratigràfica (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974), finalment s'integra dins un estrat pretalaiòtic (WALDREN, 1982).
9. La datació CSIC-178: 3980±170 BP, atribuïda inicialment a un nivell preceràmic (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974), passarà finalment a ser assignada a un altre amb ceràmica campaniforme (WALDREN, 1982).
10. Les datacions CSIC-178: 3980±170 BP i QL-5b: 3970±100 BP d'una banda, i QL-5a: 3420±100 BP i QL-5: 3350±60 BP de l'altra, considerades com a pertanyents al mateix nivell i a la mateixa cota per FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN (1979), són assignades a estrats diferents per WALDREN (1982).

Figura 17: Testimonis de conducta osteofàgica de *Myotragus balearicus*. Radis de *Myotragus balearicus* mastegats procedents de la cova des Moro (Manacor, Mallorca). D'esquerra a dreta: MNIB 60744; MNIB 38446; MNIB 38441; MNIB 38444. Escala 2 cm.

Figure 17: Evidence for osteophagous behaviour of *Myotragus balearicus*. *Myotragus balearicus* radiuses from the Cova des Moro (Manacor, Mallorca). From left to right: MNIB 60744; MNIB 38446; MNIB 38441; MNIB 38444. Scale 2 cm.

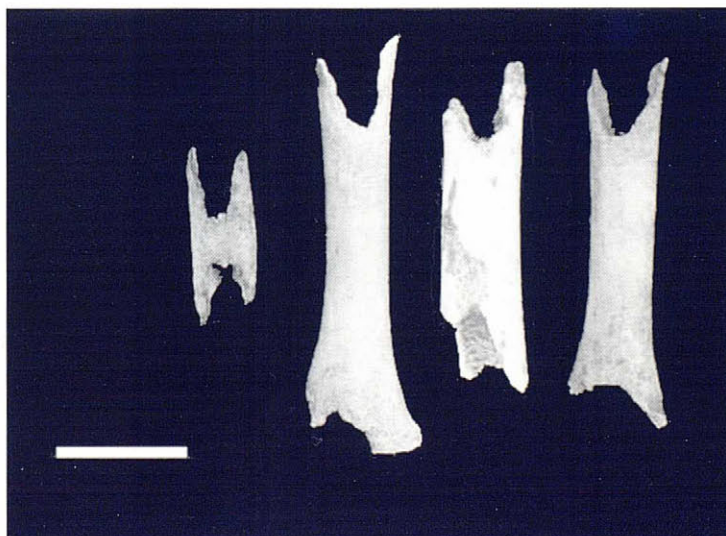




Figura 18: Marina de Santanyí. En aquesta zona s'han trobat diversos tallers de sílex a l'aire lliure. A partir de les mostres recollides en superfície es va suposar una cronologia mesolítica, descartada recentment a causa de l'absència de paral·lels tipològics amb les indústries mesolítiques del continent (HERNÁNDEZ *et al.*, 2000).

Figure 18: Santanyí coastal scrub. Several flint work-sites have been found in this area. They were assumed to be Mesolithic from the collected surface samples, but this has recently been rejected on the bases of the absence of typological parallels with the Mesolithic industries on the mainland (HERNÁNDEZ *et al.*, 2000).

11. La datació Y-2682: 3820 ± 120 BP, pertanyent en principi al nivell VIII del tall frontal (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1974), serà després assignada al nivell IX del tall frontal (FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979).
12. Segons apunta GUERRERO (2000b: 113-114), la datació I-5516: 5750 ± 115 BP, assignada al nivell inferior de cendres, podria pertànyer en realitat a un dels nivells de copròlits, segons la cota a la qual fou recollida la mostra datada.
13. Totes les contradiccions esmentades als punts anteriors, producte d'interpretacions estratigràfiques diferents, juntament amb el fet que a les publicacions inicials sobre el jaciment els materials sien assignats a unes cotes, i fins i tot s'emprí aquest terme com a sinònim de nivell, provoquen dubtes raonables sobre la fiabilitat en l'atribució estratigràfica dels materials i les mostres datades, que aconsellen rebutjar-les com a evidències de la cronologia proposada per WALDREN (1982).

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

14. L'evidència suposada més antiga de presència humana a la balma de Son Matge era, com s'ha explicat, la gran acumulació de copròlits de *Myotragus*, interpretada com a prova de l'establiment d'aquest animal. El registre d'acumulacions semblants als dipòsits paleontològics de la cova des Moro i de la cova Estreta indiquen que aquest fet s'ha d'interpretar d'una manera

més plausible com a reflex de l'etologia de *Myotragus balearicus* (RAMIS & BOVER, 2001).

15. Les banyes de *Myotragus* en forma de forca, interpretades com a prova de manipulació humana i, fins i tot, d'intent de domesticació, han estat recentment revisades, arribant-se a la conclusió que són producte del mastegament d'ossos per part del propi *Myotragus balearicus* (PÉREZ RIPOLL & NADAL, 2000; RAMIS, 2000; RAMIS & BOVER, 2001; figures 16 i 17).
16. Les marques suposades de carnisseria sobre ossos de *Myotragus* són, en els casos de les mostres que han pogut ser revisades, producte de l'acció de les peces dentàries del propi animal en el procés de mastegament dels ossos (PÉREZ RIPOLL & NADAL, 2000; RAMIS & BOVER, 2001). Les consideracions realitzades per GUERRERO (1999, 2000a, 2000b) pel que fa aquests tres darrers punts no s'inclouen en aquesta discussió degut a les apreciacions fetes per ALCOVER (2000).
17. L'atribució de determinades ceràmiques a un període neolític, al marge de la seva contradictòria situació estratigràfica (vegeu punt 8), s'havia realitzat recorrent als paral·lelismes formals amb determinats tipus continentals del Neolític final i/o del Calcolític del sud de França, de Catalunya i/o del Llevant peninsular (e.g., FERNÁNDEZ-MIRANDA & WALDREN, 1979: 356; WALDREN, 1982: 239-240; GUERRERO, 1997: 49; LULL *et al.*, 1999: 22). No obstant, els grans recipients amb base plana, com és el cas d'aquestes ceràmiques de Son Matge, són comuns a l'Edat del Bronze, mentre que al Neolític final, a la Mediterrània nordoccidental, són molt més freqüents les bases arrodonides (MAYA, 1992).

Indústries de sílex a l'aire lliure de la zona de Santanyí (Mallorca)

La presència d'indústria de sílex a Mallorca és coneguda des d'antic (e.g., COLOMINAS, 1915-20; CAÑIGUERAL, 1941). A l'illa de Mallorca s'han esmentat diversos tallers lítics de sílex a l'aire lliure (e.g., CARBONELL *et al.*, 1981; PONS-MOYÀ & COLL, 1984; HERNÁNDEZ *et al.*, 2000). La primera troballa fou realitzada als voltants de la cova des Drac (Santanyí). CARBONELL *et al.* (1981) descrigueren per primera vegada un conjunt microlític de sílex a partir d'una recollida superficial. L'assignació cronològica d'aquest conjunt no és clara. CARBONELL *et al.* (1981: 80) parlaren d'un context del "Neolític preceràmic de Mallorca" i, sense precisar gaire atribuïren el conjunt trobat al "període més antic de les cultures prehistòriques balears trobades fins ara", en el sentit



Figura 19: Mostres de la presumpta obsidiana procedents dels voltants de l'avenc de l'Aigua (Escorca). D'acord amb l'anàlisi mineralògica realitzada pel Dr P. ENRIQUE (Universitat de Barcelona), no es tractaria d'obsidiana. La composició mineralògica suggereix que es pot tractar de vidres de fosa.

Figure 19: Samples of the presumed obsidian from the area surrounding the Avenc de l'Aigua (Escorca). According to the mineralogic analysis made by Dr P. ENRIQUE (Universitat de Barcelona), they are not obsidian. Their mineralogic composition suggests that they may be of foundry glass.

de FERNÁNDEZ-MIRANDA (1978). PONS-MOYÀ & COLL (1984) i WALDREN *et al.* (1984) esmenten nous conjunts lítics principalment a la zona de Santanyí (figura 18). PONS-MOYÀ & COLL (1984) amb molta precaució avançaren -com a hipòtesi de treball, admetent la manca d'elements de judici definitoris i la necessitat de l'excavació sistemàtica dels jaciments prospectats (PONS-MOYÀ & COLL, 1984: 847-848)- que podia haver-hi hagut una presència humana anterior al Neolític. Aquesta possibilitat de presència pre-neolítica és mantinguda per WALDREN *et al.* (1984) per al jaciment del Rafal dels Porcs. Això ho argumenten PONS-MOYÀ & COLL (1984) a partir de l'absència de restes ceràmiques prehistòriques en superfície, de l'acumulació de restes de mol·luscs marins, amb certs paral·lels amb algunes manifestacions de l'Epipaleolític continental, i de la troballa d'uns percentatges entre els instruments lítics recollits semblants als d'alguns jaciments epipaleolítics de la Mediterrània occidental. Aquest argument fou emprat a treballs posteriors per defensar una presència humana a Mallorca anterior al Neolític (LEWTHWAITE, 1989: 545). GUERRERO (1997: 34; 2000b: 119) situa aquests conjunts dintre del capítol dels primers pobladors de les Balears, indicant que els paral·lels tipològics més clars d'aquestes indústries es trobarien: 1) en contextos epipaleolítics del continent, mentre que no es troba res semblant al Neolític continental (GUERRERO 1997: 35); i 2) en contextos tardomesolítics (GUERRERO 2000b: 118). LULL *et al.* (1999: 15-16) i HERNÁNDEZ *et al.* (2000: 361) dubten de l'atribució cronològica que els diferents autors han donat als tallers de sílex a l'aire lliure de Mallorca. Creuen que no està provada una cronologia mesolítica i que no és descartable que sien indústries coetànies a jaciments calcolítics. Aquests autors indiquen que no es pot considerar correcta una

cronologia "mesolítica" per als jaciments de Santanyí, ja que no existeixen paral·lels tipològics amb les sèries epipaleolítics peninsulars ni del Rosselló-Llenguadoc, a diferència del que manté GUERRERO (1997; 2000b).

El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar les indústries de sílex a l'aire lliure de la zona de Santanyí com a jaciments claus de la Prehistòria del PC, a partir de les següents consideracions.

Naturalesa dels materials datats

1. La inexistència de datacions directes sobre el sílex treballat. El fet que una indústria lítica determinada sense context estratigràfic pugui ser diacrònica fins i tot amb els seus paral·lelismes més clars introdueix un element d'incertesa insuperable en l'establiment de la seva cronologia.

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

2. La inexistència de paral·lels clars amb les indústries continentals de sílex (HERNÁNDEZ *et al.*, 2000) és un altre element que cal destacar. Les interpretacions cronològiques anteriors [e.g., les suggerides per CARBONELL *et al.* (1981) i PONS-MOYÀ & COLL (1984), i les considerades fermes per LEWTHWAITE (1989) i GUERRERO (1995; 1997; 2000b)] no estan suportades per cap evidència sòlida.

Tallers lítics de Son Real (Santa Margalida, Mallorca)

GUERRERO (1997: 34-35) donà a conèixer la troballa d'un taller lític a Son Real, a la badia d'Alcúdia, amb instruments de "tradició claramente paleolítica". HERNÁNDEZ *et al.* (2000) realitzen l'estudi acurat dels materials lítics de Son Real, i descarten l'atribució cultural proposada per GUERRERO (1997).

Troballes d'obsidiana (Escorca, Mallorca)

L'obsidiana és una roca volcànica inexistent a Mallorca. S'ha emprat durant la Prehistòria com a matèria prima per fer utensilis. Al llarg de tot el Neolític està documentat el comerç d'obsidiana a la Mediterrània central (TYKOT, 1996).

CARBONELL *et al.* (1981: 80) esmentaren la recent descoberta de restes d'obsidiana a una localitat de la serra de Tramuntana (figura 19). La presència d'obsidiana a Mallorca és recollida també per GUERRERO (1995: 17; 1996a: 806) i HERNANDO (1999: 184). Aquesta presumpta obsidiana no ha estat confirmada per troballes posteriors.

El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar les indústries d'obsidiana de Mallorca com a jaciments claus de la Prehistòria del PC. Els



Figura 20:

Suposat cap de *Capra* gravat a la cova de Betlem, amb còpia del seu calc. El calc no inclou solcs de la roca que presenten la mateixa textura que els suposats gravats. El tipus de banyam que s'ha dibuixat al calc del cap de caprí suposat correspon al banyam de *Capra ibex*, i és un tipus de banyam desconegut a les cabres orades mallorquines (*Capra hircus*), les quals presenten un banyam dret a la base, però divergent i en espiral cap als extrems (ALTA-BÀ, 2000), que mai podria ser representat en norma lateral com el d'una *Capra ibex*. Foto G. Santandreu.

Figure 20:

Supposed *Capra* head engraved in the Cova de Betlem, together with a copy of its tracing. The tracing does not show grooves in the rock that are identical in texture to those in the supposed engraving. The type of horn shown in the tracing resembles that of *Capra ibex*, and it is a type of horn unknown on Mallorcan feral goats (*Capra hircus*), whose horns are straight at the base and diverge and spiral towards their ends (ALTA-BÀ, 2000) and which could never be represented in lateral view as those of a *Capra ibex*. Photo G. Santandreu.

vidres trobats no són d'origen volcànic. Podrien ser restes d'escòria de tallers de fosa d'algun metall a l'aire lliure (Dr P. ENRIQUE, Univ. Barcelona, com.pers.). No es disposa de dades precises sobre la cronologia d'aquests tallers, ni tan sols sobre els metalls que s'hi devien obtenir. Una peça aïllada d'aquest vidre de fosa ha estat recentment trobada a l'entrada de la cova Estreta, juntament amb ceràmica pretalaiòtica (RAMIS & QUINTANA, en premsa), cosa que fa sospitar que provengui de foses realitzades d'aquella època. Hi ha sospites que pugui tractar-se de tallers de fosa de coure, donat que és el metall que requereix una temperatura de fusió més baixa, assolible sense una gran infraestructura (e.g., OZMENT, 1999). Això també recolzaria la interpretació que puguin ser restes prehistòriques. No obstant, a falta d'estudis més acurats sobre aquestes peces, consideram que es tracta d'una documentació poc sòlida que, a hores d'ara, ha de ser deixada de banda pel que fa l'estudi del PC entre els humans i la naturalesa prístina de les Balears.

Cova de Betlem (Deià, Mallorca)

La cova de Betlem és una localitat on es van descriure una sèrie de gravats prehistòrics (RIPOLL & ROSSELLÓ-BORDOY, 1959; ROSENSTINGL & ROSSELLÓ-BORDOY, 1976; CALVO *et al.*, 2000). RIPOLL & ROSSELLÓ-BORDOY (1959) identificaren dues figures antropomorfes, un zoomorf estilitzat i un gravat triangular, indicant que hi havia altres elements d'interpretació dubtosa. Es va apuntar la possibilitat que el zoomorf representàs un *Myotragus balearicus*, espècie que aleshores no se sabia fins quan havia sobreviscut. Posteriorment ROSENSTINGL & ROSSELLÓ-BORDOY (1976), a partir de les dades cronològiques que ja s'havien postulat per a la Prehistòria arcaica mallorquina a partir de l'estudi de la cova de Moleta i de la balma de Son Matge, reinterpretaren el conjunt de gravats, bé

que amb tota reserva, com a una representació d'una escena de caça de *Myotragus balearicus*. GUERRERO (1996a; 1996b; 1997), després de veure'ls i de notificar que s'havia fet un nou calc del panell, no rebutja la interpretació de ROSENSTINGL & ROSSELLÓ-BORDOY (1976), i situa aquests gravats dintre de la tradició de l'art esquemàtic postpaleolític del Llevant ibèric. LULL *et al.* (1999) suposen que els gravats de la cova de Betlem han de correspondre com a mínim a moments avançats del Neolític peninsular, sense excloure que sien posteriors al IV mil·lenni cal BC. Més endavant CALVO *et al.* (1999), que identifiquen molts més gravats que els inicialment descrits per RIPOLL & ROSSELLÓ-BORDOY (1959), suggereixen que serien posteriors a l'arribada dels primers pastors a Mallorca, la qual situen després del 3972 cal BC, a partir del valor modal de les restes datades de la cova de Son Gallard (vegeu més a sota).

El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar la cova de Betlem com a jaciment clau de la Prehistòria del PC, a partir de les següents consideracions.

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

1. No hi ha cap testimoni sòlid a la cova de Betlem de gravats fets per percussió, tècnica que és la que identifiquen RIPOLL & ROSSELLÓ-BORDOY (1959), GUERRERO (1997) i CALVO *et al.* (1999) com a la utilitzada per a la seva realització.
2. La major part dels gravats suposats presentats per CALVO *et al.* (1999) no ho són. Són tan sols textures naturals d'erosió i de corrosió de la roca calcària, conseqüència directa de diferents processos de meteorització. Aquests gravats suposats no tenen res a veure amb el que a la península Ibèrica i a tot el món es presenten com a gravats. Dintre d'aquests gravats supo-



Figura 21: Cova des Morts de Son Gallard (juny 2001). D'aquesta cova prové la datació BM-1994R: 5160±100 BP (4240-3730 cal BC 2()), realitzada sobre una mostra de carbons, la qual fou associada a uns fragments de ceràmica neolítica que romanen inèdits (WALDREN, 1986). Aquest resultat és pres amb reserves a certs treballs (e.g., LULL *et al.*, 1999), donat que mai s'han publicat en detall els resultats de l'excavació d'aquest jaciment. Les datacions realitzades sobre carbons vegetals d'origen desconegut s'han de descartar com a proves sòlides per a la cronologia de la presència humana. Foto G. Santandreu.

Figura 21: Cova des Morts de Son Gallard (June, 2001). The date BM-1994R: 5160±100 BP (4240-3730 cal BC 2()) of a charcoal sample comes from this cave, which was ascribed to fragments of unpublished Neolithic pottery (WALDREN, 1986). This dating is accepted with reservations in certain works (e.g., LULL *et al.*, 1999), as the results of this excavation have never been published in detail. The datings of charcoal of unknown origin have to be rejected as robust proofs for the chronology of the human presence. Photo G. Santandreu.

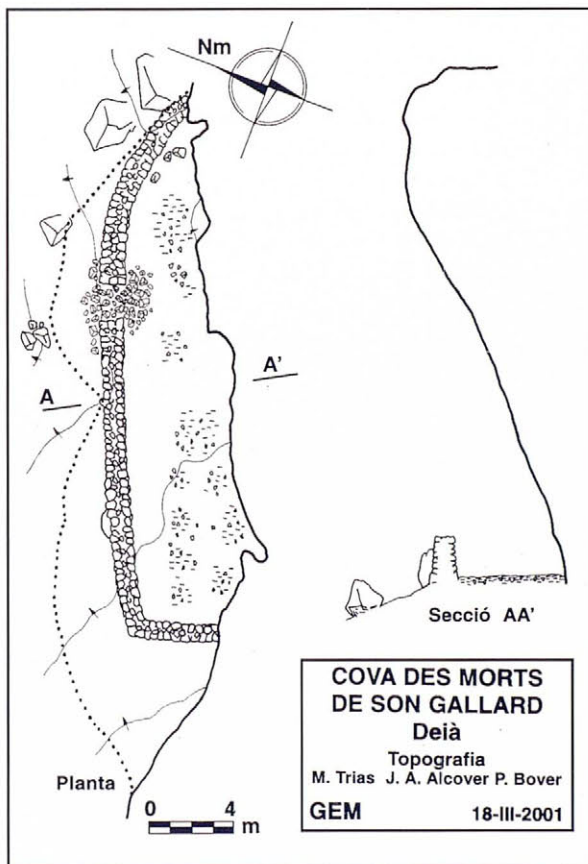
sats, que no són tals, s'inclou particularment el cap de caprí (figura 20), que d'acord amb CALVO *et al.* (1999) seria la figura zoomorfa més clara del conjunt. Aquesta figura suposada no tan sols no és res, sinó que el traçat que es presenta com el seu calc no respon exactament al dibuix de la textura de corrosió corresponent existent a la cova. S'ha d'afegir que el tipus de banyam que s'ha dibuixat al calc del cap de caprí suposat correspondria al banyam de

Capra ibex, i és un tipus de banyam desconegut a les cabres orades mallorquines (*Capra hircus*), les quals presenten un banyam dret a la base, però divergent i en espiral cap als extrems (ALTABA, 2000), que mai podria ser representat en norma lateral com el d'una *Capra ibex*, espècie que, d'acord amb el que sabem, mai ha viscut a Mallorca.

3. Algunes de les línies identificades per RIPOLL & ROSSELLÓ-BORDOY (1959) -concretament, una de les que interpreten com a un antropomorfo- podrien ser realment resultats de manipulacions humanes, però és molt dubtós que ni tan sols es puguin identificar com a gravats prehistòrics.

Cova des Morts de Son Gallard (Deià, Mallorca)

La possessió de Son Gallard està situada al terme de Deià, en un pla al peu dels cims del puig del Teix. Aquest pla està limitat a la part de la mar per un cingle que assoleix localment els 100 m d'alçada. Als peus del cingle hi ha la petita balma, coneguda des d'antic com a cova des Morts per haver-s'hi trobat enterraments prehistòrics. Aquesta balma presenta conglomerats a la base i calcàries grises bioclàstiques del Burdigalià a la part superior. Les dimensions són ben modestes: en planta té 33 m de llargada seguint la penya i 9 m en direcció perpendicular. Actualment una paret de factu-



ra moderna -no prehistòrica- tanca tot l'espai. Una gran pedra ortostàtica està ficada dins la paret moderna.

La cova des Morts de Son Gallard (figura 21) va ser excavada entre 1960 i 1965 (WALDREN, 1982: 193-194). A més d'una ocupació talaiòtica, s'hi documentaren dos enterraments en cista i restes de nivells d'habitació, en ambdós casos esmentant-se la presència de ceràmica de tradició campaniforme i associant-s'hi la datació sobre carbons Y-1789: 3790±80 BP (2470-1970 cal BC 2σ) a un dels enterraments (WALDREN, 1982: 194-196). Posteriorment es publicà una nova datació d'aquest jaciment sobre una mostra de carbons, que figuren com recol·lectats l'any 1983, amb el resultat de BM-1994: 4760±50 BP (WALDREN, 1986), i poc després va ser corregida passant a convertir-se en BM-1994R: 5160±100 BP (BOWMAN *et al.*, 1990: 76), la qual es tradueix en una datació calibrada que té un interval 2σ de 4250-3700 cal BC. La datació fou associada a uns fragments de ceràmica neolítica que romanen inèdits (WALDREN, 1986: 102). Aquest resultat és pres amb reserves a certs treballs (e.g., LULL *et al.*, 1999: 21), donat que mai s'han publicat en detall els resultats de l'excavació d'aquest jaciment.

El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar la cova des Morts de Son Gallard com a jaciment clau de la Prehistòria del PC, a partir de les següents consideracions:

Naturalesa dels materials datats

1. La datació presentada s'ha realitzat sobre carbons vegetals.

Relació estratigràfica

2. Mai s'ha publicat el context detallat de l'excavació de la cova des Morts de Son Gallard (LULL *et al.*, 1999: 21). WALDREN (1986; 1997), GUERRERO (2000a: 27; 2000b: 158) i CALVO *et al.* (1999: 19) accepten aquesta datació, però a altres treballs que tracten el tema, és obviada o rebutjada (e.g., CASTRO *et al.*, 1996; LULL *et al.*, 1999: 21) pel desconeixement del seu context.

Platja prop d'es Caló (Artà, Mallorca)

L'única menció que existeix sobre la presència d'un nivell d'ocupació paleolític a les Balears va ser realitzada per RÖDHENBURG (1992). A unes dunes fòssils trobades prop des Caló, Artà, aquest autor va trobar unes pedres cremades que va atribuir a una llar de foc d'origen antròpic. La descripció de la troballa presenta una certa similitud a la realitzada a la cova de Canet, la qual fou interpretada també com a les restes d'una llar de foc per KOPPER (1984) i GUERRERO (2000a, 2000b). En aquest cas el nivell fou datat en fa 26680±3050/-2200 anys. Aquesta troballa ha passat desapercebuda a la bibliografia arqueològica de les Balears.

Molt probablement la llar de foc suposada no és tal llar, sinó simplement pedres calcinades. En la nostra opinió, aquesta troballa no té res a veure amb la Prehistòria de les Balears.

Cova des Moro (Manacor, Mallorca)

La cova des Moro ha estat recentment descrita per TRIAS (2000), qui en presenta la topografia. Aquesta cavitat conté un jaciment arqueològic i paleontològic (figura 22) que es ve excavant des de 1995. En referència a l'ocupació prehistòrica, se n'han publicat dues datacions (GUERRERO, 2000a), una realitzada sobre un os humà (UtC-7878: 3840±60 BP, 2470-2130 cal BC 2σ; GUERRERO, 2000b: 154) i l'altra sobre una mostra de carbons (UtC-7877: 3961±42 BP, 2580-2300 cal BC 2σ; GUERRERO, 2000b: 154). Per una altra banda, es disposa d'una datació inèdita realitzada sobre una mandíbula d'un caprí introduït (Beta-155645: 3750±40 BP, 2290-2030 cal BC 2σ).

La datació realitzada sobre os humà (UtC-7878) constitueix, a hores d'ara, una de les proves sòlides més antigues de presència humana a les Balears. D'acord amb els criteris exposats prèviament, la lectura directa de la datació UtC-7878 indicaria exclusivament que la presència humana a Mallorca és anterior al 2130 cal BC (límit superior de l'interval 2σ), amb una probabilitat $p > 95\%$. No obstant això, s'ha de tenir en compte que existeix un element d'incertesa que no està totalment controlat. Es tracta del desconeixement de la dieta de l'individu sobre el qual es va fer la datació UtC-7878. Tot i que no es disposa del valor δN^{15} , i tenint en compte la proximitat del jaciment a la mar, no es pot excloure taxativament que aquest individu consumís aliments marins, i, per tant, que la datació obtinguda pugui ser aproximadament un centenar d'anys més antiga que l'edat real de l'individu (segons l'estima presentada per VAN STRYDONCK & MAES, 2001). En conseqüència, d'acord amb aquesta estimació s'ha de concloure que la datació UtC-7878 suggereix que la presència humana a la cova des Moro és anterior a ca. 2030 cal BC.

Una segona aproximació a l'edat real dels ossos humans datats de la cova des Moro es basa en la metodologia proposada per BARRETT *et al.* (2000). Aquests autors consideren que el millor mètode per estimar el percentatge de carboni d'origen marí que es troba en el col·lagen dels ossos datats deriva de l'anàlisi dels isòtops estables de carboni. La mostra datada (UtC-7878) presenta un valor de δC^{13} de $-19,5$ ‰. Aplicant la metodologia proposada per BARRETT *et al.* (2000), aquesta xifra indicaria que en torn d'un 12,76% del carboni del col·lagen datat seria d'origen marí. La correcció de l'edat aparent subministrada per la datació UtC-7878 seria d'uns 51 anys sobre el seu valor modal, i la datació corregida seria de 2460-2030 cal BC 2σ. Aquesta aproximació coincideix, en el seu extrem més



Figura 22: Cova des Moro, sector IV (maig del 2001). Aquest jaciment arqueològic i paleontològic es ve excavant des de 1995. En referència a l'ocupació prehistòrica, se n'han publicat dues datacions (GUERRERO, 2000a), una realitzada sobre un os humà (UIC-7878: 3840±60 BP, 2470-2130 cal BC 2σ) i l'altra sobre una mostra de carbons (UIC-7877: 3961±42 BP, 2580-2320 cal BC 2σ). Una tercera datació (Beta-155645: 3750±40 BP, 2290-2030 cal BC 2σ) feta sobre una mandíbula d'un caprí introduït pels humans, procedeix d'aquest indret. Foto P. Albuquerque.

Figure 22: Cova des Moro, sector IV (May, 2001). This paleontological and archaeological site has been under excavated since 1995. Regarding its prehistorical occupation, two datings have been published (GUERRERO, 2000a). One of them, made on human bones (UIC-7878: 3840±60 BP, 2470-2130 cal BC 2σ), and the other one (UIC-7877: 3961±42 BP, 2580-2320 cal BC 2σ) on a charcoal sample. A third dating (Beta-155645: 3750±40 BP, 2290-2030 cal BC 2σ), made on a mandible from a Caprinae introduced by man, comes from this part of the cave. Photo P. Albuquerque.

recent, amb la basada en les estimacions de VAN STRYDONCK & MAES (2001), i indicaria que la datació UIC-7878 implica que la presència humana a la cova des Moro és anterior a ca. 2030 cal BC.

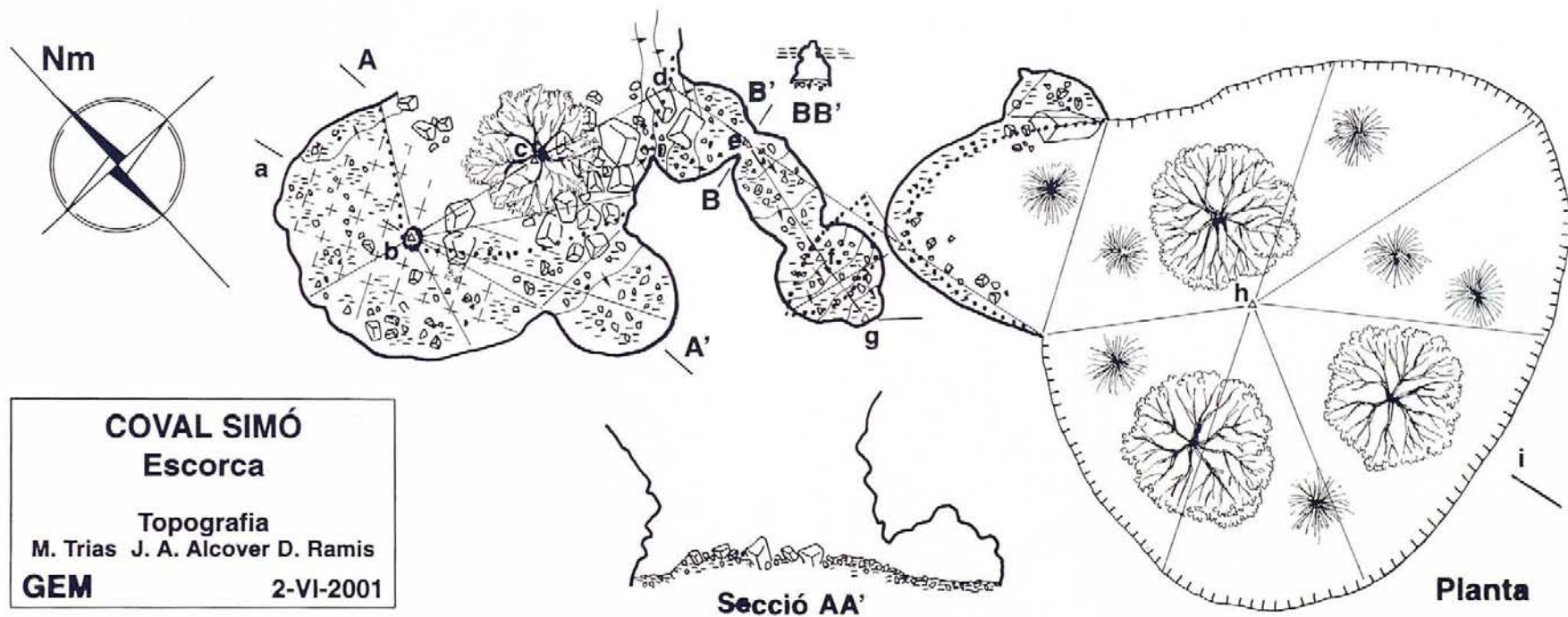
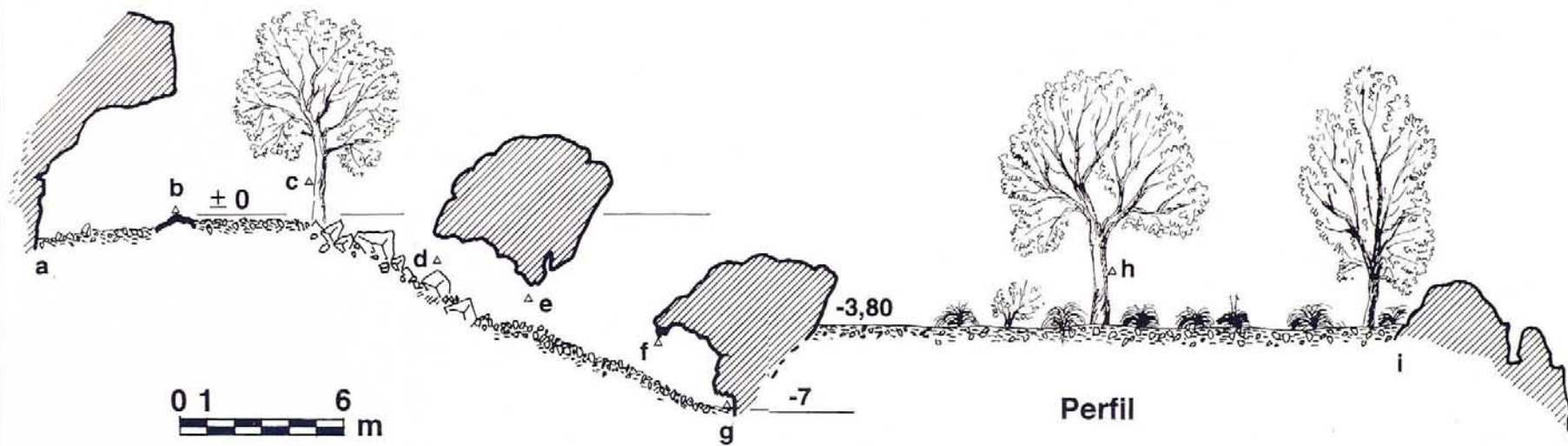
Per una altra banda, la datació Beta-155645, realitzada sobre una mandíbula d'un caprí introduït d'alimentació exclusivament terrestre, demostra inequívocament, amb una $p > 95\%$, que la presència humana a la cova des Moro és anterior al 2030 cal BC.

Pel que fa a la segona datació publicada (UIC-7877), no s'ha de considerar com a testimoni sòlid d'una cronologia primerenca de presència humana donat que s'ha realitzat sobre carbons vegetals. En conseqüència, a partir dels criteris emprats en aquest treball, és descartable com a prova sòlida per a l'establiment d'un *terminus ante quem* per a la presència humana. No obstant, aquesta datació és rellevant per a l'establiment d'un *terminus post quem* (veure més a sota).

Son Ferrandell-Olesa, *Old Settlement* (Valldemossa, Mallorca)

Es tracta d'un assentament a l'aire lliure que ha lliurat una àmplia seqüència cronològica i cultural (e.g., WALDREN, 1984; 1987), però amb greus problemes quant a la contextualització estratigràfica de la informació (SANDERS, 1988; COLL, 2000: 376). La interpretació del jaciment ha estat objecte d'una detallada revisió, realitzada a partir de la bibliografia existent (LULL *et al.*, 1999: 29-32).

La datació més antiga lliurada pel jaciment, i alhora la més antiga associada a materials de tradició campaniforme a Mallorca, realitzada sobre carbons vegetals, és BM-1843R: 4030±110 BP (2900-2200 cal BC 2σ). Les següents datacions en antiguitat, realitzades sobre carbons o sobre material desconegut, se situen entre la fi del III mil·lenni cal BC i l'inici del següent [QL-1636: 3790±90 BP (2500-1950 cal BC 2σ), QL-1592:



COVAL SIMÓ
Escorca

Topografia

M. Trias J. A. Alcover D. Ramis

GEM

2-VI-2001

3700±30 BP (2200-1970 cal BC 2σ) i BM-1981R: 3640±100 BP (2300-1650 cal BC 2σ)]. Totes aquestes datacions, en estar realitzades sobre carbons vegetals o sobre mostres no descrites, són descartables com a proves sòlides de cronologia de presència humana arcaica.

Coval Simó (Escorca, Mallorca)

El trobam a la serra de Cúber, a l'esquena que separa la coma de Son Torrella del pla de Cúber, a 920 m d'altitud, excavat en les calcàries massives del Lias inferior. És la cavitat d'interès arqueològic rellevant situada a més altitud de l'illa.

Es tracta d'una caverna de poc desenvolupament. Si comptam la part que podríem dir exterior (és a dir, la dolina que la completa pel sud-est), la suma de la poligonal arriba als 162 m, mentre que la part que pròpiament és cova només assoleix els 88 m. Tot i tenir tan poc desenvolupament presenta una notable complicació. Està formada per tres parts ben diferents: la sala superior (on hi ha el jaciment arqueològic), la galeria inferior (amb dues entrades), i la dolina (que, a efectes de penetració humana, està aïllada de les altres dues). La sala superior és ovalada; les dimensions en planta són de 14 m per 10 m, si bé que un abisament n'ha deixat la meitat descoberta. El pis és pla, amb alguns blocs producte de l'enderrocament del sòtil. Tanmateix, la majoria de blocs va ser retirada en començar els treballs arqueològics. A la galeria inclinada s'hi entra pels dos extrems: el superior comunica amb la sala superior, mentre que a la part baixa s'hi entra per un pou en forma d'embut, més ample que la galeria. La dolina devia ser una sala que va passar per ull. Només el costat de mestral presenta les parets en balma típiques d'una dolina d'esfondrament. Si bé actualment la galeria i la dolina estan desconnectades, és segur que formen part de la mateixa cavitat, tant per proximitat com pel fet que els sediments del fons de la galeria sembla que hagin arribat, almenys en part, des de la dolina. La seva morfologia presenta els dos aspectes extrems de l'erosió en el medi hipogeu: corrosió i esfondraments clàstics. Cal destacar, en el primer aspecte, els *pendants* i regates de corrosió que trobam al sostre de la galeria.

L'inici de la gènesi d'aquesta cavitat l'hem de cercar en l'excavació en la zona freàtica. Els trets morfològics citats són prou explícits. Això ens obliga a suposar l'existència d'una capa freàtica penjada a una carena de la Serra molt per damunt els nivells de base generals situats als fons de les valls. Tanmateix, els exemples d'aquest fenomen són prou abundants perquè no ens resulti insòlit (e.g., TRIAS, 1982). Els conductes inicials evolucionaren en dues sales unides per una galeria inclinada. En un moment indeterminat, però molt antic, la davallada del nivell piezomètric deixaria part de la cavitat en sec, moment en el qual s'excavarien les

regates de corrosió citades més amunt i que podem veure a la secció BB' de la topografia. La intensitat de la destrucció de la cavitat, principalment a la sala i a la dolina, ens fa pensar en una edat molt reculada per a l'inici de la seva gènesi. A banda dels processos d'esfondrament de la pròpia cova, cal pensar en una perllongada acció erosiva epigea que podria haver canviat el paisatge, fent desaparèixer formes superficials, com ara dolines prou grans per justificar la circulació hídrica necessària per excavar una cavitat d'aquest volum.

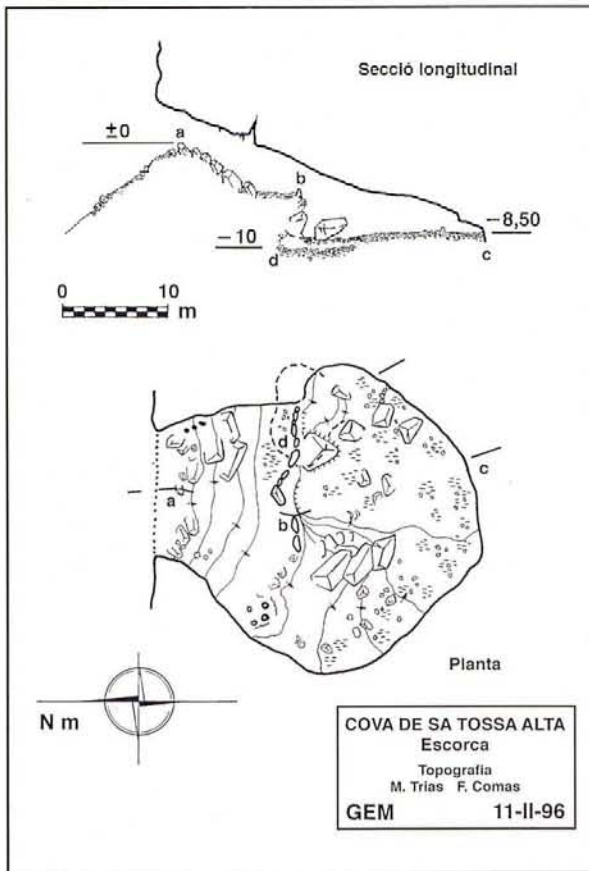
GUERRERO (2000a: 27) esmenta una ocupació tardoneolítica en aquest jaciment, que es troba en vies d'excavació. Anteriorment GUERRERO (1999: 568) situava l'abandonament ca. 2400-2300 cal BC. COLL (2000: 379) i GUERRERO (2000b: 155) indiquen, però, que en estar basada aquesta estima cronològica únicament amb paral·lels ceràmics amb altres jaciments d'estratigrafia problemàtica (tals com Son Matge i Son Ferrandell-Olesa), es fa necessària la confirmació prèvia de la informació procedent d'aquests darrers.

La datació d'un queixal de Caprinae introduït (cabra/ovella; MNIB 80508; COLL, 2001) procedent de la unitat estratigràfica 35, que representa aparentment el nivell d'ocupació humana més antic excavat fins a la data del jaciment, ha donat el resultat de Beta-154196: 3760±40 BP (2300–2030 cal BC 2σ). Aquesta datació permet afirmar amb una $p > 95\%$ que la presència humana més antiga fins ara documentada a la cova és posterior al 2300 cal BC, amb la qual cosa el seu abandonament fou inqüestionablement posterior a aquesta data. Una altra datació presentada per COLL (2001) confirma que l'abandonament seria ben posterior a aquesta data. A hores d'ara, aquesta datació representa l'evidència sòlida més antiga de presència humana a Mallorca, la qual seria, amb una $p > 95\%$ anterior al 2030 cal BC.

Cova de sa Tossa Alta (Escorca, Mallorca)

Aquesta cavitat la trobam als aspres costers de la cara nord del puig Caragoler de Femenia, a 670 m d'alçada, i davall d'un cingle que fa un bec agullonat. El cingle domina soberg un paisatge desolat de carritxeres i esquetjars que davallen cap a la mar, on moren vora el Corral d'en Figuera. No és gaire enfora del camí que des del coll dels Ases (entre el puig Roig i el puig de Femenia) fins al coll Ciuró, volta el puig de Femenia; concretament és devora el camí que davalla en zig-zig cap a les cases abandonades dels Fornets. Aquest darrer camí surt del que hem citat abans, a la part situada davall del coll des Pinotons.

La caverna s'obri en el contacte entre les calcàries massives grises del Lias i les margocalcàries de l'Infralias. Està constituïda per una sola sala inclinada. La planta és arrodonida i de 30 m de diàmetre, i s'estreny a la part de la boca, on només té uns 12 m d'amplada; la superfície aproximada és devers 900 m². El



pis presenta forta inclinació a la zona propera a l'entrada i és ben pla a la part més interior. Els responsables d'aquest anivellament són uns sediments de terra vegetal arrossegats de l'exterior. La zona d'arrop de l'entrada presenta unes grans penyes caigudes. En un espai entre elles és on la cavitat assoleix la fondària màxima, que és de 10 m. El sòtil és llis i la morfologia és bàsicament clàstica. Algunes concrecions en forma d'estalagmites de poca alçada es localitzen en llocs molt concrets de la cavitat, i no són rellevants en el seu conjunt morfològic. El gran volum i la facilitat d'accés la fan un bon refugi o lloc d'habitació, i sembla haver estat ocupada ja des dels temps més reculats de la presència humana a Mallorca. A més de la presència de tests de ceràmica d'Horgen, algunes construccions ens fan palesa aquesta circumstància. És tracta d'una rampa-escala que davalla pel costat oest i d'una terrassa limitada per grans pedres ortostàtiques a la part central de la cova just damunt dels blocs. L'espai condicionat d'aquesta manera té unes dimensions de 4 per 10 m.

Dins el procés genètic de la cova han tingut un paper definitiu les margocalcàries citades més amunt, que formen un estrat vistable a la zona nordoest del puig Caragoler. La seva presència ha donat origen a la font d'en Castell, situada a l'indret de nom ben explicatiu de pla de s'Argilota. Com hem dit, la cova s'obri en el contacte entre les margocalcàries i les calcàries del Lias inferior; ambdós materials tenen un fort pendent

cap al sudoest conseqüència del plegament. Les margocalcàries han creat un nivell de base local per a la circulació hídrica. Aquesta ha excavat la cavitat seguint el junt d'estratificació on entren en contacte les dues formacions, podem suposar que al principi en règim freàtic i prop de la surgència del sistema. La zona d'infiltració la tenim a les tasses i costers de la part alta de la muntanya. En restar en sec la roca per desaparició de la capa freàtica s'ha establert una infiltració vadosa que ha provocat importants esfondraments clàstics que s'han aturat en un estrat; per tant, és per això que el sòtil de la cavitat és llis, seguint l'estrat. Els dipòsits de terra vegetal arrossegada de l'exterior i les obres de condicionament han configurat l'aspecte final de la caverna, bastant més anivellat que no devia ser abans de l'arribada dels humans.

S'ha publicat la troballa superficial d'uns fragments ceràmics en aquesta cova, anomenada erròniament cova de sa Bassa (CALVO *et al.*, 2000). S'ha suggerit, a partir de possibles paral·lels formals i tecnològics de la ceràmica trobada, una assignació cronològica del jaciment a la segona meitat del IV mil·lenni cal BC (CALVO *et al.*, 2000: 407). Aquesta cronologia suggerida s'ha de descartar a partir del que s'ha dit als apartats 7 i 17 de l'anàlisi de la balma de Son Matge.

Cova Murada (Ciutadella, Menorca)

Aquesta cavitat s'obri a la paret occidental del barranc de l'Algendar (Ciutadella, Menorca), a 80 m sobre el nivell de la mar. S'hi accedeix a través d'un caminó estret que inclou parts picades a la roca. Ha estat descrita per MIR (1976), qui en presenta la topografia. És un sistema de drenatge hipogeu de les aigües de la marina superior. La galeria d'entrada, amb un pòrtic de 11 m d'alçària i 9 m d'amplària, conté un important jaciment arqueològic, molt espoliat.

La galeria d'entrada de la cova Murada va lliurar els anys cinquanta cinc banyes de *Myotragus balearicus* que haurien estat trobades en associació a ceràmica "neolítica" pel senyor G. Florit, conservador del Museu Arqueològic de Ciutadella (MERCADAL, 1959). Amb posterioritat se n'han trobat més, de banyes de *Myotragus*, a la mateixa cova (figura 23). Durant quasi quaranta anys (MERCADAL, 1959; GUERRERO, 1995; 1997) s'ha considerat que les banyes de *Myotragus balearicus* trobades a la cova Murada provenien, com a mínim en part, dels nivells d'ocupació humana de la cova. WALDREN & KOPPER (1968: 44) consideren que diferents banyes de *M. balearicus* obtingudes a coves de Menorca varen ser tallades acuradament per humans i que fins i tot una d'elles va ser perforada amb l'objecte de ser emprada com a un penjador. Per un altre costat, aquestes troballes varen donar peu a GUERRERO (1995; 1996a; 1996b; 1997) a inferir una tècnica peculiar d'ablació de banyes realitzada pels humans a Menorca, la qual es basaria en "un

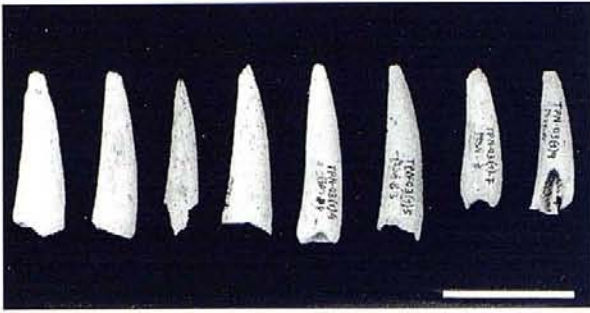


Figura 23: Banyes de *Myotragus balearicus* de la cova Murada. Aquestes banyes foren inicialment considerades com a provinents d'un nivell arqueològic (MERCADAL, 1959) i se'n feren interpretacions diverses [des de considera-ne alguna com a un penjador (WALDREN i KOPPER, 1968) fins a considerar que eren resultats de tècniques d'ablació particulars (GUERRERO, 1995)]. En realitat es tracta de restes d'alimentació de grans àguiles (ARNAU *et al.*, 2000) i procedeixen dels nivells prehumans de la cova. Exemplars conservats al Museu Municipal de Ciutadella (els tres de l'esquerra) i al Museu del Seminari de Ciutadella (els cinc de la dreta). D'esquerra a dreta: MMC 3; MMC 2; TPN 03(1) 73; MDM 80; TPN 03(1) 4/MDM 84; TPN 03(1) 5/MDM 83; TPN 03(1) 7/MDM91; TPN 03(1) 9/MDM 85. Escala 2 cm.

Figure 23: *Myotragus balearicus* horns from Cova Murada. These horns were initially considered as coming from an archaeological level (MERCADAL, 1959) and various interpretations of them have arisen (from some of them being pendants (WALDREN & KOPPER, 1968) to them being an example of a special horn cutting technique (GUERRERO, 1995)). They are actually the feeding left-overs of great eagles (ARNAU *et al.*, 2000) and they come from prehuman levels of the cave. Specimens conserved at the Museu Municipal de Ciutadella (the three on the left) and at the Museu del Seminari de Ciutadella (the five on the right). From left to right: MMC 3; MMC 2; TPN 03(1) 73; MDM 80; TPN 03(1) 4/MDM 84; TPN 03(1) 5/MDM 83; TPN 03(1) 7/MDM91; TPN 03(1) 9/MDM 85. Scale 2 cm.

simple corte vertical'. Tot i que GUERRERO (1997) es mostra prudent pel que fa l'establiment de la cronologia de la presència humana a Menorca a partir de les restes de *Myotragus* d'aquest dipòsit, inclou el dipòsit a l'anomenada fase protoneolítica, que situa entre el 4730 i el 3000 BC.

El grau de solidesa de les evidències disponibles permet descartar la cova Murada com a jaciment clau de la Prehistòria del PC, a partir de les següents consideracions:

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

1. Les banyes de *Myotragus balearicus* procedents de la cova Murada no són resultat de cap manipulació humana, sinó les restes de l'alimentació d'un depredador alat de talla gran, molt probablement l'àguila reial, i amb tota probabilitat es depositaren a la cova abans que hi arribassin els humans (ARNAU *et al.*, 2000). En realitat, contràriament al que s'ha suposat fins fa pocs anys, la datació d'aquestes banyes

aportaria uns indicis sòlids d'absència humana a la cova.

Relació estratigràfica

2. PLANTALAMOR (1997: 327) va aconsellar precaució en el tractament de la informació relativa a la cova Murada, donada la metodologia emprada en la recuperació dels materials. ARNAU *et al.* (2000: 93) indiquen que a una cala feta els anys vuitanta es va trobar una banya de *M. balearicus* per sota del nivell d'ocupació humana de la cova, i suggereixen que les banyes trobades prèviament han de ser anteriors a aquesta ocupació.

Binià Nou (Maó, Menorca)

Aquest jaciment, excavat els anys 1997-1998 per LI. PLANTALAMOR i J.L. GÓMEZ, fou donat a conèixer inicialment per GUERRERO (2000a), el qual li assigna una cronologia del III mil·lenni cal BC, anterior al 2200 cal BC. RUBINOS (2000) presenta diverses datacions realitzades sobre ossos humans. PLANTALAMOR (2001), VAN STRYDONCK & MAES (2001) i PLANTALAMOR *et al.* (2001) presenten, de primera mà, els estudis sobre la seqüència cultural del jaciment, les seves datacions radiocarbòniques i la seva interpretació general.

La datació més antiga, realitzada sobre os humà (UIC-8949: 3745±35 BP; 2290-2030 cal BC 2σ) constitueix, a hores d'ara, la prova sòlida més antiga de presència humana a l'illa de Menorca. La lectura directa de la datació UIC-8949 indicaria exclusivament que la presència humana a Menorca és anterior al 2030 cal BC (límit superior de l'interval 2σ), amb una probabilitat $p > 95\%$. No obstant, d'acord amb els criteris exposats prèviament, i seguint VAN STRYDONCK & MAES (2001), la constatació que l'individu sobre el que es va fer la datació UIC-8949 consumia peixos (tal i com demostra el valor obtingut de δN^{15}), fa que la datació obtinguda sia més antiga que l'edat real de l'individu. Tot i que no és possible corregir amb molta cura les conseqüències del consum de peix, VAN STRYDONCK & MAES (2001: 166) suggereixen que les datacions sobre ossos d'omnívors que presentin una dieta mixta han de presentar uns valors aproximadament un segle més antics que l'edat real dels materials. Per això, la lectura estricta de la datació UIC-8949 suggereix que la presència humana a Menorca seria anterior a ca. 1930 cal BC. Si l'aproximació a l'edat real de la mostra es fa a partir de la metodologia proposada per BARRETT *et al.* (2000), la datació corregida és de 2200-1970 cal BC 2σ, suggerint que la presència humana a Menorca seria anterior a ca. 1970 cal BC. A efectes pràctics, i amb totes les reserves possibles, en el present treball considerarem que aquesta datació demostra que la presència humana a Menorca és anterior a ca. 1930 cal BC.

Es Pouàs (St Antoni de Portmany, Eivissa)

Es Pouàs és l'avenc d'esfondrament més espectacular que es coneix a Eivissa. Es troba a llevant del pla de Corona, entre aquest i el pla de Son Gelabert. La seva boca s'obre quasi dalt un pujol de 236 m. Es Pouàs rep el nom degut al pou d'uns 7 m de diàmetre i prop de 19 m de fondària que comunica la cavitat amb l'exterior. La fondària del pou era inicialment menor,

però l'extracció de sediments la va engrandir. Aquest pou comunica amb una sala irregular de 32 m per 15 m, de planta allargada en sentit E-W. TRIAS (1983) ha descrit la cavitat i ha presentat la seva gènesi.

Es tracta d'un avenc que va ser víctima d'una extracció incontrolada de sediments que va fer malbé bona part dels nivells superiors (FLORIT *et al.*, 1989; COSTA & FERNÁNDEZ, 1992: 304). Una representació tridimensional d'es Pouàs es presenta a la figura



Figura 24: Representació tridimensional d'es Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa). Dibuix M. Trias.

Figure 24: Three-dimensional representation of Es Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa). Drawing M. Trias.

Figura 25: Es Pouàs. D'aquest jaciment prové una datació de suposada presència humana primerenca a les Pitiüses [CSIC-870: 5770±100; 4898-4875 (2%), 4860-4450 (97%), 4424-4397 (2%) cal BC 2σ], que és rebutjada en el present treball.

Figure 25: Es Pouàs. The supposed dating of early human presence on the Pityusics [CSIC-870: 5770±100; 4898-4875 (2%), 4860-4450 (97%), 4424-4397 (2%) cal BC 2σ], which is rejected under this paper, comes from this site.



24. Entre 1989 i 1994 s'hi realitzaren campanyes d'excavació paleontològica (figura 25). ALCOVER *et al.* (1994) postulen un nivell de presència humana a partir de la troballa d'un nivell amb abundància d'ossos cremats i de fauna introduïda. Aquest nivell fou datat [CSIC-870: 5770±100 BP; 4898-4875 (2%), 4860-4450 (97%), 4424-4397 (2%) cal BC 2σ] a partir d'una mostra d'ossos d'ocells no identificats (ALCOVER *et al.*, 1994; GÓMEZ BELLARD, 1995). Aquesta datació es va considerar com a una data a la qual ja hi hauria presència humana. Posteriorment, GUERRERO (1999: 566) publicà altres dues datacions del jaciment (UtC-6222 i UtC-6516), interpretant-les com a proves de presència humana en aquesta cronologia. Aquestes dues darreres datacions són recollides també per COSTA & BENITO (2000) a partir de la publicació prèvia. Aquestes datacions es realitzaren sobre ossos cremats pertanyents a una espècie de rasclo nova per a la ciència, encara no descrita (*Rallus* n. sp., figura 26; UtC-6222: 6130±80 BP, 5300-4840 cal BC 2σ; datació realitzada sobre un fragment distal de tibiotars) i a una oca de talla petita (*Anser* aff. *erythropus*, figura 27; UtC-6516: 5650±60 BP, 4670-4350 cal BC 2σ; datació realitzada sobre un fragment distal de tibiotars), i varen ser fetes per conèixer fins quan havien sobreviscut aquestes espècies, desaparegudes a l'actualitat d'Eivissa, i no perquè aquests ossos es trobassin a cap context arqueològic.

A l'actualitat no es consideren aquestes datacions com a proves sòlides ni tan sols com a indicis sòlids de presència humana a l'illa a partir de dues consideracions.

Problemes d'interpretació del fet que es pretén datar

1. En primer lloc, els estudis recents de BENNETT (1999) i OLSEN (1999) posen en dubte que hi hagi una correlació entre els ossos cremats i alguna implicació cultural directa.
2. En segon lloc, els estudis de MACPHEE *et al.* (1999) apunten que fins i tot nivells que, apa-

rentment, es poden considerar com a coètanis sovint inclouen materials de diferent cronologia. Aquest és el cas de les presumptes associacions de *Rattus rattus* i *Nesophontes* a la República Dominicana. Altres exemples més propers són el de la fauna trobada en superfície al final del pou de la cova des Penyal Blanc (Cabrera; ALCOVER *et al.*, 1997), o la trobada en superfície a la cova des Tancats, a Menorca (LULL *et al.*, 1999).

Puig de ses Torretes (Santa Eulària des Riu, Eivissa)

En aquest assentament a l'aire lliure es va obtenir una datació realitzada a partir d'un os de bou (UtC-8319: 3645±42 BP; 2140-1880 cal BC 2σ; COSTA & BENITO, 2000: 244). GUERRERO (2000a: 28) atribueix aquestes restes al 2100 cal BC. Aquesta datació constitueix, a hores d'ara, la prova sòlida de presència humana més antiga a l'illa. No obstant, d'acord amb els criteris exposats prèviament, la lectura de la datació UtC-8319 indica exclusivament que la presència humana a Eivissa és anterior al 1880 cal BC (límit superior de l'interval 2σ), amb una probabilitat $p > 95\%$.

DELIMITACIÓ D'UN TERMINUS POST QUEM

Indicis d'absència d'humans a les Balears

Capítol apart mereixen els indicis d'absència d'humans a les Balears i la seva cronologia. A partir del que esdevé a altres illes del món, consideram aquí quatre tipus d'indicis sòlids d'absència d'humans a les Balears: absència dels elements culturals diagnòstics d'una època determinada i d'àmplia difusió a l'àrea circumdant, presència d'espècies endèmiques singulars a les illes susceptibles de ser esvaïdes de les illes rere l'arribada dels humans, canvis en la vegetació presumptivament imputables a l'arribada dels humans i canvis en la sedimentació presumptivament vinculats a l'arribada dels humans.

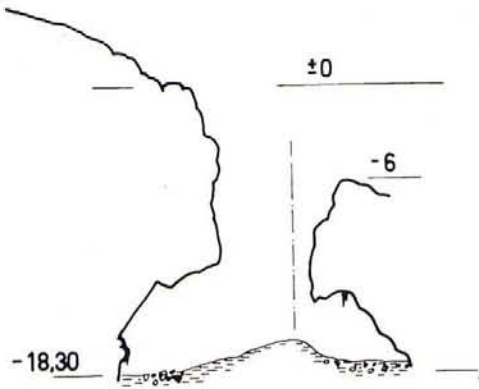
ES POUÀS

SANT ANTONI

Topografia

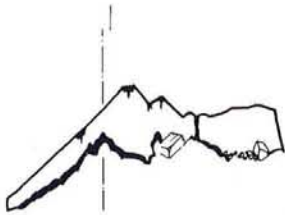
M. TRIAS J.A. ALCOVER

7-10-89

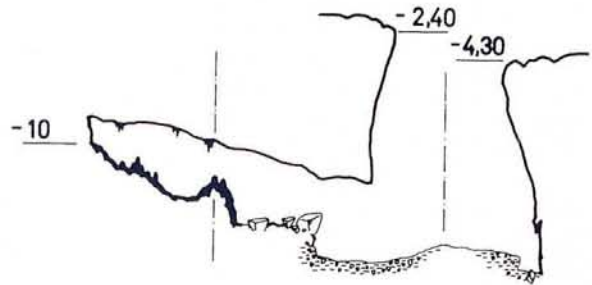


Secció AA'

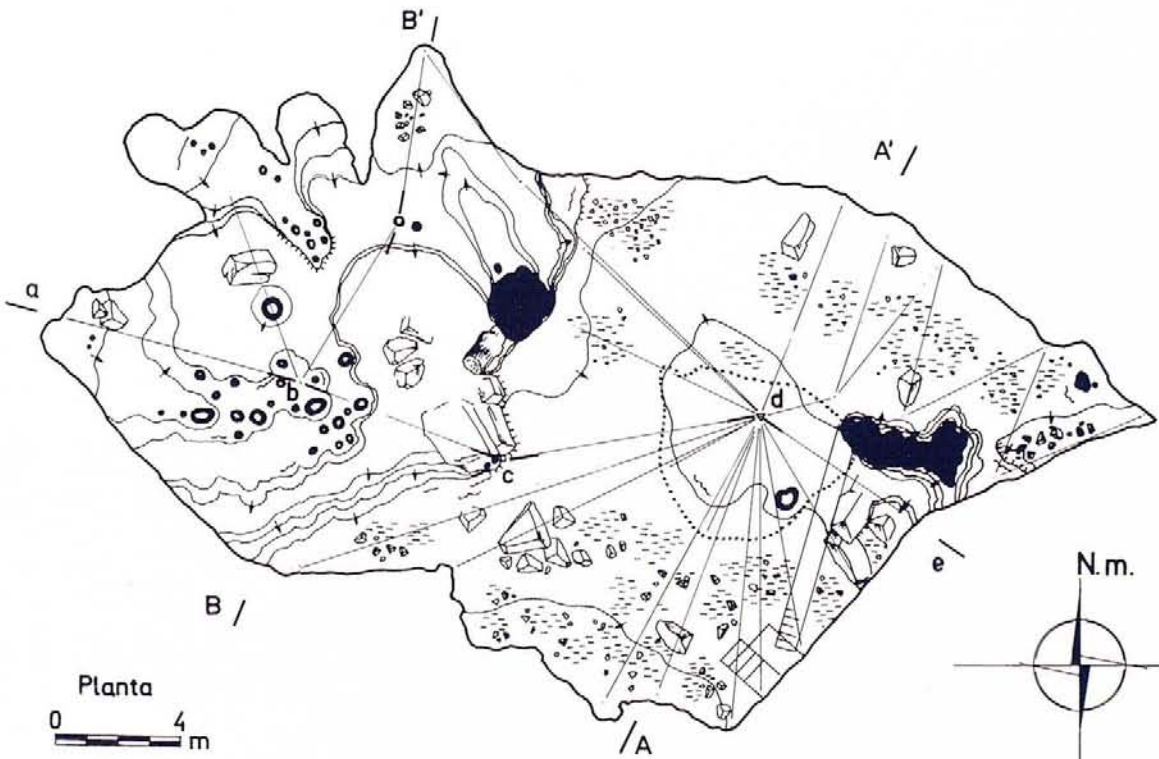
Seccions
0 6 m



Secció BB'



Secció abcde



Planta
0 4 m

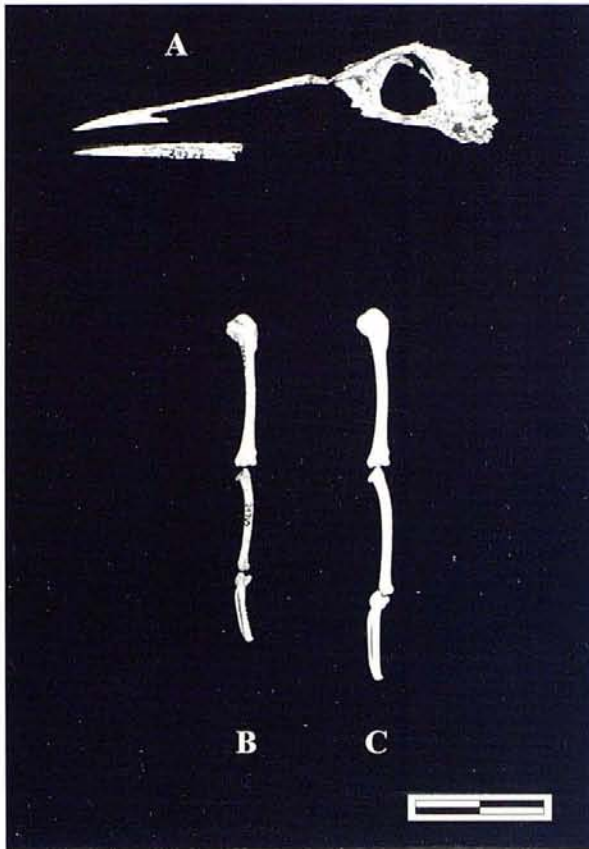


Figura 26: Restes de *Rallus* n.sp. procedents d'es Pouàs. A: Crani i fragment de mandíbula (caixa craniana, MNIB 19153; premaxil·lar, MNIB 19347; fragment de mandíbula, MNIB 29877). B: Ossos de l'ala (húmer, MNIB 29853; ulna, MNIB 29869; carpometacarpia, MNIB 29875). C: Ossos de l'ala de *Rallus aquaticus* per comparació. Un os termoalterat d'aquesta espècie va subministrar la datació UIC-6222 (6130±80 BP, 5240-4840 cal BC 2σ). Escala 2 cm. Foto M. McMinn.

Figure 26: *Rallus* n.sp. fossil remains from Es Pouàs. A: Skull and mandible fragment (braincase, MNIB 19153; premaxillar, MNIB 19347; jaw fragment, MNIB 29877). B: Wing bones (humerus, MNIB 29853; ulna, MNIB 29869; carpo-metacarpus, MNIB 29875). C: Wing bones of *Rallus aquaticus* for comparison. A thermoaltered bone of this species gave the dating UIC-6222 (6130±80 BP, 5240-4840 cal BC 2σ). Scale 2 cm. Photo M. McMinn.

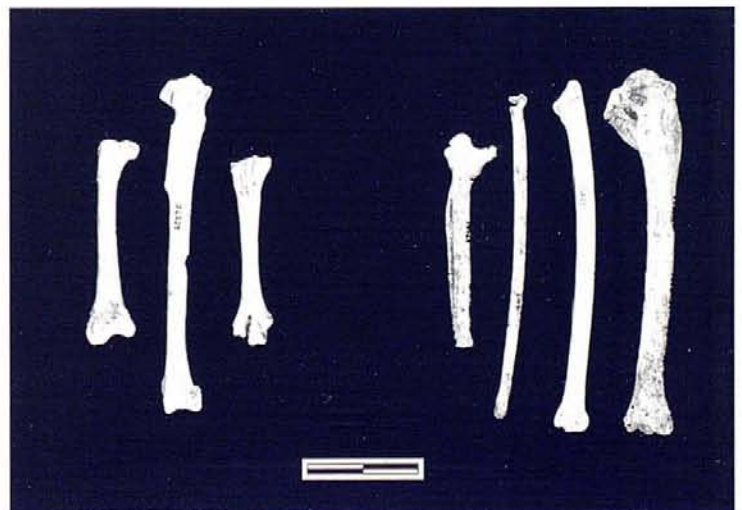
Absència d'elements culturals diagnòstics d'una època determinada a l'àrea circumdant

Determinats elements culturals tenen la peculiaritat de pertànyer únicament a un període cultural, amb una cronologia determinada. A les Balears no s'ha trobat fins ara cap dels "fòssils directors" que caracteritzen l'Epipaleolític i el Neolític antic de les regions circumdants. La cronologia de les diferents perioditzacions habitualment reconegudes a l'àrea oriental de la península Ibèrica i dels estils de campaniforme es presenta a la figura 28.

A cap localitat arqueològica de les Illes Balears s'ha registrat indústria lítica de tradició epipaleolítica o mesolítica, contràriament al que es podria esperar si els primers colonitzadors humans haguessin estat caçadors-recol·lectors preneolítics. També hi ha una absència completa d'elements culturals del Neolític antic, tals com ceràmica cardial/epicardial (BERNABEU, 1989: 123), els quals, en canvi, s'han trobat a Còrsega i Sardenya en dipòsits arqueològics de cronologia neolítica (eg, TYKOT, 1994) i a la zona oriental de la península Ibèrica fins a les darreries del V mil·lenni cal BC, o fins i tot més recentment (e.g., MESTRES & MARTÍN, 1996). Per una altra banda, mai s'ha trobat obsidiana a les Balears (vegeu un poc més amunt). A la Mediterrània occidental hi va haver un important tràfic d'obsidiana durant pràcticament tot el Neolític (TYKOT, 1996). L'absència de tots aquests elements suggereix una arribada més tardana a les darreries del V mil·lenni cal BC i s'adiu bé amb una arribada tardana dels primers colonitzadors humans a les Balears. Aquesta arribada hauria d'haver estat posterior a la desaparició funcional de les indústries de l'Epipaleolític i del Neolític antic a l'àrea circumbaleàrica (RAMIS & ALCOVER, 2001b). D'altra banda, els elements materials trobats a l'arxipèlag balear, amb una cronologia més antiga, com són la ceràmica de tradició campaniforme, els braçals d'arquer, els ganivets de sílex tabular amb talls de retoc pla, o les mostres d'arquitectura megalítica, poden no ser anteriors a l'Edat del Bronze.

Figura 27: Restes d'*Anser* aff. *erythropus* procedents d'es Pouàs. D'esquerra a dreta: fèmur MNIB 24232; tibiotars, MNIB 24229; tarsometatars, MNIB 24230; carpometacarpia, MNIB 19767; radi, MNIB 20080; ulna, MNIB 34827; húmer, MNIB19456). Un os termoalterat d'aquesta espècie va subministrar la datació UIC-6516 (5650±60 BP, 4680-4350 cal BC 2σ). Escala 2 cm. Foto M. McMinn.

Figure 27: Fossil remains of *Anser* aff. *erythropus*. From left to right: femur MNIB 24232; tibiotarsus, MNIB 24229; tarso-metatarsus, MNIB 24230; carpo-metacarpus, MNIB 19767; radius, MNIB 20080; ulna, MNIB 34827; humerus, MNIB19456). A thermoaltered bone from this species gave the dating UIC-6516 (5650±60 BP, 4680-4350 cal BC 2σ). Scale 2 cm. Photo M. McMinn.



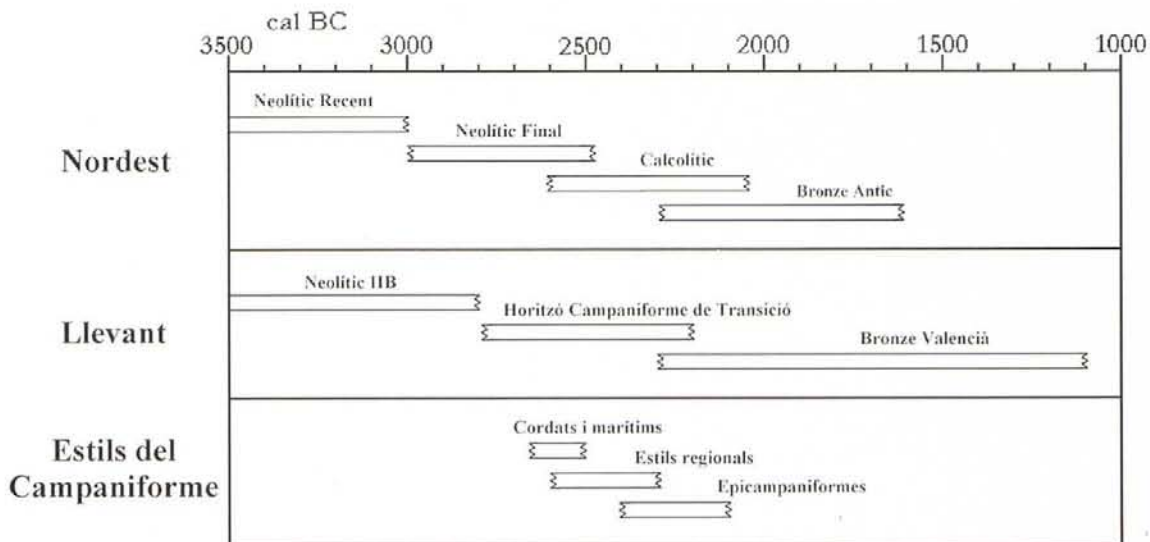


Figura 28: Periodització aproximada de la Prehistòria recent a l'àrea oriental de la península Ibèrica. Cronologia basada en els calibratges subministrats per MAYA (1998) i RINCÓN (1998), a partir de les dades de treballs anteriors. El període de vigència del Calcolític al nord-est ibèric s'ha perllongat seguint MESTRES i MARTÍN (1996). La cronologia dels estils del campaniforme a la península Ibèrica segueix el calibratge de GONZÁLEZ MARCÉN *et al.* (1992), a partir de les dades proposades per HARRISON (1988).

Figure 28: Periodised outline for the recent prehistory of the eastern part of the Iberian Peninsula. Chronology based on the calibrations given by MAYA (1998) and RINCÓN (1998), who follow data from anterior works. The chronology for the Calcolithic in the peninsula's north-east has been extended from MESTRES & MARTÍN (1996). The chronology for the Bell Beaker styles on the Iberian Peninsula follows the calibration given by GONZÁLEZ MARCÉN *et al.* (1992), which are based on the dates proposed by HARRISON (1988).

L'ocupació humana des d'inicis del Neolític es documenta de forma clara a totes les altres grans illes de la Mediterrània. El registre arqueozoològic d'aquestes illes mostra com les comunitats neolítiques, a més de portar les espècies domèstiques, introduïren diversos mamífers silvestres de mida gran i mitjana (VIGNE, 1999), entre els quals destaquen diverses espècies de carnívors: la guineu (*Vulpes vulpes*) al Neolític pre-ceràmic de Xipre (VIII mil·lenni cal BC); el toixó (*Meles meles*) i la fagina (*Martes foina*) al Neolític de Creta (VI mil·lenni cal BC); la guineu al Neolític de Còrsega i de Sardenya (VI mil·lenni cal BC). Aquest patró d'introduccions d'espècies comporta un maneig de la fauna silvestre per part almenys de certes comunitats mediterrànies d'inicis del Neolític, el qual no s'ha documentat a les comunitats insulars del III mil·lenni cal BC. És simptomàtic el fet que a les Balears només es documenti la presència de mamífers al·lòctons silvestres de talla mitjana o gran exclusivament a partir d'època talaiòtica (UERPMANN, 1970; ESTÉVEZ, 1984; CHAPMAN & GRANT, 1995). Als jaciments de cronologia anterior en els que s'ha realitzat una identificació de les espècies teriològiques presents [e.g., ca na Cotxera (CANTARELLAS, 1972); son Ferrandell-Olesa (CLUTTON-BROCK, 1984; SANDERS, 1988); coval d'en Pep Rave (COLL, 1991); coval Simó (COLL, 2000)] no s'ha registrat la presència de cap d'aquests tàxons, i només es troben mamífers domèstics de talla mitjana i gran, i espècies de rosegadors silvestres. Si, com suposa VIGNE (1999), existeix un patró cultural d'introducció d'espècies silvestres que comporta el transport de

determinats tàxons per part de colonitzadors neolítics, l'absència de totes aquestes espècies a les Balears es pot considerar com a un altre indicatiu d'absència d'aquest episodi cultural.

Presència de *Myotragus balearicus* a les Gimnèsies

A un gran nombre d'illes d'arreu del món s'ha documentat que les espècies de mamífers i d'ocells més estranyes desapareixen al poc d'arribar els primers colonitzadors humans (e.g., MARTIN, 1984; MACPHEE & MARX, 1997; ALCOVER *et al.*, 1998; 1999c). Les hipòtesis d'arribada humana a Mallorca vigents fins l'any 2000 (model clàssic, d'arribada ca. 5600 cal BC, i model d'arribada primerenca, ca. 7000 cal BC), juntament amb les dades cronològiques més recents existents sobre la presència de *Myotragus balearicus* (figura 29), implicaven un solapament temporal molt gran entre aquesta espècie i els humans. Aquest ampli solapament no s'adiu amb els coneixements biològics actuals sobre extincions de vertebrats insulars (e.g., ALCOVER *et al.*, 1998). D'acord amb les teories clàssica (ca. 5000 cal BC) i primerenca (ca. 7000 cal BC) de colonització humana de les Balears, Mallorca hauria estat l'única illa del món de mida relativament petita on s'hauria donat una llarga coexistència entre els humans i una espècie endèmica de mamífer altament modificada i adaptada als medis insulars.

Actualment no hi ha evidències clares de les relacions entre els primers colonitzadors humans i *M. balearicus*. No s'han trobat llocs de caça i no hi ha cap lloc on es constati inequívocament la coexistència

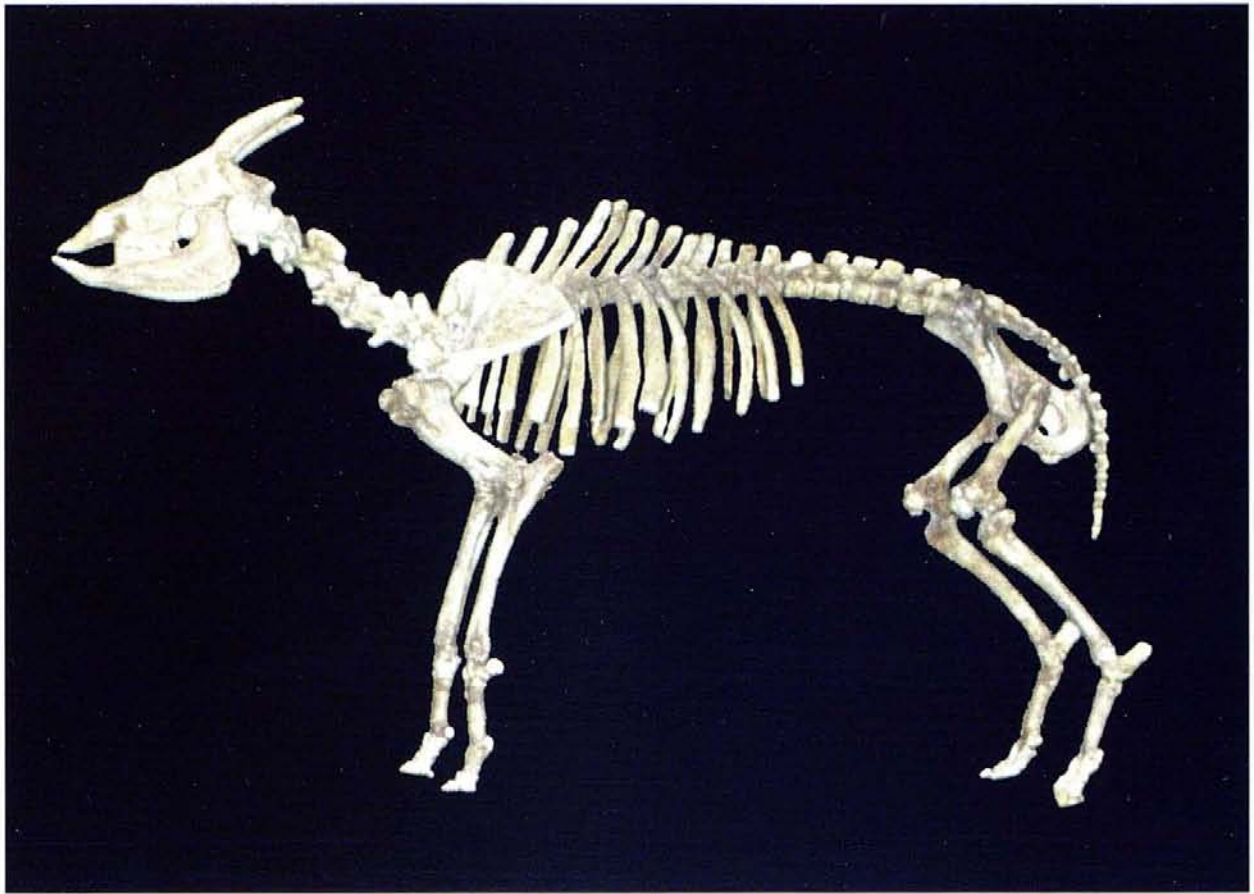


Figura 29. Esquelet reconstruït de *Myotragus balearicus*.

Figure 29. Reconstructed *Myotragus balearicus* skeleton.

entre els humans i *Myotragus*. Les evidències suposades de contacte de la cova de Canet (PONS-MOYÀ & COLL, 1986), balma de Son Matge (WALDREN, 1982), cova de Moleta (WALDREN, 1982), cova Murada (MERCADAL, 1959), i cova des Moro (GUERRERO, 1997) no està inequívocament demostrat que ho sien.

Donada l'escassa mobilitat de *M. balearicus* i la seva suposada manca de por als humans (e.g., ALCOVER *et al.*, 1981; RAMIS & BOVER, 2001), s'ha d'excloure que la manca de dipòsits que documentin la coexistència d'humans i *M. balearicus* respongui a que les dues espècies s'evitassin. Sembla més versemblant que aquesta mancança de dipòsits sia el resultat que s'hagi donat a les Balears una extinció, esdevinguda rere l'arribada dels humans, tan ràpida de *M. balearicus* que virtualment no hagi deixat traces en el registre fòssilífer.

En efecte, els models més acceptats sobre extincions de mamífers a illes (e.g., MARTIN, 1984; DIAMOND, 1984a; LAX & STRASSER, 1992; FLANNERY, 1994; MACPHEE & MARX, 1997; ALCOVER *et al.*, 1998; 1999c) suggereixen que l'extinció d'una espècie endèmica, altament modificada a través d'un procés d'evolució insular, com és el *M. balearicus*, s'hauria produït al poc temps de l'arribada dels humans, talment

com ha esdevingut amb moltes espècies insulars arreu del món. La hipòtesi alternativa que suggereix que les extincions de les megafaunes endèmiques insulars poden estar relacionades amb canvis climàtics no pot explicar com les extincions esdevingudes a diferents illes situades a una mateixa regió biogeogràfica no són sincròniques (e.g., JACKSON & JOHNSON, 2001).

M. balearicus té moltes de les característiques que s'han considerat típiques de les espècies "proclius a l'extinció" (DIAMOND, 1984b), tals com tractar-se d'un endemisme insular, estar mancat de mecanismes de fugida als depredadors, i ser de mida relativament gran [era l'herbívor de talla més gran de les Gimnèsies, i tot i presentar una alçària a la creu d'uns 45 cm (QUETGLAS & BOVER, 1998), s'estima que el seu pes corporal era relativament elevat].

La duració del solapament entre humans i *M. balearicus* pot haver estat molt curta. No disposam de dades directes per conèixer-la, però a partir de les evidències històriques d'extincions d'espècies insulars a altres illes del món (e.g., l'extinció dels dodós, dels moes, i altres) es pot inferir raonablement que degué ser inferior als cent o cent cinquanta anys. Els dodós s'extingiren a l'illa de Mauritiu, una illa amb una extensió de 2000 km² situada a 800 km a l'est de Madagascar (amb dificultats d'accés molt majors que les Balears i amb una orogra-

fia molt abrupta), en menys de 200 anys després que l'illa fos descoberta. Els moes de Nova Zelanda, dues illes amb una extensió que supera els 269.000 km², s'extingiren aparentment en menys d'uns 400 anys després de l'arribada dels humans (e.g., FLANNERY, 1994). Recentment HOLDAWAY & JACOMB (2000) suggereixen que aquest període fou considerablement més curt, de menys de 100 anys.

A partir dels registres de la durada de les extincions d'aquestes i d'altres espècies endèmiques d'illes es pot inferir que una espècie com *M. balearicus* es degué extingir en un període de temps molt curt. A partir d'aquesta especulació raonable, la probabilitat de trobar evidències arqueològiques del contacte entre els humans i *M. balearicus* és tan petita que la troballa de restes d'aquest artiodàctil endèmic serà quasi sempre indicadora que encara no hi havia humans a l'illa, amb un marge d'error estimat en poc més de cent anys. L'acceptació de la hipòtesi d'una arribada humana més tardana del que se suposava fins a la data (RAMIS & ALCOVER, 2001b) és compatible amb una reducció considerable del solapament entre els primers colonitzadors humans i *M. balearicus*, i s'adiu millor amb els models d'extinció sobtada de les espècies insulars (MARTIN, 1984; MACPHEE & MARX, 1997). Si aquesta extinció fou deguda a les pressions de caça realitzades pels humans, a la destrucció de l'hàbitat, a la introducció de competidors o de depredadors, o a la introducció de malalties que actuassin com a un flagell d'efectes molt ràpids és un tema encara no resolt. L'extinció en la mateixa època d'altres espècies autòctones que no es poden considerar com a susceptibles de ser caçades pels humans suggereix, tot i que no prova, que la introducció d'epizooties degué tenir una importància notable en el procés d'extinció de la fauna autòctona de les Gimnèsies. Aquest suggeriment ha estat expressat prèviament per diferents autors (e.g., CLUTTON-BROCK, 1984: 107), i, de ser provat, pot representar una documentació important per acceptar l'anomenada hipòtesi de la hipermalaltia (MACPHEE & MARX, 1997) com a explicació de les extincions de megafaunes insulars.

La consideració que la troballa de *M. balearicus* és un indicatiu sòlid d'absència d'humans a les Gimnèsies es basa en dues suposicions. En primer lloc, que *M. balearicus* hauria viscut a les Balears fins l'arribada dels humans. En segon lloc, que la duració del contacte entre *M. balearicus* i els colonitzadors humans hauria estat molt curta. La primera suposició és raonable. No hi ha motius de pes per suposar una extinció prèvia a l'arribada dels humans d'una línia que havia evolucionat a Mallorca durant 5,3 milions d'anys i a Menorca durant 2,3 milions d'anys (BOVER & ALCOVER, 2000), període en el qual es van donar un elevat nombre de glaciacions i èpoques interglacials.

Alguns autors han suposat recentment que la causa de l'extinció de *M. balearicus* no hauria estat antròpica,

sinó d'origen climàtic, almenys a alguna de les illes (e.g., LULL *et al.*, 1999). Aquests autors consideren que *M. balearicus* era una espècie especialitzada en consumir boix (*Buxus balearica*; vegeu la figura 30), que aquesta planta va desaparèixer de Menorca per un canvi climàtic i que a continuació es va extingir *Myotragus* en no trobar la planta de la qual, segons aquests autors, depenia. Aquesta hipòtesi està mancada de base. No tenim evidències que *M. balearicus* depengués del boix per sobreviure (ALCOVER *et al.*, 1999b). No hi ha evidències que el boix s'extingís a Menorca abans de l'arribada dels humans. No hi ha evidències incontestables que la causa del declivi del boix sia primàriament climàtica (ALCOVER *et al.*, 1999a). Aquesta planta sobreviu actualment a alguns cims de la serra de Tramuntana, tant a zones molt mancades de sòls com a zones amb sòls, de clima fred i amb abundants precipitacions. Sobreviu també a l'illa de Cabrera, de clima calorós i amb escasses precipitacions, mentre que no sobreviu a Menorca, una illa amb un clima menys àrid que el de Cabrera. LULL *et al.* (1999) tampoc contempen que a la mateixa època s'hi extingiren *Eliomys morpheus* i *Asoriculus hidalgoi*, espècies de les quals tampoc no tenim constància ni tan sols que visquessin a les boixedes. La hipòtesi de LULL *et al.* (1999) sobre l'extinció de *M. balearicus* sembla està mancada, doncs, d'evidències sòlides que la suportin.

Per contra, es té constància que *M. balearicus* va viure a les Illes Balears durant centenars de milers d'anys, tant a èpoques glacials com a interglacials. El darrer interglacial sembla haver estat de clima més càlid que l'actual, àdhuc a les Balears (e.g., ROSE *et al.*, 1999; VESICA *et al.*, 2000), sense que es registrés cap extinció de cap vertebrat terrestre a cap de les illes. Per una altra banda, sabem que *M. balearicus* era molt abundant, almenys a Mallorca (i segurament també a Menorca), tant durant els períodes glacials com en el transcurs dels períodes interglacials. El seu declivi no pareix, doncs, haver estat relacionat amb cap causa climàtica i la hipòtesi que fos degut a l'arribada dels humans ens sembla la hipòtesi alternativa més probable.

GUERRERO (2000b) considera que *M. balearicus* s'hauria extingit abans de l'arribada dels colonitzadors del Calcolític (la qual situa ca. 2600/2500 cal BC; GUERRERO, 2001), i atribueix aquesta extinció a una sèrie de factors convergents imprecisos, entre els quals inclou els humans que, en la seva opinió, freqüentaven intermitentment l'arxipèlag amb seguretat des de mitjans del V mil·lenni (GUERRERO, 2000b: 140) i tal volta des de finals del VIII mil·lenni (GUERRERO, 2000a: 25; 2000b: 156). Aquesta hipòtesi no serà considerada al present treball ja que no està fonamentada en cap dada sòlida, no explicita els factors convergents suposats, no analitza els efectes de cadascun d'aquests factors i no aporta cap prova de les freqüentacions intermitents suposades.

Les datacions més recents realitzades sobre un os de *Myotragus* són la BM-1408: 4093±398 BP (3700-1600 cal BC 2σ), procedent de la balma de Son Matge, i la UtC-6517: 4785±40 BP (3650-3380 cal BC 2σ), provinent de la cova des Penyal Blanc a Cabrera (RAMIS & ALCOVER, 2001b). Aquestes datacions documenten, amb una probabilitat $p > 95\%$, que *M. balearicus* es va extingir després del 3700 cal BC a Mallorca i després del 3650 cal BC a Cabrera. En aquest cas, malgrat la gran proximitat entre Cabrera i Mallorca, seria possible pensar en una supervivència d'aquesta espècie a la petita illa de Cabrera després de la seva desaparició a les illes majors. La datació disponible de *M. balearicus* immediatament anterior és la proporcionada per materials procedents de la cova Estreta de Pollença, UtC-5171: 5720±60 BP (4720-4400 cal BC 2σ).

Presència d'ocells endèmics a les Pitiüses

A un gran nombre d'illes del món s'ha documentat que l'arribada dels humans comporta la ràpida extinció de les espècies ornítiques endèmiques i un canvi sobtat en l'estructura de les comunitats d'ocells (MILBERG & TYLBERG, 1993; JAMES, 1995; ALCOVER *et al.*, 1999c). Aquesta extinció afecta d'una manera molt específica els rasclons (STEADMAN 1991; 1995). Abans de l'arribada dels humans, les Pitiüses eren les úniques illes de la Mediterrània desproveïdes de mamífers (FLORIT *et al.*; 1986, ALCOVER *et al.*, 1994). La comunitat ornítica de les Pitiüses s'estructurava d'una forma molt peculiar. Els seus paral·lelismes més clars es troben a les illes Hawaii (SEGUÍ & ALCOVER, 1999). La comunitat ornítica de les Pitiüses sembla haver estat bastant estable des de fa, com a mínim, 30.000 anys fins a l'arribada dels humans.

D'acord amb els models més generals d'extinció d'ornitofauna insular endèmica, cal esperar que l'arribada dels humans a les Pitiüses comportàs la ràpida extinció d'algunes espècies, així com un canvi en l'estructura de la comunitat ornítica. L'extinció de les espècies que es poden considerar com a més proclius a extingir-se rere l'arribada dels humans pot haver estat un fenomen molt ràpid. La presència d'aquesta taxa en el registre pot ser considerada com a un indicatiu que els humans encara no havien colonitzat l'illa (o, alternativament, que es trobaven a la primera fase de la colonització).

Disposam de dues datacions realitzades sobre ossos d'ocells endèmics de les Pitiüses. En primer lloc, es va datar la part distal d'un tibiotars d'una espècie de rascló endèmica, encara no descrita (*Rallus* n.sp.; figura 26), la qual va donar una datació 5300-4840 cal BC 2σ. Per una altra banda, es va datar la part distal d'un tibiotars d'una oca de petita talla, derivada d'*Anser erythropus* (figura 27), i que encara no s'ha establert si es pot considerar com a un tàxon diferent (espècie o subespècie) o si simplement n'era un ecotipus. Aquest ós va donar una datació 4670-4350 cal BC 2σ.

Aquestes dues datacions suggereixen que els humans o no eren presents a l'illa o la seva presència era molt recent. Aquest indicatiu d'absència d'humans no és, però, tan sòlid com el derivat de la presència de *Myotragus balearicus* a les Gimnèsies, donat que les espècies sobre les quals s'han realitzat les datacions no es poden considerar tan proclius a l'extinció, en el sentit de DIAMOND (1984b), com ho era *M. balearicus*.

Canvi en la vegetació

L'arribada d'humans a una illa sol anar associada a un canvi sobtat en l'estructura de la vegetació (e.g., FLENLEY *et al.*, 1991; JAMES 1995; ALCOVER *et al.*, 1999c; HANNON & BRADSHAW, 2000). La detecció d'un canvi sobtat en la vegetació és esperable rere la primera arribada dels humans a una illa. A les Gimnèsies, des del 6000-5500 fins el 4000-3000 cal BC, d'acord amb les anàlisis palinològiques, no es detecta cap canvi en la vegetació que pugui ser interpretat com a resultat d'una influència humana inequívoca (YLL *et al.*, 1999). Un canvi notable de la vegetació de Mallorca i de Menorca es registra el III mil·lenni cal BC (YLL *et al.*, 1999: 49; LÓPEZ, 2000: 200-201; figura 29), tot i que sembla existir encara alguna incertesa en la seva cronologia. Encara que YLL *et al.* (1999) i PÉREZ-OBOL *et al.* (2000) consideren que la causa d'aquest canvi en la vegetació és climàtica, coincideix amb el que s'esperaria que esdevingués en arribar els primers humans a l'illa. La coincidència del canvi en la vegetació amb la data de la primera arribada proposada per RAMIS & ALCOVER (2001b) és



Figura 30: Bosquet de boix (*Buxus balearica*), Puig Gros de Temelles (Pollença). El boix presenta actualment una distribució relict a Mallorca i ha desaparegut a Menorca. Abans de l'arribada dels humans era una planta relativament abundant a Mallorca i a Menorca. Es disposa de testimonis que era consumida per *Myotragus balearicus*, tot i que aquesta espècie molt probablement no depenia del boix per sobreviure.

Figure 30: Box (*Buxus balearica*) wood, Puig Gros de Temelles (Pollença). The current box distribution is relict on Mallorca, whereas it is now absent on Menorca. Before man's arrival, it was an abundant plant on both islands. There is some documented evidence that it was consumed by *Myotragus balearicus*. However, it is not very probable that this species depended on it to survive.

compatible amb l'existència d'una relació estreta entre aquests dos esdeveniments, tot i que no ho prova. Per a YLL *et al.* (1999) i PÉREZ-OBÍOL *et al.* (2000) el canvi en la vegetació seria explicable per un increment en les condicions d'aridesa de les illes.

Dades sedimentològiques

L'arribada d'uns humans a un territori insular sovint es veu reflectida en l'existència de discontinuïtats notables a diferents dipòsits sedimentaris. Un sobtat i pronunciat increment en partícules microscòpiques de

carbó es considera com a una de les conseqüències sedimentològiques de l'arribada dels humans a una localitat (BURNEY, 1999). Dos són els tipus de sediments on és apreciable aquest canvi, els sediments cavernícoles i els sediments llacunars. En efecte, l'arribada primera i ocupació d'una cavitat per part d'uns humans sol quedar reflectida en un canvi sobtat en els sediments, que sovint comencen a incorporar partícules microscòpiques de carbó. El canvi de color provocat per aquesta acumulació de partícules sol ser apreciable a simple vista. Per una altra banda, també a sediments llacunars s'han detectat discontinuïtats atribuïdes a l'arribada dels humans (e.g., BURNEY *et al.*, 1994). L'aproximació sedimentològica per a l'estudi de l'arribada dels humans a una illa ha estat emprada a llocs tan diversos com Hawaii, les Índies Occidentals, algunes illes del Pacífic meridional i Madagascar (BURNEY, 1999).

A les Balears a hores d'ara no hi ha gaire informacions sedimentològiques que permetin una aproximació al coneixement de la discontinuïtat sedimentària presumptivament relacionada amb la primera arribada dels humans. Manquen especialment dades cronològiques sobre aquesta discontinuïtat. Tot i amb això, com a mínim a una localitat es constata una discontinuïtat sedimentològica relacionable amb la primera arribada dels humans a l'indret. Es tracta del jaciment de la cova des Moro. A la sala d'entrada d'aquest jaciment es pot diferenciar perfectament entre els sediments dels nivells antròpics i els nivells preantròpics (figura 31). Es disposa d'una datació que és rellevant per a l'establiment d'un *terminus post quem* per a l'ocupació d'aquesta cova. Es tracta de la datació UtC-7877 (GUERRERO, 2000a; 2000b), realitzada sobre una mostra de carbó trobada a un nivell de cendres situat a la base dels nivells humans d'ocupació. Aquesta datació presenta un interval 2σ de 2580-2320 cal BC, i és indicativa que l'ocupació de la cova (almenys de l'indret de la cova d'on procedeix) és posterior al 2580 cal BC amb una probabilitat $p > 95\%$.

Tot i que aquesta datació reflecteix un *terminus post quem* per a la presència humana a la cova des Moro (almenys de l'indret de la cova d'on procedeix, bé que probablement per a tota la cova), creim que es fan necessàries noves datacions tant a la mateixa cova com a altres localitats, amb l'objectiu de poder arribar a fixar d'una manera fiable aquest *terminus* per a tot Mallorca, així com per a les altres illes.

Revisió dels models sobre la colonització humana de les Balears

Els models sobre la colonització humana de les Balears s'han elaborat a partir, sobretot, de les evidències suposades existents a Mallorca. Les evidències



Figura 31: Canvi sedimentològic relacionat amb el PC, cova des Moro. Es disposa d'una datació que és rellevant per a l'establiment d'un *terminus post quem* per a l'ocupació d'aquesta cova. Es tracta de la datació UtC-7877 (GUERRERO, 2000a; 2000b), realitzada sobre una mostra de carbó trobada a un nivell de cendres situat a la base dels nivells humans d'ocupació. Aquesta datació presenta un interval 2σ de 2580 - 2320 cal BC, i és indicativa que l'ocupació de la cova (almenys de l'indret de la cova d'on procedeix) és posterior al 2580 cal BC amb una probabilitat $p > 95\%$. Foto G. Santandreu.

Figure 31: Sedimentological discontinuity related to the First Contact (PC) event, Cova des Moro. There exists a relevant dating to establish the final terminal point for the human occupation of this cave, being the dating UtC-7877 (GUERRERO, 2000a; 2000b) made on a charcoal sample from an ashbed at the base of the human-occupation levels. This dating has a 2σ interval of 2580 to 2320 cal BC, and it indicates that the cave's occupation (at least in the part of the cave where the sample was obtained) is postdates to 2580 cal BC with a $p > 95\%$. Photo G. Santandreu.

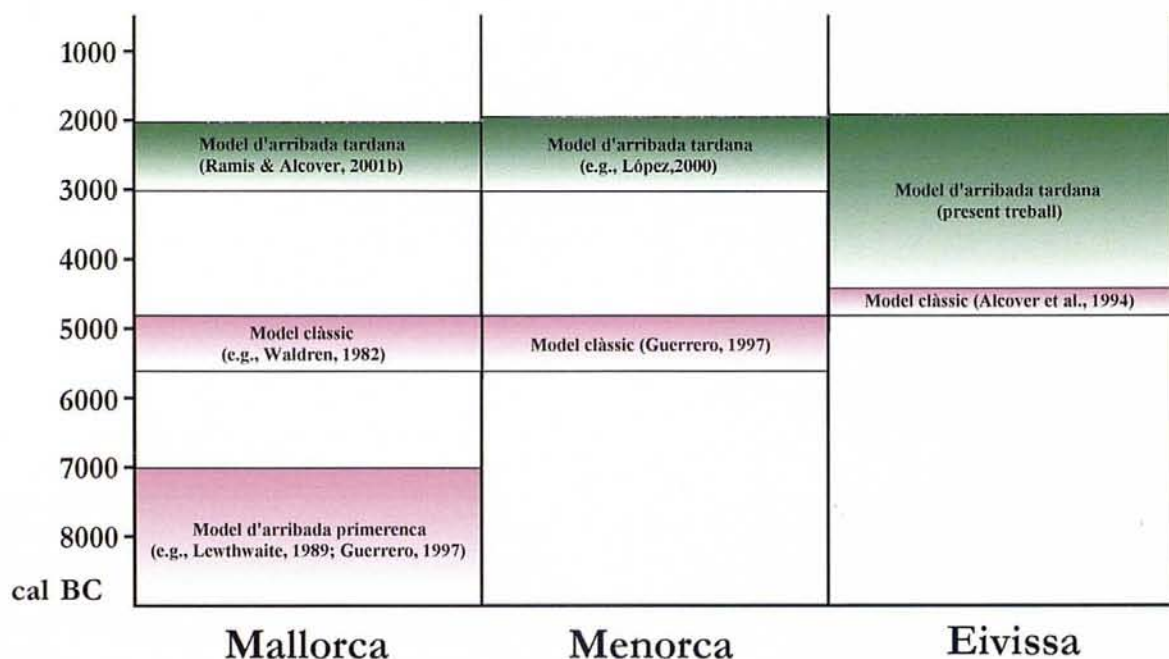


Figura 32: Models sobre l'època de colonització de les diferents illes. S'assenyala, en tramut, l'espectre temporal en què els diferents models situen el PC. Aquesta gràfica no incideix en la continuïtat del poblament humà, la qual és discutida al text. Els períodes abastats són indicatius del grau d'incertesa existent (és a dir, als models no s'indica exactament l'any en què es produeix el PC, sinó un període dintre del qual se situa, sense que es pugui dir si el PC s'apropa més a la data més antiga o a la data més recent de l'espectre). En verd, els models que es consideren acceptables. En rosa, els models alternatius rebutjats en aquest treball.

Figure 32: Models for the period of colonisation on the different islands. They show, shaded, the temporal ranges for the different First Contact (PC) models. This diagram does not show the continuity patterns for human settlement, which are discussed in the text. The periods shown are indicative of the degree of uncertainty that exists (that is, the models do not show the exact year when the PC occurred, only the period that it is situated within, but whether this moment is closer to the starting date or the closing date is impossible to say). In green, the models that are considered as acceptable under this paper. In pink, the alternatives rejected under this paper.

suposades de presència humana primerenca a Menorca i a les Pitiüses han estat febles (e.g., COSTA & FERNÁNDEZ, 1992; COSTA, 2000; PLANTALAMOR, 1992; 1997; LÓPEZ 2000), i l'estudi de la colonització d'aquestes illes sovint fa referència a dades provinents de Mallorca.

Fins al recent treball de RAMIS & ALCOVER (2001b), les hipòtesis recents sobre la colonització humana de Mallorca es podien resumir en els següents models:

- (1) WALDREN (1982: 112-114; 1997) suposa una presència humana ininterrompuda des de prop del 5600 cal BC (a partir del valor modal de la datació més antiga procedent dels nivells de copròlits de la balma de Son Matge), rebutjant de fet les evidències suposades de la cova de Canet (figura 32).
- (2) LEWTHWAITE (1989: 545) i GUERRERO (1997: 33; 1999: 566) accepten les datacions de la cova de Canet, defensant una colonització definitiva a un moment tan primerenc com és ara la darrereria del VIII mil·lenni BC, fa més de 9000 anys. En aquest cas, quan s'ha publicat el calibratge de la datació més antiga d'aquest jaciment, no s'ha fet servir el valor modal sinó

l'extrem més recent de l'interval 2σ , amb la qual cosa l'antiguitat continua essent la mateixa (GUERRERO, 1999; figura 32).

- (3) Un altre model postula una colonització definitiva més recent de Mallorca pels humans, precedida per un llarg període de presències humanes temporals, més o menys esporàdiques (considerant com a vàlides algunes o totes les evidències suposades més antigues que han estat qüestionades en el present treball). Les interpretacions d'aquestes presències humanes discontinües són diverses: bé una ocupació estacional realitzada per emprar alguna casta de recurs de l'illa (ENSENYAT, 1991; CASTRO *et al.*, 1996; LULL *et al.*, 1999; GUERRERO 2000a; 2000b), bé una arribada accidental (FERNÁNDEZ-MIRANDA 1978: 106), o bé un curt episodi colonitzador sense continuïtat o una visita esporàdica (COSTA, 2000: 51; GUERRERO 2000a: 25; 2000b: 106, 156). En opinió dels seguidors d'aquest model, la colonització permanent de Mallorca es degué iniciar:
 1. a principis del IV mil·lenni cal BC (GUERRERO 2000a; 2000b), d'acord amb el valor modal de la datació més antiga de

la cova dels Morts de Son Gallard (realitzada sobre carbons vegetals), o

2. a mitjans o a finals del IV mil·lenni cal BC (LULL *et al.*, 1999), d'acord amb el valor modal de la datació sobre carbons vegetals del nivell més primerenc que conté espècies domèstiques i ceràmica a la balma de Son Matge (segons WALDREN, 1982), o
3. a la segona meitat del III mil·lenni cal BC (ENSENYAT, 1991: 261; CASTRO *et al.*, 1996: 111; COSTA, 2000: 52) segons el valor modal de la datació més antiga procedent de Son Ferrandell-Olesa i que, alhora, és la datació més antiga que s'associa a la ceràmica incisa de tradició campaniforme, malgrat estar realitzada sobre carbons vegetals.

El problema fonamental d'aquests models és la feblesa de la seva base empírica, donat que les evidències que els sostenen no resisteixen una anàlisi sobre la seva solidesa i, en conseqüència, són descartables d'acord amb la revisió aquí presentada. En segon terme, com a models teòrics pateixen greus deficiències per poder ser acceptables. D'una banda no justifiquen de forma convincent la presència humana durant el Mesolític i/o el Neolític sense que s'hagi trobat a Mallorca cap dels fòssils directors d'aquests episodis culturals, d'acord amb el registre actual. La idea que la població mallorquina romangué aïllada durant diversos mil·lennis o que, els visitants intermitents suposats no deixaren cap rastre cultural característic, ni tampoc paleoecològic, no resulta plausible comparant-la amb l'evidència de totes les altres illes de la Mediterrània. D'altra banda, aquests models no donen cap explicació per al fenomen de la llarga coexistència entre els humans i *Myotragus*, que es derivaria de la seva acceptació, ja descartada la hipòtesi de l'intent de domesticació d'aquesta espècie endèmica (e.g., RAMIS & BOVER, 2001), quan a totes les altres illes mediterrànies les espècies endèmiques proclives a l'extinció desapareixen quasi simultàniament amb l'aparició de les primeres evidències culturals sòlides.

Cap d'aquestes hipòtesis és sòlida a la llum de l'anàlisi presentada en aquest treball, i, en conseqüència, totes s'han d'abandonar (RAMIS & ALCOVER, 2001b). Ara per ara, les proves sòlides de presència humana més antiga a Mallorca són les restes òssies d'un caprí introduït procedent del coval Simó i d'un caprí introduït i d'un humà procedents de la cova des Moro (que documenten, amb una $p > 95\%$ la presència humana a l'illa abans del 2030 cal BC). Es tenen indicis sòlids (però no proves) que l'arribada dels humans a Mallorca no es degué produir abans del III mil·lenni cal BC (tals com la cronologia del canvi de vegetació - tot i que existeixen encara alguna incertesa sobre aquesta cronologia-, algunes dades sedimentològi-

ques, i l'absència a les Balears d'elements culturals que són característics dels temps anteriors al III mil·lenni cal BC). Hi ha indicis d'absència d'humans a Mallorca a mitjans del IV mil·lenni cal BC (com ara és la presència de *Myotragus balearicus*). La hipòtesi més parsimoniosa, i que és, per tant, la més acceptable científicament, consisteix en situar el PC entre els humans i la naturalesa prístina de Mallorca en un moment encara no ben precisat del III mil·lenni, entre ca. 3000 i el 2030 cal BC, en considerar prou fiables els indicis sòlids d'absència humana dalt esmentats. Es tracta d'una hipòtesi sòlida i avaluable, no especulativa, i a la llum de la qual moltes incerteses que es trobaven a la Prehistòria de les Balears es poden entendre. Aquest és el cas, per exemple, de l'afirmació de SCHÜLE (1993: 406) segons la qual els arguments per una llarga coexistència a Mallorca entre els humans i *Myotragus* no són convincents. Igual esdevé amb l'observació que "no deixa de ser notable que un home que havia estat capaç de navegar fins a Mallorca tingués una indústria tan pobre" -realitzada per TRIAS (1995: 174) a partir de la presència suposada d'uns humans fa 7000 anys, amb les indústries suposades de sílex i d'os de la cova de Moleta-, la qual deixa de ser intrigant, en no haver ni humans ni, en conseqüència, indústria en aquella època.

L'acceptació de la hipòtesi que aquí presentam dona coherència a tot el cos de coneixements que tenim sobre la Prehistòria arcaica de Mallorca, i fa innecessària una enorme quantitat d'especulacions no raonables, sovint males d'entendre, que fins ara es trobaven a la base de les hipòtesis anteriors [tals com, per exemple, l'existència de visites esporàdiques o accidentals prèvies a la colonització de les illes, o de visites estacionals per a la recol·lecció de recursos estacionals, com ara els aglans, o com haver d'inferir unes extincions suposades i repetides de poblacions locals que no haurien tengut èxit demogràfic (però amb la fortuna d'haver trobat els testimonis suposats escassos de la seva presència), o com la suposició que l'arribada definitiva dels humans s'hauria realitzat a un moment en què ja no hi hauria fauna autòctona de mamífers, o com les estimes demogràfiques d'unes poblacions de caçadors-recol·lectors imaginades, etc.].

La documentació sòlida de presència humana més antiga a Mallorca es basa en les datacions Beta-154196 (realitzada sobre un ós d'un caprí introduït, coval Simó), Beta-155645 (realitzada sobre un ós d'un caprí introduït, cova des Moro) i UIC-7878 (realitzada sobre un ós d'un humà, cova des Moro). A partir d'aquestes datacions es conclou que la presència humana a Mallorca és anterior al 2030 cal BC amb una $p > 95\%$. A hores d'ara no es pot establir si l'edat real dels materials datats del coval Simó és més antiga, idèntica o més recent que l'edat real dels materials procedents de la cova des Moro, donat el solapament existent entre els intervals 2σ d'aquestes datacions. Entre

aquestes tres datacions, les dues realitzades sobre ossos d'herbívoros introduïts (i que, en conseqüència, no tenen els problemes d'interpretació inherents de les datacions realitzades sobre ossos d'espècies que presenten una dieta mixta d'origen terrestre i marítim) documenten acuradament una presència humana posterior al 2300 cal BC, tant a la cova des Moro com al coval Simó, amb una $p > 95\%$. Les altres datacions disponibles per al III mil·lenni cal BC (tant les basades en carbons vegetals com en restes humanes) documenten que la presència humana és posterior a dates més antigues, si bé no permeten establir acuradament com és de posterior.

Pel que fa a Menorca (figura 32), descartada l'evidència de cova Murada, a l'actualitat la data de presència humana més antiga prové del jaciment de Biniaí Nou, excavat recentment sota la direcció dels Drs L. PLANTALAMOR i J.L.GÓMEZ, on s'han trobat restes humanes que són anteriors a ca. 1930 cal BC (VAN STRYDONCK & MAES, 2001). L'atribució d'aquestes restes al 2200 cal BC (GUERRERO, 2000a: 29) està mancada de base sòlida, ja que es basa en la lectura inadequada de la datació subministrada pel laboratori. Existeixen indicis paleopalínològics que suggereixen la inexistència d'humans a l'illa durant el IV mil·lenni cal BC (LÓPEZ, 2000). La hipòtesi més parsimoniosa, i que és, per tant, la més acceptable científicament, consisteix en situar el PC entre els humans i la naturalesa prístina de Menorca en un moment encara no ben precisat entre ca. 3000 i ca. 1930 cal BC.

A l'illa d'Eivissa (figura 32), la prova de presència humana més antiga consisteix en la datació d'un os de bòvid del puig de ses Torretes (COSTA & BENITO, 2000: 229) que amb una probabilitat $p > 95\%$ seria anterior al 1880 cal BC. L'evidència suposada d'es Pouàs, datada el V mil·lenni cal BC, no és suficientment sòlida i s'ha de descartar. Els indicis de presència o d'absència humana anterior al II mil·lenni cal BC a les Pitiüses encara no estan ben establerts, i per això cal situar-hi l'arribada dels humans a un moment indeterminat anterior al 1880 cal BC, sense que poguem encara establir amb certesa un *terminus ante quem non* durant els tres mil·lennis anteriors. No obstant això, el que es pot afirmar amb una $p > 95\%$ és que a hores d'ara no hi ha evidències de presència humana a Eivissa anteriors al 2140 cal BC.

COSTA (2000) i GUERRERO (2000a) han proposat que es va produir una seqüència d'episodis que varen conduir a la colonització definitiva de les Balears, els quals es varen desenvolupar al llarg de diferents mil·lennis. Aquesta seqüència inclou la descoberta, exploracions, visites esporàdiques, freqüentació i/o colonització i establiment definitiu de les Balears. Aquest model s'ha plantejat com escenari hipotètic sobre el qual es va desenvolupar la colonització de les Balears.

El model proposat per aquests autors es pot desdoblar en dues parts. En primer lloc, el model fa referència

a l'existència d'una seqüència d'esdeveniments que condueixen a una colonització definitiva de les Balears. Aquesta part no és contrastable, i per això no pot ser objecte d'anàlisi dintre d'un treball que segueix el mètode científic. Qualsevol evidència arqueològica arcaica suposada podria ser assignada arbitràriament a un o a un altre d'aquests episodis. La bibliografia recent planteja la necessitat de definir acuradament els tipus d'evidències arqueològiques que caldria considerar com a diagnòstics de cada un dels diferents episodis esmentats (e.g., VIGNE, 1989: 41; CHERRY, 1990: 198). De fet, els tipus d'evidències que donarien suport a aquests suposats períodes anteriors al poblament definitiu de les Balears [això és, enterraments (les restes humanes de la cova de Moleta), acumulacions de restes de cuina i menjar (cova de Canet, balma de Son Matge), fabricació d'utils amb matèries primeres locals (indústria de sílex de la zona de Santanyi)], podrien considerar-se indicatives més aviat d'una colonització que de visites temporals, d'acord amb les indicacions de CHERRY (1981: 48-49) i VIGNE & DESSE-BERSET (1995: 310-311).

La segona part del model considera que la seqüència d'episodis que varen conduir a la colonització definitiva de les Balears es va produir al llarg de diferents mil·lennis. Aquesta segona part no està suportada per les evidències arqueològiques i paleontològiques disponibles analitzades en aquest treball, i per això és científicament descartable. Resulta més parsimoniós, d'acord amb el registre actual, considerar que la colonització de les diferents illes fou un procés d'una durada molt més curta. Si la colonització de les illes fou un procés culturalment sincrònic, o si es va produir una colonització culturalment escalonada, és una cosa que a hores d'ara, amb el poder de resolució de les evidències disponibles, no es pot resoldre. La proximitat de les datacions més antigues de presència humana a Mallorca i Menorca, així com el marge de l'espectre temporal establert en aquest treball per a la colonització humana d'aquestes illes, permet conjecturar que la colonització d'aquestes dues illes fou un procés culturalment sincrònic. En canvi, tot i la proximitat cronològica del testimoni més antic de presència humana a les Pitiüses respecte als de presència humana a les Gimnèsies, el marge de l'espectre temporal establert en aquest treball per a la colonització humana d'Eivissa, no aconsella conjecturar sobre la cronologia precisa d'aquest esdeveniment. En conseqüència, fins a l'obtenció de noves dades que permetin estrènyer l'espectre temporal per a la colonització humana de les Pitiüses no es podrà resoldre si el canal que separa les Pitiüses de les Gimnèsies fou una barrera efectiva que provocà algun retard en la colonització.

Per acabar, des del punt de vista espeleològic s'ha d'esmentar que totes les coves on s'han trobat restes associades a les cultures més antigues de les nostres illes, especialment a Mallorca, formen un grup sense cap denominador comú, tret de la facilitat d'accés.

Morfològicament o tipològicament les estacions espeleològiques on s'han trobat restes relacionables amb el que aquí hem denominat PC són diferents. Preferentment, però, es tracta de cavitats petites i amb una bona il·luminació natural. Les cavitats d'accés més difícils han estat descartades en el present treball com a estacions hostejadores de proves del PC. Trobam coves on s'han documentat evidències arqueològiques antigues per tot el territori insular, cosa que ens fa pensar que en aquests temps les Illes Balears ja estaven ben colonitzades. En efecte, si poc abans del 2000 cal BC els humans habitaven des de la cova des Moro, al sud-est de Mallorca i a vorera de mar, fins al coval Simó, al nord-oest i a més de 900 m d'altitud, hem de deduir que el poblament devia estar escampat pràcticament per tota l'illa. Per altra part, seria una gran casualitat que els arqueòlegs, que normalment limiten les prospeccions a una zona concreta, haguessin topar amb els únics jaciments que existeixen d'aquesta època reculada. Per tant, no és gaire agosarat pensar en l'existència de més estacions, pendents de ser descobertes, d'aquesta cronologia i d'una cronologia àdhuc anterior.

Agraïments

Aquest treball s'inclou dintre dels Projectes de Recerca PB97-1173 i BTE2001-0589 "Análisis de la Evolución y Extinción de *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla: Caprinae). I i II," finançats per la DGICYT (Madrid). Un dels autors (D.R.) és becari del Ministerio de Ciencia y Tecnología. En primer lloc, i d'una manera molt especial, estam agraïts a Pere BOVER (Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Palma de Mallorca) per les múltiples idees que ens ha donat en el transcurs de les discussions que hem tengut sobre el tòpic que es tracta en aquest treball. El Dr Lluís PLANTALAMOR (Museu de Menorca, Maó) i el Dr Joan FORNÓS (Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca) ens van facilitar diversos treballs rellevats i han participat en la discussió d'alguns punts del treball. El Dr Pere ENRIQUE (Universitat de Barcelona, Barcelona) ens va tornar a remetre els resultats de les anàlisis de l'obsidiana suposada de Mallorca fets l'any 1983. Estam agraïts als Dr Joan S. MESTRES (Universitat de Barcelona, Barcelona) i Dr Fernan ALONSO (Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC, Madrid) per haver revisat la part del text corresponent a la lectura i limitacions de les datacions C^{14} . Volem deixar clar que si hi ha alguna errada d'interpretació en aquest treball és tota nostra, i no de les persones que ens han ajudat. Joan PONS ens va informar sobre el tractament dels ossos de la cova de Canet. Néstor TORRES ens va informar sobre el tractament de les fustes a l'arquitectura tradicional eivissenca i Ll. GÓMEZ ens va facilitar bibliografia sobre els amaradors. Les excavacions de la cova des Moro i de la cova Estreta, dues de les cavitats a partir de les quals es va ini-

ciar aquest estudi sobre la cronologia del PC han estat autoritzades i parcialment finançades pel Consell de Mallorca. Els propietaris dels terrenys on es troben aquestes coves (Srs P. SANTANDREU i E. GILDEMEISTER), ens han facilitat molt l'accés a les coves. La Sra Da. Carmen DELGADO DE MARCH ens va facilitar l'accés a la cova de sa Tossa Alta. Gabriel SANTANDREU ha realitzat diverses fotografies que es presenten a aquest treball. Les fotos dels ocells fòssils d'es Pouàs han estat realitzades per Miquel McMINN. Paco ALBURQUERQUE ens va facilitar una foto del sector IV de la cova des Moro. Els Drs Miquel PALMER (Universitat de les Illes Balears) i Leslie MARCUS (American Museum of Natural History, New York) ens ha aclarit alguns problemes estadístics. Aina BONNER (Boston) va revisar la primera versió anglesa del resum. El Dr Damià JAUME ens ha ajudat a preparar algunes figures. Aquest treball s'ha vist beneficiat pels comentaris de dos revisors anònims. A tots ells els estam ben agraïts.

Bibliografia

- ADROVER, R. (1966). Pequeño intento de lavado de las tierras de la cueva de Son Muleta y los resultados obtenidos. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 39-46.
- AITKEN, M.J. (1985). *Thermoluminescence Dating*. Studies in Archaeological Science, Academic Press, 359 pp. London.
- ALCOVER, J.A. (2000). Réplica a "Mito y realidad de los primeros balearicos". *Revista de Arqueología*, 235: 6-7.
- ALCOVER, J.A.; BOVER, P.; RAMIS, D.; QUINTANA, J. & ARNAU, P. (2000a). La fauna prehumana de Menorca. In CAMPS, A. (coord.), *La cova C-2 de punta Nati: un important jaciment paleontològic de Myotragus balearicus localitzat a Ciutadella*. Museu Municipal de Ciutadella: 11-30. Ciutadella de Menorca.
- ALCOVER, J.A.; BOVER, P.; RAMIS, D.; QUINTANA, J. & ARNAU, P. (2000b). La cova C-2 de Punta Nati. In CAMPS, A. (coord.), *La cova C-2 de punta Nati: un important jaciment paleontològic de Myotragus balearicus localitzat a Ciutadella*. Museu Municipal de Ciutadella: 31-47. Ciutadella de Menorca.
- ALCOVER, J.A.; BOVER, P. & SEGUÍ, B. (1999a). Una aproximació a la paleoecologia de les illes. In ALCOVER, J.A. & DEL HOYO, X. (eds.), *Ecologia de les illes*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 6: 169-204. Palma.
- ALCOVER, J.A.; FONT, A. & TRIAS, M. (1997). Primera troballa de fauna pliocènica a Cabrera. *Endins*, 21: 79-82.
- ALCOVER, J.A.; LLABRÉS, M. & MORAGUES, Ll. (coord.) (2000c). *Les Balears abans dels humans*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 8, 80 pp. Palma.
- ALCOVER, J.A.; MCMINN, M. & ALTABA, C.R. (1994). Eivissa: A Pleistocene Oceanic-like Island in the Mediterranean. *National Geographic Research & Exploration*, 10: 236-238.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1981). *Les Quimeres del Passat. Els Vertebrats Fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Moll, Monografies Científiques, 1, 260 pp. Palma.
- ALCOVER, J.A.; PÉREZ-OBOL, R.; YLL, E.I. & BOVER, P. (1999b). The diet of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae), an extinct bovid from the Balearic islands: evidence from coprolites. *Biological Journal of the Linnean Society*, 66: 57-74.
- ALCOVER, J.A.; SEGUÍ, B. & BOVER, P. (1999c). Extinctions and local disappearances of vertebrates in the western Mediterranean islands. In MACPHEE, R.D.M. (ed.), *Extinctions in Near Time*. Plenum Press: 165-188. New York.
- ALCOVER, J.A.; SANS, A. & PALMER, M. (1998). The extent of extinctions of mammals on islands. *Journal of Biogeography*, 25: 913-918.
- ALONSO, F. (1995). Consideraciones sobre la calibración. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 5: 251-252.

- ALTABA, C.R. (2000). La cabra salvatge de Mallorca: un patrimoni que cal gestionar. *Bioma*, 2: 38-40.
- ALMAGRO, M. (1970). Las fechas del C-14 para la Prehistoria y la Arqueología peninsular. *Trabajos de Prehistoria*, 27: 9-43.
- ANDERSON, A. (1991). The chronology of colonization in New Zealand. *Antiquity*, 65: 767-95.
- ARAMBURU, J.; GARRIDO, C. & SASTRE, V. (1994). *Guía arqueológica de Mallorca: desde la Prehistoria a la Alta Edad Media*. R. y J.J. de Olañeta, 267 pp. Palma.
- ARAMBURU, J. & SASTRE, V. (1998). Contribucions al coneixement de la Prehistòria i Protohistòria a la Serra. *Papers del Medi Ambient*, 3: 34-49.
- ARNAU, P.; BOVER, P.; SEGUÍ, B. & ALCOVER, J.A. (2000). Sobre alguns jaciments de *Myotragus balearicus* Bate 1909 (*Artiodactyla*, *Caprinae*) de tafonomia infreqüent. *Endins*, 23: 89-100.
- ARNEBORG, J.; HEINEMEIER, J.; LYNNERUP, N.; NIELSEN, H.L.; RUD, N. & SVEINBJÖRNSDÓTTIR, A.E. (1999). Change of diet of the Greenland vikings determined from stable isotopes analysis and ¹⁴C dating of their bones. *Radiocarbon*, 41 (2): 157-168.
- BADA, J.L. & SCHROEDER, R.A. (1973). Glacial-Postglacial Temperature Differences Deduced from Aspartic Acid Racemisation in Fossil Bones. *Science*, 182: 479-482.
- BARRETT, J.H.; BEUKENS, R.P. & BROTHWELL, D.R. (2000). Radiocarbon dating and marine reservoir correction of Viking Age Christian burials from Orkney. *Antiquity*, 74: 537-543.
- BENNETT, J. (1999). Thermal Alteration of Buried Bone. *Journal of Archaeological Science*, 26: 1-8.
- BERNABEU, J. (1989). *La tradición cultural de las cerámicas impresas en la zona oriental de la Península Ibérica*. Servicio de Investigación Prehistórica, Serie Trabajos Varios, 86, 158 pp. València.
- BERNABEU, J.; PÉREZ RIPOLL, M. & MARTÍNEZ, R. (1999a). Huesos, Neolitización y Contextos Arqueológicos Aparentes. In BERNABEU, J. & OROZCO, T. (eds.), *II Congreso del Neolítico a la Península Ibérica*, Universitat de València. *Saguntum Extra-2*: 589-596. València.
- BERNABEU, J.; VILLAVEVERDE, V.; BADAL, E. & MARTÍNEZ, R. (1999b). En torno a la neolitización del Mediterráneo peninsular: valoración de los procesos postdeposicionales de la Cova de les Cendres. In *Geoarqueología i Quaternari litoral. Memorial M.P. Fumanal*. Universitat de València, Departament de Geografia: 69-81. València.
- BOVER, J. M. (1844) *Descripción de la Gruta de Canet en la villa de Esporlas*. Imprenta Nacional a cargo de Juan Guasp. Ciutat de Mallorca.
- BOVER, P. & ALCOVER, J.A. (2000). La identitat taxonòmica de *Myotragus binigausensis* Moyà Solà i Pons Moyà 1980. *Endins*, 23: 83-88.
- BOWMAN, S.G.E.; AMBERS, J.C. & LEESE, M.N. (1990). Reevaluation of British Museum radiocarbon dates issued between 1980 and 1984. *Radiocarbon*, 32(1): 59-79.
- BUNIMOVITZ, S. & BARKAI, R. (1996). Ancient Bones and Modern Myths: Ninth Millennium BC Hippopotamus Hunters at Akrotiri Aetokremnos, Cyprus? *Journal of Mediterranean Archaeology*, 9(1): 85-96.
- BURLEIGH, R. & CLUTTON-BROCK, J. (1980). The Survival of *Myotragus balearicus* Bate, 1909, into the Neolithic on Mallorca. *Journal of Archaeological Science*, 7: 385-388.
- BURNEY, D.A. (1999). Rates, Patterns and Processes of Landscape Transformation and Extinction in Madagascar. In MACPHEE, R.D.M. (ed.), *Extinctions in Near Time*. Plenum Press: 145-164. New York.
- BURNEY, D.A.; PIGOTT BURNEY, L. & MACPHEE, R.D.E. (1994). Holocene Charcoal Stratigraphy from Laguna Tortuguero, Puerto Rico, and the Timing of Human Arrival on the Island. *Journal of Archaeological Science*, 21: 273-281.
- CALVO, M.; GARCÍA, J.; FORNÉS, J.; GUERRERO, V.M.; RAMIS, D. & SALVÀ, B. (2000). La cova de sa Bassa (Escorca, Mallorca). In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 401-416. Palma.
- CALVO, M.; GUERRERO, V.M. & GONZÁLEZ, E. (1999). Panel rocoso con grabados prehistóricos de la cueva de Betlem (Deià, Mallorca). *Mayurqa*, 25: 13-27.
- CANTARELLAS, C. (1972). Excavaciones en "Ca na Cotxera" (Muro, Mallorca). *Noticario Arqueológico Hispánico*, 1: 179-226.
- CAÑIGUERAL, J. (1941). El cuchillo de sílex de la cueva «Des Moros». *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana*, 28: 253-254.
- CARBONELL, E.; MORA, R.; PONS-MOYA, J. & COLL, J. (1981). La indústria en sílex del jaciment a l'aire lliure de la zona del Rafal des Porcs-Cova des Drac (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 8: 75-80.
- CARBONELL, E. & CASTRO-CUREL, Z. (1992). Paleolithic Wooden Artifacts from the Abric Romani (Capellades, Barcelona, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 19: 707-709.
- CARBONELL, E. & SALA, R. (2000). *Planeta humà*. Empúries, Biblioteca Universal, 135, 275 pp. Barcelona.
- CARBONERO, M. A. (1992). L'Espai de l'aigua. Petita hidràulica tradicional a Mallorca. Consell Insular de Mallorca, Palma.
- CASTRO, P.V. & MICÓ, R. (1995). El C¹⁴ y la resolución de problemas arqueológicos. La conveniencia de una reflexió. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 5: 252-260.
- CASTRO, P.V.; GILL, S.; GONZÁLEZ MARCÉN, P.; LULL, V.; MICÓ, R. & RIHUETE, C. (1997). Radiocarbon Dating and the Prehistory of the Balearic Islands. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 63: 55-86.
- CASTRO, P.V.; LULL, V. & MICÓ, R. (1996). *Cronología de la Prehistoria Reciente de la Península Ibérica y Baleares (c. 2800-900 ANE)*. BAR International Series, 652, 294 pp. Oxford.
- CHAPMAN, R.W. & GRANT, A. (1995). Talayot 4, Son Ferrandell-Oleza: Problemas de los procesos de formación, función y subsistencia. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 5: 7-52.
- CHERRY, J.F. (1981). Pattern and Process in the Earliest Colonization of the Mediterranean Islands. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 47: 41-68.
- CHERRY, J.F. (1990). The First Colonization of the Mediterranean Islands: A Review of Recent Research. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 3(2): 145-221.
- CLUTTON-BROCK, J. (1984). Preliminary report on the animal remains from Ferrandell-Oleza with comments on the extinction of *Myotragus balearicus* and on the introduction of domestic livestock to Mallorca. In WALDREN, W.H.; CHAPMAN, R.; LEWTHWAITE, J. & KENNARD, R. (eds.), *The Deya Conference of Prehistory. Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. BAR International Series, 229: 99-118. Oxford.
- COLL, J. (1991). Seriació cultural de los materiales del coval den Pep Rave (Sóller, Mallorca). Elementos calcolíticos y talaióticos. *Trabajos de Prehistoria*, 48: 75-101.
- COLL, J. (2000). Excavación arqueológica del coval Simó. Estado actual y perspectivas de futuro. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 371-400. Palma.
- COLL, J. (2001). Primeres datacions absolutes del jaciment de coval Simó. *Endins*, 24
- COLOMINAS, J. (1915-20). L'Edat del Bronze a Mallorca. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 6: 555-573.
- COSTA, B. (2000). Plantejaments per a l'anàlisi del procés d'establiment humà en petits medis insulars. El cas de l'arxipèlag balear. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 11-71. Palma.
- COSTA, B. & BENITO, N. (2000). El poblament de les illes Pitiüses durant la prehistòria: estat actual de la investigació. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 215-317. Palma.
- COSTA, B. & FERNÁNDEZ, J.H. (1992). Les Illes Pitiüses: de la prehistòria a la fi de l'època púnica. In ROSSELLÓ-BORDOY, G. (ed.), *La prehistòria de les illes de la Mediterrània occidental. X Jornades d'Estudis Històrics Locals*. Institut d'Estudis Balears: 277-355. Palma.
- CUOMO DI CAPRIO, N. (1988). La ceramica in Archeologia. L'Erma di Bretschneider. La Fenice. Roma.
- DIAMOND, J. (1984a). Historic Extinctions: A Rosetta Stone for Understanding Prehistoric Extinctions. In MARTIN, P.S. & KLEIN, R.G. (eds.), *Quaternary Extinctions. A Prehistoric Revolution*. The University of Arizona Press: 824-862. Tucson.
- DIAMOND, J. (1984b). "Normal" extinctions of isolated populations. In M.N. NITECKI (ed.), *Extinctions*. Chicago University Press: 191-246. Chicago.
- EARWOOD, C. (1993). *Domestic wooden artefacts in Britain and Ireland from Neolithic to Viking times*. University of Exeter Press, 300 pp. Exeter.

- ENCINAS, J.A. & ALCOVER, J.A. (1997). El jaciment fòssilífer de la cova Estreta. *Endins*, 21: 83-92.
- ENSENYAT, J. (1991). Island colonisation in the Western Mediterranean: the Balearic Islands. In WALDREN, W. H.; ENSENYAT, J. & KENNARD, R. (eds.), *IInd Deya Conference of Prehistory*, BAR International Series, 574: 251-66. Oxford.
- ESTÉVEZ, J. (1984). Restos alimentarios e industria ósea de Son Fornés (Mallorca). In GASULL, P.; LULL, V. & SANAHUJA, M^e E., *Son Fornés I: La Fase Talayótica. Ensayo de reconstrucción socio-económica de una comunidad prehistórica de la isla de Mallorca*. BAR International Series, 209: 138-178. Oxford.
- EYDE, R.H. & OLSON, S.L. (1983). The dead trees of ilha da Trindade. *Bartonia*, 49: 32-51.
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1978). *Secuencia cultural de la prehistoria de las Baleares*. Biblioteca Praehistorica Hispana XX, 376 pp. Madrid.
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. & WALDREN, W.H. (1974). El Abrigo de Son Matge (Valldemossa) y la periodización de la Prehistoria mallorquina mediante los análisis de Carbono-14. *Trabajos de Prehistoria*, 31: 297-304.
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. & WALDREN, W.H. (1979). Periodificación cultural y cronología absoluta en la Prehistoria de Mallorca. *Trabajos de Prehistoria*, 36: 349-77.
- FLANNERY, T. (1994). *The Future Eaters*. Reed Books Australia. Sydney.
- FLENLEY, J.R.; KING, A.S.M.; JACKSON, J. & CHEW, C. (1991). The Late Quaternary vegetational and climatic history of Eastern island. *Journal of Quaternary Sciences*, 62: 85-115.
- FLORIT, F., MOURER-CHAUVIRÉ, C. & ALCOVER, J.A. (1989). Els ocells pleistocènics d'es Pouàs, Eivissa. Nota preliminar. *Bulletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 56: 35-46.
- FORTEA, F. & MARTÍ, B. (1984-85). Consideraciones sobre los inicios del Neolítico en el Mediterráneo Español. *Zepirus*, 37-38: 167-199.
- GARCIA I ORELLANA, J. (1998). *Caracterització de ceràmica pre-talayótica de l'illa de Menorca mitjançant la datació per termoluminescència*. Conselleria d'Educació, Cultura i Esports. Govern Balear/ Institut Menorquí d'Estudis. 84 pp. Ciutadella de Menorca.
- GEYH, M.A. & SCHLEICHER, H. (1990). *Absolute Age Determination*. Springer-Verlag, 503 pp. Berlin-Heidelberg.
- GÓMEZ BELLARD, C. (1995). The first colonization of Ibiza and Formentera (Balearic Islands, Spain): some more islands out of the stream? *World Archaeology*, 26 (3): 442-455.
- GONZÁLEZ MARCÉN, P.; LULL, V. & RISCH, R. (1992). *Arqueologia de Europa, 2250-1200 A.C. Una introducció a la "edad del bronce"*. Síntesis, 317 pp. Madrid.
- GRAVES, W. & WALDREN, W.H. (1966). El yacimiento de *Myotragus balearicus* en la cueva de Son Muleta y su relación con los niveles arqueológicos de Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* 12: 51-58.
- GUERRERO, V.M. (1979). El yacimiento funerario de Son Boronat (Calvià-Mallorca). *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 37: 1-50.
- GUERRERO, V.M. (1993). *Navios y navegantes en las rutas de Baleares durante la Prehistoria*. El Tall, 217 pp. Palma.
- GUERRERO, V.M. (1995). La edad oscura de la arqueología balear. *Revista de Arqueologia*, 166: 15-23.
- GUERRERO, V.M. (1996a). El Neolítico Balear: Status Quaestionis e hipótesis de trabajo. In *I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica. Formació i implantació de les comunitats agrícoles. Gavà-Bellaterra. Rubricatum*, 1: 805-822.
- GUERRERO, V.M. (1996b). El poblamiento inicial de la isla de Mallorca. *Complutum Extra*, 6: 83-104.
- GUERRERO, V.M. (1997). *Cazadores y pastores en la Mallorca prehistórica*. El Tall, 182 pp. Palma.
- GUERRERO, V.M. (1998). *La Mallorca prehistórica. Des dels inicis al Bronze Final*. Consell de Mallorca, 106 pp. Palma.
- GUERRERO, V.M. (1999). Rectificaciones y nuevos enfoques al tránsito de la caza-recolección a una economía productora en Baleares. In BERNABEU, J. & OROZCO, T. (eds.), *II Congrés del Neolític a la Península Ibèrica, Universitat de València. Saguntum Extra-2*: 565-570. València.
- GUERRERO, V.M. (2000a). Mito y realidad de los primeros balearicos. *Revista de Arqueologia*, 231: 16-29.
- GUERRERO, V.M. (2000b). La colonización humana de Mallorca en el contexto de las islas occidentales del Mediterráneo: una revisión crítica. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 99-190. Palma.
- GUERRERO, V.M. (2001). Contra-rèplica a J.A.Alcover. *Revista de Arqueologia*, 237: 6-7.
- HANNON, G.E. & BRADSHAW, R.H.W. (2000). Impacts and Timing of the First Settlement on Vegetation of the Faroe Islands. *Quaternary Research*, 54: 404-413.
- HARRISON, R.J. (1988). Bell Beakers in Spain and Portugal: working with radiocarbon dates in the third millenium BC. *Antiquity*, 62: 464-472.
- HERNÁNDEZ, J.; MANGADO, J.; ÁLVAREZ, R.; FULLOLA, J.M. & CALVO, M. (2000). Los talleres líticos en superficie de son Real (Santa Margalida, Mallorca): estudio, definición y caracterización. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 351-370. Palma.
- HERNANDO, A. (1999). *Los primeros agricultores de la Península Ibérica. Una historiografía crítica del Neolítico*. Síntesis, 315 pp. Madrid.
- HOLDAWAY, R.N. (1999). Introduced Predators and Avifaunal Extinction in New Zealand. In MACPHEE, R.D.M. (ed.), *Extinctions in Near Time*. Plenum Press: 189-238. New York.
- HOLDAWAY, R.N. & JACOMB, C. (2000). Rapid Extinction of the Moas (Aves: Dinornithiformes): Model, Test and Implications. *Science*, 287: 2250-2254.
- HOUSLEY, R.A.; GAMBLE, C.S.; STREET, M. & PETTITT, P. (1997). Radiocarbon evidence for the Lateglacial Human Recolonisation of Northern Europe. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 63: 25-54.
- JAMES, H.F. (1995). Prehistoric Extinctions and Ecological Changes on Oceanic Islands. In VITOUSEK, P.M.; LOOPE, L.I.L. & ADSESEN, H. (eds.), *Islands. Biological Diversity and Ecosystem Function. Ecological Studies*, 115: 87-101.
- JACKSON, J.B.C. & JOHNSON, K.G. (2001). Life in the Last Few Million Years. *Paleobiology*, suppl., 26 (4): 221-235.
- JUNYENT, E.; LÓPEZ, J.B. & MARTIN, A. (1995). Datació radiocarbònica i calibratge. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 5: 250-251.
- KOPPER, J.S. (1984). Canet Cave, Esporles, Mallorca. In WALDREN, W.H.; CHAPMAN, R.; LEWTHWAITE, J. & KENNARD, R. (eds.), *The Deya Conference of Prehistory. Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. BAR International Series, 229: 61-69. Oxford.
- KOPPER, J.S. & WALDREN, W.H. (1967). Balearic Prehistory. A New Perspective. *Archaeology*, 20(2): 108-115.
- KRA, R. (1986). Standardizing procedures for collecting, submitting, recording, and reporting radiocarbon samples. *Radiocarbon*, 28 (2A): 765-775.
- LARSON, D.W.; MATTHES, U.; GERRATH, J.A.; GERRATH, J.M.; NEKOLA, J.C.; WALKER, G.L. et al. (1999). Ancient stunted trees on cliffs. *Nature*, 398: 382-383.
- LAX, E. & STRASSER, T.F. (1992). Early Holocene Extinctions on Crete: The Search for the Cause. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 5(2): 203-224.
- LEWTHWAITE, J. (1989). Isolating the Residuals: the Mesolithic Basis of Man-Animal Relationships on the Mediterranean Islands. In BONSALL, C. (ed.), *The Mesolithic in Europe*. John Donald Publishers Ltd.: 541-55. Edinburgh.
- LÓPEZ, A. (2000). El poblament inicial de l'illa de Menorca. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 195-214. Palma.
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C. & RISCH, R. (1999). *La Cova des Càrritx i la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menorca*. 699 pp. Barcelona.
- MACPHEE, R.D.E.; FLEMMING, C. & LUNDE, D.P. (1999). "Last Occurrence" of the Antillean Insectivoran Nesophontes: New Radiometric Dates and Their Interpretation. *American Museum Novitates*, 3261: 1-20.
- MACPHEE, R.D.E. & MARX, P.A. (1997). The 40,000-Year Plague. Humans, Hyperdisease, and First-Contact Extinctions. In GOODMAN, S.M. & PATTERSON, B.D. (eds.), *Natural Change and Human Impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press: 169-217. Washington.
- MARTIN, P.S. (1984). Prehistoric Overkill: The Global Model. In MARTIN, P.S. & KLEIN, R.G. (eds.), *Quaternary Extinctions. A Prehistoric Revolution*. The University of Arizona Press: 354-403. Tucson.

- MAYA, J.L. (1992). Calcolítico y Edad del Bronce en Cataluña. In UTRILLA, P. (coord.), *Aragón/Litoral mediterráneo: intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico: 515-554. Zaragoza.
- MAYA, J.L. (1998). El Bronce Final y los inicios de la Edad del Hierro. In BARANDIARÁN, I.; MARTÍ, M.; RINCÓN, M.^a.A. & MAYA, J.L., *Prehistoria de la Península Ibérica*. Ariel: 317-425. Barcelona.
- MAYOL, J. (1999). *Les Terres de Balia: apunts de natura i de paisatge*. Sa Nostra: 165 pp. Palma.
- MERCADAL, B. (1959). Breve noticia sobre el hallazgo de un incisivo de *Myotragus* en una cueva menorquina junto a cerámica neolítica. *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 5: 57-59.
- MESTRES, J.S. (1995). La datació per radiocarboni i el calibratge de les dates radiocarbòniques. Objectiu, problemes i aplicacions. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 5: 260-275.
- MESTRES, J.S. (2000a). A propósito de la datación del "Hombre de Moleta". In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 191-193. Palma.
- MESTRES, J.S. (2000b). La datació per radiocarboni. Una visió actual. *Tribuna d'Arqueologia 1997-98*: 195-239.
- MESTRES, J.S. & DE NICOLÁS, J.C. (1997). Contribución de la datación por radiocarbono al establecimiento de la cronología absoluta de la prehistoria menorquina. *Caesaraugusta*, 73: 327-341.
- MESTRES, J.S. & MARTÍN, A. (1996). Calibración de las fechas radiocarbónicas y su contribución al estudio del Neolítico catalán. In *I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica. Formació i implantació de les comunitats agrícoles*. Gavà-Bellaterra. *Rubricatum*, 1: 791-804.
- MILBERG, P. & TYLBERG, T. (1993). Naïve birds and noble savages - a review of man-caused prehistoric extinctions of islands birds. *Ecography*, 16: 229-250.
- MIR, F. (1975). Les formes hipogees del Barranc de l'Algendar (Menorca). *Endins*, 3: 27-39.
- MOLL, M. (ed.) (2000). *Història de les Illes Balears*. Documenta. Palma.
- MOOK, W.G. (1986). Business meeting: recommendations/resolutions adopted by the twelfth International Radiocarbon Conference. *Radiocarbon*, 28: 799.
- OLSEN, S. (1999). Investigation of the *Phanourios* bones for evidence of cultural modification. In SIMMONS, A.H. (ed.), *Faunal Extinction in an Island Society. Pygmy Hippopotamus Hunters of Cyprus*. Kluwer Academic/ Plenum Publishers: 230-237. New York.
- OZMENT, K. (1999). Viaje a la Edad del Cobre. *National Geographic (España)*, 4 (4): 70-79.
- PATTON, M. (1996). *Islands in time. Island sociogeography and Mediterranean prehistory*. Routledge, 213 pp. Londres/New York.
- PÉREZ-OBIAL, R.; YLL, E.I.; PANTALEÓN-CANO, J. & ROURE, J.M. (2000). Evaluación de los impactos antrópicos y los cambios climáticos en el paisaje vegetal de las islas Baleares durante los últimos 8000 años. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 73-98. Palma.
- PÉREZ RIPOLL, M. & NADAL, J. (2000). Estudio tafonómico de los restos óseos de *Myotragus* procedentes de diversos yacimientos arqueológicos de las islas Baleares. In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 445-454. Palma.
- PLANTALAMOR, LI. (1992). La Prehistòria i Protohistòria de Menorca: estat actual de la qüestió. In ROSSELLÓ-BORDOY, G. (ed.), *La prehistòria de les illes de la Mediterrània occidental. X Jornades d'Estudis Històrics Locals*. Institut d'Estudis Balearics: 83-130. Palma.
- PLANTALAMOR, LI. (1997). Prehistoria de las islas Baleares. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 10: 325-389.
- PLANTALAMOR, LI. (2001). Anàlisi comparativa i seqüència cultural. In PLANTALAMOR, LI. & MARQUÉS, J. (coord.), *Binià Nou. El megalitisme mediterrani a Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, 24: 129-139. Maó.
- PLANTALAMOR, LI.; GARCIA, F.; GÓMEZ, J.L.; GARCIA ORELLANA, J.; MARQUÉS, J.; PONS, J. & MOLINA, A. (2001). Conclusions. In PLANTALAMOR, LI. & MARQUÉS, J. (coord.), *Binià Nou. El megalitisme mediterrani a Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, 24: 185-188. Maó.
- PLANTALAMOR, LI. & VAN STRYDONCK, M. (1997). *La cronologia de la prehistòria de Menorca*. Govern Balear. Treballs del Museu de Menorca, 20, 83 pp. Maó.
- PLANTALAMOR, LI. & WALDREN, W. (1976). Campaña de excavaciones en el Abrigo de Son Matge. *Noticiero Arqueológico Hispánico, Prehistoria*, 5: 243-246.
- PONS I HOMAR, G. (1999). *Anàlisi espacial del poblament al Pretalaiòtic final i al Talaiòtic I de Mallorca*. Consell de Mallorca, Col·lecció La Deixa, 2, 265 pp. Palma.
- PONS-MOYÀ, J.; MOYÀ, S. & KOPPER, J.S. (1979). La fauna de mamíferos de la cova de Canet (Esportles) y su cronología. *Endins*, 5-6: 55-58.
- PONS-MOYÀ, J. & COLL, J. (1984). Les indústries lítiques dels jaciments a l'aire lliure de la zona de Santanyi (Mallorca). In WALDREN, W.H.; CHAPMAN, R.; LEWTHWAITE, J. & KENNARD, R. (eds.), *The Deya Conference of Prehistory. Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. BAR International Series, 229: 841-857. Oxford.
- PONS-MOYÀ, J. & COLL, J. (1986). Observaciones sobre la estratigrafía y las dataciones absolutas de los sedimentos holocénicos de la cova de Canet (Esportles, Mallorca). *Endins*, 12: 31-34.
- POPPER, K.R. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, 451 pp. Madrid.
- QUETGLAS, G. & BOVER, P. (1998). Reconstrucció de l'esquelet de *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): noves implicacions morfològiques. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 41: 159-172.
- RAMIS, D. (2000). Patrons d'alteració als ossos de *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) de la Cova des Moro (Manacor). In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 455-471. Palma.
- RAMIS, D. & ALCOVER, J.A. (2001a). Bone Needles in Mallorcan Prehistory: a Reappraisal. *Journal of Archaeological Science*, 28: 907-911.
- RAMIS, D. & ALCOVER, J.A. (2001b). Revisiting the Earliest Human Presence in Mallorca, Western Mediterranean. *Proceedings of the Prehistory Society*, 67.
- RAMIS, D. & BOVER, P. (2001). A review of the evidence for domestication of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) in the Balearic Islands. *Journal of Archaeological Science*, 28: 265-282.
- RAMIS, D. & QUINTANA, C. (en premsa). Notícia de la troballa d'uns materials arqueològics a l'entrada de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 24.
- RICHARDS, M.P.; PETTITT, P.B.; STINER, M.C. & TRINKAUS, E. (2001). Stable isotope evidence for increasing dietary breadth in the European mid-Upper Paleolithic. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 98, 11: 6528-6532.
- RINCÓN, M.^a.A. (1998). El Calcolítico y la Edad del Bronce. In BARANDIARÁN, I.; MARTÍ, M.; RINCÓN, M.^a.A. & MAYA, J.L., *Prehistoria de la Península Ibérica*. Ariel: 197-315. Barcelona.
- RIPOLL, E. & ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1959). Los grabados rupestres de sa Cova de Betlem. Deyá, Mallorca. *Ampurias*, 21: 260-266.
- RÖDENBURGH, H. (1992). Nouvelles données du 14C provenant du Maroc et de l'Espagne et leur apport pour la connaissance du développement du relief et la pédogenèse dans l'Holocène et le Pleistocène récent. *Cuaternario y Geomorfología*, 6: 157-160.
- ROSE, J., MENG, X. & WATSON, C. (1999). Paleoclimate and paleoenvironmental responses in the western Mediterranean over the last 140 ka: evidence from Mallorca, Spain. *Journal of the Geological Society*, 156: 435-448.
- ROSENSTINGL, R. & ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1976). El santuario de "sa cova de Betlem". *Mayurqa*, 15: 247-260.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1963). Una aproximación a la Prehistoria de Mallorca. *Ampurias*, 25: 137-163.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1972). La prehistoria de Mallorca. Rectificaciones y nuevos enfoques al problema. *Mayurqa*, 7: 115-56.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1973). *La Cultura Talaiótica en Mallorca: bases para el estudio de sus fases iniciales*. Cort, 226 pp. Palma.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. & WALDREN, W.H. (1973). Excavaciones en el abrigo del bosque de Son Matge (Valldemossa, Mallorca). *Noticiero Arqueológico Hispánico*, 2: 1-76.

- ROSSELLÓ-BORDOY, G.; WALDREN, W.H. & KOPPER, J.S. (1967). *Análisis de Radiocarbono en Mallorca*. Palma: Trabajos del Museo de Mallorca, 1.
- ROSSELLÓ-VERGER, V. (1964). *Mallorca. El sur y sureste*. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Palma de Mallorca, 553 pp. Palma.
- RUBINOS, A. (2000). Las fechas carbono-14 del monumento nº 2 de Biniai Nou (Menorca). In GUERRERO, V.M. & GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 437-444. Palma.
- RUL-LAN, O. (1998). De la cova de Canet al tercer boom turístic. Una primera aproximació a la geografia històrica de Mallorca. *Papers de Medi Ambient*, 6: 171-213.
- SANDERS, E.A.C. (1988). Animal Remains from the Old Settlement at Son Ferrandell-Oleza: Valldemossa, Mallorca, Balears, Spain. In *IInd Deià Conference of Prehistory, Résumés*: 6. DAMARC. Deià.
- SCHMIDT, M. (1996). The commencement of the pa construction in the New Zealand prehistory. *Journal of the Polynesian Society*, 105: 441-451.
- SCHÜLE, W. (1993). Mammals, vegetation and the initial human settlement of the Mediterranean islands: a palaeoecological approach. *Journal of Biogeography*, 20: 399-412.
- SEGUÍ, B. (1997). Avifauna fòssil del jaciment plistocènic de la cova des Moro (Manacor, Mallorca). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 40: 71-89.
- SEGUÍ, B. & ALCOVER, J.A. (1999). Comparison of Paleocological Patterns in Insular Bird Faunas: a Case Study from the Western Mediterranean and Hawaii. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 89: 67-74.
- SEGUÍ, B.; BOVER, P.; TRIAS, M. & ALCOVER, J.A. (1998). El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 22: 81-97.
- SIMMONS, A.H. (1991). Humans, island colonization and Pleistocene extinctions in the Mediterranean: the view from Akrotiri *Aetokremnos*, Cyprus. *Antiquity*, 65: 857-869.
- SIMMONS, A.H. (ed.) (1999). *Faunal Extinction in an Island Society. Pygmy Hippopotamus Hunters of Cyprus*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 381 pp. New York.
- STEADMAN, D.W. (1991). Extinction of species: Past, Present and Future. In WYMAN, R.L. (ed.), *Global Climate Change and Life on Earth*: 156-169.
- STEADMAN, D.W. (1995). Prehistoric Extinctions of Pacific Island Birds: Biodiversity Meets Zooarchaeology. *Science*, 267: 1123-1131.
- STRYDONCK, M. van & MAES, A. (2001). Les datacions i les anàlisis isotòpiques de Biniai Nou. In PLANTALAMOR, I.I. & MARQUÉS, J. (coord.), *Biniai Nou. El megalitisme mediterrani a Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, 24: 163-174. Maó.
- STUIVER, M. (1969). Yale Natural Radiocarbon Measurements IX. *Radiocarbon*, 11: 545-658.
- STUIVER, M. & REIMER, P.J. (1993). Extended ¹⁴C data base and revised Calib 3.0 ¹⁴C age calibration program. *Radiocarbon*, 35: 215-230.
- STUIVER, M.; REIMER, P.J.; BARD, E.; BECK, J.W.; BURR, G.S.; HUGHEN, K.A.; KROMER, B.; MCCORMAC, G.; VAN DER PLICHT, J.; SPURK, M. (1998). INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal. BP. *Radiocarbon*, 40 (3): 1041-1083.
- TARRADELL, M. (1964). *La necròpolis de "Son Real" y la "illa des Porros", Mallorca*. Excavaciones Arqueológicas en España, 24. Madrid.
- THIEME, H. (1997). Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature*, 385: 807-810.
- TRIAS, M. (1982). Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 29-36.
- TRIAS, M. (1983). Espeleologia de les Pitiüses. *Estudis Breus*, 2: 1-58.
- TRIAS, M. (1995). Arqueologia de les caveres de Mallorca. *Endins*, 20 / *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 3: 171-190.
- TRIAS, M. (2000). La Cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 73-77.
- TROJA, S.O.; PEZZINO, A.; MAZZOLENI, P.; ROMEO, M.; BURRAFATO, G.; TURRISI, E.; CRO, A.; GUELI, A.M.; IGNACCOLO, P. & CAPUTA, C. (1995). Archaeometric methodologies in Catania: characterization and dating of Sicilian Neolithic pottery. *Forth Euro Ceramics*, 14: 125-136.
- TYKOT, R.H. (1994). Radiocarbon dating and absolute chronology in Sardinia and Corsica. In SKEATES, R. & WHITEHOUSE, R. (eds.), *Radiocarbon Dating and Italian Prehistory*. Accordia Research Centre: 115-145. London.
- TYKOT, R.H. (1996). Obsidian procurement and distribution in the central and western Mediterranean. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 9: 39-82.
- UERPMMANN, H.P. (1970). *Die Tierknochenfunde aus der Talayot-Siedlung von S'illot (San Lorenzo, Mallorca)*. Munich: Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel, 2, Institut für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin der Universität, 110 pp. München.
- VENY, C. (1977). Apuntes complementarios sobre la cueva de la Edad del Hierro de Son Maimó, Petra (Mallorca). *Trabajos de Prehistoria*, 34: 111-164.
- VESICA, P.L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNOS, J.J.; GINES, A. & GINES, J. (2000). Late Pleistocene Paleoclimates and sea-level Change as inferred from stable isotopes and U-series studies of overgrowths on speleothems, Mallorca, Spain. *Quaternary Science Reviews*, 19: 865-879.
- VIGNE, J.D. (1987). L'extinction holocène du fond de peuplement mammalienn indigène des îles de Méditerranée occidentale. *Mémoires de la Société Géologique de France, N.S.*, 150: 167-177.
- VIGNE, J.D. (1989). Le peuplement paléolithique des îles: le débat s'ouvre en Sardaigne. *Les nouvelles de l'archéologie*, 35: 39-42.
- VIGNE, J.D. (1996). Did Men Provoke Extinctions of Endemic Large Mammals on the Mediterranean Islands? The View from Corsica. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 9: 117-120.
- VIGNE, J.D. (1999). The large "true" Mediterranean islands as a model for the Holocene human impact on the European vertebrate fauna? Recent data and new reflections. In BENECKE, N. (ed.), *The Holocene History of the European Vertebrate Fauna. Modern Aspects of Research*. Verlag Marie Leidorf GmbH: 295-322. Rahden/Westf.
- VIGNE, J.D. & DESSE-BERSET, N. (1995). The exploitation of animal resources in the Mediterranean Islands during the Pre-Neolithic: the example of Corsica. In FISCHER, A. (ed.), *Man and Sea in the Mesolithic*. Oxbow Books: 309-318. Oxford.
- WALDREN, W.H. (1972). Determinación de la edad por medio del C14. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 17: 34-50.
- WALDREN, W.H. (1974). Evidence of the extinction of the *Myotragus balearicus*. In Prehistoria y Arqueología de las Islas Baleares. In *VI Simposium de Prehistoria Peninsular*. Universiad de Barcelona. Instituto de Arqueología y Prehistoria. Publicaciones Eventuales, 24: 31-38. Barcelona.
- WALDREN, W.H. (1979). A Beaker workshop area in the Rock Shelter of Son Matge, Mallorca. *World Archaeology*, 11(1): 43-67.
- WALDREN, W.H. (1982). *Balearic Prehistoric Ecology and Culture. The Excavation of Certain Caves, Rock Shelters and Settlements*. BAR International Series, 149, 773 pp. Oxford.
- WALDREN, W.H. (1984). Chalcolithic settlement and beaker connections in the Balearic islands. In WALDREN, W.H.; CHAPMAN, R.; LEWTHWAITE, J. & KENNARD, R.C. (eds.), *The Deya Conference of Prehistory. Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. BAR International Series, 229: 911-965. Oxford.
- WALDREN, W.H. (1986). *The Balearic Pentapartite Division of Prehistory. Radiocarbon and other age determination inventories*. BAR International Series, 282, 185 pp. Oxford.
- WALDREN, W.H. (1987). A Balearic Beaker Model. Ferrandell-Oleza, Valldemossa, Mallorca. In WALDREN, W.H. & KENNARD, R.C. (eds.), *Bell Beakers of the Western Mediterranean. Definition, Interpretation, Theory and New Site Data*. BAR International Series, 331: 207-255. Oxford.
- WALDREN, W.H. (1992). *Radiocarbon and other isotopic age determinations from the Balearic Islands*. DAMARC, 26. Deià.
- WALDREN, W.H. (1997). The definition and duration of the Beaker Culture in the Spanish Balearic Islands: a Radiocarbon Survey. *Oxford Journal of Archaeology*, 16(1): 25-38.
- WALDREN, W.H. & KOPPER, J.S. (1967). Mallorca Chronology for Prehistory based on Radiocarbon Method. *Pyrenae*, 3: 45-65.
- WALDREN, W.H. & KOPPER, J.S. (1968). An Extinct Antelope and Prehistoric Man. *Discovery*, 3(2): 39-44.
- WALDREN, W.H. & KOPPER, J.S. (1969). Informe preliminar sobre anàlisis de radiocarbono en Mallorca, in *X Congreso Nacional de Arqueología. Mahón, 1967*. Secretaría General Congresos Arqueológicos Nacionales: 75-82. Zaragoza.

- WALDREN, W.H. & ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1975). Excavaciones en la Cueva de Muleta (Sóller-Mallorca). Los niveles arqueológicos. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 3: 74-108.
- WALDREN, W.H.; SANDERS, E.A.C. & COLL, J. (1984). The lithic industry of the Balearic Islands...Its Olezian Tradition of Tabular Flint Blades. In WALDREN, W.H.; CHAPMAN, R.; LEWTHWAITE, J. & KENNARD, R. (eds.), *The Deya Conference of Prehistory. Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. BAR International Series, 229: 859-909. Oxford.
- XAMENA, P. (1978). *Història de Mallorca*. Moll, 398 pp. Palma.
- YLL, R.; PANTALEÓN-CANO, J.; PÉREZ-OBÍOL, R. & ROURE, J.M. (1999). Cambio climático y transformación del medio durante el Holoceno en las Islas Baleares. In BERNABEU, J. & OROZCO, T (eds.), *II Congrés del Neolític a la Península Ibèrica, Universitat de València. Saguntum Extra-2*: 45-51. València.
- ZILHÃO, J. (1993). The Spread of Agro-Pastoral Economies across Mediterranean Europe: A View from the Far West. *Journal of Mediterranean Archaeology* 6 (1): 5-63.

NOTÍCIA PRELIMINAR DEL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DE LA FONT DE SES AIGUADES (Alcúdia, Mallorca)

per Francesc GRÀCIA ^{1,4}, Bernat CLAMOR ¹, Pedro GRACIA, Antoni MERINO ³,
Pep VEGA ³ i Guillem MULET ²

Resum

La cavitat anomenada font de ses aiguades es localitza a la badia d'Alcúdia, a poca distància de la mar i de l'illot d'Alcanada. La troballa subaquàtica de contenidors ceràmics a la cavitat (s'han recuperat al llarg de 17 dies de feina més de 189 peces) posa de manifest la utilització de l'aigua d'aquesta formació endocàrstica per a ús humà al menys des del segle II a.C. (època romana republicana). Pel tipus de recipients predominants (àmfores de gran capacitat) i l'elevat nombre en què es troben sabem que es dedicaria a abastar vaixells fondejats a la badia.

La suposada diferència de cota del nivell freàtic entre l'època romana i l'actual queda descartada, degut a la presència d'una àmfora itàlica que surant va quedar encaixada i posteriorment recoberta de colada estalagmítica a la vorera del llac fa 2000 anys.

Moltes de les àmfors presenten estampilles amb lletres que ens informen dels centres productors de les peces i algunes tenen signes ortogràfics pintats. També s'han pogut trobar algunes gerres d'època islàmica.

Documents de 1738 fan referència en aquesta "font" com a lloc d'importància militar pel ús que se'n feia. Un nombre important dels materials corresponen a gerres, cadufs i cossiols de producció illenca i d'època moderna, probablement dels segles XVIII i XIX.

Abstract

The cave Font de ses Aiguades is situated within the bay of Alcúdia, a short distance inland from the sea and the island Illot d'Alcanada. The finding of pottery containers underwater (over 189 pieces were recovered after 17 trips) demonstrates the use of this cave by man for drawing water at least from the first century BC (Roman times). From the predominant type of vessel found (large capacity amphoras) and the high occurrence of these we know that the cave was used to supply sailing vessels anchored in the bay with water.

The supposed difference in phreatic levels between Roman and modern times has been discarded owing to the presence of a Roman amphora which, while floating, became trapped at the lake's edge about 2000 years ago and later was covered by flowstone.

Many of the amphoras have seals with letters which tell us where they were made and others have painted characters on them. Jugs from Islamic times have also been found.

Documents from 1738 make reference to this "well" as a place of military importance. There is also a important number of jugs, waterwheel scoops and pots made on Mallorca in more modern times, probably during the 18th and 19th centuries.

Introducció

Malgrat el seu nom, no es tracta d'una font, ni tampoc d'un pou, tot i l'aparença externa per estar tancada per una caseta, és una cavitat natural o formació

endocàrstica inundada per les aigües freàtiques en la seva major part. Segons la versió del guarda dels terrenys, va estar molts d'anys tapada per una llosa i oblidada del record de la gent; això va esser abans de fer-se la caseta que actualment cobreix l'entrada i les instal·lacions obsoletes d'extracció d'aigua. Ignoram la causa que provocà el tancament durant un breu període de temps del segle XX, d'aquest lloc subministrador d'aigua.

1 Grup Nord de Mallorca. Pollença.

2 Grup Espeleològic de Llubí. Llubí.

3 Secció d'Espeleologia de l'ANEM.

4 Societat d'Història Natural de les Balears. Estudi General Lul·lià. Sant Roc 4. E. 07001 Palma de Mallorca.



Foto 1:
Visió del pou, on es veu l'escala per davallar els espeleòlegs i la corda per pujar el material arqueològic i els equips de busseig. Foto: A. Merino.

Photo 1:
View of the well, where the ladder used by the cavers and the rope used to haul archeological materials and diving equipment can be seen. Photo: A. Merino.

Tenim exemples d'altres cavitats litorals adaptades externament per fer-hi ús de l'aigua; així ens trobam a només 4 m del nivell freàtic la cova de sa Sínia a Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 1997) i la cova des Pou (Manacor), però sense que tinguem constància de l'aparició de restes ceràmics antics.

Que s'hagi documentat, l'any 1972 es va recuperar de dins del llac de la cova de sa Llumeta (illa Conillera) una àmfora bètica (TRIAS, 1974). A la cova des Coll de Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 1997; SALVÀ, 1997) també es van recuperar alguns fragments d'àmfores romanes, sota les aigües dels llacs, en una galeria actualment incomunicada amb l'exterior, però a molt poca distància de la superfície, en un rost de materials caiguts des de dalt, procedents d'una entrada actualment cegada. A la cova de sa Font o cova des Moro (Dragonera) es van descobrir nombrosos fragments ceràmics i vestigis dels materials situats cronològicament entre els segles V a.C. i IV d.C. (ENCINAS, 1971) i s'ha trobat fragments de la forma d'àmfora PE-22 o Tipus E del Sec i del tipus PE-24B. Aquesta cova era visitada pels navegants de l'antiguitat per tal de proveir-se d'aigua (CERDÀ, 1999).

Totes aquestes troballes són poc rellevants en comparació amb el descobert a la font de ses Aiguades. En aquest treball publicam l'estudi de la cavitat, la disposició del material arqueològic i paleontològic i fem una primera valoració de la importància de la cavitat com a lloc estratègic de subministrament d'aigua pels vaixells d'ençà del primer segle abans de Crist. Restava encara per realitzar i publicar un estudi acurat de tot el material arqueològic recuperat.

Situació i geologia

La font de ses Aiguades es troba situada al NE de Mallorca, a la badia d'Alcúdia, prop de l'illot d'Alcanada. El lloc on s'obri el pou se situa a 6 m d'alçària respecte al nivell de la mar, després d'un centenar de metres de suau pujada des de la mar cap a l'in-

terior i que prossegueix en el puig de sa Madona de 169 m d'alçària.

La contrada fou molt freqüentada des d'antic, com així ho demostren els diversos vaixells romans que es troben al seu fons. És summament interessant el fet de que el pou només dista tan poca distància de la mar, a una badia que fos un lloc habitual de fondeig de vaixells al llarg dels segles, a pocs quilòmetres d'Alcúdia i de l'antiga ciutat de Pol·lèntia, que juntament amb Palma va ser centre difusor de la romanització de l'illa.

La cavitat, fins fa ben poc, es trobava a una zona de pinar que l'amagava de l'actual trànsit de cotxes, banyistes i caminants. Darrera de la caseta del pou hi ha una explanada i més enllà, una antiga pedrera que va afectar una part de la muntanya. El procés urbanitzador, iniciat als anys 30 i que encara continua molt actiu, per poc no acaba amb la seva existència, ja que més enllà de la urbanització, la construcció de vials que porten al camp de golf ha passat a només uns metres de la caseta del pou. La facilitat de localització i d'entrar-hi reclama mesures urgents de protecció.

La cavitat s'ubica a la serra de Tramuntana, formada en aquest lloc per calcàries del Juràssic, aprofitades en altres temps per la pedrera de grava o àrids que es localitza a poca distància de la cova. L'orogènia alpina generadora de les serres mallorquines va plegar i fracturar els materials que al llarg del Neogen han estat afectats intensament per processos càrstics. Per davall del nivell de les aigües de la mar la roca mare està enterrada sota una capa de sediments quaternaris que homogeneïtzen el fons.

Documentació del 1738

Poc abans de finalitzar la realització d'aquest treball i gràcies a la documentació subministrada per Gabriel Ordines Marcé i Francesca Rotger Moyà ens vam assabentar que la cavitat objecte del nostre estudi, fins llavors anomenada per nosaltres pou d'Alcanada, tenia

referències escrites de 1738 (ORDINES i ROTGER, en premsa), per no tornar-ne a trobar cap font escrita de llavors ençà.

La comunicació es basa en un document localitzat a l'Arxiu Militar de Segovia, dins la *Colección General de Documentos* titulat *Relazion de consistencia de la Plaza de Alcúdia, de sus dos puertos colaterales con descripcion de los cabos, calas y demas particularidades notables de ellos, y de su territorio*, signat per Carlos Berenguer el quinze d'abril de 1738 i redactat en castellà.

El document, que consta de vuit pàgines, fa una anàlisi de les badies d'Alcúdia i de Pollença, anomenades aquí *Puerto Mayor* i *Puerto Menor* respectivament, observant els llocs més vulnerables a desembarcaments enemics, els tipus d'embarcacions més probables segons el calat de les zones, els millors llocs per abastir-se d'aigua, les cales més arrecerades i els caps més destacats.

El caràcter militar de la descripció es fa patent en la importància que es dóna a les obres defensives que es consideraven necessàries, com la construcció d'una sèrie de torres i bateries, entre elles la de l'illa d'Alcanada, a més d'un pont a l'Albufereta.

La plaça d'Alcúdia, afirma el document, era incapaç de "impedir los desembarcos de enemigos, y corsarios, ni oponerse a sus irrupciones en el territorio quando sean de gran numero..." ja que una armada podia desembarcar en el Port Major sense ser molestada des de la plaça i torres properes, i fins i tot carregar aigua per tota la tropa a la font de les Aiguades. Aquesta font és situada pel document entre la *torre fuerte del Mar* i l'illa d'Alcanada, i segons els mariners del país disposava de la millor aigua de les costes del Mediterrani, ja que "se purifica y no se corrompe transportada sobre el mar, dicen es conozidissima de todos los Nauticos frequentada de ellos y que a proposito la vienen a buscar desde lexos en los presentes tiempos, y se conoze por los señales, y surcos de las rocas de su boca que aconteceria lo mismo en los pasados".

La importància d'aquesta font justifica que el redactor del document en faci una acurada descripció: "Esta fuente esta a manera de Pozo, formando una caberna grande o zisterna natural de la que no se puede sacar el Agua sino a brazo, o con una bomba, porque esta profunda desde el piso de tierra, hasta llegar a la superficie del agua unas tres toisas y media (6,8 m), y de agua tiene una toisa (1,95 m), es tan existente y perena la abundanzia que despues de haver sacado quanta agua pudieren dos o tres armadas no baja una pulgada de su nivel obserbando (dizen se experimentó) esta combenienzia que dio naturaleza es de gran considerazion digna de apreziarla, y a poca costa se podra bien reservar, disputar, y totalmente defender de que la disputen las escuadras, y embarcaciones enemigas como despues se dirá en el estado del proyecto general que utilmente se podra aplicar a esta

Plaza y dichos dos Puertos. Y bajando esta agua del centro de las Montañas como discurren algunos, se podra conducir hasta la orilla del Mar del que dista solo sesenta toisas (117 m) pero sino, es menester otra disposizion que fariha el tomarla al pie de ella".

Descripció de la cova

L'entrada de la cavitat es troba tancada per una caseta de pou i presenta nombroses modificacions i construccions que l'han afectat al llarg de períodes



Foto 2: Espeleòleg dins l'aigua preparat per submergir-se. Es pot apreciar sota els seus peus la part superior del con d'enderrocs i lateralment per damunt d'ell el contorn d'algunes formacions estalactítics que pengen del sostre. L'aigua de la cavitat, per la seva proximitat a la mar, té una elevada concentració de clorurs. Com és habitual a les cavitats de zones litorals la salinitat és molt menor a la superfície de l'aigua, capa bastant dolça, mentre que en vertical, a partir d'una zona de mescla (haloclina) la resta de la columna d'aigua és molt salada, gairebé assolint valors propers a l'aigua marina. Aquest fet ens indica que només extraurien l'aigua de la capa més superficial. Foto: A. Merino.

Photo 2: A caver getting ready to dive. Under his feet the top of a conical heap of rocks can be seen as well as the outline of stalagmitic formation hanging from the roof to one side and above him. The water in the cave, because of its proximity to the sea, has a high concentration of chlorides. As usual for coastal caves, the salinity of water near the surface is very low, forming an almost fresh-water layer, and below this there is a mixing zone (a halocline) and below this the salinity of the water reaches values close to that of sea water. This fact tells us that water was only taken from the upper layer. Photo: A. Merino.



Foto 3:
Paret concrecionada de la sala de les Àmfores vista per davall de l'aigua. S'observa la peça arqueològica encaixada entre formacions (la part aèria de l'àmfora, soldada a les parets per precipitació litoquímica). La superfície del llac recoberta per làmines de calcita flotant. Foto: O. Espinasa.

Photo 3:
Wall concretion in the Sala de les Àmfores as seen from under water. An amphora can be seen which has become trapped between formations (the part of this piece above the water has been welded to the walls by flowstone). The surface of the lake is covered with rafts of floating calcite. Photo: O. Espinasa.

molt espaiats en el temps. Segons la versió del guarda de l'obra del golf d'Alcanada, va estar molts d'anys tapada per una llosa i oblidada del record de la gent, abans de fer-se la caseta.

Es davalla un primer tram d'uns 2 m del pou per una escala metàl·lica fixa, en mal estat de conservació, que du a un replà a on la secció del forat del pou és de només d'uns 90 x 60 cm. Des d'aquest lloc fins a l'aigua hi ha una caiguda vertical de 4 m, sense cap estructura que permeti davallar actualment. Prop de l'aigua es troba un petit replà que sembla ha jugat un paper útil a qualche moment de la història del pou, ja que presentava alguns fragments de ceràmica. De totes formes, des d'aquest lloc, la capacitat i la comoditat de maniobra per les tasques de recollida d'aigua són gairebé nul·les.

La gruta està, llevat d'un altre petit replà, tota dominada per l'aigua, que sifona o bé deixa petites cambres d'aire a diferents llocs. La cambra aèria més gran és la que es troba sota el pou, d'uns 11 m de llarg, i quasi sifonada cap al NO, per la baixa alçària del sostre, essent més espaiós el costat S. A qualche lloc, el sostre es troba a més de 2 m d'alçària per damunt de l'aigua.

La cova, de direcció predominant ENE-OSO, està formada per un conjunt de galeries (**galeria de les Typhlocirolana moraguesi**, **galeria NE**, **galeria del Myotragus** i la petita **galeria N**) que convergeixen entre si a la **sala de les Àmfores**, zona més ampla de la cova. La poligonal projectada de la cavitat arriba a tenir un desenvolupament total de 180 m; dels quals la major part són subaquàtics, no obstant això, hi són abundants les cambres d'aire repartides gairebé per tota la gruta. El desnivell total de la cavitat és de 21 m (la fondària màxima sota l'aigua és de 15 m, mentre la cota positiva màxima és de 6 m a la boca). La **sala de les Àmfores**, d'uns 16 x 14 m, es perllonga cap a totes les altres galeries, essent el lloc més ample de tota la cavitat, predominant per complet al terra la morfologia del con d'enderrocs que provenen de la boca de la cavitat i han anat caient al llarg dels temps. El con de

blocs es perllonga a la **galeria de les Typhlocirolana moraguesi**, on assoleix els 14 m de fondària i el màxim pendent. La **galeria N**, és una continuació d'uns 13 m de llarg que al final es fa impracticable per l'estretor que presenta a uns 11 m de profunditat. La continuació de la cova és cap al NE, per un tram comú a les dues galeries de la zona, la **galeria NE** de 40 m, que finalitza en una cambra d'aire i la **galeria del Myotragus**, que és la que arriba als 50 m de distància i 15 m de fondària, des de l'entrada del pou, per un darrer tram vertical i molt angost. La distància màxima lineal d'un extrem a l'altre de la caverna és de 72 m.

Mètode topogràfic emprat

Per fer la planimetria de la part aèria s'ha aplicat el mètode habitual en espeleologia. A alguns trams subaquàtics, s'ha explorat instal·lant el fil-guia numerat cada 5 m; a altres llocs, tal com el con d'enderrocs i la **galeria del Myotragus** s'han col·locat boies com a punts topogràfics ancorats amb fils que suren dins l'aigua i que es veuen a distància. Aquests punts serveixen com a referències topogràfiques per fer les poligonals i les radials en el cas del con d'enderrocs. També s'empren com a fita a l'hora de recuperar el material arqueològic. S'han pres les poligonals amb cinta mètrica entre dos bussejadors, mesurant la direcció i la fondària dels punts topogràfics, així com la distància. Posteriorment s'ha tornat a les zones de treball amb les poligonals traçades en paper mil·límetrat submergible i s'han dibuixat els contorns de les parets. Per fer els perfils i seccions es retorna en dates posteriors (per donar temps a que el fang aixecat pels espeleobussejadors se sedimenti) i s'han pres les dades de fondària del sostre i del fons a partir de les poligonals ja fetes; posteriorment també amb les dades ja traçades al paper es dibuixen el sòtil i fons. Aquest sistema topogràfic representa molts de dies de feina, però una vegada fet permet obtenir més precisió i informació topogràfica de la cavitat.

FONT DE SES AIGUADES

ALCÚDIA

TOPOGRAFIA:

F. GRACIA, B. CLAMOR, P. GRACIA

GNM

1998 - 99 - 2000

1 POU D'ENTRADA

2 SALA DE LES ÀMFORES

3 GALERIA DE LES TYPHLOCIROLANA

4 GALERIA NORD

5 GALERIA NORD-EST

6 GALERIA DEL MYOTRAGUS

Gerres



Àmfores



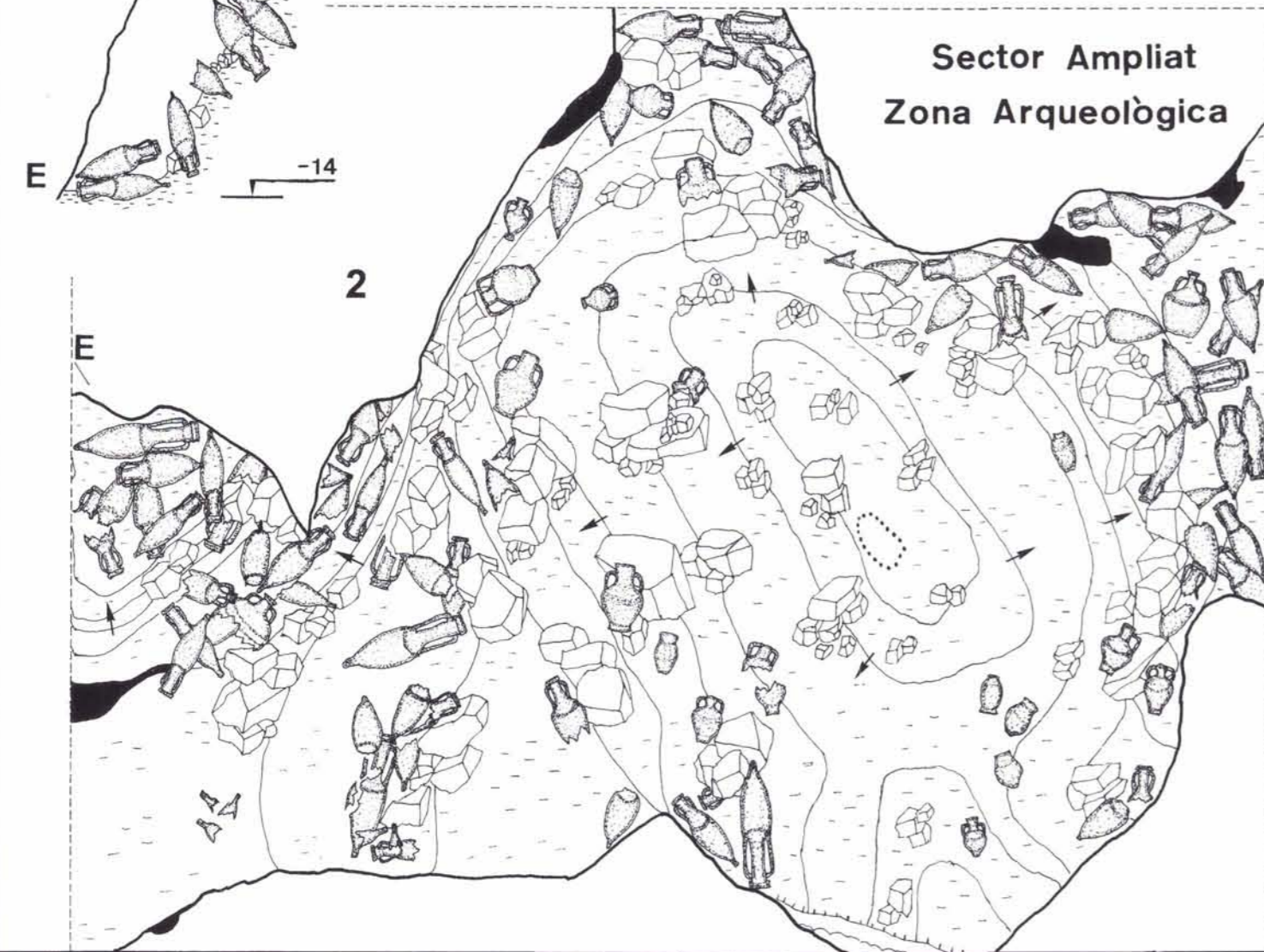
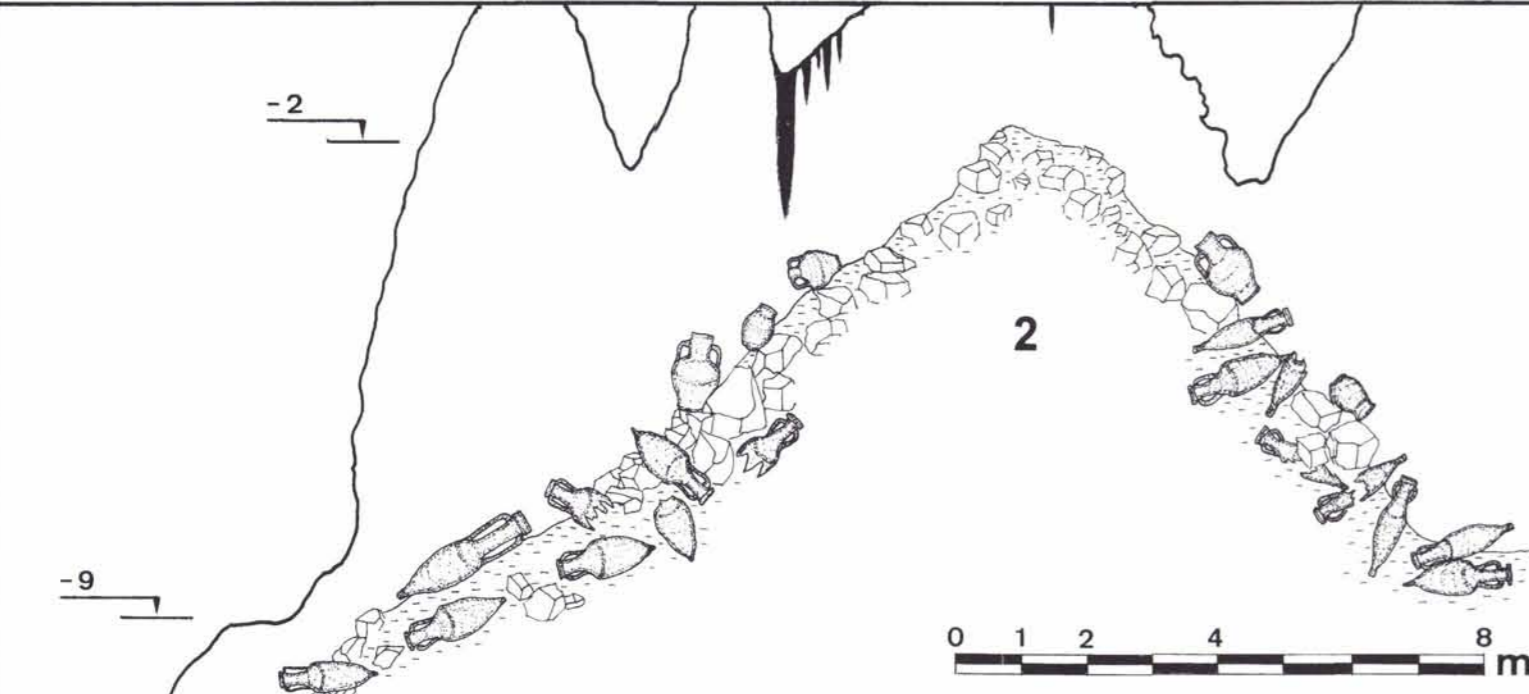
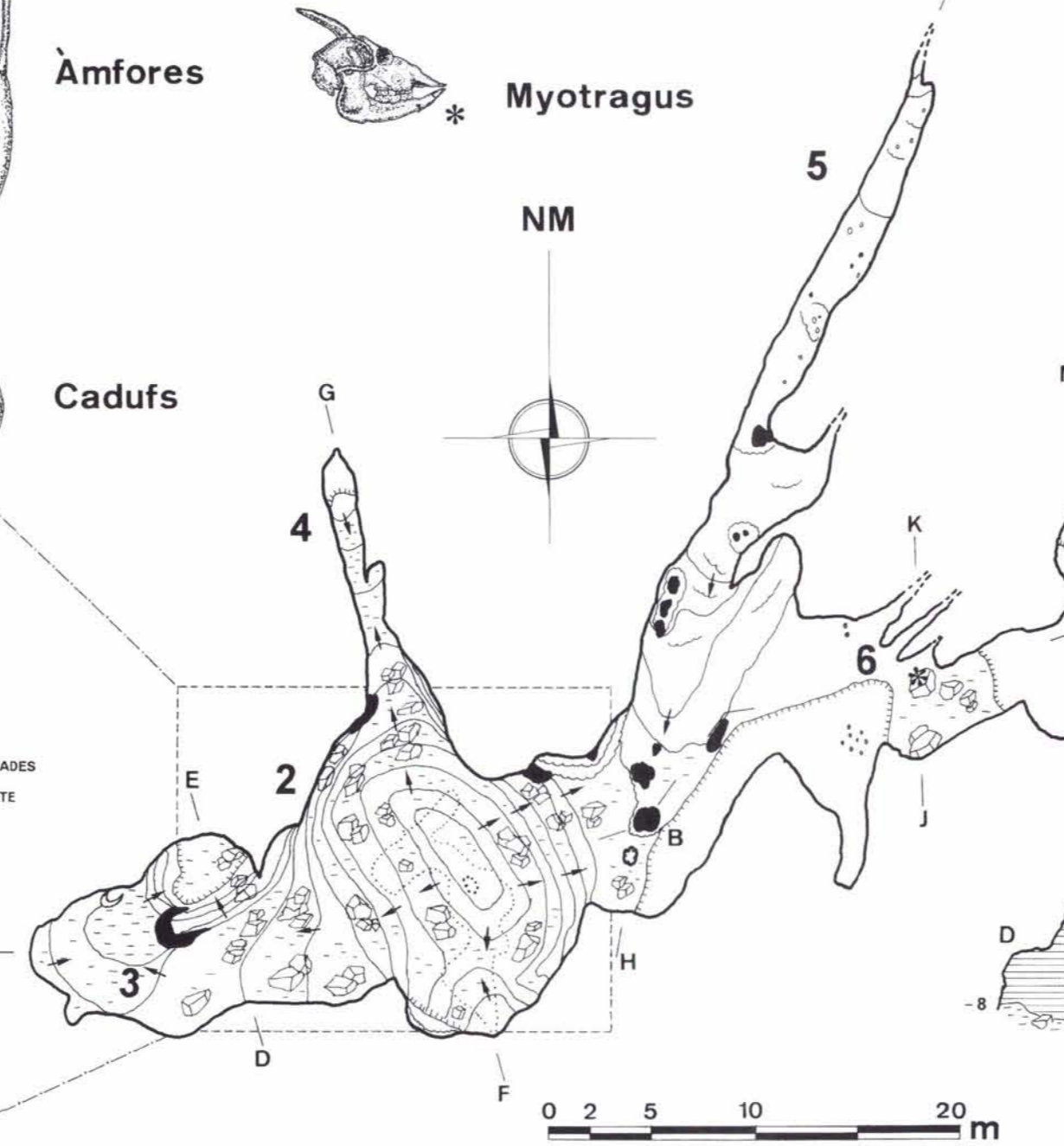
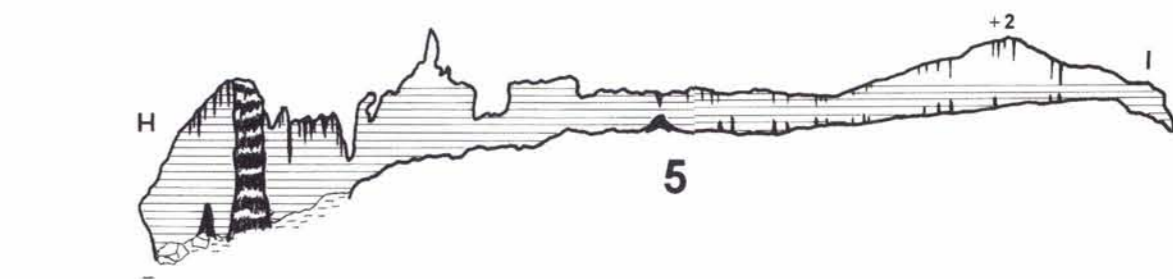
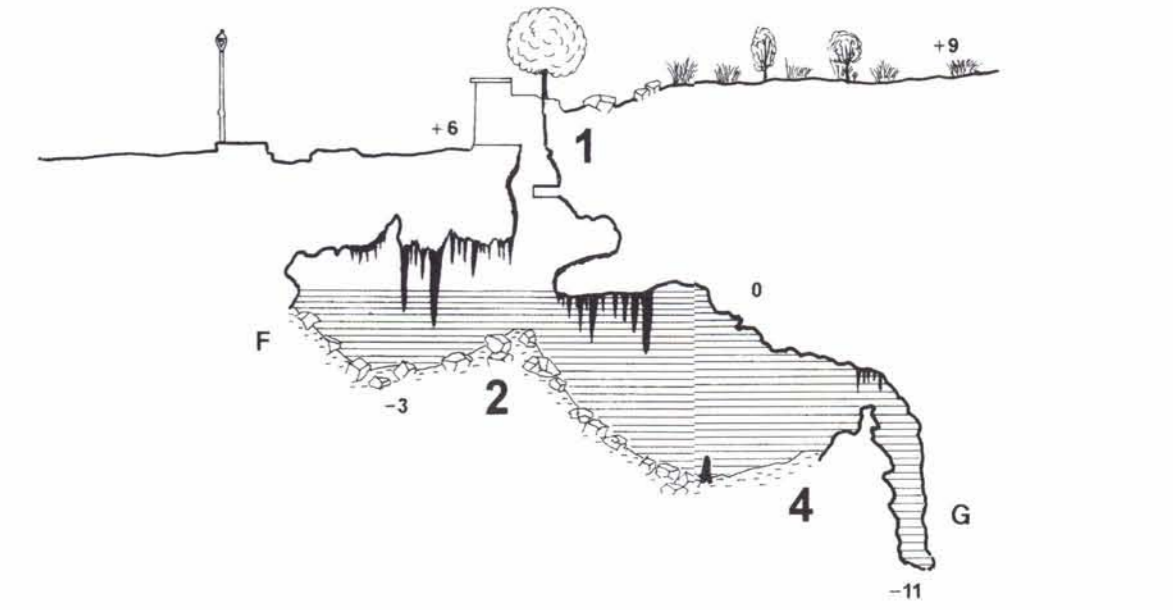
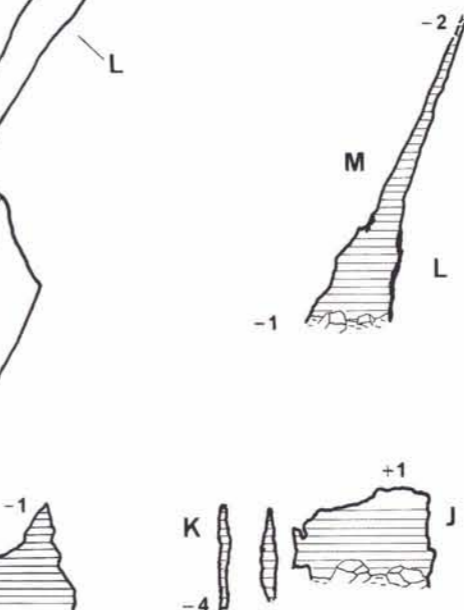
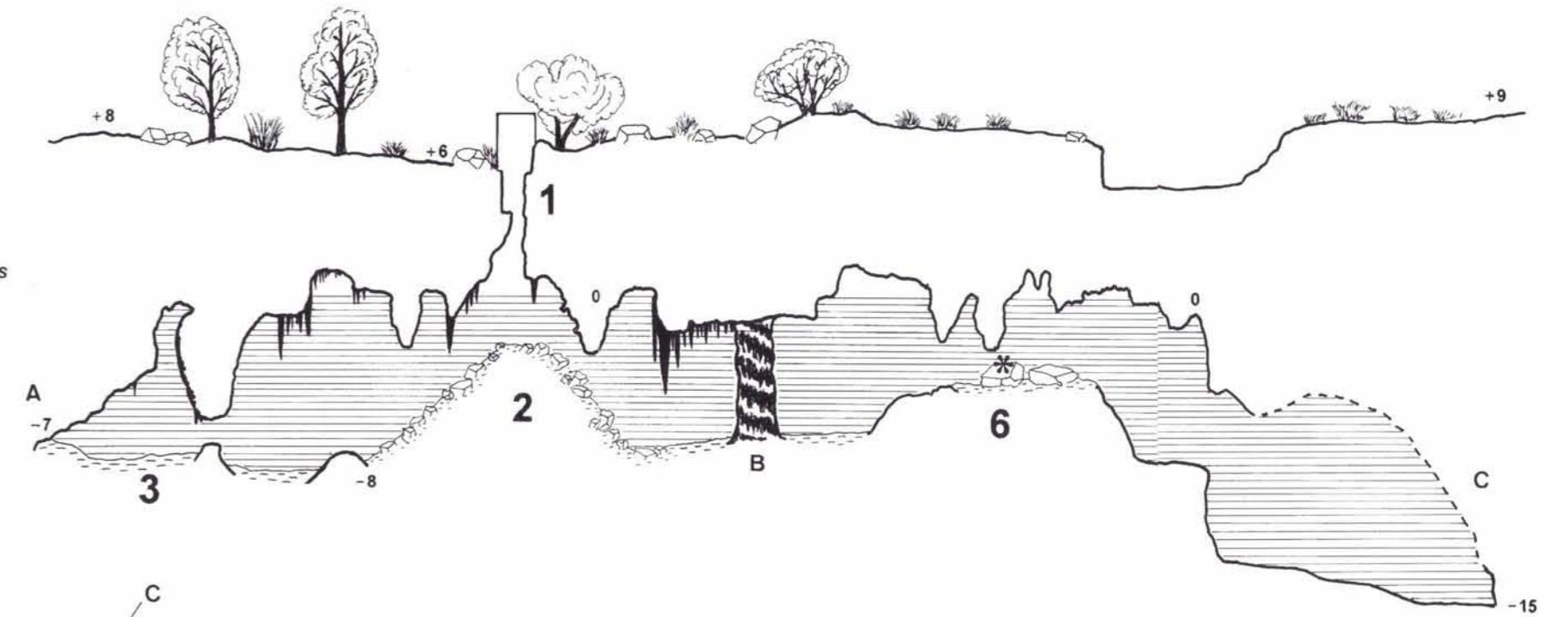
Cadufs



Myotragus *



NM



B
DISTRIBUCIÓ DE LES PECES
ARQUEOLÒGIQUES, REPRESENTADES
A UNA MIDA MÉS GRAN RESPECTE
A L'ESCALA DE LA TOPOGRAFIA

Foto 4:

Recerca de recipients ceràmics que puguin esser determinables a la base del con d'enderrocs. La seva presència permet reconstruir els diferents moments en els quals el pou va esser funcional. La gran quantitat d'àmfores recuperades d'època romana ens indica que la font de ses Aiguades s'emprava intensament com a lloc d'abastiment d'aigua. Foto: O. Espinasa.

Photo 4:

Search for pottery receptacles, some of which can be seen at the base of the heap of rocks. The presence of such items permits the moments when the well was in use to be reconstructed. The large number of recovered Roman amphoras tells us that the cave was frequently used as a source of water. Photo: O. Espinasa.



Espeleogènesi i morfologies de corrosió i precipitació

La cavitat s'ha format aprofitant diverses fractures que convergeixen totes a la **sala de les Àmfores**, lloc a on la cavitat assoleix la màxima amplada i alçària, degut a la coalescència de punts de debilitat estructural. Un mínim de tres importants fractures, juntament amb altres de secundàries han estat afectades per posteriors processos de dissolució en règim freàtic generant una ampliació dels buits preexistents. L'alçada d'aquestes galeries ha provocat que al lloc on s'obri la boca l'erosió superficial degué fer comunicar la cavitat amb l'exterior, moment que canviaria per complet la sala d'entrada, generant amb al pas del temps, el con d'enderrocs natural per la caiguda de sediments al·lòctons i posteriorment també va propiciar el recobriments d'aquest pel material arqueològic i sediments més moderns, alguns del quals han revestit, sepultat, així com trencat, una bona part de les peces. També hi ha sediment autòcton al fons de les galeries, produït per la deposició del fang de descalcificació de la pròpia roca en anar-se dissolvent les calcàries mesozòiques de les parets i sostre.

Podem afirmar que genèticament la cova es pot classificar com a cavitat litoral, concretament com a cova de la zona de mescla costanera. Molt afectada i condicionada evolutivament i morfològica per la proximitat de la línia de costa. Aquestes cavitats han sofert al Pliocè i Plistocè una potent dissolució en la zona freàtica litoral. Posteriorment la gruta va experimentar successius esfondraments de les parets i voltes, els quals s'alternen i coexisteixen al llarg del temps amb intenses fases d'estalagmitització. L'evolució més recent d'aquesta caverna ha estat molt relacionada amb les oscil·lacions glacioeustàtiques de la Mediterrània, albergant marques específiques d'antics nivells dels llacs, i per tant de la Mediterrània, o bé de les haloclines, tal com franges fosques d'estabilització trobades a l'inici de la **galeria del**

Myotragus a -4'6 m. L'actual nivell de la mar determina la presència de diferents cambres d'aire i de la inundació de la major part de la cova. La superfície del llac acusa la influència de fluctuacions menors com ara les marees.

Les formes més visibles de corrosió a les parets i sòtils són les cúpules de corrosió (*bel hole*). Els espeleotemes més abundants són els de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes), així com els de flux (colades pavimentàries i parietals), mentre són més rars els de percolació (helictites i espeleotemes arbo-



Foto 5: Esquelet en connexió anatómica de *Myotragus balearicus* a la galeria que porta el seu nom. La cova va actuar com a trampa natural, on caigué aquest exemplar. La cavitat en aquella època devia ser en sec, durant la darrera glaciació quaternària, o bé en un cicle fred dintre d'un període interglaciari. La seva presència ens proporciona la prova que la cavitat ha estat oberta de forma natural milers d'anys abans de l'arribada de l'home a Mallorca i no com a conseqüència d'una acció antròpica relacionada amb la recerca d'aigua. Foto: P. Gracia.

Photo 5: *Myotragus balearicus* skeleton still associated anatomically in the gallery which bears its name. The cave was a natural trap, which this example fell into. The cave, during the last Quaternary glaciation, or perhaps during an interglacial cold phase, would have been dry. The skeleton's presence provides us with proof that the cave had a natural opening thousands of years before the arrival of man on Mallorca and that any opening was not a consequence of man's search for water. Photo: P. Gracia.



Foto 6: Disposició del material arqueològic al rost d'enderrocs on es pot apreciar la gran quantitat d'àmfores superposades i la trencadissa que han sofert. Moltes es van fragmentar durant la caiguda o bé per l'impacte dels materials que hi han xocat posteriorment (altres àmfores, roques, troncs, etc.). Foto: P. Gracia.

Photo 6: Positions of archeological pieces on the slope of the conical heap of rocks, where the number of overlying amphoras and the breakage that they have suffered can be appreciated. Many of them broke while falling or were later broken by other falling amporas, rocks, trunks, etc. Photo: P. Gracia.

rescents). Els gurs estan presents a qualque indret. Cal indicar que actualment a la superfície del llac precipiten làmines de calcita flotant (*cave rafts*), el que denota una situació de sobresaturació en calcita, almenys a la franja superior de l'aigua. Aquest procés s'ha efectuat al llarg del temps, ja que a diferents llocs del fons, per davall del llac es troben acumulacions de làmines de calcita flotant, que s'enfonsen una vegada han assolit un cert pes o per l'agitació de la superfície del llac, donat que aquestes precipitacions es mantenen surant per tensió superficial.

Les formes de precipitació litoquímiques són especialment abundants al sòtil i parets. Degut a la considerable alçada del sostre, les estalactites i columnes han assolit mides importants en relació a les dimensions de la gruta.

Disposició del material arqueològic

El con d'enderrocs, lloc arqueològic fèrtil de la cova, presenta una superfície projectada aproximada de 200 m². El con parteix d'uns 2 m sota l'aigua fins els -14 m, ja dins la **galeria de les *Typhlocirolana moraguesi***. Són preferentment els extrems els més rics en material, cosa lògica ja que la pròpia disposició en con feia que en caure les peces dins l'aigua rodolessin pendent avall fins topar-se amb la paret, amb un obstacle que aturés la davallada o bé per adquirir el terra l'horitzontalitat. L'equip humà ha pogut recuperar més del que feien comptes, ja que en anar llevant peces descobrien també d'altres situades per davall. El material es troba en alguns llocs sepultat i mesclat amb pedres i fang, alguns grans blocs, així com troncs vegetals i ossos d'animals que els tapen parcialment. El llançament de pedres i estructures del pou, tal com piques de pedra i blocs ha provocat el trencament de gran part de les peces, que s'enfonsaven normalment senceres. La recuperació s'ha fet del material de superfície i del que es descobria per sota. Molts de fragments dels cossos de les peces no s'han recuperat, aconsellats pels arqueòlegs, per no augmentar considerablement el volum del gènere recuperat i prioritzar el material determinable. El que està clar és que el jaciment no està esgotat en absolut, ja que sota el fang i blocs se segueixen veient àmfores, i no es pot indagar la potència fèrtil del con, ni els materials més antics que es deuen trobar per damunt de l'antic con natural, el més semblant al que caigué el *Myotragus* milers d'anys enrera. Només una tercera fase d'excavació, llevant les pedres i elevant-les pou amunt, així com aspirant el fang, pot subministrar aquesta informació. Aquesta tasca seria molt costosa i extraordinàriament pesada, però és l'única forma de recuperar tot el material i desvetllar el misteri dels primers homes que en feren ús d'aquestes aigües. Com sembla que no és una prioritat d'acció la recuperació total dels contenidors ceràmics, cal salvaguardar el pou i declarar-lo figura protegida com a herència i reserva per a les generacions futures, tant pel seu valor documental històric i arqueològic, com pel patrimoni natural que representa en sí mateix.

Utilització de la cavitat per a l'extracció d'aigua

No podem saber quan es va començar a utilitzar la gruta per extreure-hi aigua, ja que els possibles materials ceràmics més arcaics de recollida estan sepultats sota els més moderns. A partir del material recuperat més antic (romà) i donat la gran quantitat en que es troba, es pot deduir que a l'època romana s'emprava intensament com a subministri d'aigua. Pel tipus de recipients (àmfores de gran capacitat) sabem que es

dedicaria a abastar una quantitat considerable de gent, vaixells fondejats a la badia, i no només a pescadors o pagesos de forma ocasional. El que és difícil d'imaginar és com manejaven les feixugues àmfores plenes d'aigua per la vertical d'entrada, ja que en el cas de que les haguessin omplert des d'alt amb cordes no s'haguessin trobat tantes de senceres. És molt probable que un aiguader estaria situat vora el llac. Les llenegades ocasionals d'entre les mans, a l'hora de treure les àmfores de l'aigua, devia fer que una petita part d'elles s'enfonsés sota les aigües del llac i donada la fondària i topografia del con d'enderrocs, rodolessin pendent avall, romanent oblidades fins als nostres dies. No és factible pensar en la pujada d'un home amb aquesta càrrega per una escala vertical.

La presència de qualche contenidor ceràmic islàmic (gerres de petita capacitat), donen a pensar en un ús més esporàdic i menys important, o com a mínim amb menor pèrdua de recipients (tal vegada s'extreia amb una sínia o altre mecanisme d'extracció, el que explicaria la disminució en el nombre de peces perdudes). La documentació localitzada de 1738 confirma la continuïtat i importància del pou, fins i tot com a lloc estratègic des del punt de vista militar.

El material modern és també freqüent, especialment en forma de gerres mallorquines de tot tipus, dimensions i formes, moltes d'elles recuperades senceres. La presència de cadufs de diferent tipologia i restes de sínia ens indiquen que en un període no molt llunyà continuà l'extracció. A l'interior del pou (al rost de materials) també hi ha diverses piques de pedra, alguna de grans dimensions. A l'exterior del pou hi ha una pica moderna que degué servir com abeurador de bestiar. Posteriorment l'extracció es va fer amb una bomba i es van instal·lar tubs, remodelació que degué suposar un canvi radical en la morfologia externa del pou, amb la construcció de la caseta i l'esbucament d'una part de les anteriors estructures. El fet de que el nivell freàtic es trobi a només 6 m de fondària és un altre element a favor de la existència de la sínia. Tanmateix avui en dia es fa impensable parlar d'una instal·lació d'aquestes característiques, ja que no hi ha rastre del espai circular per voltar la bística, i en tot cas seria una sínia molt diferent de la que estem acostumats a veure, amb un mecanisme molt adaptat al poc espai disponible.

L'aigua de la cavitat, per la seva proximitat a la mar, té una elevada concentració de clorurs. Com és habitual a les cavitats de zones litorals la salinitat és molt menor a la superfície de l'aigua, capa bastant dolça, mentre que en vertical, a partir d'una zona de mescla (haloclina) la resta de la columna d'aigua és molt salada, gairebé assolint valors propers a l'aigua marina. Aquesta zona de mescla oscil·la uns metres en funció de les aportacions de les aigües meteòriques als mesos de més precipitacions, les quals desplacen a major profunditat la interfase entre aigües continentals

i marines (GINÉS, 2000). Tanmateix caldria fer estudis acurats de l'aigua del pou, per poder fer referència a valors concrets. El que està clar és que la suposada diferència de cota del nivell freàtic a l'època romana és del tot injustificada per la presència d'un cos d'àmfora romana que surava i que va quedar encaixada a les parets, a la mateixa alçada que el llac actual i posteriorment recoberta lleugerament per colada estalagmítica. La menor extracció de les aigües subterrànies en aquella època podria traduir-se en una mica menys de salinitat, però no seria molt gran la diferència, per la proximitat de la gruta a la mar. En qualsevol cas, el que està fóra de tot dubte és que només devien recollir l'aigua de la capa superior del llac. La presència de grans tronc d'arbres, caiguts o tirats dins el pou molt de temps enrera (actualment la caseta del pou impossibilitaria la caiguda), així com la conservació dels utensilis de fusta relacionats amb l'extracció d'aigua demostren la gran capacitat de conservació que permet l'aigua salada en determinades circumstàncies (absència de llum, aigües fredes, etc.).

És interessant fer constar la gran quantitat de crustacis de l'espècie *Typhlocirolana moraguesi*, espècie troglobia emblemàtica en el món de la biospeleologia, capacitada per viure indistintament en aigües dolces o salobres. Ha estat citada en nombroses cavitats litorals de Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera (PONS i PALMER, 1998).



Foto 7: Recuperació d'una àmfora globular i de paret prima. Aquest jaciment arqueològic té un especial significat pel fet que evidencia l'extracció d'aigua i aprofitament d'una cavitat litoral molt a prop de la mar, en un lloc arrecerat de la costa (badia d'Alcúdia). Els vaixells feren servir l'aigua per les travesses almenys d'ençà del segle II aC, extracció que va continuar al llarg del temps com ho demostren els diferents tipus i cronologies de contenidors ceràmics trobats, així com per la documentació que fa referència a aquests ús de l'any 1738. Foto: P. Gracia.

Photo 7: Recovery of a thin-wall globular amphora. The archeological finding has a special significance as it provides evidence of the drawing of water and the use of a coastal cave near the sea, a sheltered place near the shore (the bay of Alcúdia). Boats used the water for voyages from Roman times, with this use continuing through time as demonstrated by the different ages and types of pottery vessels found as well as being demonstrated by documental evidence which makes reference to this use in 1738. Photo: P. Gracia.

Material paleontològic

A la **galeria del *Myotragus*** s'ha localitzat sobre un bloc, un esquelet de *Myotragus balearicus* (det. P. Bover). La cova va actuar com a trampa natural, on caigué aquest exemplar. La cavitat en aquella època estaria en sec, durant la darrera glaciació quaternària, o bé en un cicle fred dintre d'un període interglaciari. L'animal no es va matar del cop rebut, ja que es pogué desplaçar de la vertical de caiguda, i degué morir d'inanició a 26 m de distància de l'entrada, possiblement malferit i en situació d'un fort estrès. Probablement sota el con d'enderrocs es troben molts altres restes paleontològics, de fet hi ha ossos d'animals domèstics i troncs d'arbres, que no poden caure actualment degut a la caseta del pou, aquests darrers, donades les característiques químiques de l'aigua salada es podem mantenir molt de temps sense descompondre's.

L'endèmic es troba en connexió anatòmica, faltant-hi el crani i les mandíbules que per la forma rodona degué rodolar i caure dins un crull o dins un forat entre pedres, sense haver estat possible la seva recuperació, encara que es troba gran part de l'esquelet postcranial. Per la gran quantitat d'anys que ha estat submergit, els

ossos es troben en un molt mal estat de conservació, parcialment descalcificats, havent-hi recuperat només els més robusts que van necessitar una consolidació ràpida per evitar la seva desintegració. Per aquest motiu no s'ha procedit a la recol·lecció de la resta del material. Prèviament a l'extracció s'ha filmat i fotografiat el conjunt per documentar la disposició original de l'esquelet. Aquest material ha estat dipositat a la col·lecció del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears, amb número de col·lecció MNIB 64728. La seva presència a més de l'evident interès paleontològic, ens proporciona la prova que la cavitat ha estat oberta de forma natural milers d'anys abans de l'arribada de l'home a Mallorca i no com a conseqüència d'una acció antròpica relacionada amb la recerca d'aigua.

Aspectes tècnics

La principal dificultat de la recuperació del material arqueològic ha estat la falta de visibilitat que es produeix quan es remou el fons i es mobilitzen peces i blocs, alçant el fang del fons. La zona arqueològica dels 200 m² acabava amb nul·la visibilitat, que impedia prosseguir amb les tasques subaquàtiques. La segona

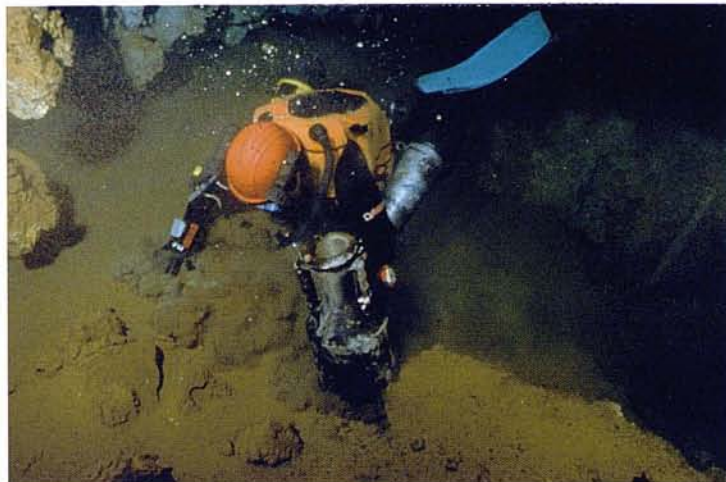


Foto 8: Visió d'un sector de la sala, als 8 m de profunditat, amb abundant material ceràmic. Les àmfores romanes del segle I a. C. es troben parcialment recobertes pel fang. Es distingeix una gerra islàmica de diferent coloració situada per damunt de les restes més antigues. Foto: P. Gracia.

Photo 8: View of the chamber, at a depth of 8 meters, with abundant pottery. The Roman amphorae from the first century BC are partially covered by mud. An Islamic jar with a different colouration can be seen resting on older pieces. Photo: P. Gracia.

Foto 9:
Extracció d'una àmfora grecoitàlica del segle II a.C. d'entre el sediment del fons. Es tracta del jaciment càrstic que més peces, i la majoria en molt bon estat de conservació, ha aportat del món romà. També documenta l'abastiment d'aigua per les travesses marítimes aprofitant una cavitat natural. Foto: O. Espinasa.

Photo 9:
Extracting a 2nd century BC Greco-Italic amphora from between the floor sediments. This karstic excavation has furnished the highest number of pieces from the Roman World, with many of them in a very good state of conservation. It also documents the use of a natural cave by boats as a source for water. Photo: O. Espinasa.



dificultat ha estat davallar i pujar l'equip d'immersió i les peces arqueològiques recuperades. Tot aquest voluminós i pesat material s'ha de fermar i assegurar dins l'aigua amb xarxes resistents, i caps adaptades a tal finalitat, per evitar el trencament dels contenidors ceràmics i la caiguda d'aquests damunt del bussejador o membre de l'equip de suport, mentre es procedeix a l'elevació de les peces.

La construcció d'una plataforma de fusta sobre l'aigua, fixada a les parets i formacions, ha estat de gran utilitat, ja que ha facilitat totes les tasques de transport i representava un punt de comoditat i descans pels espeleobussejadors a l'hora d'equipar-se o desequipar-se.

Les botelles emprades han estat normalment de 2 x 10 l o bé 2 x 15 l a 200 atm. d'aire, capacitat que s'ha emprat per realitzar les diferents tasques exploratòries, topogràfiques i d'extracció de les peces arqueològiques. L'estretor d'alguns passos ha fet recomanable portar les botelles lateralment, però no és necessari per la feina de recuperació de les peces. Tot el material s'ha portat segons les normes de seguretat del busseig espeleològic, això és per duplicat.

En alguns llocs, especialment als costats del con d'enderrocs, calia anar amb compte per evitar la caiguda de pedres inestables. Sobretot quan es recuperaven les àmfors, de grans dimensions, de vegades encaixades entre els blocs, que podia provocar una esbaldregada que sepultés l'escafandrista. Els esllavissaments van succeir un parell de vegades, rodolant grans pedres.

La fondària màxima de l'aigua és de 15 m, profunditat assolida a dos llocs, un al final del con d'enderrocs en direcció Oest i l'altra al final de la **galeria del Myotragus**, on es davalla per un angost i vertical laminador.

El material per equipar el pou ha consistit en una electron (escala d'espeleologia) assegurada a la capçalera del pou, i cordes amb politja per davallar i pujar els equips de busseig espeleològic i el material que es recuperava. Una xarxa resistent, il·lustrada amb ploms

als costats servia per recuperar del fons de l'aigua les àmfors. Abans calia localitzar, anotar la situació i la fondària i recuperar d'entre les pedres i el fang el material. Després es procedia a inflar el *jacket* per poder ascendir amb les feixugues àmfors cap al cim del con, per una vegada allà, posar-les dins la xarxa i anant-les pujant d'una en una. La maniobra es realitzava lentament amb total sincronització amb els espeleòlegs de dalt del pou, per pujar primer poc a poc i quan s'estava al nivell de l'aigua aturar la pujada i buidar les peces per eliminar el pes suplementari de l'aigua i evitar el seu trencament. Aquest buidatge per altra banda representa que l'aigua que surt amb fang, embrutava i disminuïa la visibilitat i el temps efectiu de busseig. Aquesta problemàtica va fer que en ocasions portéssim peces fins al cim del con i no les traguéssim de l'aigua fins un altre dia.

La mitjana de gent fent feina simultàniament ha estat de sis, amb un mínim de cinc i un màxim de set. A la vegada se solien submergir dos bussejadors, excepte qualche dia de fotografia o filmació que van esser tres. Un altre espeleòleg se situava a la plataforma de fusta per recollir les peces més petites i ajudar els bussejadors a equipar-se o desequipar-se; també controlava la feina d'alçament de les peces i del material. Un altre espeleòleg es col·locava al replà situat 4 m per sobre, on es troba l'estretor del pou natural. La seva funció era col·locar i impedir el trencament dels contenidors ceràmics en pujar i també orientar i ajudar a passar les àmfors i altre material de busseig. Els altres dos espeleòlegs se situaven dalt, per traccionar les cordes (amb una politja) per pujar o baixar les peces i també per fer les fotografies d'algunes peces i condicionar el material pel seu transport dins els cotxes.

La majoria de viatges cap a Palma (per dur el material al Departament de Patrimoni del Consell Insular de Mallorca) es realitzava amb dues furgonetes i qualche cotxe plenes de material arqueològic i de busseig (cal tenir en compte el gran volum de les àmfors i de l'equip de busseig espeleològic).

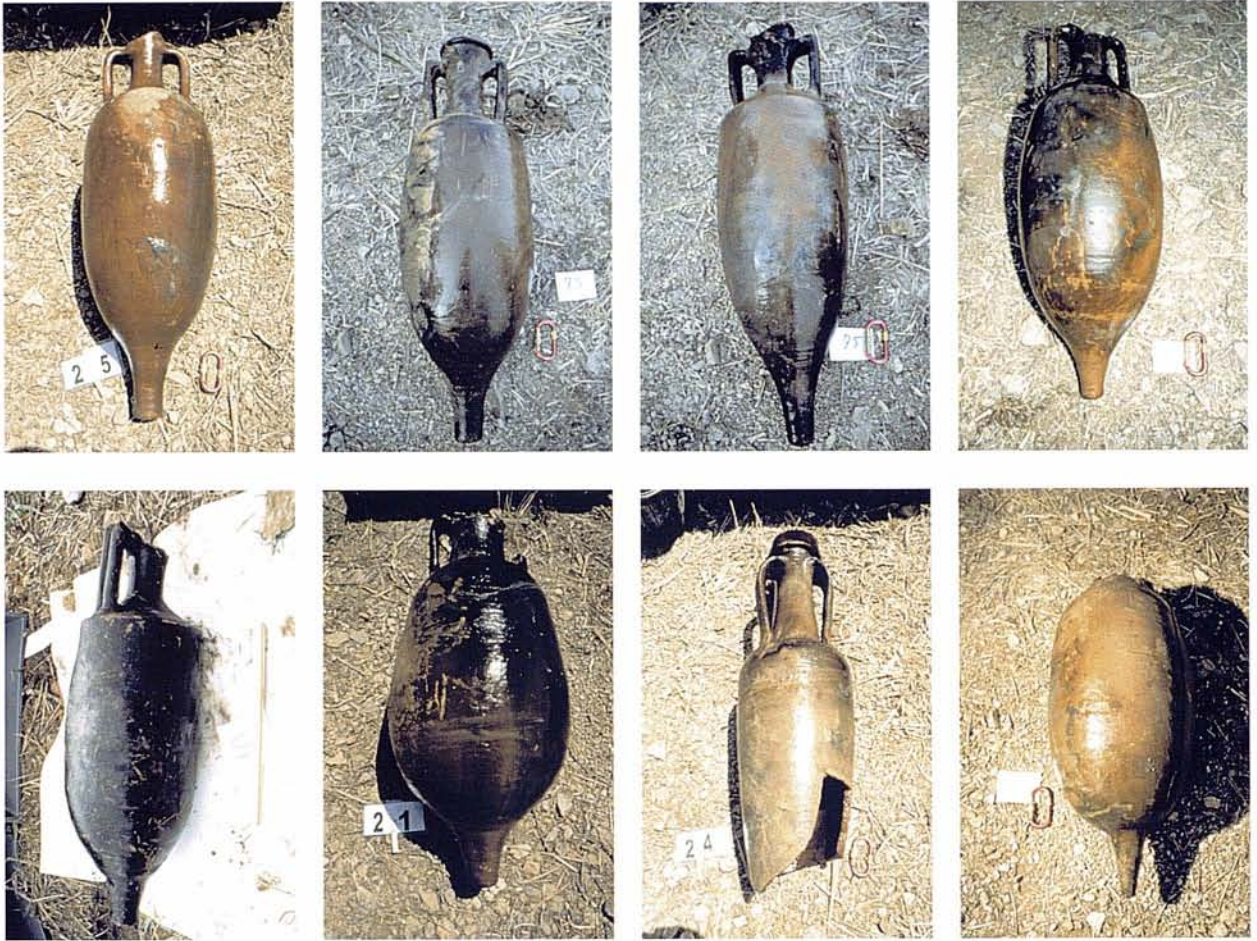


Foto 10: Petita mostra d'àmfores Dressel de diverses tipologies i variants trobades a la cavitat. El nombre mínim d'àmfores recuperades, entre senceres i colls supera àmpliament la seixantena. La major part de les àmfors romanes recuperades són contenidors de vi ja amortitzats, que cronològicament se situarien entorn als segles II al I abans de la nostra era. Peces 25, 73 i 75: gregues tardanes (entre els segles II a I a.C.) de tipologia Dressel 2-4. Àmfora 10: grega de caires molt marcats. Àmfora 21: bètica de tipologia Dressel 7-11. Àmfora 24: itàlica tipus Dressel-1 del segle I d.C. amb anses planes i solcades. Fotos: A. Merino i P. Vega

Photo 10: Small sample of Dressel amphoras of diverse shapes and types found in the cave. A minimum number of recovered amphoras, between whole ones and necks, represents more than sixty percent of the total findings. Most of the Roman amphoras recovered were wine vessel already depreciated, which date from around the end of the first century BC. Amphoras 25, 73 and 75: late Greek amphoras (from the 2nd. to 1st. centuries BC) with a Dressel 2-4 typology and possibly from eastern Greece. Amphora 10: Greek amphora with a marked shoulder angle. Amphora 21: Baetic amphora having a Dressel 7-11 typology. Amphora 24: 1st. century BC Italic amphora with a Dressel 1 typology with flat grooved handles. Photos: A. Merino and P. Vega.

Història de la troballa, de l'extracció del material i de l'estudi de la cavitat

Un dia de l'any 1998, els espeleòlegs Guillem Mulet (grup GELL) i Antoni Merino (grup ANEM), després d'inspeccionar una cova ubicada en un solar de la urbanització d'Alcanada donaven una volta per les rodalies, quan veren una caseta de pou amb la porta oberta, s'estranyaren de la presència d'un pou a tan poca distància de la mar i decidiren donar un cop d'ull. En guaitar veren que es tractava d'un conducte vertical prou ample per poder-hi baixar, situat a uns 6 m d'alçada respecte de l'aigua. Només amb una primera observació veieren formacions litoquímiques pròpies

d'una cova natural i no d'un pou artificial, així que decidiren tornar en una altra ocasió amb equip espeleològic adequat.

En dates posteriors davallaren per la vertical, comprovant que efectivament es tractava d'una cavitat natural, retocada i molt modificada a la boca, essent impossible esbrinar la topografia original de l'entrada abans de les diverses modificacions fetes per l'home en el transcurs dels temps. La vertical els portà just damunt l'aigua, però fent el pendul, és a dir desplaçant-se lateralment penjats de la corda, se situaren sobre un replà inclinat, de reduïdes dimensions, el qual presentava fragments de ceràmica. Més enllà la cavitat no semblava de grans dimensions, però sí guarnida d'abundants espeleotemes: així observaren estalactites i colades parietals que arribaven fins a la mateixa superfície de



Foto 11: Àmfores gregues tardanes de tipologia Dressel 2-4 amb anses bífides. Detalls ampliats dels signes ortogràfics pintats. Fotos: A. Merino i P. Vega.

Photo 11: Complete late greek amphoras having a Dressel 2-4 typology with bifid handles. Enlargements of their painted characters. Photos: A. Merino and P. Vega.

les aigües. Equipats amb neoprè per poder nedar a les aigües fredes inspeccionaren la cambra que a alguns llocs tenia l'alçada del sostre molt reduïda, que separa pràcticament l'espai en dues cambres, una d'elles situada cap al NO és de petites dimensions. L'altra té direcció cap al S i després d'uns 6 m condueix a un altre replà, una mica més espaiós. Tot l'espai, llevat dels dos replans, esta inundat, sense fer-hi peu al nedar. Es veu que la cavitat en sí accessible, és la part més elevada de la gruta, ja que la resta roman amagada sota les aigües. Va esser prop del segon replà que en Guillem

en aferrar-se a la paret hi va observar com la subjecció on es trobava, arran d'aigua, tenia una forma arrodonida i geomètrica, i en posar-se una màscara per observar millor la part submergida comprovà que es tractava d'una espècie de gerra de grans dimensions, girada cap per avall i concrecionada en gran part per colades estalagmítiques. Sembla que degué caure pel pou o fugir de les mans de la persona que la portava i surant a la deriva va romandre encaixada a la paret que terminaria per assimilar-la, formant tot un. Estimulats per la troballa observaren amb les màscares sota les aigües i veren



Foto 12: Detall de peus d'àmfores itàliques que presenten estampilles rectangulars amb lletres llatines perfectament conservades que informen dels centres productors de les peces. Fotos: A. Merino i P. Vega.



Photo 12: Details of amphora bases having seals where the letters which tells us where they were made still perfectly conserved. Photos: A. Merino and P. Vega.

que la cova era profunda, amb un con d'enderrocs central i a la part superior del con alguns tests i el que semblaven gerres. Se n'adonen que pels costats del con d'enderrocs, la foscor i el misteri poden reservar nous descobriments i troballes. Conscients de la necessitat d'investigar les possibilitats submergides de la cova decideixen posar-se en contacte amb espeleobussejadors del grup Nord de Mallorca (GNM).

19 – XII – 98

Francesc Gràcia, acompanyat per Antoni Merino i Guillem Mulet de suport, va fer una primera immersió a la cavitat. La davallada del material de busseig, portat per duplicat com requereixen les més elementals normes de seguretat del busseig espeleològic, implicava que un dels espeleòlegs hagués d'estar al coll del pou i un altre al primer replà per recollir el material i passar-li al bussejador. Aquest, dins l'aigua, es posà tot l'equip d'immersió i després d'una revisió ja estava en condicions de començar l'exploració subaquàtica de la cova. Primer va fer un recorregut pel con d'enderrocs (**sala de les Àmfores**), voltant-lo lentament, i cada cop a més fondària. Als 3-5 m ja va observar gerres mallorquines i cadufs de sínia, que devien d'esser, evidències d'un sistema d'extracció d'aigua que implicaven una morfologia exterior del pou radicalment oposada a l'actual. Va veure restes de fusta com rodes, politges, poals i troncs d'arbres de grans dimensions que ara per ara no podrien haver entrat mai, i que sota l'aigua es deuen d'haver conservat molts d'anys, caiguts abans de la construcció de la caseta que tanca el pou. També va observar diverses piques de pedra de diferents mides i va començar a percebre la presència d'àmfores romanes. A mesura que anava descendent a fondàries majors, especialment pels costats del con d'enderrocs, el nombre de peces augmentava enormement. Una gran excitació es va apoderar de l'espeleòleg, tant pel tipus i nombre de peces com pel bon estat de conservació de part del material arqueològic. Només extreu qualque conteni-

dor ceràmic per mostrar als tècnics de patrimoni històric del Consell Insular de Mallorca i donar fer i contrastar així la importància del jaciment.

Després de comunicar la troballa als companys, progressa fora del con de materials caigut des de dalt i avança per una ampla galeria amb abundants columnes i estalactites i després d'alguns passos més estrets arriba fins a un esquelet situat sobre una roca, a 26 m de distància del llac. Pel tipus d'ossos li sembla que pertanyen a un *Myotragus*, possiblement *M. balearicus*, degut a que no estan ocults sota sediments ni concrecionats. Després d'inspeccionar visualment les restes i amb molta cura en no descol·locar els ossos prossegueix per la galeria (**galeria del *Myotragus***) fins que arriba a un laminador vertical on es deté per l'estretor del passatge.

L'exploració de la cavitat coincideix en el temps amb la realització de les obres del golf d'Alcanada, amb l'obertura d'un ampli vial a només uns pocs metres de la caseta del pou. Les obres s'efectuen amb màquines pesants i es realitza la desforestació de tota la zona afectada que abans ocultava en gran part el pou. Aquests fets fan que comuniquem ràpidament a patrimoni del greu perill de desaparició del pou o de la destrucció i reblliment de la cova. Ens posam en contacte amb Gabriel Pons, tècnic de Patrimoni del Consell Insular que envia a un inspector de patrimoni i un arqueòleg per advertir dels fets al constructor i evitar l'enderrocament del pou. D'aquesta manera el dia 23 de desembre de 1998 el Conseller de Cultura i Patrimoni Històric del Consell de Mallorca, Damià Pons, va resoldre autoritzar la realització de l'excavació d'urgència al pou. Les excavacions s'efectuaran baix la direcció tècnica dels arqueòlegs del servei de Patrimoni Històric i Artístic del Consell de Mallorca, senyors Jaume Cardell i Gabriel Pons. Aquesta resolució va ser remesa a la propietat on està situat l'esmentat jaciment arqueològic. Es mantenen diverses converses amb el senyor F. Knuchela (director de l'empresa Aucanada S.A., propietària dels terrenys)

per arribar a un acord per permetre les tasques de 4 espeleobussejadors i de 3 espeleòlegs de suport dins la propietat.

29 – XII – 98 i 10 – I – 99

En Francesc Gràcia (F.G.) es va posar en contacte amb en Bernat Clamor (B.C.) i en Joan Josep Lavergne (J.L.), també espeleobussejadors i membres del Grup Nord de Mallorca (GNM), per estudiar la cavitat i si el servei de Patrimoni del Consell Insular ho trobés adient extreure el material. Primer filmaren en vídeo la cavitat per demostrar i explicar la troballa. G.M., A.M., B.C., F.G., J.L. i Pep Vega (P.V.) extreuen 14 contenidors ceràmics, amb molts de problemes degut al vigilant de l'obra que insisteix en què no tenen autorització. El material recuperat comprèn des d'àmfores romanes, alguna gerra islàmica, cadufs, pitxers, gerres mallorquines i càntirs.

11 i 15 – VII – 99

L'equip es reforça amb la presència de Pedro Gracia (P.G., instructor de busseig i fotògraf submarí). Realitzen una sessió fotogràfica del con de materials i de l'extracció de les peces. Es prenen dues mostres d'aigua a diferent fondària (a prop de la superfície i a 9 m de profunditat) per estudiar la salinitat de la cavitat i tenir en compte la repercussió d'aquesta sobre les peces i procedir a un millor procés de conservació. Recuperació a la **galeria del *Myotragus*** d'un os per confirmar la determinació del fòssil per especialistes (Pere Bover) del CSIC-IMEDEA i consolidació de l'exemplar. Es recuperen 28 i 25 peces respectivament.

22 – VII – 99

Primer es procedeix a la construcció, a només 20 cm per damunt de l'aigua, d'una plataforma de fusta, per davall del replà natural i gairebé sota la projecció del pou. La construcció és farragosa i molt incòmoda, ja que es fa feina penjat d'una corda i amb els peus dins l'aigua. S'aprofita per fiançar l'estructura d'algunes formacions naturals que es fermen amb fil de ferro i

s'han de instal·lar alguns claus d'expansió a les parets d'un costat del pou. L'estabilització completa de l'estructura va requerir de diferents ajustaments finals. Aquesta base d'atac permet una major comoditat per davallar i pujar els espeleòlegs per l'escala, per equipar-se i per les tasques i maniobres de pujada i elevació pel pou del material arqueològic recuperat i dels equips d'immersió.

Degut al poc temps transcorregut d'ençà de la darrera vinguda a la cova, l'aigua conté abundants sediments fins en suspensió que disminueixen molt la visió. Recuperació de 17 peces.

29 – VII i 22 – VIII – 99

La jornada del dia 29 va esser més difícil de l'habitual, ja que per un oblit no portaren l'escala (elctron) per davallar i hagueren de fer-ho a pols per la corda de només 1 cm de diàmetre, sense tocar les parets amb els peus.

Un problema succeït amb un dels reguladors (2a etapa) i part d'un equip fa que no es pugui dur a terme l'inici de la topografia de la cavitat i la retirada d'ossos del *Myotragus*, ja que es perden més de 50 atmosferes de l'aire d'una de les botelles. Juntament amb altres entrebancs fan que el rendiment del dia 22 sigui escàs. Recuperació de 20 i 11 peces.

26 – VIII – 99

Sessió de fotografia per documentar la posició del *Myotragus* i la disposició dels diferents ossos entre si abans de la recuperació del material paleontològic. S'aprofita per fotografiar distintes zones concrecionades de la cavitat.

17 – II – 00

Aquesta vegada el fotògraf és Oscar Espinasa, bussejador molt competent i instructor de busseig, amb molt de rodatge com a fotògraf submarí. Primer se submergeixen tres bussejadors per fer fotografies al con de material, embrutant-se molt l'aigua. Després es recuperen de la part inferior del con d'enderrocs peces

Foto 13:
Pitxer de cronologia indeterminada amb rica ornamentació de precocció a base d'inscripcions de lletres i línies.
Foto: A. Merino.

Photo 13:
Jug of undetermined chronology with rich ornamentation from prebaking inscriptions of lines and letters. Photo: A. Merino.





Foto 14: Exempler d'una gerra mallorquina d'entre les 38 recuperades. La major part se situaven a la part superior del con d'enderrocs. Foto: P. Vega.

Photo 14: Example of a Mallorcan jug, one of the 38 recovered. Most of these were lying on the upper part of the conical heap of rocks. Photo: P. Vega.

que són convenientment numerades, per pujar-les el proper dia que es torni amb més temps i equip per aixecar les peces pel pou. El material es deixa just a 2 m de fondària, al petit replà subaquàtic sota el pou.

5 – III, 25 – VI, 2 i 10 – VII – 00

Prossegueix la topografia de la cavitat, detallant molt la cambra d'entrada per l'evident interès arqueològic. La visibilitat es va deteriorar per complet. Després topografien el llac d'entrada.

Filmació del material del conus d'enderrocs i de l'extracció de les peces. Es prossegueix amb la topografia de la cavitat. Les peces extretes són 0, 10, 24 i 10 respectivament.

17 – VII – 00

Topografia del contorn de la **galeria del Myotragus** i exploració del laminador vertical del final de la galeria amb dues botelles de poca capacitat (5 litres) degut a l'estretor del lloc. Presa de poligonals d'una de les galeries. Extracció de 9 peces. Ens cridà l'atenció que un dels cossos de les àmfores té signes ortogràfics a prop del coll.

31 – VII i 18 – XI – 00

F.G., mentre topografia el que falta, observa que després d'una colada parietal que semblava tancar-li el pas, es pot prosseguir (**galeria NE**). Va posar uns 25 m de fil-guia fins a sortir a una petita cambra d'aire. El material extret ha estat de 18 i 4 peces respectivament.

Resum del material recuperat

La troballa de contenidors ceràmics a la cavitat (s'han recuperat al llarg de 17 dies de feina més de 189 peces – alguns números corresponen a vàries peces –) posa de manifest la utilització de l'aigua d'aquesta formació endocàrstica per a ús humà al menys des de l'època romana-republicana. La seva ubicació, molt a prop de la mar, en una zona de costa accessible, propicià que fos utilitzat per a procurar-se la reserva d'aigua necessària per a la travessia marítima. El nombre mínim d'àmfores presents al pou, entre àmfores senceres i colls supera àmpliament la seixantena.

Foren moltes les ciutats fundades per Roma entre els segles III-I aC que iniciaren el camí comercial i utilitzaren per envasar llurs excedents viners les formes d'àmfora que coneixem com les grecoitàliques, les Dressel 1 o les Dressel 2-4 (CERDÀ, 1999). Fins a mitjan segle II aC no començaren a produir-se vins de qualitat en el litoral tirrè de la península itàlica. Els romans havien consumit fins aleshores vins grecs de les illes de Kios, Lesbos o Tassos principalment. Plini cita en aquest ordre la qualitat d'aquests tres vins de l'àrea de la mar Egea. Però a mitjan segle II aC es produeix un canvi del vi grec per l'itàlic que repercuteix en el segellat i en l'estampillat del material amforal. Ja des de molt prest començaren a sortir dels tallers itàlics les àmfores amb les estampetes en llatí (CERDÀ, 1999).

La major part de les àmfores recuperades són contenidors de vi, ja amortitzats, els quals cronològicament se situarien entorn dels segles II aC fins al segle I dC (determinació cronològica de Damià Cerdà i Gabriel Pons). Són abundants els materials amforals orientals, especialment peces grecoitàliques i algunes gregues tardanes (de tipologia tipus Dressel 2-4). També són nombroses les àmfores de procedència bètica (Dressel 7-11, Dressel 1) i també laietana (Dressel 2-4, Dressel 7-11).

Algunes de les peces presenten al peu estampilles rectangulars o circulars, amb lletres llatines que ens informen dels centres productors. D'altres tenen signes pintats postcocció prop de la base del coll, amb caràcters grecs o llatins. També s'han recuperat àmfores amb inscripcions de marques fetes abans de la cocció.

S'han pogut trobar algunes gerres d'època islàmica (unes 4); alguna amb una rica decoració geomètrica gravada. La poca quantitat de materials d'aquesta època i la seva tipologia ens farien pensar que fossin

emprats per a consum intern en comptes de servir de provisió d'un vaixell; no obstant la documentació trobada de 1738 (ORDINAS i ROTGER, en premsa) demostra que va seguir essent emprada per l'abastiment d'aigua per part de vaixells en temps molt posteriors.

Un nombre important dels materials corresponen a gerres, cadufs i cossiols de producció illenca i d'època moderna, probablement dels segles XVIII i XIX (determinació cronològica de Gabriel Pons). El nombre mínim de gerres mallorquines extretes, entre senceres i colls és de 38. S'han recuperat 7 cadufs, encara que d'altres s'han deixat al pou. També s'han recuperat alguns càntirs, pitxers, cossiols i poals de fusta.

Importància espeleològica del jaciment

Es tracta del jaciment càrstic que més peces, i en molt bon estat de conservació moltes d'elles, ha aportat del món romà.

Té endemés un especial significat en quant a que evidencia l'extracció d'aigua i aprofitament d'una cavitat litoral molt a prop de la mar, a un lloc arrecerat de la costa (badia d'Alcúdia). Els vaixells feren servir l'aigua per les travesses d'ençà de l'època romana, extracció que va continuar al llarg del temps com ho demostren els diferents tipus i cronologies de contenidors ceràmics trobats, així com per la documentació que fa referència en aquests ús de l'any 1738. Permet per tant reconstruir els diferents moments en què el pou va ésser funcional, continuant fins a l'actualitat (38 gerres mallorquines recuperades i d'altres no recollides). Documenta la pesada tasca duta a terme per poder pujar àmfores de bona mida i plenes d'aigua per una cavitat natural i amb un desnivell apreciable per aconseguir aigua per les travesses marítimes. Un fet que crida l'atenció és l'elevada concentració de clorurs de l'aigua, almenys en l'actualitat, com a conseqüència lògica de la poca distància de la mar.

La presència de *Myotragus balearicus* ens serveix per esbrinar el temps en què, al menys de llavors ençà, la cavitat ha romàs oberta a l'exterior, que seria anterior a l'arribada de l'home a Mallorca, en una pulsació climàtica de caràcter fred, possiblement la glaciació Würm, que deixà a la gruta en condicions vadoses.

El fet de que sota els blocs i fang hi hagi enterrat gran quantitat de material arqueològic, juntament amb el valor històric de la cavitat, creim que obliga a establir alguna figura jurídica de protecció. El buidatge del con d'enderrocs suposaria una elevada despesa econòmica per una feina sota l'aigua d'aquestes característiques, en la qual s'han d'enlairar tones de blocs i pedres, així com aspirar el fang. Cal protegir la cavitat per al futur, per un moment en què es donin possibilitats econòmiques i que es trobi adient el seu estudi integral.

Agraïments

Aquest treball s'ha pogut dur a terme gràcies al suport econòmic atorgat pel Consell Insular de Mallorca, a través de la Conselleria de Cultura i Patrimoni Històric.

Al cap de servei de Patrimoni Guillem Daviu i a l'arqueòleg Gabriel Pons per les gestions realitzades per dur a bon terme aquest projecte.

A Damià Cerdà i Juan per determinar part del material recuperat i pels seus suggeriments.

Als propietaris i encarregats dels terrenys on s'ubica la cavitat, per totes les facilitats i consideracions que han tingut amb l'equip d'espeleòlegs. Especialment al Sr F. Knuchela, director de l'empresa propietària dels terrenys.

A Oscar Espinasa, fotògraf subaquàtic, membre del Club C.A.S. Tritón, que ha contribuït a documentar amb imatges les tasques de recuperació del material arqueològic.

A Gabriel Ordines i Francesca Rotger, per fer-nos saber i proporcionar-nos la documentació de 1738 que fa referència a la font de ses Aiguades.

A Pere Bover, per les informacions i comentaris paleontològics subministrats.

A Peter Watkinson per la traducció a l'anglès del resum i dels peus de les figures.

A Marc Crespi, president del GNM, pel seu suport.

Bibliografia

- CERDÀ JUAN, D. (1999): *El vi en l'Ager Pollentinus i en el seu entorn*. Col·lecció la Deixa, 3. Monografies de Patrimoni Històric. 223 pàgs.
- ENCINAS, J. A. (1971): Nota arqueològica sobre la Cova de sa Font. *Speleon*, 18: 61-68.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximació al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 595 pp. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca).
- ORDINAS, G. i ROTGER, F. (en premsa): La defensa d'Alcúdia a 1738. Una descripció militar de la ciutat i la costa. *II Jornades d'Estudis locals d'Alcúdia*.
- PONS, G. i PALMER, M. A. (1996): *Fauna endèmica de les illes Balears*. Institut d'Estudis Balearics; Conselleria d'Obres Públiques, Ordenació del Territori i Medi Ambient. Direcció General de Medi Ambient; Societat de d'Història Natural de les Balears. 377 pàgs.
- SALVÀ, B. (1997): Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps. *Endins*, 21: 93-101.
- TRIAS, M. (1974): Una campanya a les illes de Cabrera. *Endins*, 1: 33-39.

LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA ZONA 4: PUIG GROS DE BENDINAT (2a part) (Calvià, Mallorca)

per Damià CRESPI^{1,6}, Francesc GRÀCIA^{3,5}, Damià VICENS^{1,5}, Miquel Alexandre DOT¹,
Mateu VADELL², Miquel Àngel BARCELÓ², Pere BOVER^{4,5,7} i Vicenç PLA^{1,6}

Resum

Presentam la descripció i topografia de 13 cavitats inèdites i un enfonsament càrstic situades en el puig Gros de Bendinat i als seus voltants (serra de na Burguesa, Calvià). Destaquen l'avenc de sa Soca de 103 m de fondària i la cova des Gurs amb 460 m de recorregut. També es presenta una nova topografia de l'avenc des Vent, del qual s'ha trobat una nova entrada i una zona sense topografiar fins ara. Així mateix, adjuntam la topografia de l'avenc des Barrufà, topografiada l'any 1973 pel Grup Espeleològic Mallorquí.

També presentam la catalogació del material paleontològic recol·lectat per a la seva diagnosi, constituït per restes òssies de vertebrats del Quaternari i alguns mol·luscs. És d'especial importància la troballa d'un crani de *Myotragus aff. bateae* que presenta les banyes desgastades a conseqüència d'un comportament osteofàgic de l'espècie, que fins ara només s'havia observat a *Myotragus balearicus*.

Abstract

In this paper we present the description and surveys of 13 unpublished caves and a karstic depression situated on the Puig Gros de Bendinat and its surrounding area (Serra de na Burguesa, Calvià). Noteworthy are the Avenc de sa Soca, with a depth of 103 m, and the Cova des Gurs, with a survey length of 460 m. A new survey for the the Avenc des Vent following the discovery of a new entrance and unsurveyed zone is also presented. At the same time, we include the survey for the Avenc des Barrufà, carried out by the Grup Espeleològic Mallorquí in 1973.

We also present a catalog of recovered paleontological material for its diagnosis, which consists of vertebrate bone remains from the Quaternary and molluscs. The finding of a *Myotragus aff. bateae* skull is especially important as its horns show evidence of the osteophagous behaviour of this species, which up to now has only been noted in *Myotragus balearicus*.

Introducció

En aquest treball es continua la catalogació de les cavitats de la serra de na Burguesa que es va iniciar en anteriors articles (BARCELÓ, 1992; GRÀCIA *et al.*, 1997; BARCELÓ *et al.*, 1998; VICENS *et al.*, 2000).

Les cavitats que es recullen en el present treball foren topografiades majoritàriament en la campanya espeleològica que es dugué a terme a partir del juny de 2000 fins al maig de 2001 en el puig Gros de Bendinat i als voltants (Fig. 1) i constitueix la segona part d'aquesta zona.

Els fòssils trobats a la zona d'estudi s'han dipositat en la col·lecció Museu de la Naturalesa de les Illes Balears de Palma (MNIB).

Situació geogràfica

La serra de na Burguesa se situa al SO de la serra

- 1 Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Palma de Mallorca.
- 2 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.
- 3 Grup Nord de Mallorca. Pollença.
- 4 Grup Espeleològic de Llubí. Llubí.
- 5 Societat d'Història Natural de les Balears. Estudi General Lul·lià. Sant Roc 4. E-07001 Palma de Mallorca.
- 6 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma - Port de Sóller, km 30,5. E-07100 Sóller.
- 7 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Ctra de Valldemossa km 7,5. E-07071 Palma de Mallorca.

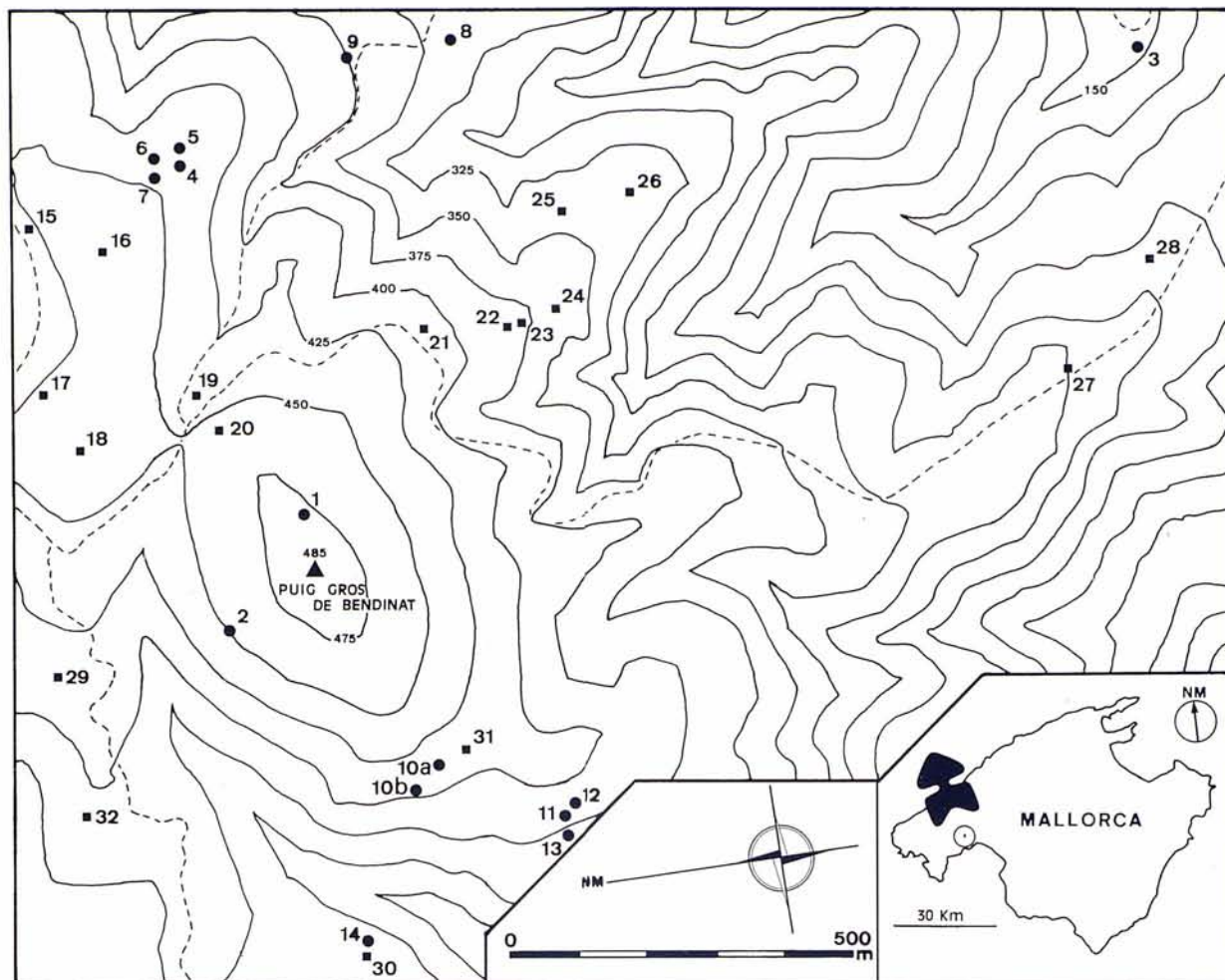


Figura 1: Mapa de la zona amb la situació de les cavitats. Cavitats descrites en el present article situades amb un cercle (1 a 14). Cavitats descrites en articles anteriors situades amb un quadrat (15 a 32). 1: Avenc des Puig Gros de Bendinat. 2: Avenc des Barufà. 3: Cova de sa Coma de s'Arc. 4: Avenc de sa Soca. 5: Cova des Corbs. 6: Avenc des Cans. 7: Cova des Vidres. 8: Cova de s'Agre d'en Massip. 9: Clot de ses Mates. 10a: Avenc des Vent (entrada superior / upper entrance). 10b: Avenc des Vent (entrada inferior / lower entrance). 11: Cova des Gurs. 12: Avenc Socarrat. 13: Avenc Terrós. 14: Avenc d'en Pau. 15: Avenc de s'Aigo estiuada. 16: Avenc des Dragons. 17: Avenc des Llenyaters. 18: Pou artificial. 19: Cova des puig

Gros de Bendinat. 20: Cova de sa Llima. 21: Clot des Sabaters. 22: Cova de ses Pasteretes. 23: Cova de ses Pasteretes Petita. 24: Cova des Mirador. 25: Cova Baixa. 26: Cova des Bloc. 27: Cova de sa Torreta. 28: Avenc de s'Ase. 29: Cova des Ribellet. 30: Cova dets Esfondraments. 31: Avenc Curt. 32: Avenc des Mort.

Figure 1: Map of the area with cave locations. Caves described in the present paper (1 to 14) marked with a circle. Caves described in previous papers (15 to 32) marked with a square. The cave names as above.

de Tramuntana de Mallorca. La zona que presentam en el present treball es localitza al voltant del puig Gros de Bendinat (485 m) i els indrets geogràfics més característics que l'envolten són: al N la coma de n'Àliga i el puig d'en Bou, a l'E el coll des Pastors, al SE la coma de sa Font de s'Ermita, al S la serra de ses Pasteretes, al SO la coma des Mussols i a l'O la coma des Forat d'en Marillo.

Situació geològica

Tal com ja s'ha comentat en treballs anteriors (VICENS *et al.*, 2000) la serra de na Burguesa es

correspon amb dues alineacions muntanyoses de direcció NE-SO que culminen amb el puig Gros de Bendinat en el S i amb el puig des Cans en el N. Des del punt de vista geològic cadascuna de les dues alineacions de muntanyes correspon a un plec d'inflexió de falla, més o menys complex, vergent al NO, però la septentrional desplaçada 1,5 km més al NO que la meridional (GELABERT, 1998, Fig. 2).

L'orientació general dels plecs anticlinals i sinclinals lligats a l'estructura de na Burguesa és NE-SO, perpendicular al sentit del transport tectònic (GELABERT, 1998). Hi ha falles normals que es produïren posteriorment a la formació dels encavalcaments. Les direccions d'aquestes solen ser NE-SO i NO-SE (ITGE, 1991).

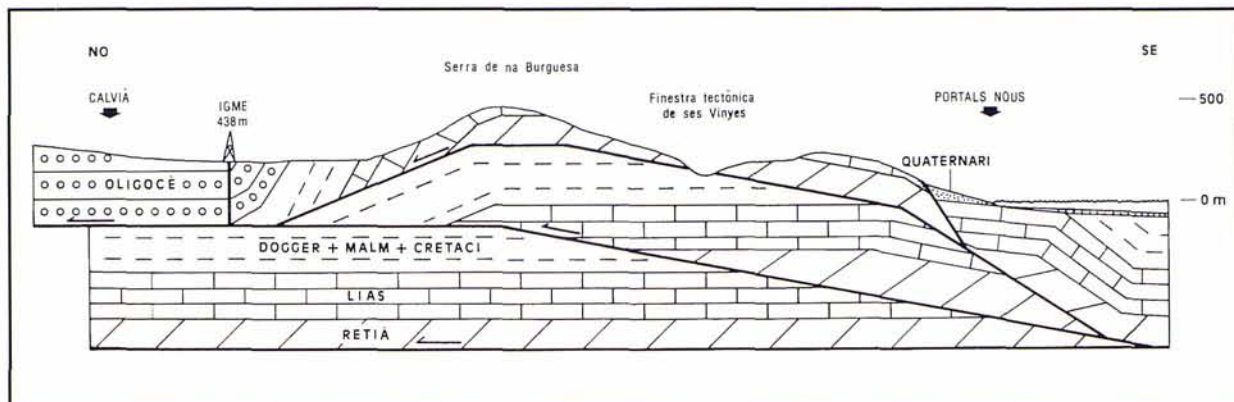


Figura 2: Tall geològic de la serra de na Burguesa. L'estructura bàsica és la d'un plec d'inflexió de falla vergent cap al NO, plegada per una làmina d'encavalament inferior i de menor mida. (Modificat de GELABERT, 1998)

Figure 2: Geological section of the Serra de na Burguesa. The basic structure is a north-west versant fault-bend fold, folded by a floor-thrust sheet of lower magnitude. (After GELABERT, 1998)

Totes les cavitats d'aquesta zona d'estudi, es troben majoritàriament en materials del Lias inferior (ITGE, 1991). Aquesta és una unitat massiva formada per dolomies sovint bretxades (FORNÓS i GELABERT, 1995).

nombrosos processos de concrecionament, que arriben a ser importants, com les **sales Concrecionades** de l'avenc de l'Infern (GRÀCIA *et al.*, 1997), la **sala de ses Columnes** de l'avenc de s'Embut (BARCELÓ *et al.*, 1998) i la **sala des Gur** de la covota des Puig Gros (VICENS *et al.*, 2000).

Espeleogènesi

Es pot dir que la majoria de les cavitats de la serra de na Burguesa són cavitats clàstiques amb un fort control estructural. Es caracteritzen per tenir plantes amb morfologies corbades, generalment en forma de mitja lluna i perfils que mostren una tendència a la verticalització progressiva (GRÀCIA *et al.*, 1997). Serien doncs, cavitats de tipus intermedi entre els avencs de tipus mecànic i les cavitats clàstiques definides per GINÉS (1995), i es correspondrien amb la tipologia descrita per GINÉS (2000).

Segons BARCELÓ (1992) les cavitats de la serra de na Burguesa són predominantment d'origen clàstic i avencs megaclàstics. Es pot constatar que els processos d'esfondrament de les cavitats són bastant clars, i que en alguns casos donen lloc a grans volums, relacionats amb processos clàstics, com per exemple la **sala Apodemus** de l'avenc de l'Infern (GRÀCIA *et al.*, 1997) i la **sala Gran** de sa covota des Puig Gros (VICENS *et al.*, 2000).

També es pot fer l'observació que de moment no s'han trobat evidències de processos de dissolució, exceptuant una galeria de l'avenc-cova de na Picacento, que presenta una morfologia semblant a les de conducció (BARCELÓ, 1992) i de la cova de s'Agre d'en Massip, que es discuteix en aquest treball, encara que en aquest darrer cas, les morfologies de dissolució probablement corresponen a processos subedàfics.

Un altre aspecte a tenir en compte és la importància que tenen les solifluxions en la majoria de les cavitats de la serra de na Burguesa; en alguns casos s'hi donen desplaçaments superiors a un metre. També s'hi observen

Localització de les cavitats

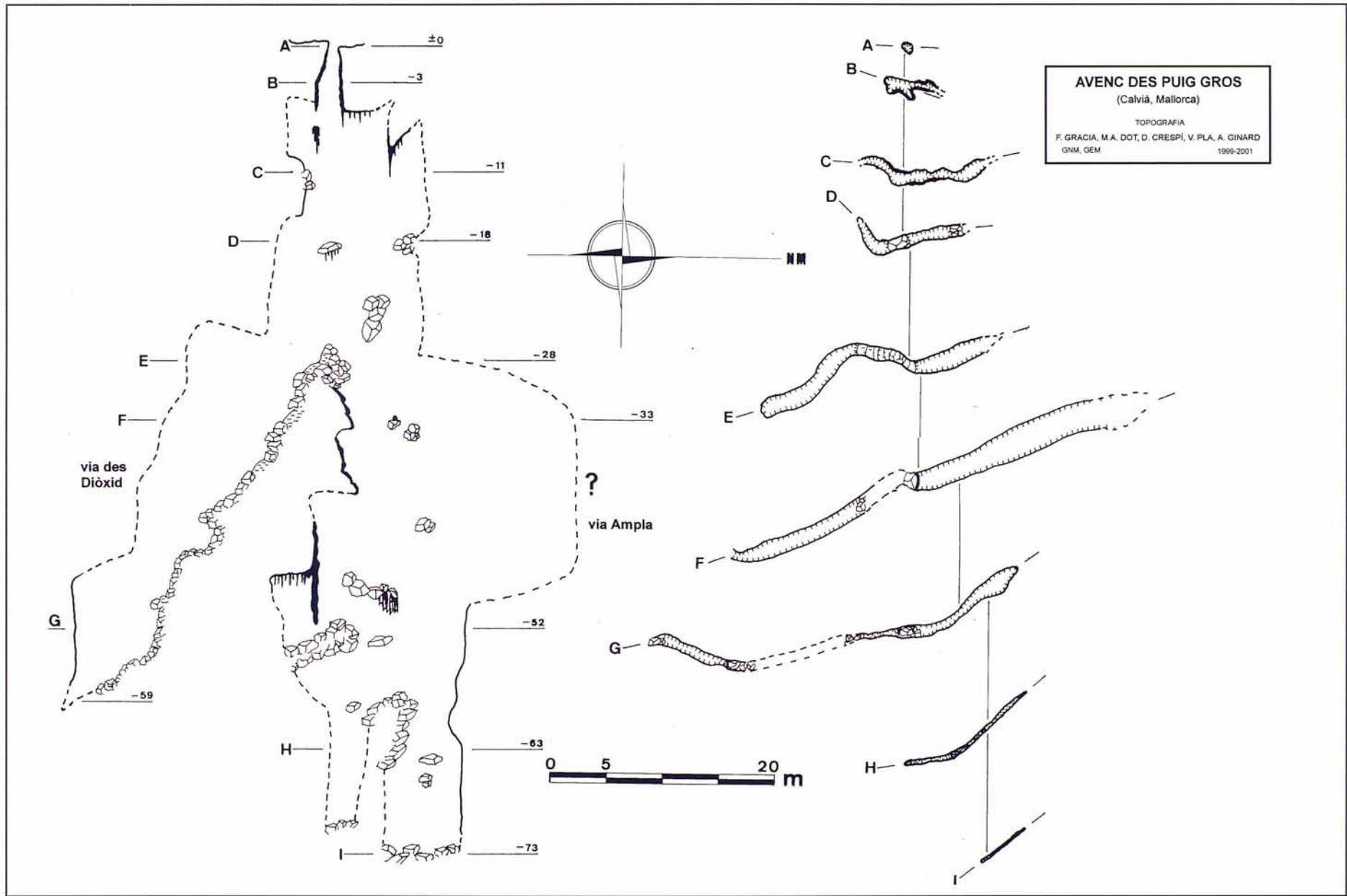
Les coves que apareixen en aquest treball foren localitzades el dia 2 de juny de 2001 amb un GPS marca Garmin, model 12XL, i s'ha utilitzat el datum Europeum 1950.

Descripció de les cavitats

AVENC DES PUIG GROS DE BENDINAT

Coordenades UTM: 462850 / 4379362 - 491

Aquesta cavitat es troba a pocs metres del cim del puig Gros de Bendinat. Es tracta d'una fractura allargada de direcció general NO-SE, a la qual s'accedeix per una boca de 0,9 x 0,6 m, que dona pas a una primera davallada de 17 m, on alguns blocs encaixats entre les parets del crull serveixen de replà, al llarg d'aquest tram l'amplària de les parets és d'uns 0,8 m. Posteriorment es prossegueix per la fractura fins als 28 m, base d'un nou replà, a partir d'aquí hi ha dues vies possibles, una per cada extrem de la fractura: la **via des Diòxid** i la **via Ampla**. La **via des Diòxid** es dirigeix cap al SE, per una sèrie de ressals successius entre blocs encaixats, fins que l'estretor de la fractura fa impossible continuar la progressió als -59 m de fondària. L'altra possibilitat és davallar pel costat del NO (**via Ampla**), per on accedim a una part de la fractura molt més espaiosa, còmoda i aèria, que permet davallar fins als -59 m, des d'on es descendeix novament per una altra vertical extremadament estreta a la part final (0,4 m en alguns llocs), que arriba als -73 m de desnivell. La fractura, entre els -30 i -50 m, es veu que es perllonga en direcció 345°, molt



més enllà del que es pot accedir. Respecte a la boca de l'avenc, es troba a 42 m de distància d'una altra cavitat impossible de penetrar sense ampliar l'entrada. És molt probable que es tracti de la mateixa fractura, i pot ésser molt bé que comuniqui amb ella sense interrupció.

L'avenc des Puig Gros se sembla més a les d'altres zones de la serra de Tramuntana, com és el cas de les cavitats de la serra des Pinotells (CIFRE i BELMONTE, 1998), que no pas a la majoria de les estudiades a la serra de na Burguesa, de tendència menys vertical. La morfologia general de l'avenc es pot simplificar en una fractura allargada, d'amplària mitja entre 1 i 3 m, amb diverses vies i subdivisions a causa de l'estretor del crull i de les obstruccions de blocs i pedres encaixades entre les parets. Els processos litoquímics es presenten especialment en forma de colades parietals, poc rellevants, que afecten a gran part de la cavitat.

Un fet interessant que cal remarcar és la presència d'alts nivells de concentració de diòxid de carboni els mesos d'estiu a les cotes més fondes de l'avenc. Així van poder experimentar els seus efectes un dia del mes de juliol a partir de la cota -40 m (**via des Diòxid**), obligant a suspendre l'exploració per l'estat físic produït a l'espeleòleg avançat; mentre que la continuació de la topografia al mes de febrer no va ocasionar problemes de progressió. Segons BARCELÓ (com. pers.) l'altra via també presenta a l'estiu, altes concentracions de diòxid als llocs més pregons. L'estudi en profunditat de la variació estacional de les concentracions del gas i la seva comparació amb altres cavitats mallorquines seria de molt d'interès.

Equipament

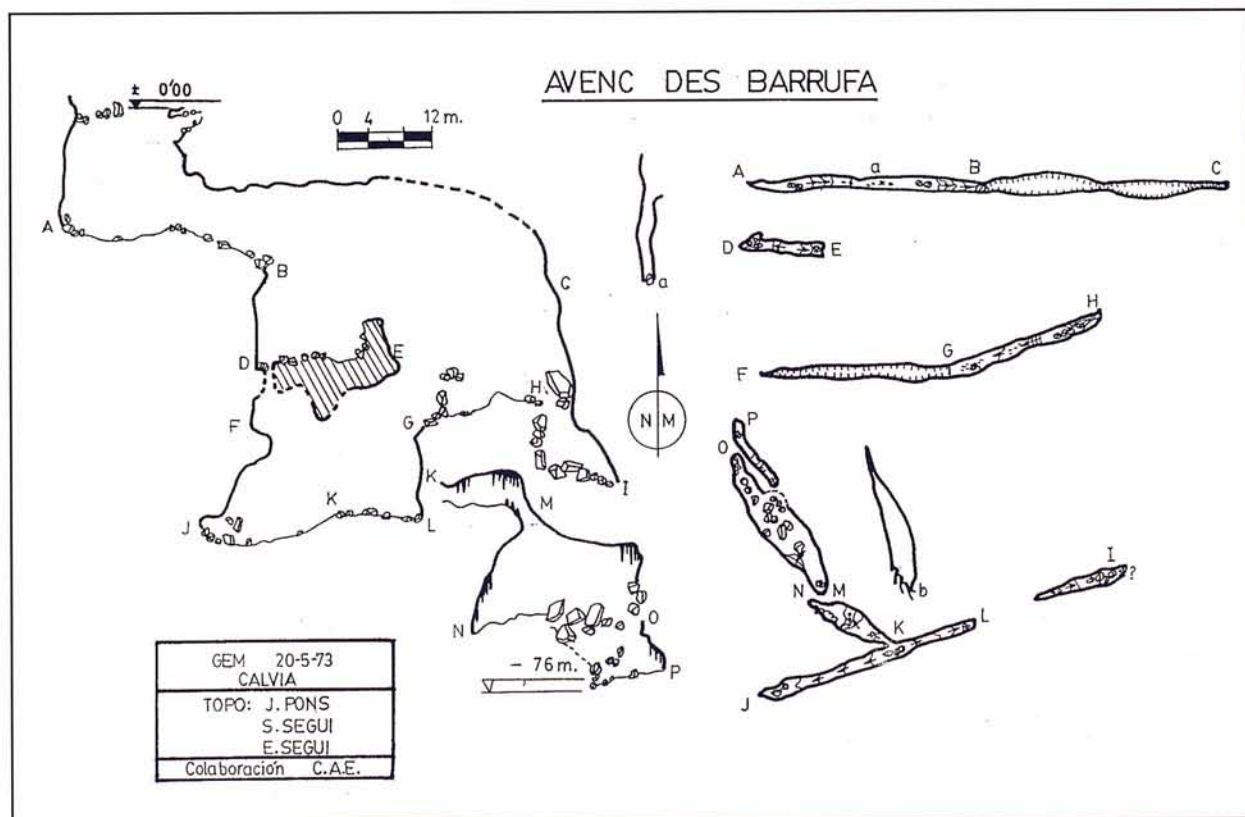
La instal·lació de la capçalera s'efectua entre uns ponts molt poc segurs i un spit al començament del pou. En davallar entre els -8 i -12 m és recomanable emprar un desviador per evitar fregaments de la corda. Als -18 m (primer replà) cal fraccionar amb un spit que ens porta fins al segon replà de la cavitat. Des d'aquí si es davalla per la **via des Diòxid** s'han d'emprar varis spits i fraccionaments naturals o bé desviadors, ja que els diversos bots i rampes obliguen a la corda a fregar abundantment sobre les parets i especialment damunt els blocs i pedres encaixades, amb el conseqüent perill. Si es descendeix per la **via Ampla** també es parteix de la cota -28 des d'un spit, emprant un desviador aprofitant una estalagmita a la cota -33 m, per fer un aeri fins als -53 m, des d'on una bandera foradada serveix per tornar a fraccionar i davallar fins al fons de l'avenc.

AVENC DES BARRUFÀ

Coordenades UTM: 462689 / 4379486 - 456

Aquesta cavitat fou topografiada l'any 1973 per J. Pons, S. Seguí i E. Seguí, membres del grup GEM (Grup Espeleològic Mallorquí) i no havia estat publicada fins ara, encara que figurava a l'inventari espeleològic (ENCINAS, 1997).

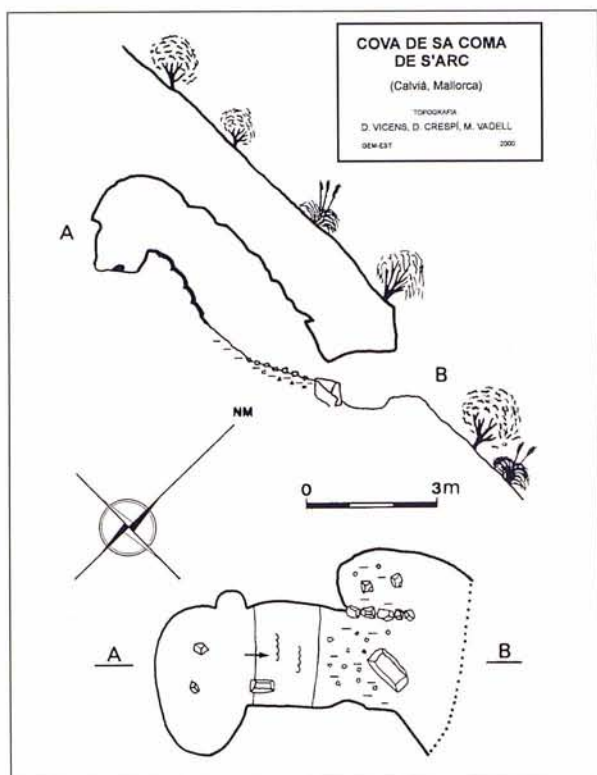
Correspon a una fractura vertical de direcció E-O que en profunditat s'intercepta amb una altra de direcció NO-SE, també vertical. A través d'aquesta segona fractura



s'assoleix el punt més baix de la cavitat (-76 m). Tota la cavitat es troba molt afectada per processos clàstics.

COVA DE SA COMA DE S'ARC

Coordenades UTM: 463517 / 4378112 - 100



La cavitat situada prop d'una corba en el camí que va de Bendinat al puig Gros, està constituïda per una sala sense concrecionament litoquímic i de dimensions reduïdes. Les parets i el sòtil estan constituïts per bretxes.

AVENC DE SA SOCA

Coordenades UTM: 463441 / 4379476 - 449

L'avenc de sa Soca és una cavitat de considerable desnivell (103 m) i apreciable recorregut (240 m). Des de la boca de la cavitat es pot veure l'enfonsament càrstic on se situa l'avenc de sa Dolina (BARCELÓ *et al.*, 1998, Foto 1).

A la cova s'hi entra per una entrada vertical, de forma allargada en direcció NO-SE i amb les parets formades per bretxa de matriu llimosa sense consolidar.

Primer ens trobam amb la **sala d'Entrada** just al peu de la rampa d'entrada; el terra d'aquesta sala està cobert de terra i blocs. A l'extrem sudoriental de la sala trobam el pas per accedir a la **sala de ses Aranyes**, anomenada així pels exemplars de *Meta bournetii* que trobarem en l'exploració d'aquesta cavitat. Aquesta sala segueix un pendent de direcció NO-SE i cabussament de 47°, a la part alta de la sala trobam que en terra està concrecionat mentre que a la part baixa està

cobert de terra i blocs. Per l'extrem sudoccidental passem a la **sala de ses Patinades**, anomenada així perquè el trespol està format per argila bastant humida que pot propiciar una caiguda. És recomanable instal·lar una corda de segur per baixar, ja que al fons ens trobam amb zones de fort pendent. A l'extrem NO de la sala hi ha un penya-segat que ens condueix a la **sala de ses Falses Esperances**, ja que alguns membres de l'equip pensaven que podia tenir una continuació important i no fou així. Aquesta és una saleta amb presència de molts de blocs a punt de caure que la fan perillosa. A la part O de la **sala de ses Patinades** hi ha una petita zona que anomenem **crull des Blocs** ja que segueix una fractura amb presència de molts de blocs inestables, que dificulten el trànsit per aquesta part de la cova. Seguint per l'extrem SO arribam a una petita sala molt concrecionada en la qual hi ha una rampa que ens mena cap a baix, aquesta és la **sala des Salt Concrecionat**. A la part sudoriental d'aquesta hi ha una saleta, al final de la qual es troba un crull molt estret i impracticable que és la **saleta des Crull**. A la zona sud de la **sala des Salt Concrecionat** trobam un sector pel qual es pot davallar sense instal·lar cordes fins als -52 m, a través d'una zona estreta, concrecionada i molt incòmoda, que s'anomena el **sector des Passar Pena**.

Per davallar fins al fons de la cova hem d'instal·lar una corda al **Salt Concrecionat**. D'allà, descendirem per la **davallada Principal**; aquesta és una rampa de direcció aproximadament N-S i cabussament mitjà d'uns 50°. El terra d'aquesta rampa està cobert de colada pavimentària en la major part del tram. En el camí de baixada ens trobarem amb dos replans, el primer és el **replà des Bloc**, situat a -60 m, i l'altra el **replà des Descans**, localitzat a -76 m, a una zona molt concrecionada amb colades pavimentàries. D'aquest replà només ens resta arribar fins a l'extrem de la cavitat. Allà hi ha dues sales, la més meridional és la **sala Inferior Terrosa**, anomenada així perquè el seu pis està cobert de terra i blocs, i la **sala Inferior Concrecionada** (Foto 2), on hi ha una important presència de colades pavimentàries, estalactites, estalagmites i columnes. A la cota més baixa de la **sala Inferior Terrosa** trobam un crull que, entre blocs, ens mena a la cota més baixa de la cavitat (-103 m).

En general podem afirmar que l'avenc de sa Soca és una cavitat típicament clàstica que segueix en la part superior una fractura de direcció NO-SE i en les parts inferiors una de direcció N-S. El pendent, en general es va fent més pronunciat cap a les parts més profundes de la cova, on s'acaba per fer quasi vertical, aquest tipus de cavitat ja s'ha descrit i caracteritzat en altres ocasions. La seva morfologia és molt semblant a la de l'avenc de l'Infern (GRÀCIA *et al.*, 1997). Aquesta tipologia es correspon molt bé a la descrita per GINÉS (2000) com a cambres de col·lapse (*collapse chambers*).

El concrecionament litoquímic d'aquesta cavitat no és

AVENC DE SA SOCA

(Calvià, Mallorca)

TOPOGRAFIA

D. CRESPI, M. VADELL, M. DOT, F. GRÀCIA
M.A. BARCELÓ, D. VICENS, P. BOVER

GEM-EST-GNM-GELL

2000

- 1 SALA D'ENTRADA
- 2 SALA DE SES ARANYES
- 3 SALA DE SES PATINADES
- 4 SALA DE SES FALSES ESPERANCES
- 5 CRULL DES BLOCS
- 6 SALETA DES CRULL
- 7 SALT DES CONCRECIONAMENT
- 8 SECTOR DES PASSAR PENNA
- 9 DAVALLADA PRINCIPAL
- 10 REPLÀ DES BLOC
- 11 REPLÀ DES DESCANS
- 12 SALA INFERIOR TERROSA
- 13 SALA INFERIOR CONCRECIONADA

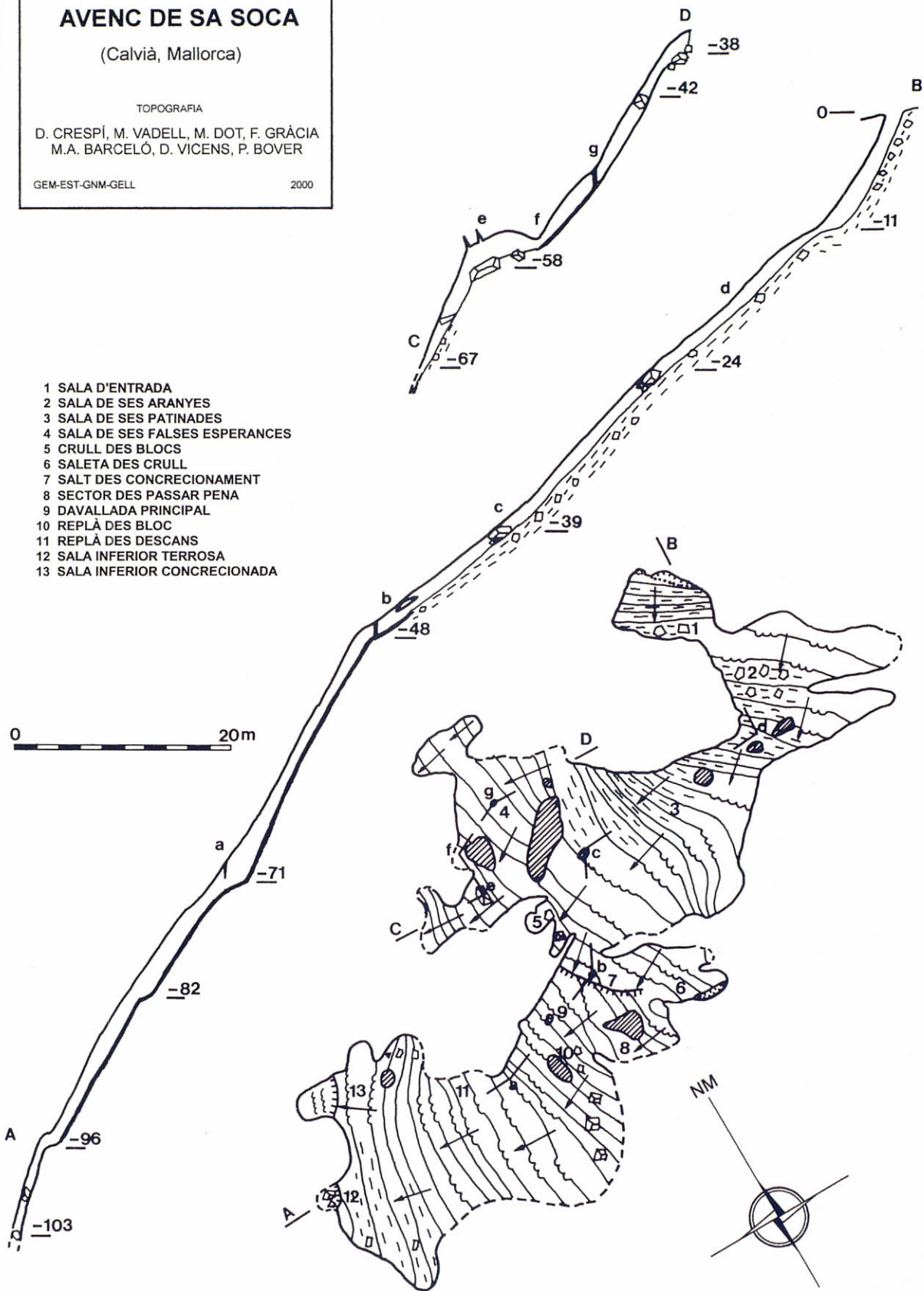




Foto 1:
Paisatge des de l'avenc de sa Soca, en què es pot apreciar l'enfonsament càrstic on es troba l'avenc de sa Dolina (BARCELÓ *et al.*, 1998). Foto M. Vadell.

Photo 1:
View from the Avenc de sa Soca, where the karstic depression which contains the Avenc de sa Dolina (BARCELÓ *et al.* 1998) can be seen. Photo M. Vadell.

massa destacable, encara que en molts de trams hi ha colades pavimentàries. També hi ha estalactites, estalagmites i columnes en algunes zones de l'avenc (**sala Inferior Concrecionada, sala des Salt Concrecionat**).

Equipament

Per visitar aquest avenc fan falta tres cordes, la primera d'uns 15 o 20 m, per equipar l'entrada, la segona d'uns 25 m, per posar a la **sala de ses Patinades**, com a passamà per evitar caigudes, i la tercera de 70 m, per instal·lar la **davallada Principal**.

COVA DES CORBS

Coordenades UTM: 463465 / 4379478 - 440

Tot i que l'escassa alçària del sòtil de la cavitat, aquesta és un autèntic repte pels amants de la claustrofòbia, sens dubte ens recompensen la seva considerable longitud i els seus gurs.

A s'agre d'en Massip, al vessant de sa coma de s'Arc (NE), a 345 m d'altitud, molt a prop de l'avenc de sa Soca, s'obri la seva petita boca (1,5 x 1 m). Quan es va descobrir, l'entrada estava obstruïda, de manera que va ser necessari aixecar el sostre per complet, pedra per pedra, a base d'*spits* i *socaira*.

Podem dividir la cova en tres zones: un primer sector constituït per una gran diàclasi d'uns 55 m de longitud, amb un cabussament de 45° NO-SE; una segona zona de laminadors molt baixos que s'estenen en direcció S i O; i una tercera part clàstica, de menor envergadura, a l'extrem S. El recorregut projectat de la cova és d'uns 130 m i la cota més baixa, a l'extrem oest, se situa a -31 m.

Després de salvar la incòmoda entrada, entre pedres encaixades, accedim per un estret pas a una primera sala de parets poc consolidades, formada per una rampa de terra de 45° de pendent. Ací trobam les primeres concrecions de la cavitat, molt afectades pels

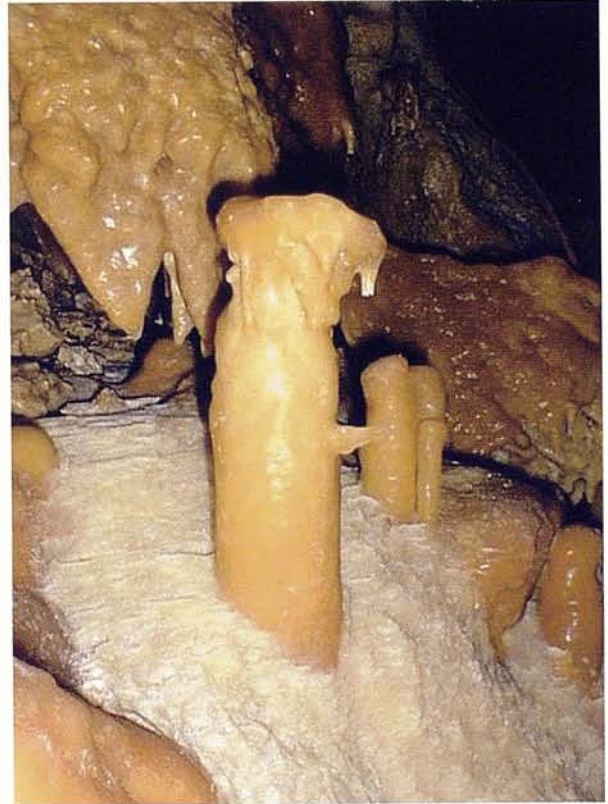


Foto 2: Detall de la sala Inferior Concrecionada de l'avenc de sa Soca, on es veu la presència d'una primera colada parietal, amb estalactites i estalagmites. És evident la solifluxió que mostra la columna del primer terme. Damunt la columna hi ha una excèntrica de creixement quasibé horitzontal. Finalment també es pot apreciar una segona colada parietal més blanquinosa que recobreix l'anterior, i en la qual es desenvolupen alguns microgurs. Foto M. Vadell.

Photo 2: Details of the Sala Inferior Concrecionada, Avenc de sa Soca, where the first wall flowstone covering, with stalactites and stalagmites, can be seen. The local floor subsidence as seen the column in the foreground is evident. On the column there is an almost horizontal helicitate. Finally, a whiter and second flowstone covering, on which microgurs have developed, can be appreciated. Photo M. Vadell.

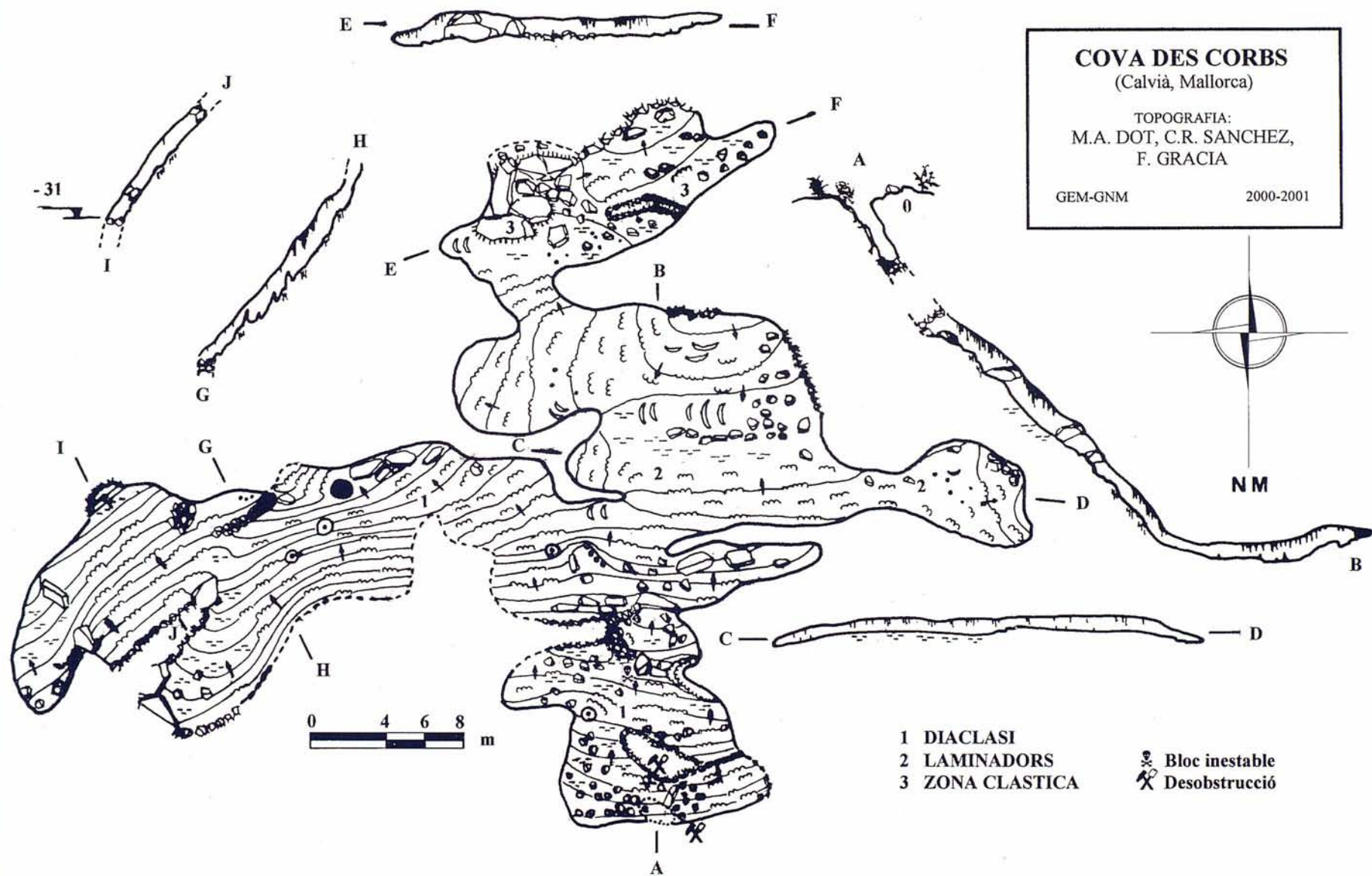
COVA DES CORBS

(Calvià, Mallorca)

TOPOGRAFIA:
M.A. DOT, C.R. SANCHEZ,
F. GRACIA

GEM-GNM

2000-2001



processos clàstics i la solifluxió. Després d'una segona rampa de terra més estreta i encapçalada per una peça de colada encaixada molt inestable, a través d'un estretíssim pas (**pas Doble**) entram a una zona de la fractura més neta i amb processos litoquímics ben actius.

Del pas, en direcció SE, baixam per rampes de colada pavimentària fins a un petit gur, a través d'una filera de petites columnes seccionades per la solifluxió. Des del gur, en direcció E, podem seguir longitudinalment la fractura per una estreta pista de colada adornada per nombroses estalactites fistuloses. Després de passar per un grup de columnes i estalagmites podem baixar fins el punt més baix de la diàclasi per una incòmoda fractura (-31 m), únic tram de la cavitat on es recomana instal·lar una corda de seguretat.

Des del gur abans esmentat podem accedir, per un pas molt baix, a una zona de laminadors (direcció SO). A la part central trobam nombrosos gurs, dos d'ells bastant grossos i amb belles formacions subaquàtiques.

Dels gurs, en direcció O, els laminadors es fan més baixos (0,6 m) i ens permeten arribar, acompanyats de gran nombre de fistuloses, a l'extrem més oriental de la cavitat: una petita sala de sostre molt baix, amb diversos precipitats i on s'aprecien filtracions carregades de matèria orgànica.

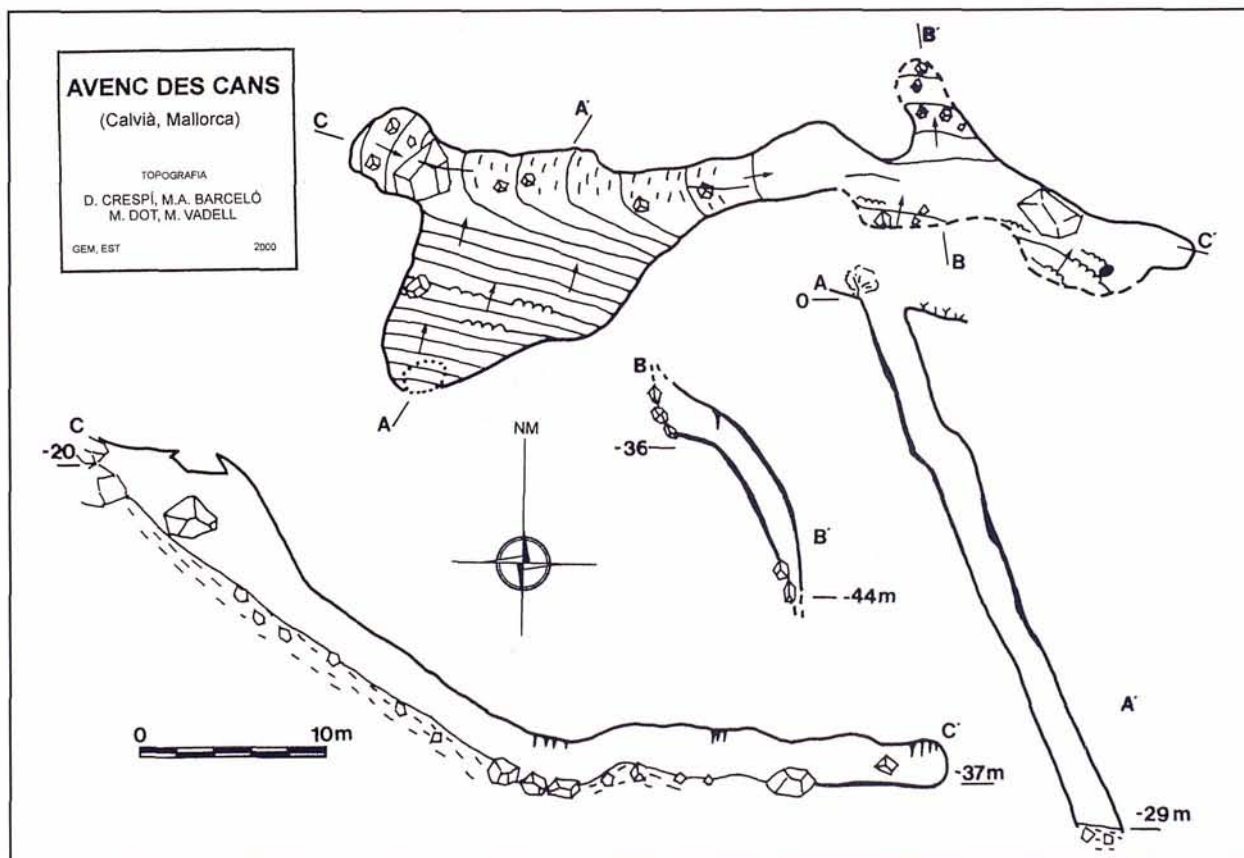
Tornant als gurs, en direcció SE, podem baixar per una rampa de colada a una zona clàstica molt diferent a la resta de la cova. Té uns 20 m d'eix i es troba ocupada en gran part per blocs de considerables dimensions. A l'extrem NE trobam un altre gur.

Per finalitzar, cal posar de relleu una vegada més la



Foto 3: Zona inferior de l'avenc des Cans, com es pot apreciar, segueix una fractura rectilínea de direcció E-O i uns 65° de cabussament. El terra està cobert de terra i blocs. Foto D. Crespi.

Photo 3: Lower zone of the Avenc des Cans, which follows a rectilinea joint in an east-west direction and has a 65° slope. The floor is covered with soil and blocks. Photo D. Crespi.



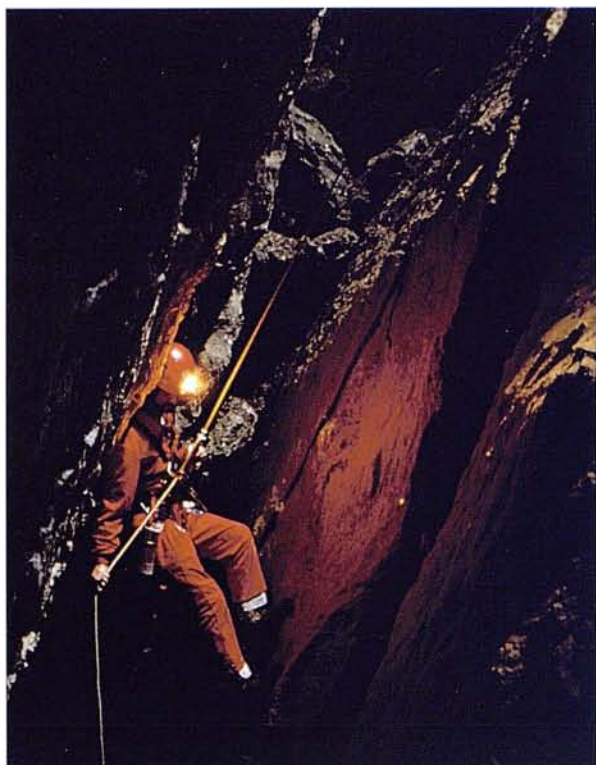


Foto 4: Rampa de davallada de l'avenc des Cans. Foto D.Crespí.

Photo 4: Downward-sloping ramp, Avenc des Cans. Photo D. Crespí.

incomoditat d'aquesta exploració i la inestabilitat dels primers metres de recorregut, especialment el bloc de la segona rampa.

AVENC DES CANS

Coordenades UTM: 463475 / 4379538 - 432

Aquesta cavitat té una entrada bastant circular. Després segueix un pendent de direcció pràcticament E-O i un cabussament de 65° cap al N, que està força concrecionat (Foto 4). A la banda de baix, l'avenc està obstruït per blocs i terra. Allà es trobaren uns ossos de cans que donen nom a la cavitat. Si anam cap a la part E (Foto 3) se segueix la fractura uns 34 m fins que es tanca. El punt més baix de la cavitat assoleix la cota -44 m.

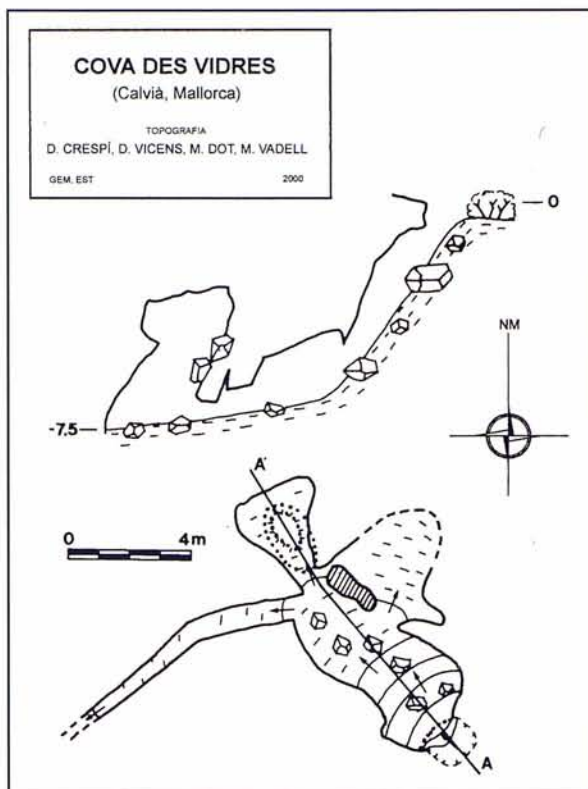
Equipament

La regularitat del pendent i el seu concrecionament, fan que aquest avenc sigui bastant còmode de visitar. S'ha de menester una corda d'uns 50 m per davallar la rampa, la resta de la cavitat es fa a peu pla.

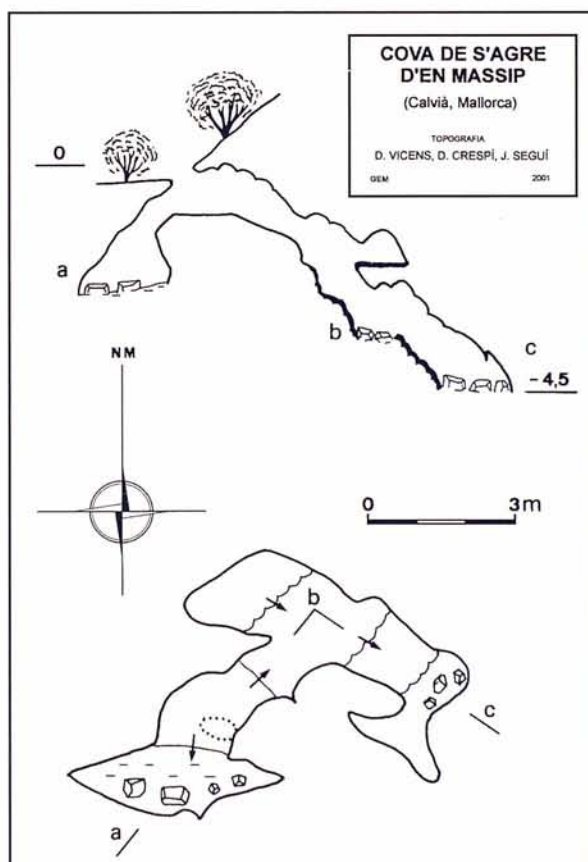
COVA DES VIDRES

Coordenades UTM: 463435 / 4379535 - 448

La cova des Vidres és una petita cavitat situada a pocs metres de l'avenc de sa Soca. L'entrada és ben visible perquè se situa en un enfonsament del terreny.



D'aquí s'accedeix a una primera sala allargada en direcció NO-SE i que és la part més espaiosa de la cova. Al fons, en direcció NO trobam una segona sala de petites dimensions, a la part superior, pujant entre blocs podem accedir a una altra saleta. A la part O de



la cova, i seguint una fractura vertical de direcció NE-SO es poden avançar uns 8 m en una zona molt incòmoda. Per la part N de la sala principal hi ha una zona de sostre molt baix que avança uns 5 m i que s'acaba per fer impracticable.

Tot el terra de la cova està cobert de blocs i terra, i pràcticament no hi ha espeleotemes.

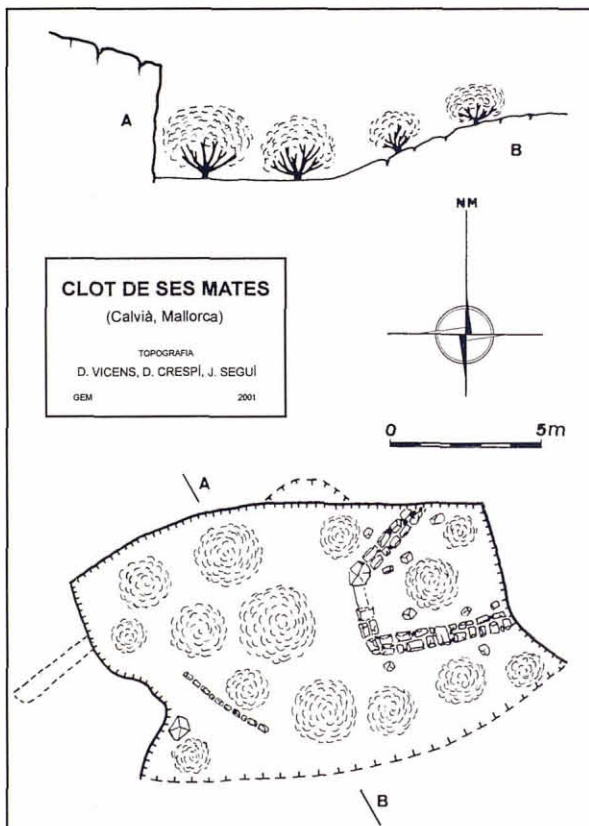
COVA DE S'AGRE D'EN MASSIP

Coordenades UTM: 463536 / 4379159 - 367

Cavitat situada prop de s'agre d'en Massip. La seva boca fa 70 x 35 cm i la seva planta és irregular, pareix seguir dues diàclasis: una NO-SE i l'altra SO-NE. Al sostre de la cavitat es veuen unes morfologies formades per la dissolució de la roca calcària semblants a les cúpules de corrosió. Aquestes cúpules tenen mides *decimètriques*. Amb tota probabilitat aquestes no són formades per un flux aquós turbulent, sinó que serien generades per l'acció de l'aigua infiltrada en un ambient proper al sòl edàfic. En aquest cas es tractaria, més bé, d'un tipus de *Rundkarren*, com el que ja està descrit a Mallorca (BÄR, 1989, GINÉS i GINÉS, 1995).

CLOT DE SES MATES

Coordenades UTM: 463493 / 4379307 - 389



Es tracta d'un enfonsament d'origen càrstic de 14 x 9 m en planta. Al costat O hi ha una construcció de pedra seca que possiblement es tracti d'una caseta de sitger.

A la part E del clot, hi ha un crull de direcció 320° i que té una longitud d'uns 3 m i una alçada d'uns 80 cm.

AVENC DES VENT

Coordenades UTM entrada superior: 462513 / 4379157 - 425

Coordenades UTM entrada inferior: 462465 / 4379182 - 414

Història de les exploracions

Aquesta cavitat fou descoberta per Miquel Àngel Barceló en el curs de les exploracions que venia fent a la serra de na Burguesa, i ja apareixia situada en el treball de BARCELÓ (1992).

6 - II - 99

Vicenç Pla i Antelm Ginard començaren a topografiar la que es pensava que seria una petita cavitat, que encara no tenia nom i que es localitzava a uns 50 m de l'avenc des Vent. Degut a la presència de moltes closques de caragols decidiren anomenar-la cova des Caragols. En el fons trobaren una incòmoda estretor que donava pas a una saleta formada per una fractura vertical en material bretxós i amb alguns blocs encaixats. Davallaren fent oposició i es trobaren amb una altra saleta que se situava en la continuació de la mateixa fractura, com que no disposaven de material de vertical, decidiren de moment abandonar l'exploració.

4 - VII - 99

Un equip format per Damià Crespí, Xisco Gràcia, Vicenç Pla, Damià Vicens i Antelm Ginard, començaren la topografia de l'avenc des Vent. El primer dia de topografia fou totalment infructuós ja que la tasca que s'havia fet aquest dia va caure accidentalment dins una escletxa i no es va poder recuperar.

17 - VII - 99

S'acabà la topografia de l'avenc des Vent, després de tres dies de feina, contant el primer en què es perdé tota la tasca. Aquesta és la topografia que apareix en el treball de VICENS *et al.* (2000).

28 - IV - 01

Com que l'equip que havia començat la topografia de la cova des Caragols (Vicenç Pla i Antelm Ginard) no havia pogut continuar la seva tasca de topografia i exploració, per raons que no venen al cas, es va decidir continuar amb un nou equip (Damià Crespí, Mateu Vadell, Damià Vicens) i als que després es varen afegir Xisco Gràcia, Miquel Àngel Barceló i Antelm Ginard. Es pogué instal·lar el pas al que no s'havia accedit en l'anterior exploració (**pas des Blocs**) i es trobà una continuació important, que donava a una zona clàstica,

AVENC DES VENT

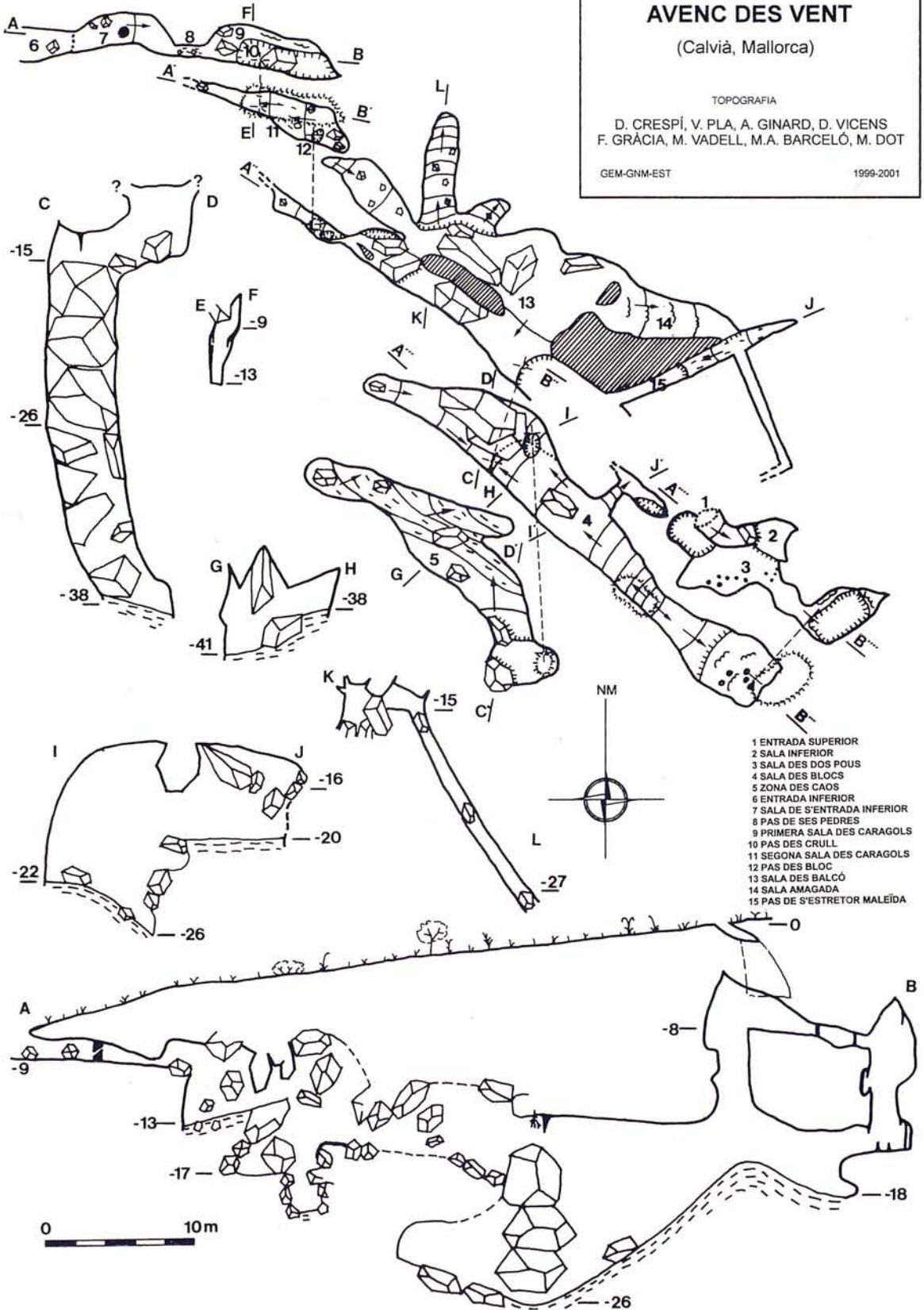
(Calvià, Mallorca)

TOPOGRAFIA

D. CRESPI, V. PLA, A. GINARD, D. VICENS
F. GRÀCIA, M. VADELL, M.A. BARCELÓ, M. DOT

GEM-GNM-EST

1999-2001



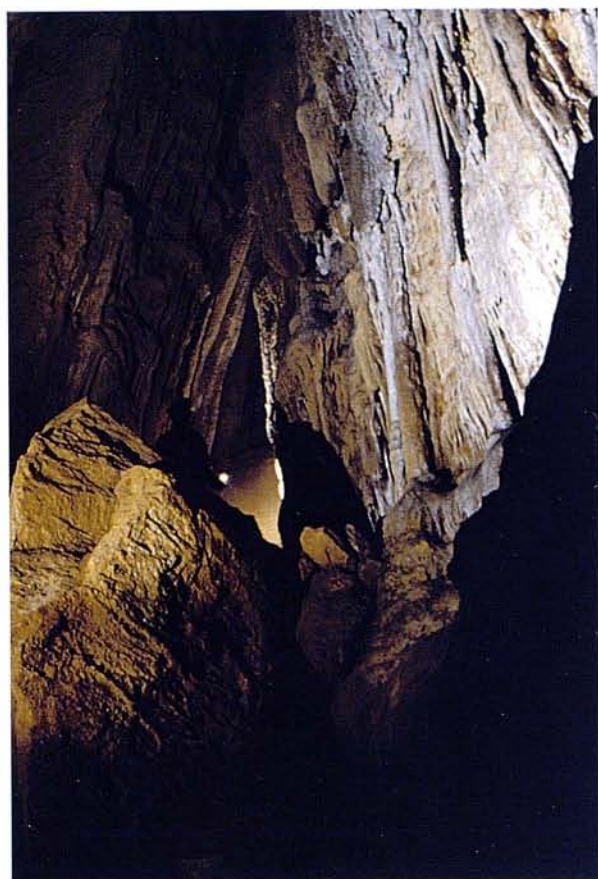


Foto 5: Sala des Blocs de l'avenc des Vent. És remarcable, tant els fenòmens clàstics com el recobriment litoquímic. Foto D. Crespi.

Photo 5: Sala des Blocs, Avenc des Vent. Both the breakdown and the speolothems are remarkable. Photo D. Crespi.

que segueix una fractura vertical, de grans dimensions i amb un bot d'uns 10 m.

12 - V - 01

Mentre Damià Crespi i Mateu Vadell feien la topografia de les sales de dalt, Xisco Gràcia i Antelm Ginard davallaren a la sala inferior per un pas lateral (**pas de s'Estretor Maleïda**) i descobriren amb sorpresa un dels punts de topografia que havíem marcat a l'avenc des Vent. Aleshores se n'adonaren que havien arribat a la **sala des Blocs** de l'avenc des Vent (VICENS *et al.*, 2000).

19 - V - 01

S'acabà la topografia de les cavitats de l'avenc des Vent-cova des Caragols. Es decidí anomenar-la només amb el primer nom per tal d'evitar confusions.

Descripció de la cova

Per a una millor comprensió de la cavitat la dividirem en dos sectors. El primer és el **sector del Vent**, i es correspon amb la zona descrita en l'anterior treball

(VICENS *et al.*, 2000). L'**entrada Superior** es troba en un redol de pins devora un camí abandonat. Per un estret i incòmode corredor d'entrada s'accedeix a la **sala Superior**. Després de passar un ressalt de 2 m s'entra a la **sala des Dos Pous**. Aquesta rep el nom de dos pous que donen accés al pis inferior de la cavitat. El terra d'aquesta sala està bastant concrecionat i abunden les estalactites i les columnes. Es preferible davallar pel pou situat a l'extrem sudoriental, ja que aquest està ben concrecionat, mentre que a l'altre les parets estan formades per blocs i bretxes no consolidades, amb el consegüent risc de caiguda de blocs. L'accés al pou de davallada es fa per un pas estret no massa agradable. Després de davallar aquest pou s'entra a la **sala des Blocs** (Foto 5). Entre els blocs que es troben al fons de la sala es pot davallar per un pas estret i s'accedeix a la **zona des Caos**, que a través dels blocs ens condueix a la part inferior de la cavitat (a -41 m).

El **sector dels Caragols** és difícilment accessible des de la **sala des Blocs**. Per entrar en aquest sector és millor accedir a la cavitat per l'**entrada Inferior**, aquesta se situa a 50 m al NO de l'altra entrada. Primer ens trobam amb la **sala d'Entrada Inferior**, allargada i amb orientació E-O. Encara que no té grans dimensions el trànsit per aquesta és bastant còmode, les parets d'aquesta sala estan bastant concrecionades i el trespol el trobam cobert de terra i pedres. A l'extrem E ens trobam el **pas de ses Pedres**, estret i bastant desagradable de passar. D'aquí s'accedeix a la **primera sala des Caragols**. Aquesta és una petita saleta que ja agafa l'orientació general de l'avenc des Vent, és a dir NO-SE. Quasi tota la sala l'ocupa un crull vertical amb blocs encaixats que constitueix el **pas des Crull** que ens dona accés a la **segona sala des Caragols**, en aquesta es troben gran quantitat de closques de caragols que donen nom a aquesta part de la cova. La **segona sala des Caragols** té petites dimensions i bàsicament es pot descriure com un crull vertical amb el terra format per blocs. A l'extrem sudoriental d'aquesta sala trobam el **pas des Blocs**. Després de passar aquest pas s'ha de pujar per una estretor que ens mena a la sala més grossa d'aquest sector, la **sala des Balcó**. Aquesta és una sala de forma allargada en la direcció general de la cavitat. A l'extrem sud de la sala ens trobam el balcó des del qual podem veure la **sala des Blocs**, de fet el balcó es troba damunt d'un dels blocs que donen nom a la sala. En el treball de VICENS *et al.* (2000) ja es comentava la possibilitat que la cavitat continuàs per darrera dels blocs, però no es veié la forma d'accedir-hi. La **sala des Balcó** té una morfologia molt semblant a la **sala des Blocs** del **sector des Vent**, cosa que és totalment lògic ja que aquella és la continuació d'aquesta. Són sales d'alçada important (fins a 13 m), que segueixen una fractura vertical de direcció NO-SE i en les quals es troben blocs encaixats de grans dimensions. A la part més oriental de la **sala des Balcó** hi ha l'entrada de la **sala**

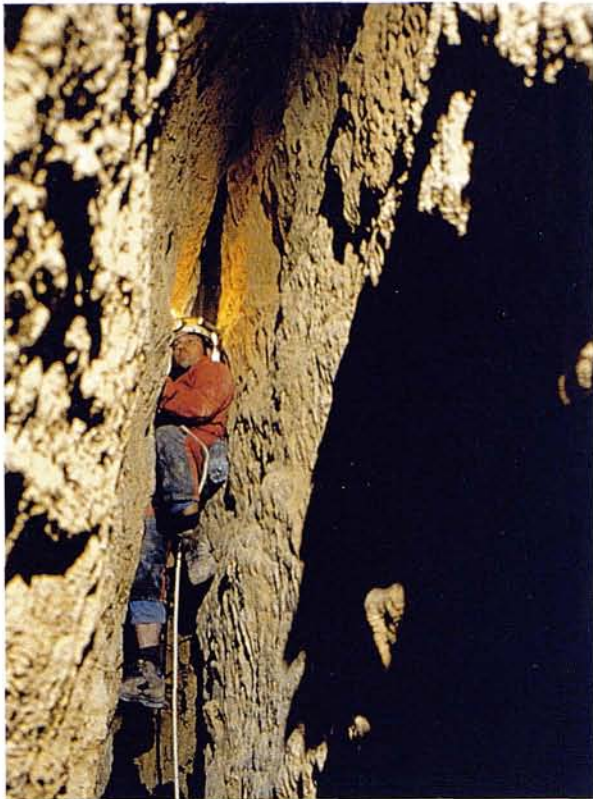


Foto 6: Pas de s'Estretor Maleïda de l'avenc des Vent. Es pot apreciar la incomoditat de transitar per aquest lloc, també es pot veure que segueix una fractura vertical. Foto D. Crespi.

Photo 6: Pas de s'Estretor Maleïda, Avenc des Vent. The uncomfortable way through this area can be appreciated. Photo D. Crespi.

Amagada. Aquesta és una petita sala amb el terra bastant concrecionat i que a l'extrem oriental dóna accés a la **sala des Blocs** a través del **pas de l'Estretor Maleïda** (Foto 6), aquest és extremadament incòmode sobretot a la pujada. Aquest pas segueix un crull vertical de direcció NE-SO, quasi perpendicular a la direcció general de la cavitat.

En termes generals es pot descriure l'**avenc des Vent** com una cova que segueix una fractura vertical de direcció NO-SE i en què es troben diversos nivells separats entre ells per blocs encaixats. Les parts més importants que no segueixen la direcció general de la cavitat són l'**entrada Inferior** que segueix la direcció E-O i el **pas de s'Estretor Maleïda** que segueix una fractura quasi perpendicular a la direcció general de l'avenc. Aquesta gruta presenta totes les característiques de les cavitats clàstiques, amb la presència de blocs de dimensions remarcables que han sofert importants reajustaments. El concrecionament és poc important en el **sector des Caragols**, llevat de la **sala de l'Entrada Inferior**. En el **sector des Vent** ens trobam amb zones molt concrecionandes (colada parietal de la paret SO de la **sala des Blocs**, **sala des Dos Pous**) i zones sense pràcticament concrecionament (**zona des Caos**).

Es pogué determinar un exemplar de l'aràcnid *Loxocelus rufescens* (det. G. X. Pons).

Equipament

Per visitar aquesta cavitat són necessàries tres cordes si es davalla per l'entrada inferior i una si es fa per la superior. Per l'entrada inferior és convenient posar dues cordes (de 10 o 15 m) de passamans al **pas des Crull** i al **pas des Blocs**, i és necessari instal·lar una corda (d'almenys 30 m) per davallar pel **pas de s'Estretor Maleïda**. En el **sector des Vent** és convenient una corda de 30 m per davallar a la **sala des Blocs**, encara que n'hi ha que s'han atrevit a fer-ho sense corda. Si es vol entrar per una entrada i sortir per l'altra es recomana fer-se amb dos equips que es reuneixin a la **sala des Blocs**, o bé entrar pel **sector des Caragols** i sortir pel **sector des Vent**, emprant corda doble.

COVA DES GURS

Coordenades UTM: 462422 / 4378951 - 390

La cova des Gurs és una cavitat de dimensions considerables ja que té 460 m de recorregut i 56 m de desnivell. És una cavitat de forma força irregular i dominada pels processos clàstics i per la presència de blocs que la fan bastant incòmoda per visitar. Una de les sorpreses de la nostra exploració fou trobar alguns ossos humans (Foto 7) entre els quals es trobava un crani i una mandíbula.

S'hi accedeix per una entrada bastant estreta que no ens fa sospitar les dimensions de la cavitat que veurem. Primer ens topam amb la **sala d'Entrada**, molt irregular i de dimensions apreciables, encara que de sostre no massa alt, cap a la part més meridional té el terra cobert de blocs i cap a la part més septentrional, hi trobam algunes columnes i colada pavimentària. A la part oriental de la **sala d'Entrada** hi ha el **racó Baix** format per una fractura horitzontal amb el sostre molt baix (0,5 m) i que comunica per un extrem i l'altre amb la **sala d'Entrada**. Cap a la part sudoccidental de la **sala d'Entrada** passam a la **sala Lateral** (Foto 8), que té un pendent general cap a l'oest amb un cabussament mig de 34°. A la part meridional de la **sala Lateral** trobam dues saletes de sostre bastant baix: la **saleta de ses Columnes** i la **saleta de ses Dues Boques**. A la **zona oest de la sala Lateral** i en una part de la cavitat bastant concrecionada i amb algunes columnes està la **rampa des Fals Acabament**. Al nord de la sala hi ha la **galeria de Baix** que ens mena cap a les parts més profundes de la cova. Aquesta galeria, en realitat és una fractura amb pendent cap al NO i recoberta de blocs. A l'extrem de la **galeria de Baix** arribam a la **sala Final**. Des d'aquí podem accedir al **crull de l'Adéu Siau** que ens marca la cota inferior de la cavitat (-56 m) i a la **saleta des Mal Passar**, per accedir a

COVA DES GURS

(Calvià, Mallorca)

TOPOGRAFIA

D. CRESPI, D. VICENS, M. VADELL, V. PLA
M. DOT, P. BOVER, F. GRÀCIA, P. CIFRE

GEM-EST-GELL-GNM-ANEM

2000

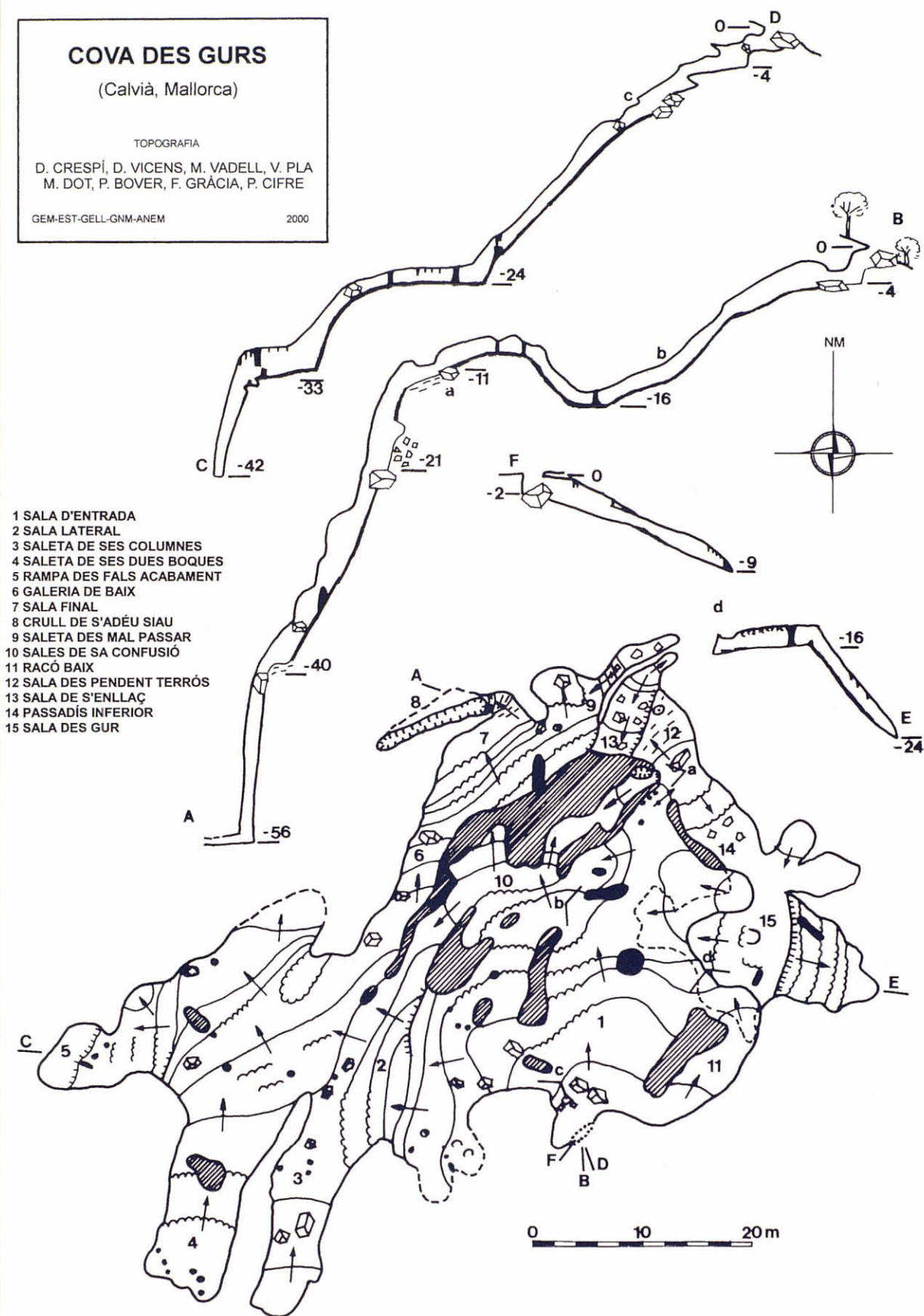


Foto 7:
Restes humanes d'un individu masculí d'uns 18-21 anys trobades a la cova des Gurs. Foto P. Bover.

Photo 7:
remains of an 18-to-21 year-old male found in the Cova des Gurs. Photo P. Bover.



la qual s'ha de remuntar uns quants metres per una rampa concrecionada fent oposició. Aquesta és una petita saleta amb una part inferior concrecionada i una rampa ascendent formada per blocs.

Retornant a la part superior de la cova ens trobam amb les **sales de sa Confusió**, situades entre la **galeria Inferior** i la **sala d'Entrada**, en realitat aquestes sales són una zona caòtica de blocs recoberta per un concrecionament litoquímic. Al nord de la **sala d'Entrada** i passant per la part septentrional de les **sales de sa Confusió** entrem a la **sala des Pendent Terrós**, al NO d'aquesta sala hi ha un penya-segat al peu del qual hi ha la **sala de l'Enllaç**, que es troba a dalt de la rampa de la **sala Final**. Al SE de la **sala des Pendent Terrós** hi ha el **passadís Inferior** que ens duu a la **sala des Gur** (Fotos 9 i 10). Aquesta és una sala bellament decorada amb concrecionament litoquímic, i que rep el seu nom d'un gur central. A l'est d'aquesta sala hi ha una fractura de direcció N-S i cabussament de 51° cap a l' E, bastant recoberta pel concrecionament.

En general aquesta cavitat és un exemple bastant bo de cavitat clàstica sense un control estructural predominant. La seva morfologia, encara que molt irregular, ens disposa les direccions de pendents principals "en ventall" de forma que els pendents són cap a l'O a la part occidental de la cova, cap al N a la part septen-

trional i cap a l' E a l'oriental. Els pendents són més pronunciats cap a les parts més profundes i allunyades de l'entrada. Es correspon bastant bé a les morfologies descrites per GINÉS (2000).

Equipament

Per visitar aquesta cavitat no és necessari cap equipament de vertical, a no sé que es vulgui veure la **sala de s'Enllaç**, que en tal cas faria falta una corda d'uns 20 m. Nosaltres no ho recomanem, ja que aquesta sala no té cap interès.

AVENC SOCARRAT

Coordenades UTM: 462441 / 4378941 - 395

Està situat molt a prop de la cova des Gurs. Bàsicament es pot descriure com una cavitat de 56 m de longitud i de direcció general NNE-SSO. El recorregut projectat és d'uns 180 m i la inclinació mitjana és de devers 70°, assolint els 71 m de fondària màxima. Tota la cavitat segueix una fractura inclinada subdividida per obstruccions de blocs, pedres, terra i revestiments secundaris que compartimenten l'espai. La separació entre parets és en general reduïda (normalment de 0,5 a 1,7 m), llevat de la zona més propera a l'entrada, en la qual el volum de buit és major.

Foto 8:
Sala Lateral de la cova des Gurs. Es veu una colada pavimentària, estalactites i estalagmites, així com una columna que ha sofert un fort desplaçament per solifluxió. En aquesta columna s'observen algunes excèntriques. Foto P. Cifre.

Photo 8:
Sala Lateral, Cova des Gurs. Flowstone, stalactities and stalagmites, as well as a heavily displaced column due to local floor subsidence, can be seen. A number of helicites can also be seen on this column. Photo P. Cifre.



AVENC SOCARRAT

(Calvià, Mallorca)

TOPOGRAFIA

F. GRACIA, M.A. DOT, V. PLA, D. VICENS

GNM, GEM

2000-2001

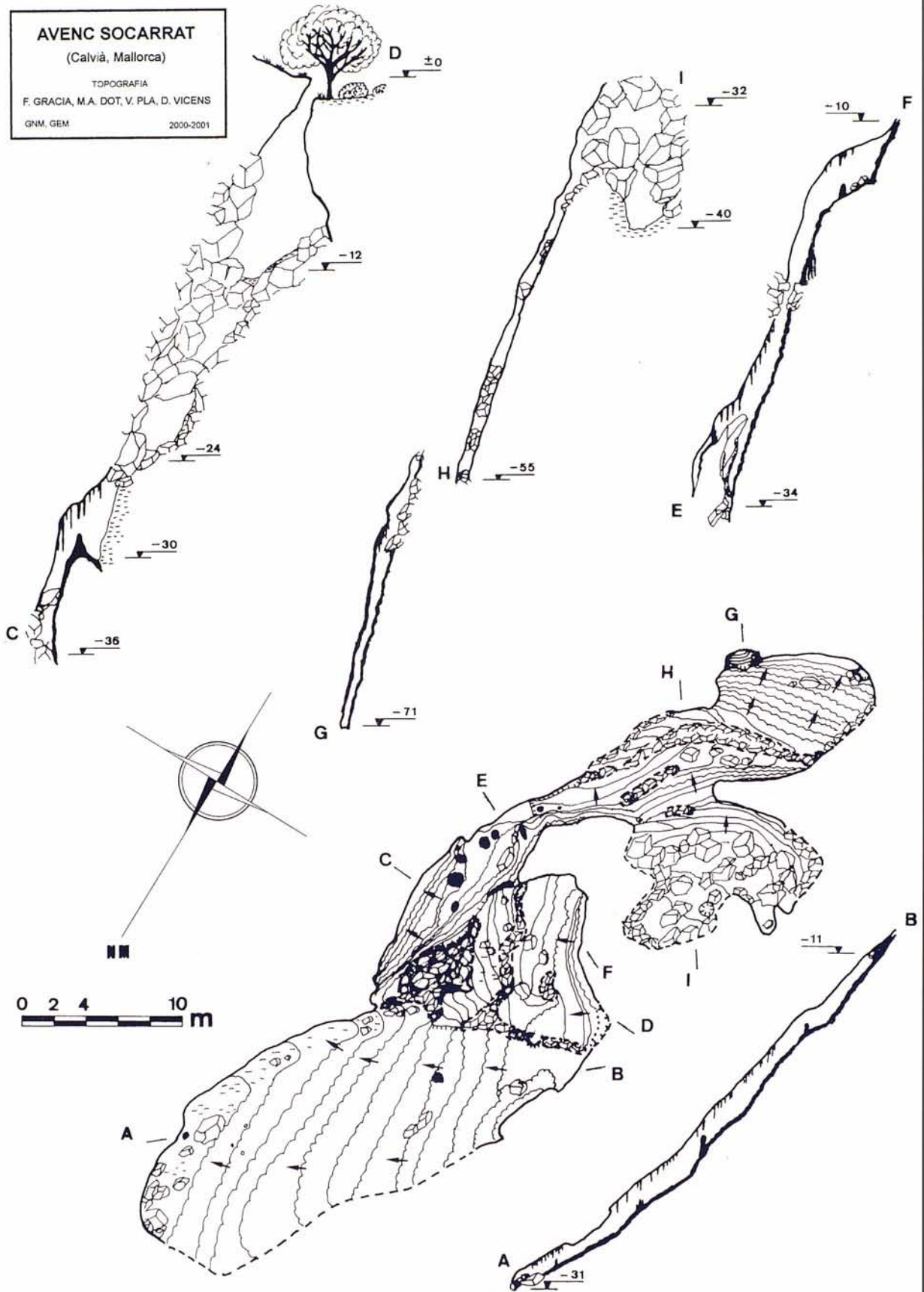


Foto 9:

Sala des Gur de la cova des Gurs. S'observa el gur central, així com unes formacions de calcita horitzontals. Segurament aquestes formacions epiaquàtiques es produïren en algun moment en què el sostre de la cavitat estava molt més a prop del terra i aquest sortint de roca estava parcialment submergit dins el gur. El creixement litoquímic posterior ens ha deixat alguns espeleotemes de goteig (estalactites). Dins el gur es veuen espeleotemes subaquàtics. Foto P. Cifre.

Photo 9:

Sala des Gur, Cova des Gurs. The central gour, with horizontal calcite formations, can be seen. These epiaquatic formations must have occurred when the roof of the cave was far closer to the ground and this roof projection was partially submerged in the gour. The stalactites are posterior to this event. Subaquatic speleothems can be seen in the gour. Photo P. Cifre.



Des de l'entrada, un primer desnivell ens situa a un lloc amb dues opcions per davallar: la primera és prosseguir cap al NE per la **via de sa Colada** que davalla fins als -31 m. Si en lloc de triar aquesta possibilitat retornam al punt de partida podem davallar cap al SE, rost avall fins a uns forats entre blocs que ens permeten descendir amb precaució fins als -34 m de fondària. A partir d'aquí es prossegueix per la fractura que porta a un eixamplament (**sala des Caos**), que pendent avall continua descendint perillosament per la **rampa des Blocs que Regiren** fins a la cinquantena de metres de fondària. Aquí es va efectuar una desobstrucció entre unes banderes i estalagmites que permeté continuar davallant fins als 71 m, la cota més fonda de l'avenc.

Al mateix que altres cavitats de la serra de na Burguesa disposa les direccions de pendents "en ventall", de forma que aquestes són cap al NO a la **via de sa Colada**, cap a l' E a la **davallada des Ancestres** i gairebé cap al S a la **davallada Amagada**.

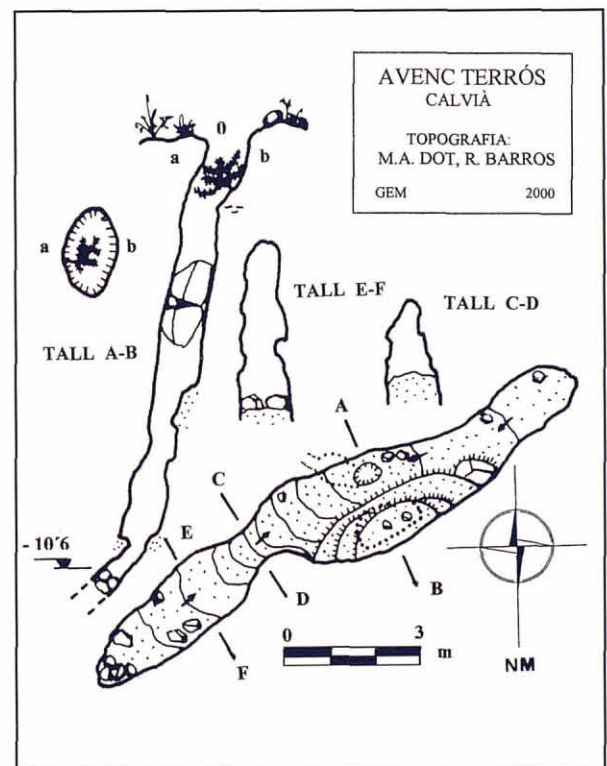
Equipament

Per davallar el desnivell d'entrada i prosseguir per la **via de sa Colada** és necessari emprar una corda d'una cinquantena de metres, aprofitant instal·lacions naturals per fermar o fraccionar la corda. És precís comprovar els llocs d'instal·lació, ja que no són molt segurs i n'hi ha molts trencats per la base o poc enfortits. El descens per l'altra via, entre els blocs, es va efectuar amb una escala metàl·lica d'una vintena de metres, ja que passa per entre blocs poc consolidats i en cas d'emprar una corda, aquesta fregaria molt. A partir d'aquí es prossegueix davallant sense emprar material fins a la **sala des Caos**, des d'on la perillositat del descens s'incrementa, i cal davallar en oposició, amb molta cura per l'aparença d'inestabilitat de les pedres i blocs. Es pot continuar endavant gràcies a la desobstrucció efectuada al **pas de sa Bandera**, molt estret, per després descendir

uns pocs metres fins que és precís instal·lar en uns blocs una corda de 30 m, amb un fraccionament a la capçalera de la vertical que porta als 68 m, per després d'un petit ressalt assolir els -71 m, punt més fondo de la cavitat. Encara que quantitativament la fondària no és molt important, la dificultat d'instal·lació, els passos estrets, la perillositat dels blocs i pedres i l'alternança de zones desgrimpables, d'oposició i de tècniques de descens vertical fan la progressió cansada, esportiva i perillosa.

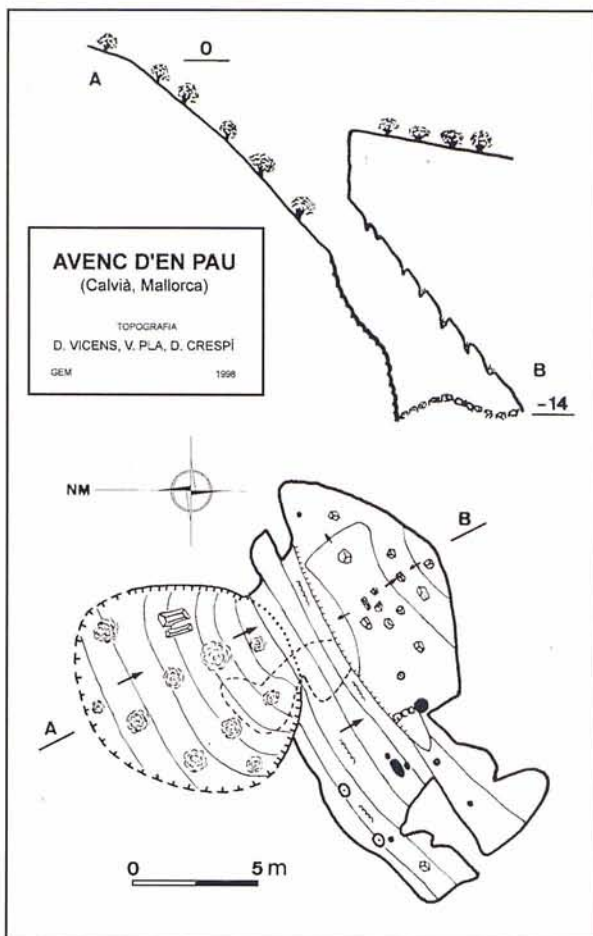
AVENC TERRÓS

Coordenades UTM: 462377 / 4378973 - 378



Uns metres més a baix del vessant on se situen les boques de l'avenc Socorrat i la cova des Gurs s'obri,

en una potent capa de bretxa amb matriu llimosa, una fractura obstruïda a la cota -10,6 m.



La boca (2 x 1 m) dona accés a un fort pendent de 78° fins a un petit col·lapse aeri, per després continuar amb un cabussament de 67°. L'eix màxim practicable del crull fa dotze metres.

És molt probable que sota les pedres de la part més baixa, al centre, es pugui accedir a la continuació de la fractura, ja dintre de roca calcària, encara que no és troba adequat practicar una desobstrucció degut a la inestabilitat d'aquesta zona.

AVENC D'EN PAU

Coordenades UTM: 462219 / 4379278 - 376

Cavitat situada molt a prop de la cova dels Esfondraments descrita per BARCELÓ (1992). La boca s'obri a una dolina d'enfonsament de forma quasi circular de 8 m de diàmetre. La cova consta d'una única sala de dimensions aproximades de 16 x 9 m en planta, direcció NE-SO i desnivell de 14,8 m. La zona NO de la cova presenta majoritàriament colades pavimentàries, mentre que a la zona SE predominen els blocs i els clastes.

Part Paleontològica

A la serra de na Burguesa s'han trobat restes fòssils dels vertebrats plioquaternaris de les Balears. Sense cap tipus de dubte, l'espècie més destacable localitzada a aquesta zona ha estat el *Myotragus balearicus*, del Pleistocè inferior, trobada en una bretxa a una cavitat de la pedrera de Gènova (ANGEL, 1962), poc després presentada de forma preliminar per CRUSAFONT *et al.* (1965) i finalment descrita per CRUSAFONT i ANGEL (1966). De l'espècie terminal del gènere, *Myotragus balearicus*, s'han realitzat relativament poques troballes en cavitats de Na Burguesa. ADROVER i ANGEL (1966) citen la troballa de restes molt fragmentaris d'aquesta espècie en una bretxa en un tall de la carretera en la zona de Son Vida, on també s'identifiquen restes d'altres de les espècies acompanyants de *M. balearicus* de vertebrats fòssils del Quaternari, com *Eliomys morpheus*, *Asoriculus hidalgoi* i *Podarcis* sp. Posteriorment a aquestes cites no es té referència de la troballa de restes fòssils de *M. balearicus*, fins als anys 90, exceptuant un esquelet exhumat l'any 1975 a la cova de ses Pasteretes (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1979; VICENS *et al.*, 2000) i el mateix any s'esmenta la presència de restes de *Myotragus balearicus*, *Eliomys morpheus* i *Asoriculus hidalgoi* a les coves

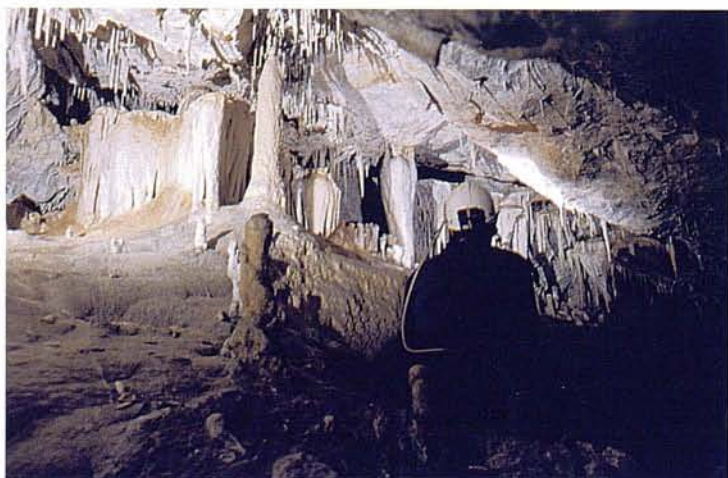


Foto 10:

Sala des Gur de la cova des Gurs. En aquest sector de la sala hi ha una colada pavimentària, estalactites, estalagmites i columnes (fortament afectades per la solifluxió). Foto P. Cifre.

Photo 10:

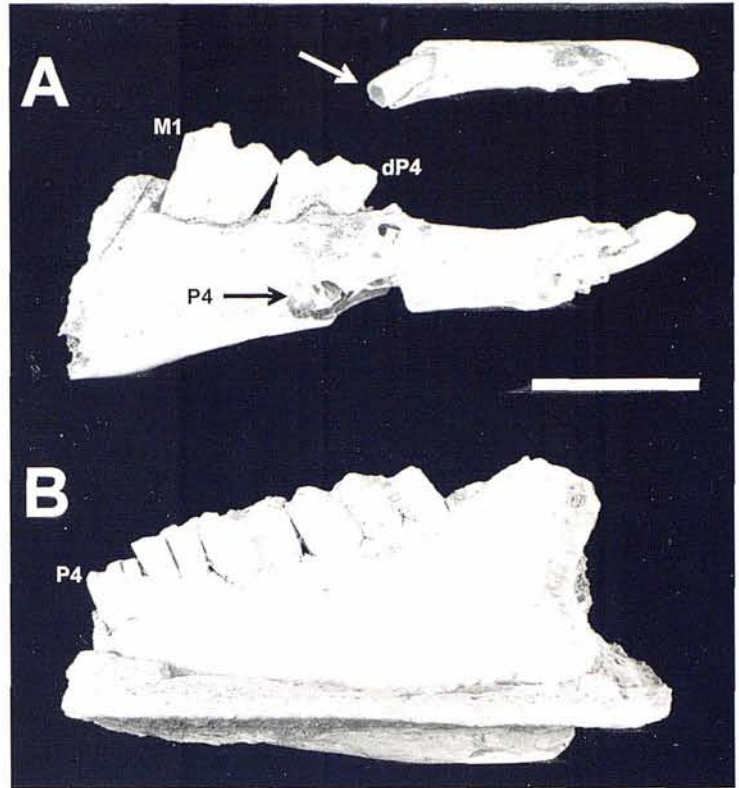
Sala des Gur, Cova des Gurs. In this part of the chamber there is a flowstone floor, stalactites, stalagmites and columns (which have been affected by local floor subsidence). Photo P. Cifre.

Foto 11:

Fotografies de les mandíbules de *Myotragus* aff. *bateae* de l'avenc Socarrat en què s'identifiquen les peces dentàries més importants. A: Mandíbula juvenil esquerra MNIB 68747 (norma lingual), amb un detall de la norma dorsal a la part superior dreta. La fletxa blanca assenyala l'arrel de la dl_2 . B: Mandíbula esquerra MNIB 68745 (norma labial). Escala 2 cm. Foto P. Bover.

Photo 11:

Photographs of *Myotragus* aff. *bateae* mandibles from Avenc Socarrat, where the most important dental pieces have been identified. A: Left juvenile jaw MNIB 68747 (lingual view), with the top-right insert showing it in dorsal view. Arrow shows the dl_2 root. B: Left jaw MNIB 68745 (labial view). Scale bar 2 cm. Photo P. Bover.



del Pilar (ALCOVER i ROCA, 1975). En aquests darrers deu anys s'han citat les troballes casuals a algunes cavitats de restes diverses d'aquesta espècie (BARCELÓ, 1992; BARCELÓ *et al.*, 1998; VICENS *et al.*, 2000; BOVER, inèdit).

Avenc Socarrat

Les troballes paleontològiques realitzades a aquesta cavitat són, sense cap dubte, les de major importància de les presentades en aquest treball. Es varen recuperar varies restes de *Myotragus*, entre les que cal destacar una mandíbula juvenil (presenta un primer molar (M_1) poc desgastat, un quart premolar deciduu (dP_4) molt desgastat amb un quart premolar permanent (P_4) que està en erupció just per davall d'ell (MNIB 68747) (Foto 11a). La característica que crida més l'atenció és la forma de la incisiva que presenta. Degut a la fragmentació d'aquesta mandíbula es pot observar l'arrel d'aquesta dent. L'arrel presenta una secció romboidal, similar a la de les espècies antigues de *Myotragus* i no en forma de canal tal com es presenta a *M. balearicus*. Aquesta dent, la segona incisiva decidua o dl_2 (BOVER i ALCOVER, 1999), presenta una superfície de desgast no observada mai a *M. balearicus*. A *M. balearicus* la superfície de desgast adquireix, aproximadament, una forma similar a la pròpia forma de la dent mentre que a l'exemplar MNIB 68747 aquesta superfície ocupa la totalitat de l'extrem distal per la banda lingual de la dent, en forma ovoidal. Això també podria indicar un estat de desgast no avançat.

Aquesta mateixa mandíbula presenta un alvèol residual per a una segona dent incisiviforme (probablement la tercera incisiva decidua o dl_3), típic de les mandíbules juvenils de *M. balearicus*. Un patró evolutiu del gènere és la gradual desaparició de les dents incisives, encara que s'observen restes d'alvèols que són ocupats per petites incisives que quasi gairebé mai es conserven a l'alvèol. Però a la mandíbula de l'avenc Socarrat la mida d'aquest és més gran que els que presenten les mandíbules de *M. balearicus* i la seva posició és més lateral i no al final de la diastema, tal seria esperable si es tractàs d'un *M. balearicus*. Degut a l'estat fragmentari de la mandíbula resulta molt difícil confirmar la presència d'un altre petit alvèol a l'extrem de la diastema, que simplement s'intueix.

També s'ha recuperat un fragment de mandíbula esquerra (MNIB 68745) (Foto 11b) que presenta un quart premolar (P_4) d'una mida visiblement superior als de *M. balearicus*. La reducció de la mida d'aquesta dent és un dels patrons evolutius mostrats pel gènere (ALCOVER *et al.*, 1981), en què el seu màxim exponent és la petita mida d'aquesta dent a *M. balearicus*.

Així per tant, vistes les principals diferències, les restes estudiades es podrien atribuir a un estadi evolutivament intermig entre *M. bateae* i *M. balearicus*, sense poder assegurar de forma clara la seva pertinença a la primera espècie. Per tant, se diagnosticarà com a *Myotragus* aff. *bateae*,

Una altra de les particularitats del material de l'avenc Socarrat és l'obtenció d'un crani, que després de ser netejat amb àcid acètic (degut a que estava englo-

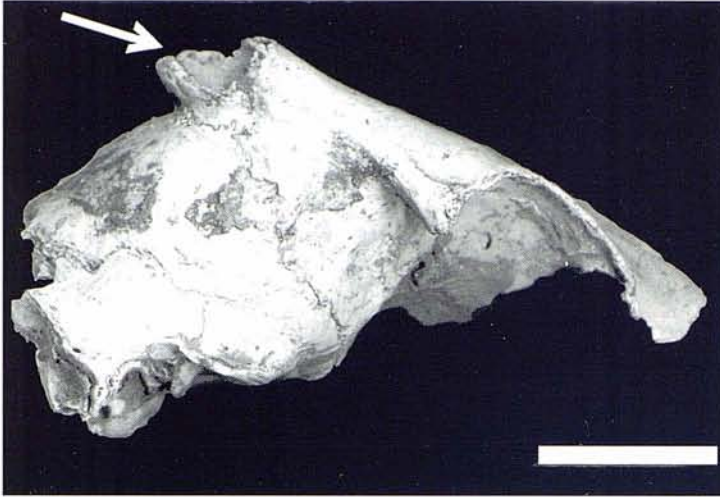


Foto 12:
Fragment de crani de *Myotragus* aff. *bateae* MNIB 68749 de l'avenc Socarrat, on s'observa les banyes mastegades (fletxa blanca). Escala 2 cm. Foto P. Bover.

Photo 12:
Myotragus aff. *bateae* skull fragment MNIB 68749 from Avenc Socarrat, where gnawed horns (arrow) can be seen. Scale bar 2 cm. Photo P. Bover.

bat en matriu de la bretxa), es va poder apreciar que en la zona de les banyes presentaven una morfologia abans observada en l'espècie terminal del gènere, *Myotragus balearicus*. Aquest crani (MNIB 68749) (Foto 12) no presenta les banyes completes, sinó que estan desgastades fins al nivell d'uns 0.7 cm per sobre de la base de la banya molt a prop de la zona craniana de l'os frontal. Aquesta morfologia ha estat recentment interpretada com a resultat d'un comportament osteofàgic de l'espècie (RAMIS i BOVER, 2001). Aquesta conducta és comú en alguns bòvids i cèrvids en què la seva dieta és deficient en fosfats, i per tant, masteguen ossos per tal de recuperar aquests nutrients per a la seva reutilització en la formació d'òssia o dels banyams (en el cas dels cèrvols). Apart d'haver estat observat aquesta morfologia a cranis de *M. balearicus* procedents de la cova des Moro (RAMIS, 2000) i de l'abric de Son Matge (WALDREN, 1982), s'ha trobat aquest patró de mastegació a altres cranis de jaciments clarament del Pleistocè superior, com és el cas del Bufador de Son Berenguer (CUERDA, 1966; RAMIS i BOVER, 2001) i de la cova de Son Maiol (RAMIS i BOVER, 2001). Així doncs, aquest cas suposa una evidència de que aquesta conducta d'obtenció de fosfats per a la formació del robust esquelet del gènere *Myotragus*, a partir de mastegar ossos de la pròpia espècie, ja era emprada pel gènere molt abans del que s'ha constatat fins ara, de la qual només es tenia constància a l'espècie terminal *M. balearicus*.

També s'han trobat alguns ossos d'*Eliomys* (probablement *E. morpheus*) durant el procés de tractament d'eliminació de les restes de la bretxa que estaven adherides al material ossi.

El fet d'haver estat trobats englobats en bretxa sembla indicar que procedeixen d'alguna bretxa de reompliment que s'està erosionant.

Avenc des Vent

En aquesta cavitat ja s'havia documentat la presèn-

cia de fragments de *Myotragus balearicus* (VICENS *et al.*, 2000). Aquests materials es varen trobar abans de connectar les dues entrades de la mateixa cavitat. És a dir, corresponen a zones lleugerament llunyanes dintre de la mateixa cavitat, i es podrien tractar de restes procedents d'un reompliment que s'han anat desprenent.

També s'han trobat algunes restes de *Tudorella ferruginea* i altres fragments de caragols que no han pogut ser identificats degut al mal estat en què es trobaven. Aquestes restes aparegueren al terra de la **segona sala des Caragols**, i probablement siguin fragments despresos d'alguna bretxa de reompliment.

La *Tudorella ferruginea* és una espècie endèmica comú a molts dels jaciments del Plioquaternari de les Balears, encara que a l'actualitat, només es troba a les Gimnèsies (PONS i PALMER, 1996).

Cova des Cans

S'han localitzat restes de *Podarcis lilfordi* (una mandíbula dreta) i *Asoriculus hidalgoi* (pelvis esquerra i húmer dret). És la segona vegada que es documenta la presència d'ossos de sargantana de les Balears a la zona de na Burguesa. Ambdues espècies són relativament comunes als jaciments de vertebrats del Quaternari (ALCOVER *et al.*, 1981). La seva deposició a la cavitat pot ser de procedència diversa, encara que la presència de bretxes al voltant de la zona on es recol·lectaren els materials, sembla indicar que provenen d'aquestes.

Avenc de sa Soca

Es varen trobar algunes restes de *Tudorella ferruginea* i altres mol·luscs terrestres indeterminats en una bretxa de matriu argilosa de la paret de la **sala d'Entrada**. Aquesta bretxa correspon a un reompliment quaternari de la cavitat.

Agraïments

Els autors fan palès el seu agraïment més sincer a Antelm Ginard, Pere Cifre, Rubén Barros, Cristian Sánchez, Miquel Barceló, Enrique Hernández, Joan Seguí i na Lluna que ens han acompanyat en alguna ocasió a les sortides de camp, a Josep Antoni Casas i Gregori Puigserver que, tot i que no hagin vengut han estat molt presents, a Peter Watkinson pels textos en anglès i a Guillem X. Pons per classificar l'aràcnid *Loxoceles rufescens*.

Bibliografia

- ADROVER, R. i ANGEL, B. (1966): Yacimiento del cuaternario continental en Son Vida. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 12: 107-110.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i les Pitiüses. Monografies Científiques*, 1, Edit. Moll: 1-260.
- ALCOVER, J.A. i ROCA, (1975): Noves aportacions al coneixement del gènere *Hypnomys* Bate 1918 i dels seus jaciments. *Speleon*, mon. 1: 81-102.
- ANGEL, B. (1962): Hallazgo de *Myotragus* en las canteras de Génova (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 7: 89-94.
- BÄR, W-F. (1989): Atlas internacional del karst. Hoja 5: Lluc/Sierra Norte (Mallorca). *Endins*, 14-15: 27-42.
- BARCELÓ, M.A. (1992): Cavidades de la Serra de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 25-36.
- BARCELÓ, M.A.; GRÀCIA, F.; CRESPI, D.; VICENS, D.; PLA, V.; GINARD, A. i CASAS, J.A. (1998): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: Coll des Pastors (Calvià, Mallorca). *Endins*, 22: 19-35.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (1999): The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidences from new fossil data. *Biol. J. Linnean Soc.*, 68: 401-428.
- CIFRE, P. i BELMONTE, E. (1998): Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià-Estellencs, Mallorca). *Endins*, 22: 37-42.
- CRUSAFONT, M.; ANGEL, B. i CUERDA, J. (1965): Una nueva especie de *Myotragus* en la gran Balear (Nota preliminar). *Pub. Cat. Paleont. Univ. Barcelona*, 7.
- CRUSAFONT, M. i ANGEL, B. (1966): Un *Myotragus* (Mammifère Ruminant) dans le Villafranchien de l'île de Majorque: *Myotragus batei*, nov. sp. *Comptes Rendues de l'Academie de Sciences Paris*, 262: 2012-2014.
- CUERDA, J. (1966): Sobre la edad de algunos yacimientos pleistocénicos de Baleares con *Myotragus*. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 12: 29-34.
- 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 dels carst de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 27-43.
- GELABERT, B. (1998): *La estructura geològica de la mitad occidental de la Isla de Mallorca*. Inst. Tec. Geominero de España. 129 pàgs. Madrid.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carstologica*, 29: 140-148.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1995): Les formes exocàrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 59-70.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GRÀCIA, 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.
- ITGE (1991): Mapa geològic de España, E. 1:50.000. Hoja nº 698/723(IV). Palma/Illa del Toro y Cap de Cala Figuera (Mallorca). Madrid.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1979): Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del Plioceno, Pleistoceno y Holoceno de las Baleares. *Endins*, 5-6: 59-74.
- PONS, G.X. i PALMER, M. (1996): *Fauna endèmica de les Illes Balears*. COPOT-IEB-SHNB. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 5. 307 pàgs. Palma de Mallorca.
- RAMIS, D. (2000): Patrons d'alteració als ossos de *Myotragus balearicus* Bate 1909 de la Cova des Moro. In: GUERRERO, V. i GORNÉS, S. (COORDS.). *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 455-471.
- RAMIS, D. i BOVER, P. (2001): A review of the evidence for domestication of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) in the Balearic Islands. *Journal of Archaeological Science*, 28: 265-282.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; PLA, V.; BARCELÓ, M.A.; GRÀCIA, F.; GINARD, A. i BOVER, P. (2000): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: Puig Gros de Bendinat (1ª part) (Calvià, Mallorca). *Endins*, 23: 23-40.
- WALDREN, W.H. (1982): *Balearic prehistoric ecology and culture. The excavation of certain caves, rock shelters and settlements*. Oxford. *BAR International Series*, 149: 1-773.

ESTUDIO ESPELEOLÓGICO DE UN SECTOR COMPRENDIDO ENTRE BINI PETIT Y EL PUIG DE MONCAIRE (Escorca-Fornalutx, Mallorca)

per Antoni MERINO ¹

Resum

En aquest treball es presenten els resultats d'una sèrie de campanyes espeleològiques dutes a terme en aquest sector de la serra de Tramuntana. Els resultats han estat gairebé pobres, ja que s'han localitzat i topografiat un total de 10 cavitats de petites dimensions.

També s'ha efectuat un estudi geomorfològic que ha proporcionat importants dades de les dolines de la zona.

Resumen

En el presente trabajo se dan a conocer los resultados de una serie de campañas espeleológicas llevadas a cabo en este sector de la Serra de Tramuntana. Los resultados no han sido muy buenos, ya que las cavidades encontradas son de pequeñas dimensiones. Se han topografiado un total de 10 cavidades.

También se ha hecho un estudio geomorfológico, arrojando importantes datos sobre las dolinas que hay en la zona.

Abstract

In this paper the results of a series of caving campaigns carried out between Bini Petit and the Puig de Moncaire on the Serra de Tramuntana are presented. The results have not been particularly profitable, as many of the caves found were of a small size. A total of ten cave surveys were completed.

A geomorphological study was also made, which has yielded important data on the dolines there are in this area.

Introducción

En este artículo se presenta el resultado de varias campañas espeleológicas llevadas a cabo en el sector comprendido entre Bini Petit y el Puig de Moncaire (términos municipales de Escorca y Fornalutx).

Los resultados espeleológicos son bastante discretos ya que las cavidades halladas han sido todas ellas de pequeña entidad. El trabajo consistió en una prospección exhaustiva de la zona, ocupada por campos de lapiaz que dificultan de manera notoria dicha tarea. El hecho de no haber localizado cavidades importantes no implica de ninguna manera que la zona no las pueda albergar, pero la dificultad de prospectar debido a lo complicado de la orografía, las largas marchas de aproximación a la zona de estudio y la falta de recur-

sos humanos para poder formar un grupo con capacidad suficiente para batir zonas de manera segura quizás hayan motivado esta falta de resultados.

Al mismo tiempo se ha llevado a cabo un estudio geomorfológico haciendo especial hincapié en las dolinas existentes, el karst de toda la zona y su relación con la Font de sa Costera.

Geología

La parte superior del área de estudio está compuesta por calizas, dolomías y brechas, pertenecientes al Rhetiense y al Lías inferior con un espesor que va desde los 250 a los 400 m (RODRÍGUEZ-PEREA, 1984). Estos materiales son muy permeables y están intensamente karstificados. Se localizan también afloramientos

¹ Secció d'Espelologia de l'ANEM

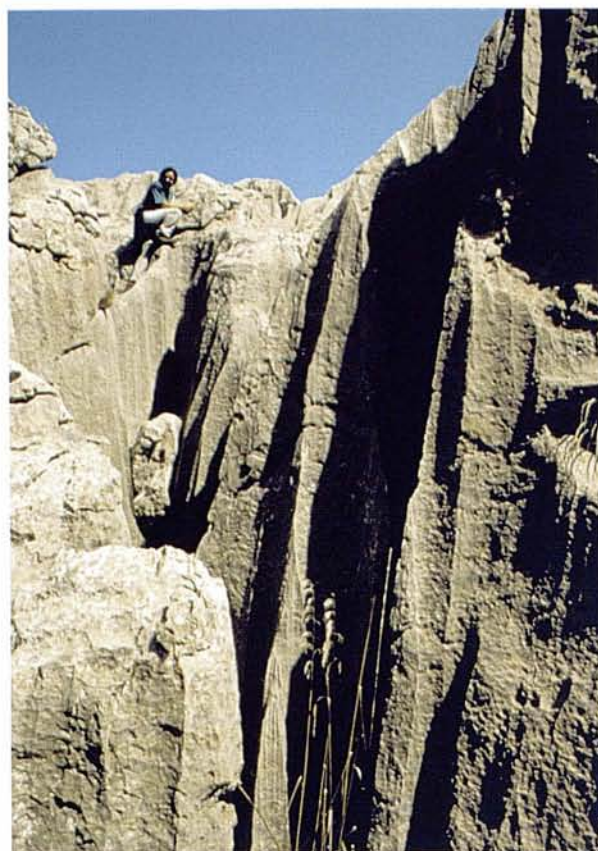


Foto 1: Alrededores de Bini. Espectaculares pirámides de lapiaz (Spitzkarren), surcadas por multitud de canales embudiformes (Rinnenkarren) y canales de pared (Wandkarren). Foto A. Merino.

Photo 1: Surroundings around Bini Petit. Spectacular spitzkarren sculptured by rinnenkarren and wandkarren. Photo A. Merino.

ramientos de calizas pertenecientes al Mioceno, pero que son muy difíciles de distinguir de los del Lías. Como base de todo este conjunto calizo dolomítico tenemos unos afloramientos de facies Keuper (ya fuera

de la zona estudiada) formados por una sucesión de estratos de arcillas, margas, yeso y rocas volcánicas que forma un nivel impermeable. Las laderas están cubiertas de coluviones y suelos procedentes del desmoronamiento de las paredes de los acantilados.

Estructuralmente este sector de la Serra de Tramuntana es muy complejo, estando caracterizado por un sistema imbricado de estructuras de cabalgamiento con vergencia hacia el NW.

Geomorfología de la zona y su relación con la Font de sa Costera

La mayor parte de la zona de estudio está cubierta por importantes campos de lapiaz, presentando también un área de dolinas situada ésta en el Puig de Moncaire. La especial orografía y los materiales existentes hacen que la escorrentía superficial sea prácticamente inexistente, motivando que la mayor parte del agua de lluvia se infiltre dentro del macizo.

Los campos de lapiaz abundan principalmente en el sector comprendido entre el Puig de Moncaire, Pas des Marge y el Pas de s'Al-lot Mort, existiendo multitud de pequeñas simas de lapiaz que se instalan en las innumerables fracturas del terreno, muchas de ellas de dirección NE-SW. En las proximidades de los escarpes orientados hacia el mar las fracturas son paralelas a los mismos, teniendo por lo tanto un claro origen tectónico. Este sector contiene una serie de dolinas que en general están bastante distanciadas unas de otras.

El sector que engloba el Puig de Moncaire y sus alrededores hasta unos 750 m.s.n.m está ocupado por un campo de dolinas y una zona de fracturación importante. Algunas de estas dolinas debido a la erosión y a su evolución han sido abiertas, vertiendo el agua que recogen a pequeños torrentes de corto recorrido que en general desaparecen a las pocas decenas de metros.

DOLINA	COORDENADAS U.T.M	ALTURA s.n.m	LONGITUD EJE MAYOR	LONGITUD EJE MENOR	NÚMERO SUMIDEROS
M-2	479400 / 4408030	764	108,5 m.	94 m.	1
M-3	479560 / 4408030	803	46 m.	32 m.	2
M-4	479620 / 4408010	822	42 m.	25 m.	2
M-10	479625 / 4407845	800	46 m.	39 m.	1
M-13	479900 / 4407800	789	138 m.	100 m.	4
M-14	479925 / 4407770	789	80 m.	70 m.	No existen
M-15	480020 / 4407777	789	66 m.	40 m.	3
M-16	479735 / 4407950	841	50 m.	40 m.	4
M-17	479770 / 4407915	837	85 m.	56 m.	No existen
B-6	480085 / 4408130	766	110 m.	44 m.	3
B-7	480190 / 4408080	767	62 m.	32 m.	3

Tabla 1: Localización, altitud, longitud del eje mayor, longitud del eje menor y número de sumideros de algunas de las dolinas de la zona de trabajo.

Table 1: Position, altitude, length of major axis, length of minor axis, and the number of sink holes in some of dolines within the work area.



Foto 2: Dolina M-2. Dimensiones 108'5 m por 94 m. Se puede observar el sumidero situado en el centro de la depresión. Resalta también la fuerte erosión que afecta al suelo de la dolina. Foto A. Merino.

Photo 2: Dolina M-2. Dimensions 108.5 m by 94 m. In its centre a sink hole can be seen. Noteworthy is the heavy erosion which has affected the floor of the doline. Photo A. Merino.

Otra característica de estas antiguas dolinas es la inexistencia de sumideros por donde un día el agua pasaba al interior del macizo, lo que da una idea de su antigüedad, ya que la erosión los ha desmantelado.

Por último, el sector comprendido entre el Puig de Moncaire y las casas del mismo nombre alberga uno de los campos de lapiaz más impresionantes de toda la Serra de Tramuntana

Se llevó a cabo también un recuento de sumideros en cada dolina estudiada, arrojando un total de 48 puntos de absorción, lo cual indica que un importante caudal de agua es drenado directamente al interior del macizo a través de estos puntos, máxime si tenemos en cuenta la superficie de las dolinas. En la tabla adjunta aparecen relacionadas algunas de las dolinas estudiadas y una serie de datos morfométricos tomados durante las campañas espeleológicas.

De las observaciones llevadas a cabo in situ durante las prospecciones se ha podido deducir la clara relación existente entre la zona de los Bini (Bini Petit y Bini Gran) - Moncaire, que actúa como zona de recarga y la Font de sa Costera. La alta permeabilidad de los materiales, la existencia de un sin fin de fracturas, las dolinas y la alta pluviometría de la zona (de 1.000 a 1.200 mm de lluvia al año, GUIJARRO, 1995), hacen que este sector sea capaz de mantener y alimentar la importante surgencia kárstica de la Font de sa Costera.

La tesis presentada por Gerson Cardoso da Silva avala también este enfoque de la zona de captación de Sa Costera. Para este autor (CARDOSO, 1997), el área de recarga del manantial tiene una extensión de unos 10 km² y se situaría en el tramo comprendido entre los Bini y el mar. Los caudales drenados anualmente por el manantial varían bastante, desde unos 4 hm³ en los años secos, hasta los 15 hm³ en los años más lluviosos. A lo largo de las distintas estaciones del año se producen también importantes variaciones en los caudales que arroja la fuente, los más de 2 m³/s en época de fuertes precipitaciones se convierten en la estación seca en un caudal de entre 20 y 50 l/s. Este último dato parece relacionado con la existencia de las capas del Keuper que actúan de nivel impermeable (acuitardo) y que mantienen un flujo lento hacia la surgencia.

AVENC DES RUC

Coordenadas U.T.M.: 480600 / 4409020 - 515

Pequeña sima situada en el margen de una gran dolina, fácilmente identificable por la gran hiedra que cubre parte de la boca. Esta sima tiene 9 m de profundidad y en sus paredes es posible observar acanaladuras producidas por el paso del agua. El fondo está cubierto por cantos y bloques de tamaño

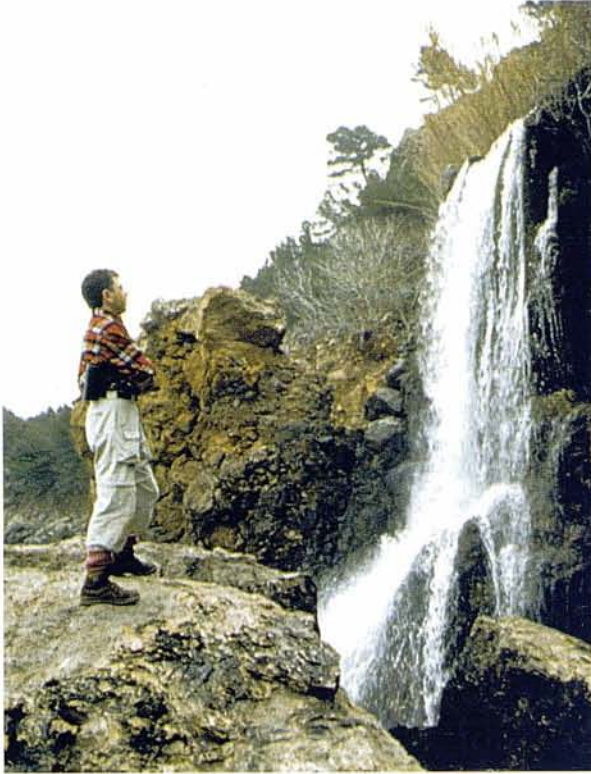


Foto 3: Cascada de sa Font de sa Costera, surgencia principal de la zona. Foto M. A. Garau.

Photo 3: Cascada de sa Font de sa Costera, the main resurgence in the area. Photo M. A. Garau.

pequeño. No se observa ningún tipo de concrecionamiento.

La génesis de esta cavidad parece estar relacionada con antiguos estadios de la evolución de la dolina donde se encuentra situada.

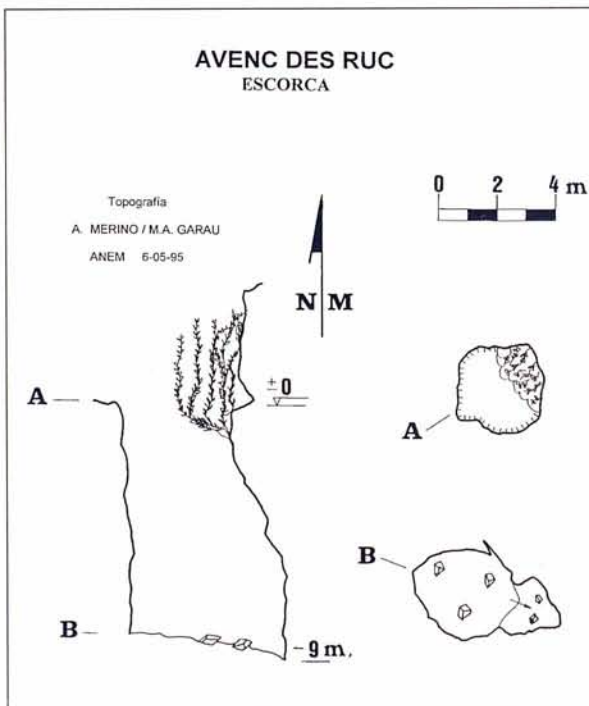
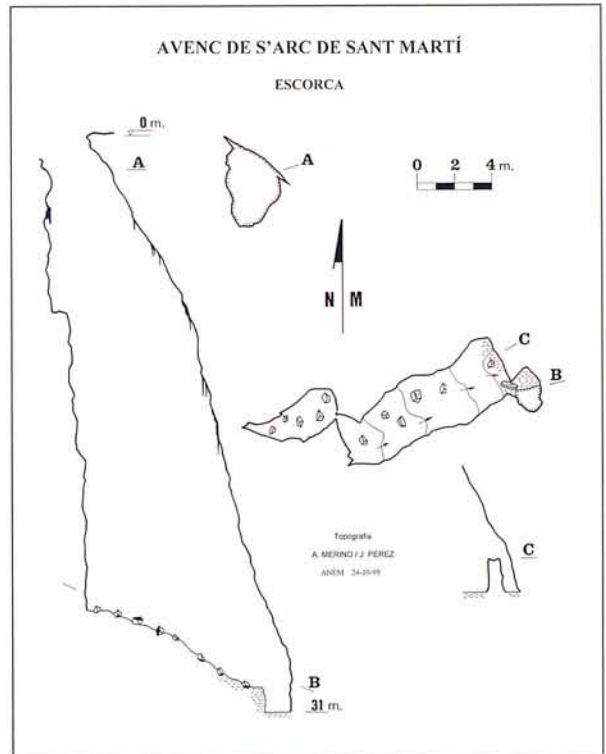


Foto 4: Boca de acceso al Avenc des Ruc. Foto M. A. Garau.

Photo 4: Entrance to the Avenc des Ruc. Photo M. A. Garau.

AVENC DE S'ARC DE SANT MARTÍ

Coordenadas U.T.M.: 480305 / 4408735 - 585



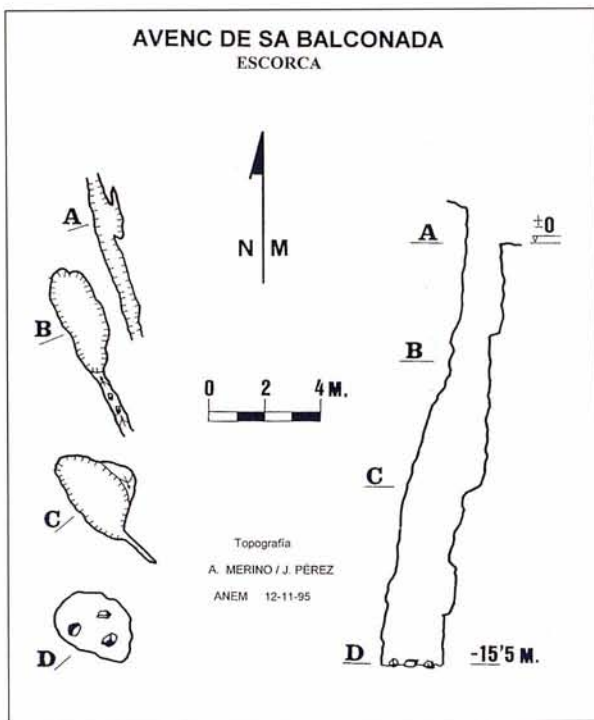
Cavidad situada en el lateral de una pequeña dolina. La boca, de dimensiones 2 x 4 m nos conduce a un único pozo de 31 m de profundidad máxima. Las paredes del mismo están recubiertas de importantes procesos de reconstrucción en forma de coladas con algunas estalactitas. La base del pozo está cubierta de bloques, excepto la zona E, que lo está de arcilla y tierra. En la zona NE nos encontramos una ventana situada a unos 2 m de altura que da acceso a un pozo cegado sin posibilidades de continuación.

La génesis de la cavidad parece estar ligada a su situación dentro de la dolina, y a una fractura de dirección NNE-SSW. Por otra parte, el estado actual de la

cavidad obedece también a la evolución de dos pozos, que por coalescencia se llegan a unir. Como aspecto destacado hay que señalar la existencia de unos niveles de inundación relativamente recientes, cuyo máximo se sitúa a unos 8 m sobre el punto más bajo de la cavidad. Ello representa un volumen de agua acumulada muy importante si tenemos en cuenta la superficie de la planta inferior. Por otra parte, es posible apreciar también como debido a este acúmulo de agua, y a la presión que representa esta masa de líquido sobre el fondo (colmatado por arcillas y restos acarreados por el agua desde exterior) parte de éste se hundió y provocó un socavón de casi un metro y medio de profundidad (ver topografía). De todo ello se deduce que la cavidad continua más allá del actual tapón de arcilla que actualmente es el punto más bajo de la sima.

AVENC DE SA BALCONADA

Coordenadas U.T.M.: 480120 / 4408755 - 582



Cavidad situada en el flanco de una pequeña torrentera. La boca de forma alargada y estrecha, nos conduce a un único pozo de 15 m de profundidad cuyo fondo está cubierto por bloques. La pared N del pozo es la única que cuenta con un concrecionamiento destacable, ya que el resto de la cavidad está totalmente desprovisto de formas de reconstrucción. La cavidad se encuentra situada sobre una fractura de dirección NNW-SSE.

AVENC DES BASSOL

Coordenadas U.T.M.: 480375 / 4408580 - 580

Cavidad localizada gracias a las indicaciones d'en Salvador de Bini Petit. Al parecer un grupo aficionados

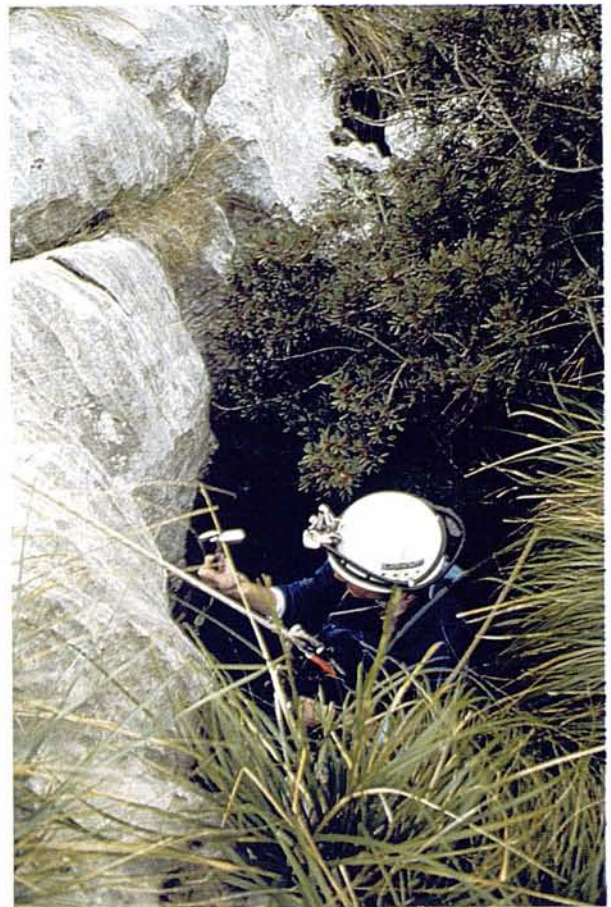
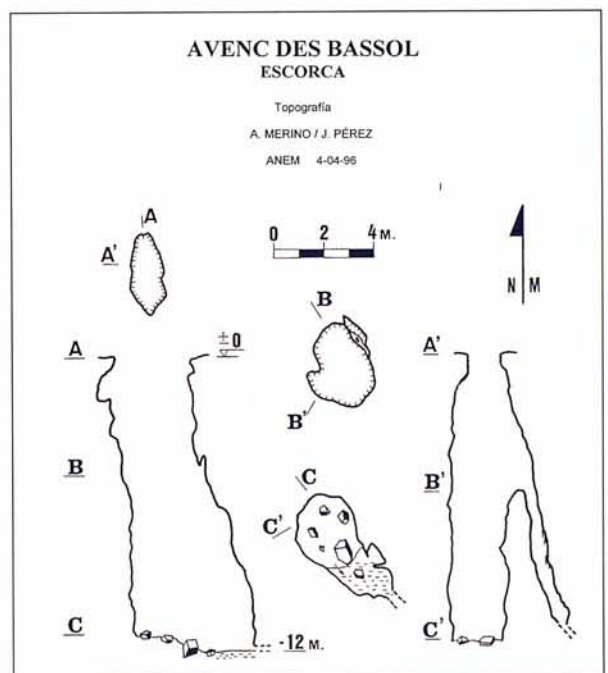


Foto 5: Instalación del Avenc des Bassol. Foto A. Merino.

Photo 5: Installation in the Avenc des Bassol. Photo A. Merino.

de Sóller fue avisado para rescatar un perro de caza que había caído dentro de la sima, pero no se levantó la oportuna topografía de esta cavidad.

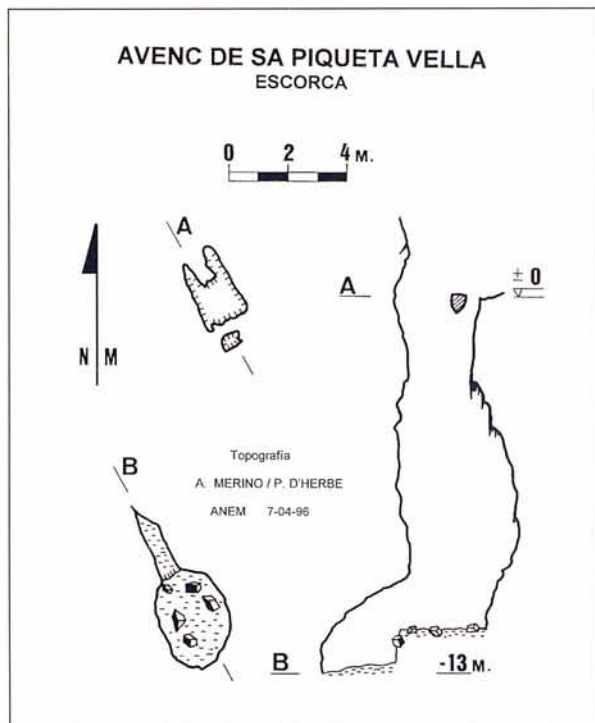


Esta sima consta de un único pozo de 12 m de profundidad, sin concrecionamientos dignos de mención. El fondo está ocupado por arcillas, cantos y bloques de distintos tamaños. A unos 5 m de profundidad existe una ventana que conduce a una estrecha grieta que alcanza el fondo del pozo de entrada, aunque la comunicación física no es posible debido a su estrechez.

La génesis de la sima está relacionada con una fractura de dirección NW-SE.

AVENC DE SA PIQUETA VELLA

Coordenadas U.T.M.: 479777 / 4407850 - 820



Sima de 13 m de profundidad, en cuya boca se encontró una piqueta de las empleadas para instalar ya que al parecer fue explorada hace años por algún grupo espeleológico y de la cual no se tenía conocimiento. Se encuentra situada hacia el NW del Pla de sa Creu, cerca de la pared medianera que separa Bini de Moncaire.

El pozo que constituye la cavidad es de pequeño tamaño, y las paredes de su zona SE están cubiertas de coladas parietales. El fondo está constituido por la acumulación de tierra y bloques, hacia la parte NW se alcanza un estrecho recodo con el suelo cubierto de tierra donde se alcanza la máxima profundidad de la sima.

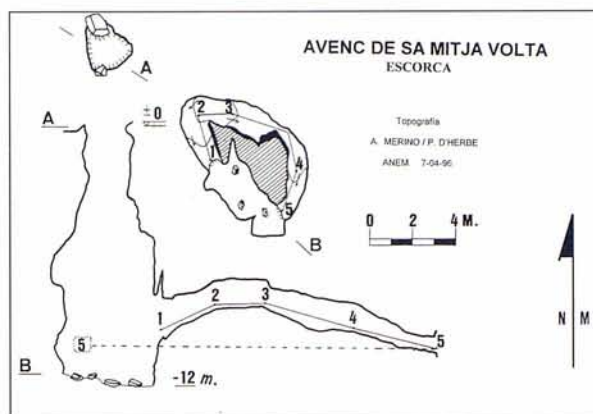
La cavidad está instalada sobre una fractura de dirección NW-SE.

AVENC DE SA MITJA VOLTA

Coordenadas U.T.M.: 479720 / 4407920 - 850

Cavidad situada en las estribaciones del Puig de Moncaire. La sima está constituida por un pozo de

unos 12 m de profundidad, con algunos recubrimientos parietales, estando el fondo ocupado por bloques.

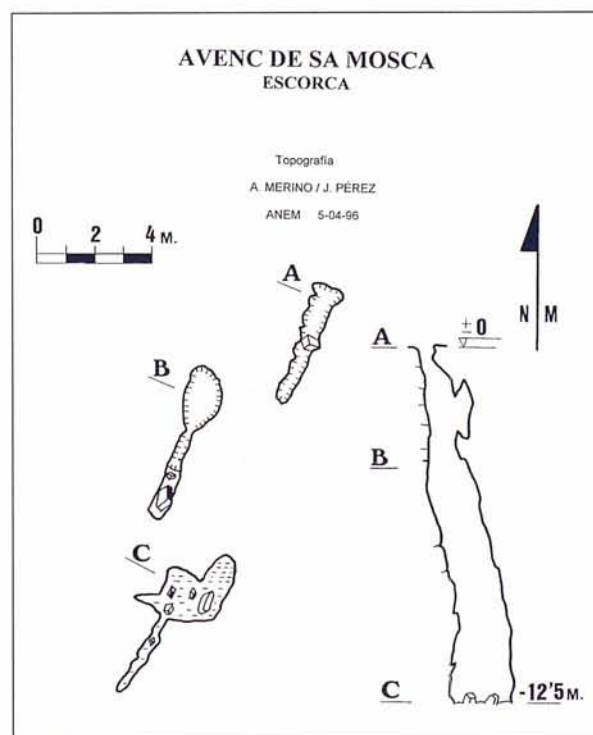


El hecho más destacable de esta cavidad, es la existencia de una pequeña galería situada unos 2 m por encima del fondo, que a modo de estrecho corredor va girando por detrás del pozo dando de nuevo al mismo a través de otra ventana.

El material donde está instalado este corredor es un conglomerado con cemento margoso, más flojo que el conjunto de materiales donde se instala el resto de la cavidad. Este material margoso aparece también en unas baumas situadas en la parte N del Puig de Moncaire, que están situadas unos metros por debajo de la boca de esta cavidad. También ha sido observado en una zona cercana al Pi des Nins.

AVENC DE SA MOSCA

Coordenadas U.T.M.: 479885 / 4408010 - 818

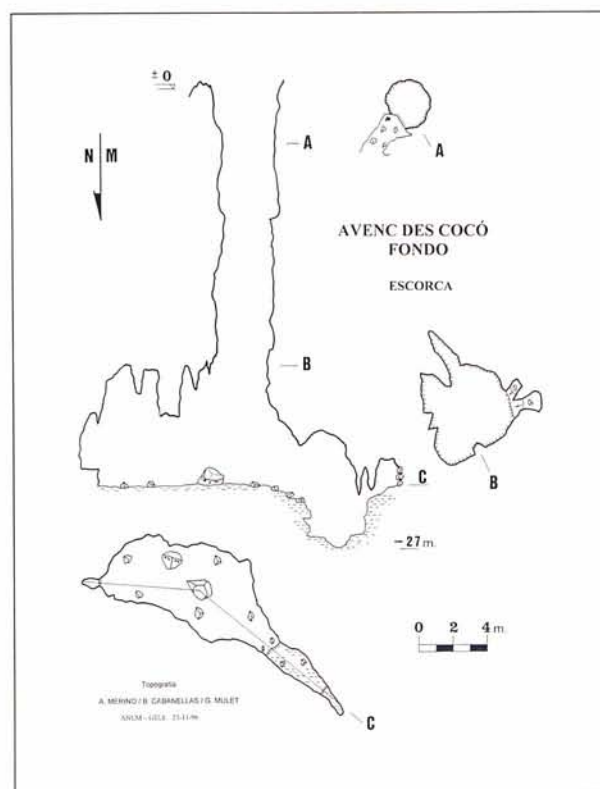


Cavidad que actúa de sumidero de la dolina donde se sitúa. Consta de un único y estrecho pozo de 12'5 m de profundidad, en cuyas paredes es posible observar marcas de corrosión debidas a la circulación de agua. También se observan coladas fuertemente erosionadas, consecuencia de la evolución de la cavidad y relacionadas con períodos de más pluviosidad.

La base del pozo cubierta por piedras y cantos tiene forma alargada y sigue claramente la dirección de la fractura sobre la cual se instala.

AVENC DES COCÓ FONDO

Coordenadas U.T.M.: 481000 / 4408880 - 460



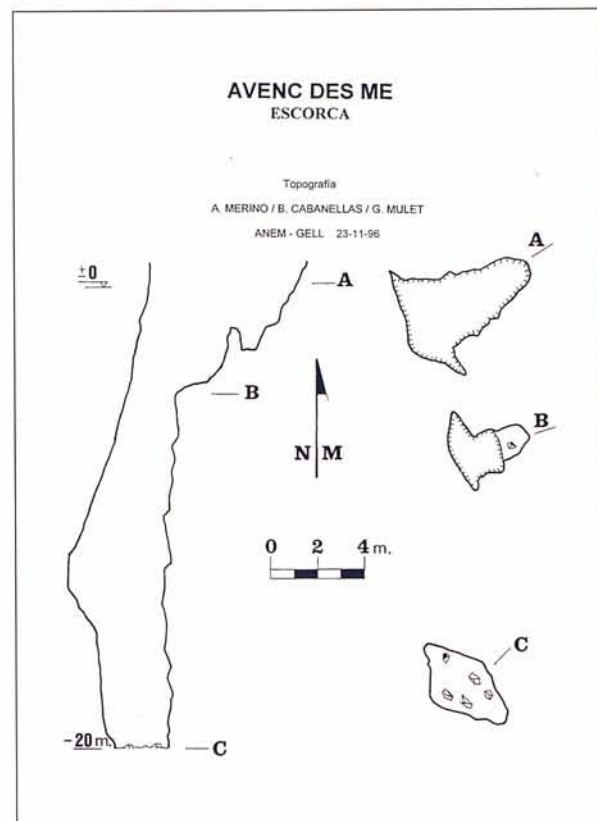
Sima de 27 m de profundidad, compuesta por un pozo de 23 m que nos lleva a una sala de pequeñas dimensiones, planta irregular, con el suelo cubierto por algunos bloques y sedimentos arcillosos. Las paredes de esta sala están recubiertas en su mayoría por coladas parietales, excepto en la vertical del pozo de acceso, donde las mismas se encuentran erosionadas por la acción de las aguas que entran por la boca. El techo de la Sala está en parte decorado por concrecionamientos a modo de cortinas. Hacia la parte NW de la Sala encontramos un pequeño resalte que nos conduce al punto más bajo de la sima a - 27 m. En este lugar es posible observar toda una serie de depósitos de barro y piedras que con posterioridad a su sedimentación fueron de nuevo erosionados por una reactivación de la cavidad. En este punto existe un estrecho paso que nos lleva hasta una estrechez impracticable, bloqueada por piedras y derrubios. Este punto es bastan-

te probable que comunique con la vecina cavidad denominada Avenc des Mè.

En cuanto a la génesis hay que decir que la cavidad está instalada sobre una fractura de dirección 120°- 300°, y en el pozo de acceso es posible observar restos de pozos primigenios que por coalescencia se han unido y dado lugar a la actual morfología.

AVENC DES MÈ

Coordenadas U.T.M.: 480985 / 4408875 - 465



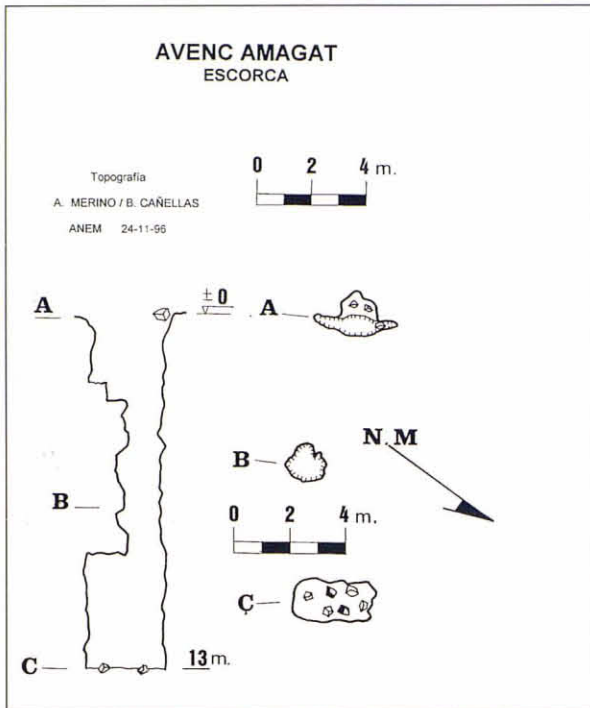
Pequeña sima de 20 m de profundidad, situada no lejos del Avenc des Cocó Fondo. La boca es de medianas dimensiones, y después de dos pequeños resaltes nos conduce al pozo principal; se observan una serie de capas de material estalagmítico fuertemente erosionadas, este material parece rellenar en parte la fractura en la que se instala la cavidad. Fractura de dirección 115°- 295°. Parece ser que la sima está situada sobre una falla inversa, donde el labio superior estaría situada hacia SSW, y el labio hundido hacia NEE.

AVENC AMAGAT

Coordenadas U.T.M.: 480615 / 4409000 - 505

Sima de lapiaz cuya boca fue necesario desobstruir, se encuentra situada dentro de un lapiaz y es de difícil localización. Alcanza los 13 m de profundidad y carece de morfologías destacables.

Se observan al igual que en la cavidad anterior elementos estalagmíticos que han sido erosionados.



Bibliografía

- CARDOSO DA SILVA, J. (1997): *Comportamiento de los manantiales del karst nororiental de la Serra de Tramuntana, Mallorca*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. 414 pp.
- GUIJARRO, J. (1995): Aspectes bioclimàtics del karst de Mallorca. *Endins*, 20: 17-26. Ciutat de Mallorca.
- RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (1984): *El Mioceno de la Serra Nord de Mallorca. Estratigrafia, Sedimentologia e implicaciones estructurales*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. 532 pp.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento a todos los compañeros de la Secció d'espeleologia del ANEM y del Grup Espeleo Llubí que con su esfuerzo ayudaron a llevar a cabo el presente estudio, de manera especial a M^a Antonia Garau y a Tolo Cabanellas que estuvieron siempre al pie del cañón. El reconocimiento se hace extensible también a Xim Pérez, Guiem Mulet, Pablo d'Herbe, Jordi, Alex y Amada.

Mención especial merece el apoyo y ayuda recibido de Salvador de Bini Petit, sin cuya colaboración no hubiera sido posible realizar el presente estudio.



Foto 6: Avenc de sa Mitja Volta. Se aprecia el nivel conglomerático donde encaja la pequeña galería existente a 2 m por encima del fondo de la cavidad. Foto A. Merino.

Photo 6: Avenc de sa Mitja Volta. A conglomerate level, surrounding an existing gallery 2 m above the cave floor, can be seen. Photo A. Merino.

LA COVA DE SES PEDRERES (Manacor, Mallorca)

per Damià VICENS ^{1,3}, Francesc GRÀCIA ^{2,3}, Peter WATKINSON ²,
Robert LANDRETH ², Bernat CLAMOR ² i Miquel Alexandre DOT ¹

Resum

Es descriu una cova litoral del terme de Manacor situada a les calcarenites del Miocè superior, que es caracteritza per presentar una duna fòssil que ocupa gairebé la totalitat de l'entrada. També es comenta la seva possible gènesi i les peculiaritats morfològiques més destacades.

Abstract

In this paper we describe a coastal cave within the Manacor municipal district. The cave, which lies in Upper Miocene calcarenites, is characterised by a fossil dune which almost completely fills its entrance. We also comment on its genesis and its more interesting geomorphologies.

Introducció

Les coves litorals predominen a la zona càrstica del Migjorn. El gran desenvolupament clàstic de la majoria d'aquestes cavitats es veu condicionat per la disposició horitzontal dels estrats del Miocè post-orogènic i per les fluctuacions experimentades pel nivell freàtic relacionades amb els canvis eustàtics del nivell de la mar durant el Plistocè. El paper agressiu lligat a la mescla d'aigua dolça i salada ha contribuït notablement a l'increment volumètric d'aquestes cavitats.

Dins la denominació de cova litoral s'inclouen les captures carstico-marines i coves marines (o d'abració marina). A les primeres existeix una forma endocàrstica que és capturada per l'avanç de l'erosió litoral i el conseqüent retrocés de la línia de costa. Les coves marines, en el sentit estricte de la paraula, s'originen a partir de processos aliens als de carstificació i són cavitats excavades per l'acció erosiva lligada a la dinàmica litoral de les aigües marines. Les cavitats de gènesi marina no són exclusives de les costes amb litologia calcària i són presents a qualsevol tipus de litologia (GINÉS, 2000).

Les coves d'abració marina es caracteritzen perquè presenten un perfil ascendent. Són cavitats produïdes per l'erosió marina on el processos erosius litorals actuen aprofitant el punts dèbils de la roca (fractures, diàclasis, junts d'estratificació, heterogeneïtat dels materials del penya-segats). Els processos clàstics, els reopliments litogènics, la presència de dunes fòssils i el fet que l'abració marina aprofita les mateixes discontinuïtats de la roca, fan que en alguns casos sigui difícil esbrinar si es tracta de cavitats amb un origen purament d'erosió litoral o es tracta de captures càrstico-marines (GRÀCIA i VICENS, 1998).

Als llocs on les calcàries mesozòiques de les serres de Llevant formen part del litoral no es rara l'existència de coves marines, si bé no es coneixen casos espectaculars. Un exemple típic és la cova de s'Embarcador a Capdepera, on es poden apreciar els trets definitoris d'aquestes cavitats (GINÉS, 2000).

Al litoral de Portocolom, a les calcàries del Miocè post-orogènic hi ha coves d'abració marina de dimensions modestes (no arriben als 10 m de longitud) com són la cova des Betlem de Felanitx i la coveta de sa Tenassa, que són cavitats on l'erosió marina ha actuat a un junt d'estratificació. Però, també hi ha cavitats suposadament d'abració marina que no són tan modestes i ténen una longitud entre 30 i 50 m com són la cova des Bufador, la cova de ses Païsses A, la cova

1 Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Palma de Mallorca.

2 Grup Nord de Mallorca. Pollença.

3 Societat d'Història Natural de les Balears. Estudi General Lul·lià. Sant Roc 4. E-07001 Palma de Mallorca.

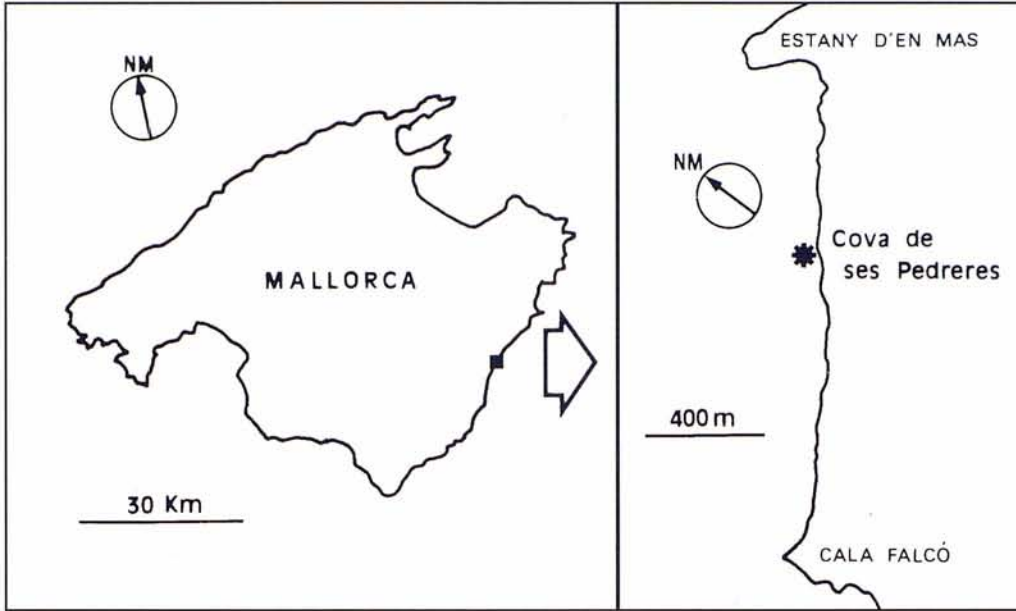


Figura 1:
Situació de la cavitat.
Figure 1:
Location of the cave.

de la Porta des Cel, la cova des Cranc Pelut i la cova Gran (GRÀCIA *et al.*, 1997). En aquesta darrera cavitat l'erosió marina ha actuat sobre la zona central d'un col·lapse paleocàrstic on la brexificació havia debilitat la roca. En un context geològic quasi idèntic es poden trobar un resultat geomorfològic contraposats, així a un gran col·lapse paleocàrstic que hi ha entre la punta des Sivinar i el Niu de s'Àguila, la xemeneia del col·lapse gràcies a l'acusada cementació s'ha comportat com una zona més resistent a l'erosió marina i a cada costat d'ella hi ha una cova d'abradió marina (GINÉS, 2000).

Descripció i gènesi

La cova de ses Pedreres es troba situada entre l'estany d'en Mas i cala Falcó, molt a prop del Frontó des Molar (Figura 1). A la zona hi ha nombroses cavitats i moltes són conegudes des de fa temps (TRIAS i MIR, 1977). Relativament properes, al S de la cova de ses Pedreres hi ha coves litorals que no tenen una gènesi per abradió marina. Així, la cova des Moro, cavitat oberta als penya-segats just al nord de cala Falcó, segons TRIAS (2000) és un tipus de cavitat -cova de cingle- que es forma en el front de la capa freàtica a la zona de mescla de l'aigua dolça amb l'aigua de la mar, amb una disposició en planta compacta i paral·lela a la costa. La cova de cala Falcó i la cova dels Coloms són captures carstico-marines (GINÉS, 2000).

L'entrada, de dimensions reduïdes, es troba a + 7,5 m sobre el nivell de la mar actual. La cavitat segueix una diàclasi de direcció quasi E-O i té una planta de 48 m de longitud màxima per uns 10 m a la part més ampla. Al mateix que moltes altres cavitats del litoral del llevant de Mallorca, presenta una eolianita fòssil a l'entrada, de manera que almenys durant tot el darrer

període glacial ha estat tapada. Conseqüentment l'obertura actual és recent, d'edat holocena.

Just entrar a la cova, accedim a la sala Principal de dimensions 20 x 10 m i un sotil d'uns 5 m a la part més alta. El costat S presenta bastants colades parietals, mentre que al costat N es pot observar la disposició horitzontal dels estrats de les calcàries del Miocè post-orogènic que pertanyen al Complex terminal (Figura 2). La cavitat després segueix per un passadís d'uns 25 m amb la part final molt decorada i quasi tancada per columnes.

Al terra està ple d'arenas holocenes, a excepció de l'entrada de la cavitat, on es poden observar algunes morfologies relacionades amb l'erosió per aigua com són les marmites de gegant (GINÉS, 2000). També prop de l'entrada es poden observar gurs.

Segons GINÉS (2000) els temporals actuals han reobert l'entrada i han excavat les formes d'erosió (marmites) que hi ha a la boca de la cavitat.

Molt a prop de la cova hi ha un jaciment paleontològic que es va considerar del Neotirrenià (subestadi 5a) per no contenir fauna termòfila i per la seva altitud respecte al nivell de la mar actual (VICENS *et al.*, 1998), per la qual cosa se li va assignar a l'eolianita dipositada una edat del Würm inicial (utilitzant la terminologia emprada per CUERDA (1975)), que és equivalent al subestadi 5b dels estadis isotòpics marins, si bé es comentava que aquesta duna podia ser més antiga. La duna fòssil del jaciment és la mateixa que està adossada a la cova de ses Pedreres.

Pel que fa a la cova des Sòtil, de característiques similars i també situada a la marina de Manacor, també presenta una eolianita fòssil que va tancar l'entrada de la cavitat i que ha estat reoberta per l'erosió marina. GRÀCIA i VICENS (1998) presenten la història geomorfològica de la cavitat i atribueixen la seva gènesi a l'erosió marina. GINÉS (2000) creu que per les dimen-



Figura 2: Sala Principal de la cova de ses Pedreres. Es poden observar al terra els sediments litorals recents introduïts dins la cavitat pels efectes dels temporals. Foto R. Landreth.

Figure 2: Main chamber of the Cova de ses Pedreres. Recent sediments deposited by storms can be seen on its floor. Photo R. Landreth.

sions i geometria de la sala és més coherent sustentar la possibilitat de que es tracti d'un buit d'origen càrstic. També GINÉS (2000) interpreta que la cova de ses Pedreres, de manera anàloga que la cova des Sòtil, és una cavitat càrstica preexistent que ha estat tapada per una duna i reoberta per l'erosió marina.

La cova de ses Pedreres té una planta i una orientació semblant a la cova des Sòtil i segueix clarament una fractura. Els processos clàstics segur que han participat en l'evolució de la cavitat, però estan emmascarats per l'arena com succeeix també en altres cavitats, com per exemple la cova des Secret des Moix (GINÉS *et al.*, 1975). Referent a la mida, GRACIA *et al.*, (1997), presenten a la zona de Portocolom cavitats d'abrasió marina de dimensions semblants, per la qual cosa ens decantam novament per una gènesi relacionada amb l'erosió marina, que ha aprofitat diàclasis existents a les calcaries del Miocè per excavar-hi la cova. El fet de que s'obri dins els materials del complex terminal pensam que és un argument afegit per descartar possiblement l'origen càrstic de la cavitat.

Algunes morfologies destacades

Les colades pavimentàries, prop de l'entrada de la cavitat, i les parets amb concrecionament litoquímic presenten rizomes de *Posidonia oceanica* concrecio-

nades, la qual cosa mai havíem observat a cap altre cavitat. Les restes de *Posidonia*, especialment rizomes, juntament amb les arenes, han entrat dins la cavitat per l'acció dels temporals i han de romandre el temps suficient per poder començar a concrecionar-se i no ser arrabassades per l'acció d'una nova entrada d'aigua marina (Figura 3). Recentment s'ha observat el mateix fenomen a una cova litoral d'Alcúdia (VICENS i CRESPI, en preparació).



Figura 3: Rizomes de *Posidonia oceanica* en el procés inicial de concrecionament en comparació amb un rizoma dipositat recentment. Foto R. Landreth.

Figure 3: *Posidonia oceanica* rhizomes in the initial stage of concretion compared with recently deposited rhizomes. Photo R. Landreth.

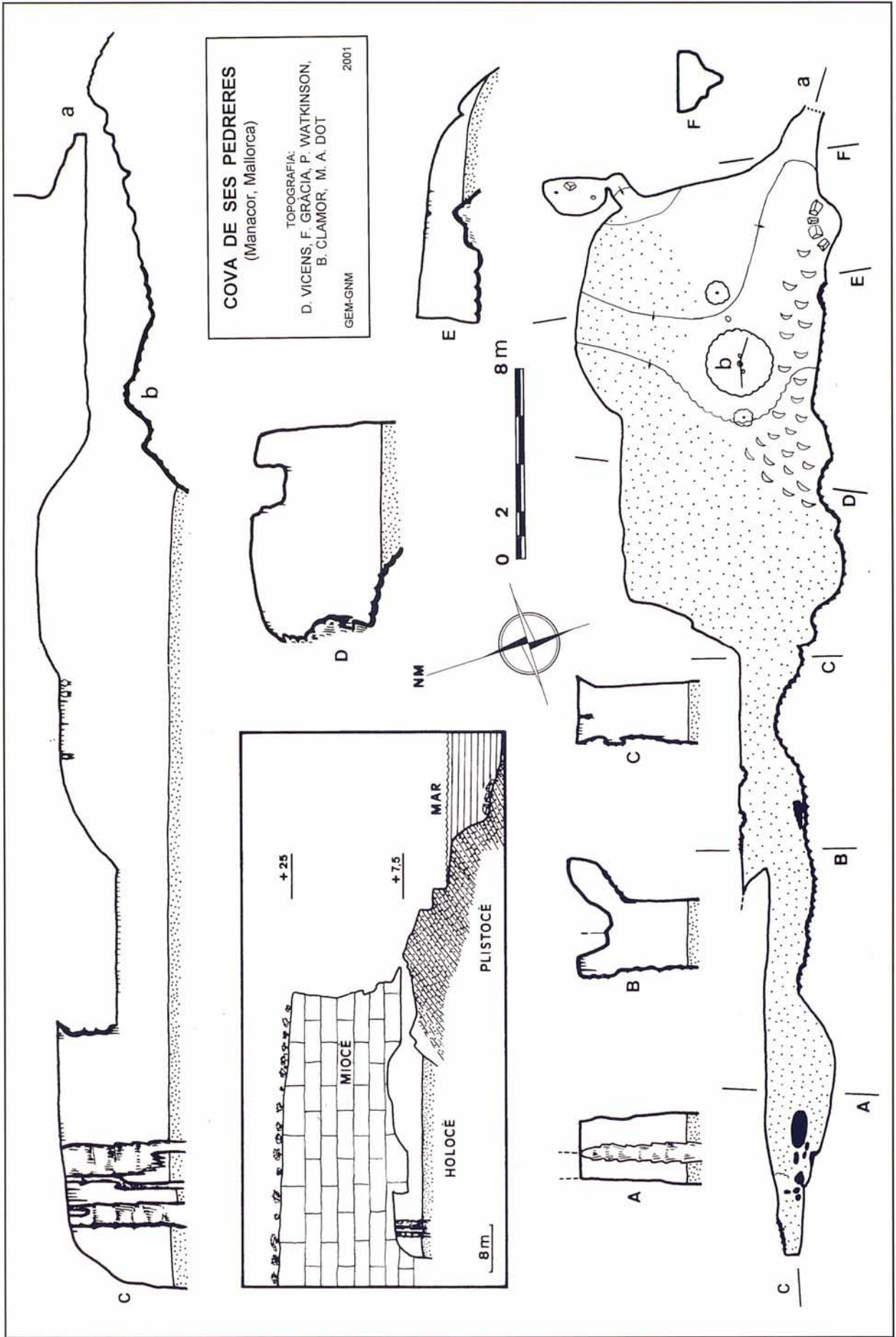




Figura 4: Abundants exemplars de *Truncatella subcilindrica* que indiquen un nivell d'inundació de la cavitat. Foto R. Landreth.

Figure 4: Abundant examples of *Truncatella subcilindrica* which indicate an inundation level inside the cave. Photo R. Landreth.

La cova presenta evidències de que s'inunda parcialment quan entra l'aigua de la mar, així es poden observar a les parets nivells d'inundació marcats per la presència de petits gasteròpodes marins (especialment *Truncatella subcilindrica*) i restes de *Posidonia*. L'aigua de la mar que entra dins la cavitat pels temporals remou els sediments litorals del terra i els petits gasteròpodes que presenten la closca molt fina i estan plens d'aire suren i també els rizomes secs de *Posidonia* i altres materials poc densos. Una vegada que el temporal s'atura i deixa d'entrar aigua a la cavitat, el nivell de l'aigua s'estabilitza i part del que flota queda aferrat a les voreres (Figura 4).

Per acabar, comentar que a la zona O de la sala Principal, les calcàries del Complex Terminal del Miocè superior presenten unes morfologies que recorden els nius d'abella descrits per GOMEZ i FORNÓS (2001) trobats a algunes parts del litoral de Mallorca.



Figura 5: Morfologies de la sala Principal que recorden els nius d'abella. S'han format a la paret on afloren les calcarenites miocenes. Foto R. Landreth.

Figure 5: Morphologies in the main chamber which are reminiscent of honeycombs. They have formed on the wall where Miocene calcarenites outcrop. Photo R. Landreth.

Agraïments

El més sincer agraïment a Gregori Puigserver i Damià Crespi que ens varen acompanyar en alguna sortida de camp.

Bibliografia

- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Est. Bal. Palma. 304 pp.
- GINÉS, J. (2000): *El karts litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis doctoral. Inèdit. Universitat de les Illes Balears. 595 pp.
- GINÉS, A.; GINÉS J. i PONS, J. (1975): Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas. *Speleon. V Symposium de Espeleologia. Monografia 1*: 49-56.
- GOMEZ-PUJOL LI. i FORNÓS, J. J. (2001): Les microformes de meteorització del litoral calcari de Mallorca: aproximación a la seva sistematització. *Endins*, 24
- GRÀCIA, F. i VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: Fornós J. J. (ED.). *Aspectes Geològics de les Balears*. Universitat de les illes Balears: 307-329.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- TRIAS, M. (2000): La cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 73-77.
- TRIAS, M i MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.
- VICENS, D., GRÀCIA, F., McMINN, M., i CUERDA, J. (1998): El Plistocè superior del Frontó des Molar (Manacor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 125-137.

L'EQUIP MALLORQUÍ D'ESPELEOLOGIA (EME): PRIMER GRUP ESPELEOLÒGIC MALLORQUÍ

per Damià VICENS ^{1,2} i Vicenç PLA ^{1,3}

Resum

L'any 1955 un grup d'espeleòlegs mallorquins, liderats per Josep Maria Palau i Camps, iniciaren sistemàticament l'aixecament de plànols topogràfics i la recerca biospeleològica en cavitats mallorquines. Aquest és el primer grup espeleològic mallorquí, l'Equip Mallorquí d'Espeleologia (EME), que va néixer a la Societat d'Història Natural de les Balears. La tasca de l'EME va durar com a mínim dos anys i topografiaren cavitats de la serra de na Burguesa, de les quals se n'han trobat 9 a l'arxiu d'en Miquel Trias.

En aquest article s'intenta fer un poc d'història del grup pioner i treure a la llum uns resultats que no es varen publicar.

Abstract

In 1955 a caving group, led by Josep Maria Palau i Camps, initiated a systematic campaign of cave surveying and research on the biospeleology of Mallorcan caves. This was the first Mallorcan caving group, the Equip Mallorquí d'Espeleologia (EME), which originated within the Societat d'Història Natural de les Balears. The task of the EME lasted for at least two years and they surveyed caves on the Serra de na Burguesa. Miquel Trias has located nine of these surveys within his files.

In this paper we give some of the history of this pioneering group and we also bring to light previously unpublished results of its work.

Introducció

No són gaires els treballs que tracten de la història de l'espeleologia balear o d'alguns dels seus aspectes i menys de grups espeleològics de les Balears. Entre els primers cal destacar els realitzats per GINÉS i GINÉS (1992) sobre apunts històrics de les coves del Drac de Manacor; GINÉS (1993) sobre el coneixement espeleotopogràfic de les Balears; PLA i VICENS (2000) sobre la història de la revista ENDINS. Entre els segons, el realitzat per GINÉS *et al.* (1989) el qual relata la història del grup espeleològic EST, que és l'únic treball que tracta d'un grup espeleològic mallorquí i passa revista a les principals tasques dutes a terme any rera any entre 1968 i 1988 per aquest grup.

L'interès dels autors d'aquest treball pel grup EME sorgeix per varies raons: per ser el primer grup mallorquí d'espeleologia (GINÉS, 1993); per figurar com a grup a l'inventari de les cavitats balears (ENCINAS, 1997); perquè a algunes de les coves que va topografiar el grup EME s'ha documentat la presència de quiròpters (ALCOVER i MUNTANER, 1986); i la raó més important és que malgrat que se cita com a grup espeleològic, la informació disponible sobre el grup és molt escassa (ENCINAS, 1997; GINÉS, 1993; PLA i VICENS, 2000; PONS 1996). D'altra banda, a l'arxiu topogràfic de la Federació Balear d'Espeleologia hi ha fotocòpies de plànols realitzats pel grup EME, la qual cosa ens motivava a investigar qui eren aquests espeleòlegs de mitjans del segle XX. Seguidament vàrem contactar amb l'espeleòleg Miquel Trias per demanar-li si tenia coneixement d'informacions referents al grup EME. La sorpresa va ser majúscula quan va dir-nos que tenia topografies i fotografies originals del grup, que amablement ens ha deixat per realitzar aquest article.

1 Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Palma de Mallorca.

2 Societat d'Història Natural de les Balears. Estudi General Lul-lià. Sant Roc 4. E-07001 Palma de Mallorca.

3 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100 Sóller.

Etapas en la història del coneixement espeleotopogràfic de les Illes Balears

Segons Ginés (1993) es poden distingir quatre etapes en la història del coneixement espeleotopogràfic de les Illes Balears:

- 1- L'etapa pre-espeleològica, que comprèn des de 1862 fins a 1895. És l'època prèvia al naixement de l'espeleologia.
- 2- L'etapa dels espeleòlegs pioners, entre 1896 i 1945. Destaquen les contribucions d'en Martel, Maheu i Faura i Sans.
- 3- L'etapa de les campanyes espeleològiques catalanes, entre 1945 i 1965. Llopis-Lladó, Thomas-Casajuana i Montoriol-Pous del Grup d'Exploracions Subterrànies (GES) de Barcelona en són els principals espeleotopògrafs. Durant aquesta època és quan l'EME realitza les seves tasques espeleològiques.
- 4- L'etapa de l'espeleologia mallorquina, que s'inicia l'any 1966 i es perllonga fins a l'actualitat. Es caracteritza per una immensa producció topogràfica, principalment efectuada pels següents grups: Grup Espeleològic EST (EST), Speleo Club Mallorca (SCM), Grup Nord de Mallorca (GNM) i Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca (GEM). Cal destacar els següents espeleotopògrafs: Miquel Trias, Joaquín Ginés, Àngel Ginés, Francesc Mir, José Antonio Encinas, Tomàs Fortuny, Lluís Roca, Martiniano Mediavilla, Jaume Ferreres i Josep Antoni Alcover.

Un factor clau en el desenvolupament de l'espeleologia balear va ser el naixement de la revista *Endins* l'any 1974. La política editorial d'*Endins* ha impulsat i potenciat sempre la publicació de topografies a les seves pàgines.

D'ençà de 1994, segons la nostra opinió, s'ha iniciat la cinquena etapa o més bé una sub-etapa de l'anterior: la de les campanyes espeleològiques subaquàtiques mallorquines. L'inici ve donat amb una campanya a la zona de Portocolom i com a fruit es troba i topografia entre d'altres la cova des Coll (GRÀCIA *et al.* 1997). La tasca espeleotopogràfica fou liderada per Francesc Gràcia i Peter Watkinson.

Li seguiren altres dues campanyes pel Llevant de Mallorca i els resultats són publicats a l'*Endins* 22 i 23. Actualment l'equip d'espeleobussejadors del GNM continua centrat principalment en aquesta zona litoral, on entre d'altres, han trobat la cavitat subaquàtica més gran d'Europa.

Cal recordar que a Mallorca no només es fa espeleologia subaquàtica i en aquests darrers anys han sorgit una sèrie de espeleo-topògrafs que han centrat els seus esforços en donar a conèixer un gran nombre de cavitats mitjançant topografies i treballs,

majoritàriament publicats a les pàgines d'aquesta mateixa revista.

Antecedents: la troballa de *Leptobythus palaui* i les recerques biospeleològiques de J. M. Palau

En J. M. Palau és avui en dia més recordat com autor literari de les lletres catalanes, que com a científic naturalista. Destaquen les seves obres teatrals (NADAL, 1996), i novel·les (ROSSELLÓ, 1996; ALZAMORA, 1996).

Més de la meitat de les obres dramàtiques varen ser escrites entre 1957 i 1960. El canvi de feina en el anys seixanta li va restar temps per a la creació literària (NADAL, 1996). Curiosament la major part dels seus articles naturalístics estan firmats entre 1955 i 1959.

En J. M. Palau fou un pioner de l'entomologia i de la biospeleologia balear. Gràcies a les seves exploracions i conseqüents troballes li foren dedicades distintes espècies: l'escarabat pselafid *Leptobythus palaui* Jeannel 1955; l'escarabat colídid *Abromus palaui* Español 1945; l'escarabat curculiònid *Geonemus*

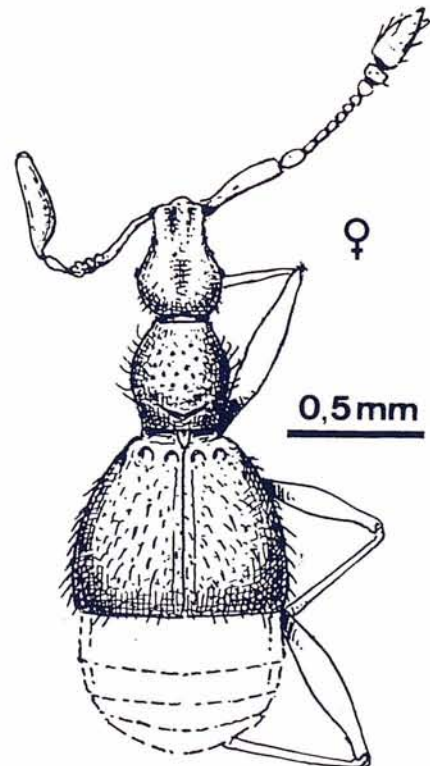


Figura 1: Coleòpter endèmic *Leptobythus palaui* (rep. de Jeannel 1955). Només citat a una localitat de l'illa de Mallorca, la cova de na Boixa a Felanitx.

Figure 1: Endemic Coleoptera *Leptobythus palaui* (reproduction by Jeannel, 1955). This beetle has only ever been found at one site on Mallorca, namely the Cova de na Boira, Felanitx.

Cavitat	Data	Participants
Cova de Son Mayol	16-01-1955	Palau, Homs, Vidal i Muntaner
	20-01-1955	Palau, Homs i Vidal
	23-01-1955	Palau, Homs i Vidal
Cova des Coll des Vent	03-04-1955	Palau, Vidal i Muntaner
	07-04-1955	Palau, Vidal i Muntaner
	17-04-1955	Palau, Vidal, Homs i Moll
Cova de sa Campana	03-04-1955	Palau, Vidal i Muntaner
	17-04-1955	Palau, Vidal, Homs i Moll
Cova de sa Figuera	03-04-1955	Palau, Vidal i Muntaner
	17-04-1955	Palau, Vidal, Homs i Moll
Cova des Coals	03-04-1955	Palau, Vidal i Muntaner
	14-05-1956	Palau i Vidal
Cova d'en Salom	31-05-1956	Palau, Vidal i Ripoll
Cova d'en Moret	29-06-1956	Palau, Ripoll, Homs i fill
	15-07-1956	Palau i Vidal
	23-07-1956	Palau, Vidal, Muntaner i Moll
	04-11-1956	Palau, Vidal, Homs, Alzina i Llodrà
	11-11-1956	Vidal i Alzina
Cova des Cavall	08-12-1956	Palau, Vidal, Alzina, Llodrà i Homs
	16-12-1956	Palau, Vidal, Alzina, Llodrà i Muntaner
Cova des Gall	16-12-1956	Palau, Vidal, Alzina, Llodrà i Muntaner

Taula 1: Relació de cavitats, dies en que varen ser visitades i participants.

Table 1: List of caves, days of visits and visitors.

palaui Español 1951 i l'embriópter *Haploembia palaui* Stefani 1955. La seva passió pels escarabats curculiònids el duqué a estudiar aquesta família i crear una importantíssima col·lecció que es conserva en part al Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller (MBCN) i en part al Museu de la Naturalesa de les Illes Balears (MNIB) promocionat per la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB) (PONS, 1996).

En J. M. Palau no només recollia invertebrats dins les coves, també en recol·lectava mentre es dirigia cap a elles, i així queda demostrat amb les dades de recollida d'algun insecte alien dels ambients cavernícoles que coincideix amb les dades d'aixecament topogràfic de cavitats (veure PALAU, 1959 i Taula 1).

El mes de març de 1938, J. M. Palau va visitar la cova d'en Boixa a Felanitx (o de na Boixa, segons consta al Mapa General de Mallorca, MASCARÓ i PASARIUS, 1958), guiat per dos amics: Bartomeu Capó i Bernat Bennàssar. Va trobar un petit coleòpter, el qual va ser dipositat en el Museu de Zoologia de Barcelona. L'any 1944 la va visitar juntament amb en Zariquiey però no el varen trobar. Al febrer de 1948 la va visitar en companyia del seu pare (Pere Palau) i d'Andreu Muntaner, i varen trobar un exemplar de l'insecte, el qual va ser dipositat novament al Museu de Zoologia de Barcelona (PALAU, 1955b).

L'any 1954 en J. M. Palau va acompanyar al biospeleòleg Henri Henrot per coves de Mallorca, visitant les següents: cova de Can Sion (Pollença), cova de les

Meravelles (Orient), coves de Sant Lluís (Porreres), coves del Pilar (Palma), cova dels Coloms (Calvià), perforació artificial de Valldurgent (Calvià) i cova des Cavallers (Puigpunyent) (PALAU, 1955c). Henrot quan va tornar a Paris, va comunicar al Dr R. Jeannel la troballa d'un coleòpter interessant a la cova d'en Boixa. Jeannel es va interessar pel coleòpter i J. M. Palau va sol·licitar al Sr. Español que enviàs els dos coleòpters dipositats al Museu de Zoologia de Barcelona a Jeannel (PALAU, 1955b). El resultat va ser un nou gènere i una nova espècie per a la ciència: *Leptobythus palaui* Jeannel (JEANNEL, 1955).

La SHNB va sortir citada a un inventari d'entitats que es dedicaven a l'espeleologia (DELL' OCA, 1955) possiblement per les recerques biospeleològiques de J. M. Palau (soci molt actiu de la SHNB) abans de que es creàs el grup EME.

El grup EME

En J. M. Palau (Barcelona, 1914 - Palma de Mallorca, 1996) durant el primer semestre de 1957 fa una conferència sobre biospeleologia (segons consta a les Actes de la Societat d'Història Natural de les Balears), al Col·legi Oficial de Farmacèutics de les Illes Balears. A l'Arxiu General de la Societat hem trobat l'escrit mecanografiat de la conferència d'en Palau el qual la va titular *Espeleologia y biospeleología*. Palau



Figura 4: Logotip de l'Equip Mallorquí d'Espeleologia.

Figure 4: Logotype of the Equip Mallorquí d'Espeleologia.

fa una clara diferència entre el que són els espeleòlegs i els *cuevistas*; explica la història de l'espeleologia a la Península Ibèrica; comenta les campanyes espeleològiques catalanes a les Balears; explica que és la biospeleologia i posa exemples de fauna cavernícola; i el que és més interessant per aquest article, comenta qüestions fonamentals sobre l'origen i motiu del grup EME, per la qual cosa transcrivim textualment aquesta part de la conferència, redactada en plural majestàtic:

Nuestra afición al estudio de los insectos nos ha llevado, desde hace años, primero en Cataluña y más tarde en Mallorca, a no desperdiciar ninguna ocasión de visitar las cavidades subterráneas que nos salieran al paso, claro que nuestro trabajo, orientado exclusivamente hacia la biospeleología, era forzosamente incompleto; La Cova d'En Boixa, en el Puig de Sant Salvador, de Felanitx, fue la primera cavidad subterránea visitada por nosotros en Mallorca y la única que, hasta la fecha como después veremos, nos ha proporcionado un descubrimiento verdaderamente notable; después de esta siguieron las Caves del Pilar, que fueron explotadas turísticamente veinte años atrás; Caves dels Coloms, en Génova; Caves de Valldurgent, en Valldurgent; Cova de Ca'n Sion, en Pollensa donde obtuvimos el Henrotius Jordai Reitt. y las Caves dels Cavallers, en Galilea. Por otra parte nuestros consocios Sres. Cuerda y Muntaner se sentían atraídos también por las cavidades subterráneas bajo el aspecto geológico y paleontológico, de esta convergencia nació la idea de la formación de un grupo que pudiera estudiar las cuevas y simas en todos sus aspectos; estaban resueltos los puestos de geólogo y el de biólogos, del primero se ocuparía nuestro amigo Muntaner y del segundo nos encargaríamos nosotros, pero faltaba quien pudiera dedicarse a la planimetría y meteorología, el problema nos fue resuelto por los Sres. Gabriel Vidal y Eladio Homs a cuyo entusiasmo se debe la planifica-

ción de las cavidades estudiadas, y nació el E.M.E. (Equipo Mallorquín de Espeleología), dependiente, en cierto modo, de nuestra Sociedad de Historia Natural de las Baleares; últimamente hemos podido dar la bienvenida a nuestro equipo a dos nuevos compañeros, los Sres. Bartolomé Alzina y Fernando Llodrà lo que nos da la oportunidad de estudiar nuestras cavidades tan a fondo como nuestros modestos conocimientos lo permiten. Al fin de llevar las exploraciones de una manera sistemática empezó el E.M.E. sus exploraciones por las cavidades del término municipal de nuestra Ciudad.

J.M. Palau va publicar una breu nota donant a conèixer els estudis i treballs que havia realitzat i pretenia fer el grup EME, i que es centraven en la porció E de la serra de na Burguesa. En ella, comunica que havien realitzat les topografies de les següents cavitats: cova des Coll des Vent, coves des Coals, cova de sa Figuera, cova de sa Campana, cova d'en Moret i coves del Pilar. L'EME volia completar el treball d'aquesta zona amb l'estudi de més cavitats i aportar observacions geològiques, biològiques i meteorolò-

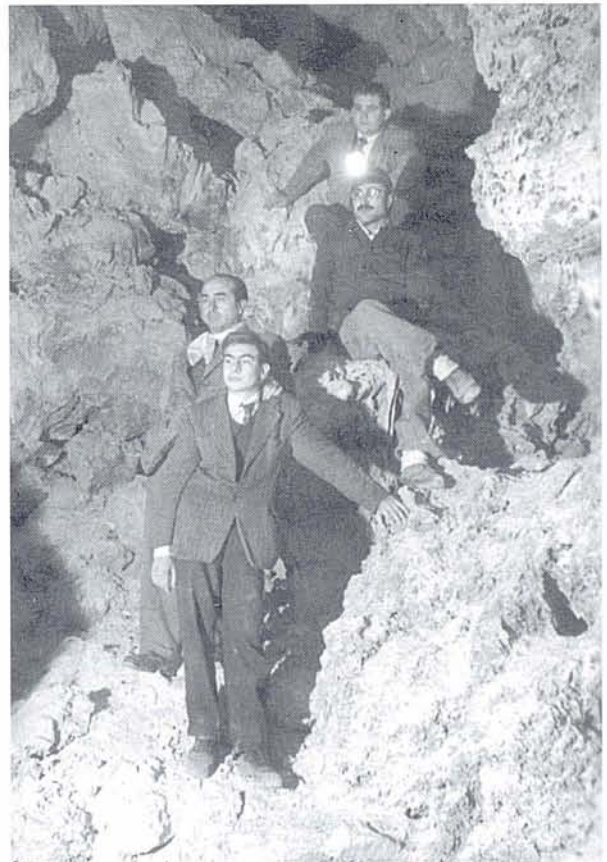


Figura 2: Fotografia realitzada per J.M. Palau l'any 1955 a la cova des Cavall.

Figure 2: Photograph taken by J.M. Palau in 1955 of the Cova des Cavall

Figura 3:
Fotografia realitzada per J. M. Palau l'any 1955 a la cova de sa Figuera.

Figure 3:
Photograph taken by J.M. Palau in 1955 of the Cova de sa Figuera.



giques per després donar-ho a conèixer (PALAU, 1956b). Tot el material topogràfic de les cavitats que estudiaren, ha romàs inèdit fins el dia d'avui.

Les dates d'inici i final de les seves activitats les podem situar entre el gener de 1955 i el desembre de 1956, tal i com apareix a les fitxes que hi ha adjuntes a les topografies. La topografia de la cova de na Boixa, va ser la primera topografia publicada per un grup d'espeleòlegs mallorquins (GINÉS, 1993). Possiblement aquesta topografia va ser realitzada personalment per J.M. Palau abans de la formació del grup EME, donades les visites que va realitzar a aquesta cova entre els anys 1938 i 1954. El plànol que apareix publicat al Bolletí de la SHNB l'any 1955 (PALAU, 1955b) i que va ser reproduït a l'Endins (GINÉS, 1993), és una topografia molt manco acurada que les posteriorment efectuades pel grup.

Les topografies del grup EME

Les topografies del grup EME estan ordenades numèricament i estan ficades cadascuna dins un sobre personalitzat del grup on hi ha escrit el nom de la cavitat. Dins aquest sobre a part de la topografia hi ha una fitxa o diari citant els que varen visitar la cova, i si es varen capturar quiròpters o invertebrats. També hi ha fotografies de modestes dimensions, de les que en reproduïm dues (Figura 2 i 3). Tots els textos de les topografies, les fitxes i els sobres estan escrits en català. Aquest material es troba dipositat a l'arxiu de Miquel Trias.

Les topografies estan realitzades a escala 1:250 i les dimensions són d'uns 30 cm d'alt i una amplada variable entre els 38 i els 60 cm. La distribució dels elements dins els plànols segueix un ordre sistemàtic: a la part superior esquerra, trobam el logotip del grup i el nom de la cavitat. La part inferior esquerra, està ocupada per un quadre on apareixen els signes convencionals. Enmig, hi ha un mapa topogràfic de la zona indicant la situació de la cavitat a escala 1:25.000.

El dibuix de la cavitat, que ocupa la part central i dreta del plànol, consta d'una planta i de dues o més seccions. La tècnica utilitzada per representar les coves, recorda l'emprada pels topògrafs catalans a mitjans del segle XX.

Les topografies trobades del grup EME i que reproduïm en aquest article són les següents: cova de Son Mayol (núm. 1), cova des Coll des Vent (núm. 5), cova des Coals (núm. 6), cova de sa Figuera (núm. 7), cova de sa Campana (núm. 8), cova d'en Salom (núm. 11), cova d'en Moret (núm. 12), cova des Cavall (núm. 13) i cova des Gall (núm. 14). Els dies que aquestes coves varen ser visitades, així com els participants, ve donat a la taula 1 (dades obtingudes a partir de les fitxes).

Les dades biospeleològiques del grup EME relacionades amb les cavitats topografiades

L'EME a més de posar trampes per capturar artròpodes a les cavitats que anaven topografiant, també procedien a capturar quiròpters i els enviaven a un especialista. Així Balcells (1959), agraeix a L'EME (en especial a Palau i a Vidal), el que li hagin enviat exemplars capturats a coves mallorquines a més de dades descriptives de la cavitat. Els quiròpters trobats foren *Rhinolophus ferrumequinum* a la cova de sa Figuera i a les coves del Pilar, *Rhinolophus hipposiderus minimus* a la cova des Coll des Vent, a les coves des Coals, i a la cova des Cavall.

La presència de *Rhinolophus ferrumequinum* a Mallorca fou documentada per primera vegada per BALCELLS (1956, 1959), sobre dos exemplars presumptament conservats al *Instituto Pirenaico de Ecología* a Jaca (1 exemplar de les coves del Pilar i 1 de la cova de sa Figuera) (ALCOVER i MUNTANER, 1986)

Respecte als invertebrats, és d'interès la captura de *Catops zariquieyi*, espècie endògena humícola o lapidícola, de la família Chelovidae, endèmica de

Mallorca i recol·lectada a les entrades de les coves (PONS i PALMER, 1996). Espècie que es va capturar a la zona de treball de l'EME gràcies a la utilització de trampes (PALAU, 1956a). Palau no fa referència al grup EME, però ja existia, ja que l'article està firmat el març de 1955. Es citen totes les localitats on s'ha trobat aquest coleòpter amb la peculiaritat de que només cita el terme municipal o població i no les cavitats on es va trobar. És per això que PONS i PALMER (1996), citen la presència de l'espècie a Palma sense indicar les cavitats on s'ha trobat. Gràcies a les fitxes recuperades, es poden citar coves on es va capturar, i que fins aleshores eren localitats desconegudes, són les següents: cova de Son Mayol, cova de sa Campana i cova des Coll des Vent, totes al terme de Palma.

Agraïments

El 5 de gener de 2001, un dia de molta boira, Guillem X. Pons va fer de guia i ens va mostrar la cova de na Boixa a Felanitx. També va venir Francesc Gràcia. L'objectiu era fotografiar el coleòpter endèmic *Leptobythus palaui*, la qual cosa no va ser possible ja que no el vàrem trobar. El nostre més sincer agraïment als dos naturalistes abans esmentats.

A Andreu Muntaner per la informació que ens ha subministrat i a Joaquín Ginés per les seves suggerències.

A l'amic Miquel Trias, per estar sempre al nostre costat quan el necessitam i ser el dipositari del llegat del grup EME.

Bibliografia

- ALCOVER, J. A. i MUNTANER, J. (1986): Els quiròpters de les Balears i Pitiüses: una revisió. *Endins*, 12: 51-63.
- ALZAMORA, S. (1996): Els cadàvers de Josep M. Palau i Camps i la feina bruta de l'inspector. *Estudis Baleàrics*, 54/55: 37-42.
- BALCELLS, E. (1956): Un *Rhinolophus ferrum-equinum* Schreber aberrante. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 59-61.
- BALCELLS, E. (1959): Quiròpteros de cuevas españolas recolectados desde 1955 a 1958. *Speleon*, 10: 75-94
- DELL' OCA, S. (1955): Entita' del movimento speleologico nel mondo. *Rassegna Speleologica Italiana*. Anno VII, fascicolo 1-2.
- ENCINAS, J. A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears -Any 1977-. *Endins*, 21: 103-128.
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades balears (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1992): Les coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. i GINÉS, A. (1989): Grup espeleològic EST: 1968-1988. Vint anys d'espeleologia mallorquina. *Endins*, 14-15: 101-116.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- JEANNEL, C. (1955): Un psélaphide cavernicole de Majorque. *Notes Biospéologiques*, 10: 27-29.
- MASCARÓ i PASARIUS, J. (1958): *Mapa General de Mallorca*. V. Colom (editor). Palma de Mallorca.
- NADAL, A. (1996): El teatre de Josep M. Palau i Camps. *Estudis*

Baleàrics, 54/55: 11-22.

- PALAU, J. M. (1955a): De Re Biospeleologica. I. Sobre los *Henrotius* Jeann. (Col. Carabidae) de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 37-40.
- PALAU, J. M. (1955b): De Re Biospeleologica. II. El *Leptobythus* (nov. Gen.) *palaui* (nov. sp.) Jeann. (Col. Pselaphidae) de la Cova d'en Boixa. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 41-43.
- PALAU, J. M. (1955c): Nuevas exploraciones biospeleológicas en la isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 83-84.
- PALAU, J. M. (1956a): ¿El *Catops zariguiei* Jeann. (Col. Silphidae) único representante del género en Baleares?. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 33-36.
- PALAU, J. M. (1956b): Noticia preliminar sobre algunas cavidades subterráneas de la Sierra de Na Burguesa. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 116-117.
- PALAU, J. M. (1959): Pequeño catálogo de hemípteros heterópteros de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 5: 7-11.
- PLA, V i VICENS, D. (2000): 25 anys d'ENDINS, revista de la Federació Balear d'Espeleologia. *Endins*, 23: 155-186.
- PONS, G. X. (1996): Josep Maria Palau i Camps (1914-1996). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 253-256.
- PONS, G. X. i PALMER, M. (1996): *Fauna endèmica de les illes Balears*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 5: 1-307.
- ROSSELLÓ, P. (1996): La narrativa de Josep M. Palau i Camps, entre el "realisme històric" i la novel·la documental. *Estudis Baleàrics*, 54/55: 23-36.



COVA DE SO'N MAYOL

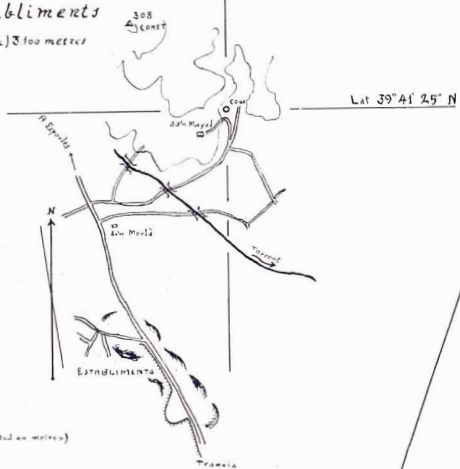
(A 1.800 METRES AL N21'E D'ESTABLIMENTS).

23-1-55. Long 2° 37' 38" E Greenwich

Itinerari

des d'Establiments

(Final tramvia) 3100 metres de camí.



- Tramvia
- Cua
- Cota (altitud en metres)
- Població

Escala gràfica



Equidistància de curves: 50 metres.

Planta i seccions



Columna, estalactita i estalagmita (en secció).



Columna (en planta).



Estalagmita (en planta).



Bloss grossos.



Pedruscall.

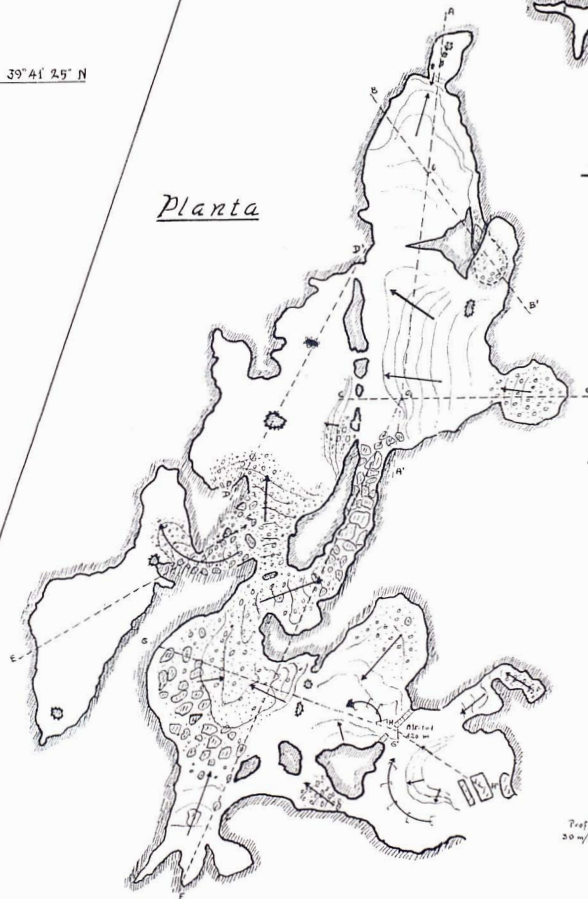


Sentit de la pendula.

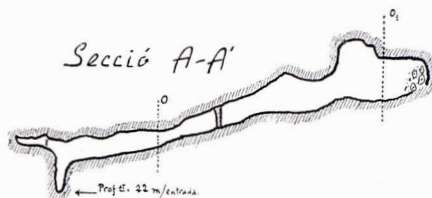
Escala gràfica



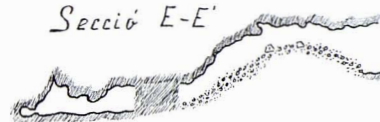
Planta



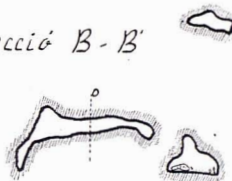
Secció A-A'



Secció E-E'



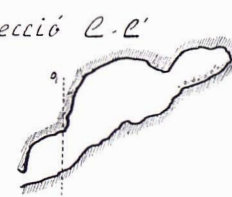
Secció B-B'



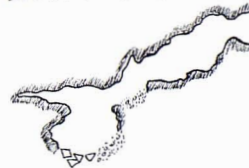
Secció F-F'



Secció C-C'



Secció G-G'

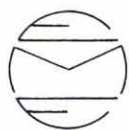


Secció D-D'



Secció H-H'



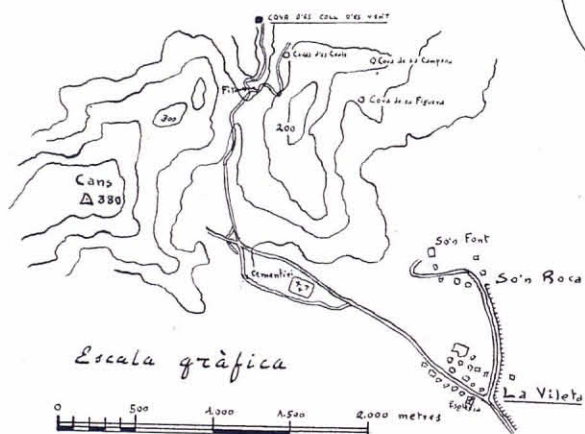


COVA D'ES COLL D'ES VENT - (Nº 5)

A 2.200 metres de So'n Roca.

Secció per B-B'

Itinerari de La Vilota
(3.750 metres de camí)



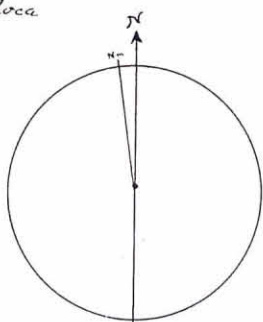
Escala gràfica

0 500 1.000 1.500 2.000 metres

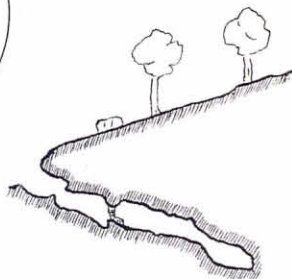
Equidistància de curves: 50 metres.

Signes convencionals:

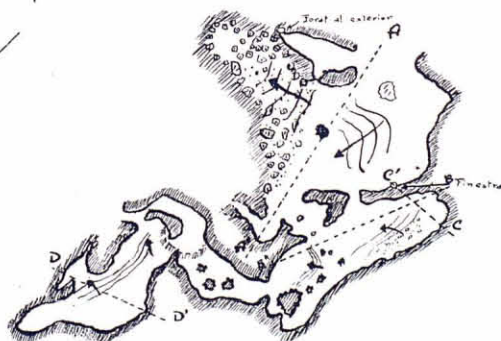
	Tramvia		Columna (en planta)
	Cota (altitud en metres)		Id. (en secció)
	Pedres grosses		Estalagmita (en planta)
	Pedruscall petit.		Estalactites i estalagmites (en secció)
	Sentit de la pendent.		



Secció per A-A'



Planta



Secció per C-C'



Secció per D-D'



Escala gràfica

0 5 10 15 20 metres

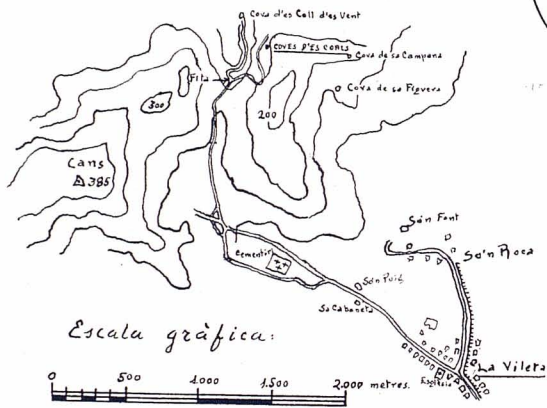
PLANIMETRIA:
E. Homs (E.M.E.)
F. Moll
J. M. Palau (E.M.E.)
G. Vidal (E.M.E.)



COVES D'ES COALS - nº 6

A 2.000 metres de So'n Roca

Itinerari de La Vileta (~ 3.500 metres de camí)



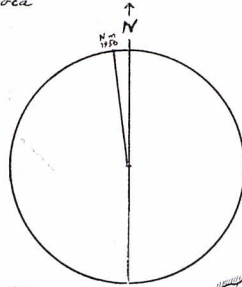
Escala gràfica:



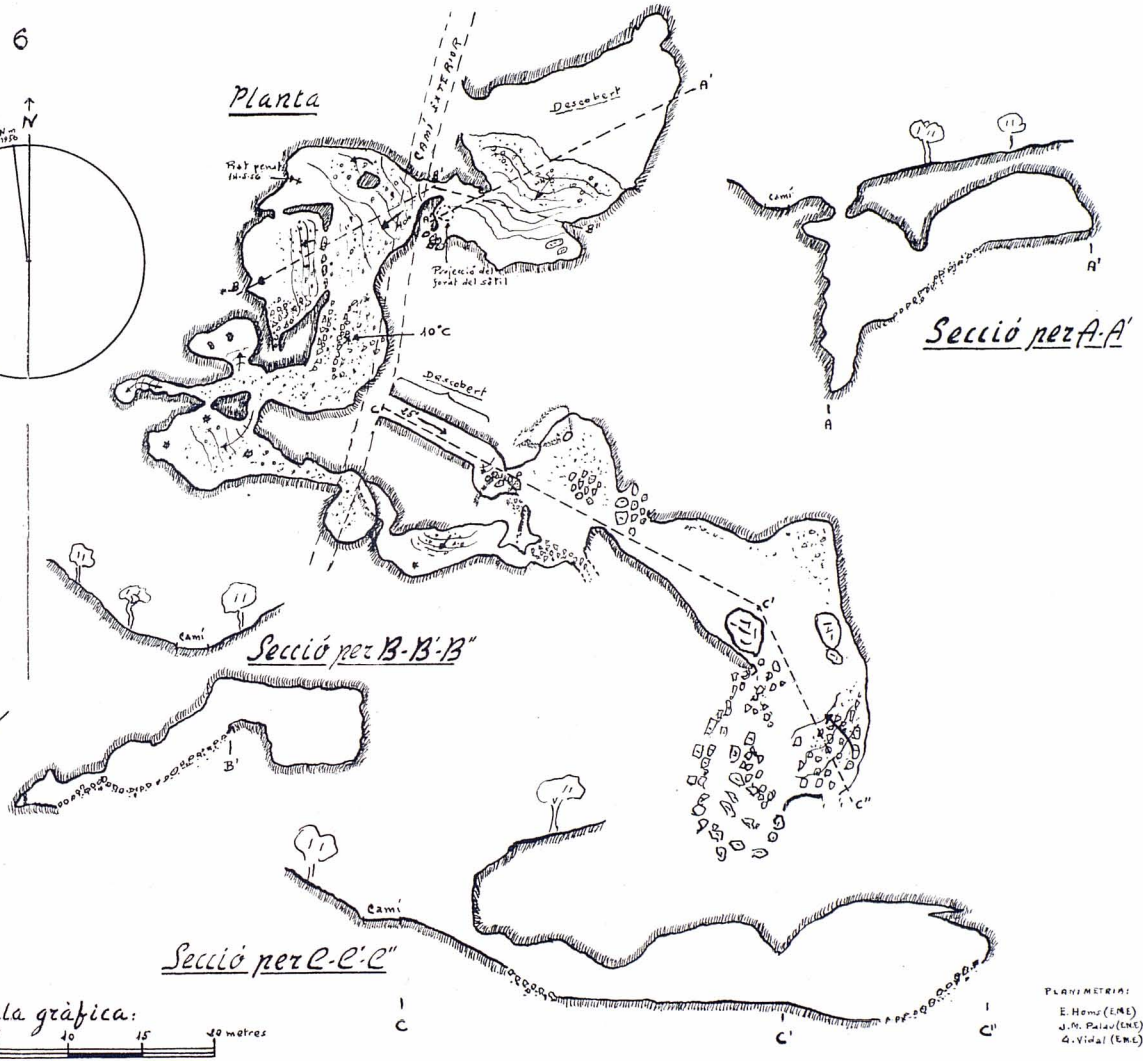
Equidistància de curves: 50 metres.

Sigres convencionals:

	Tramvia		Camí
	Poblat		Cota (altitud en metres)
	Pedres grosses		Columna (en planta)
	Pedruscall petit		Columnes (en secció)
	Sentit i vàlua del bugament.		



Planta

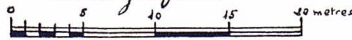


Secció per A-A'

Secció per B-B'-B''

Secció per C-C'-C''

Escala gràfica:



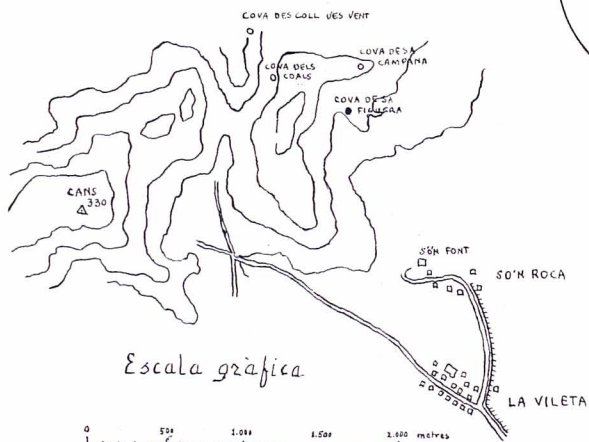
PLANI METRIA:
E. Homs (ENE)
J. M. Palau (LNE)
A. Vidal (ENE)



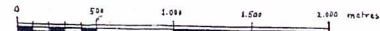
COVA DE SA FIGUERA - N:7

A 1.500 metres de So'n Roca

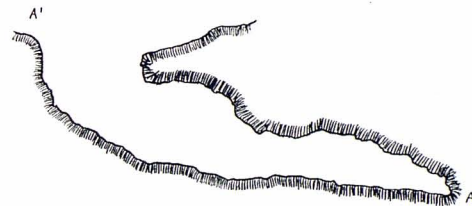
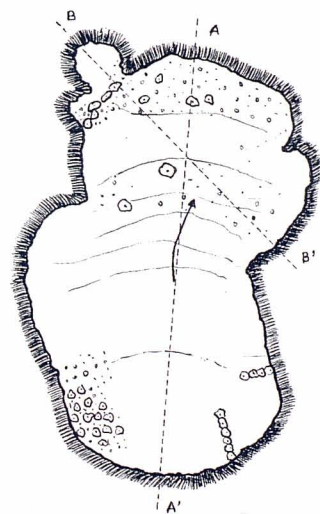
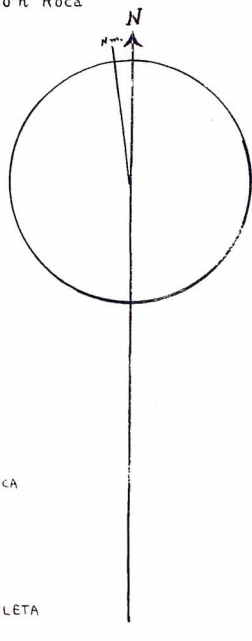
Itinerari de So'n Roca
(2.000 metres de camí)



Escala gràfica

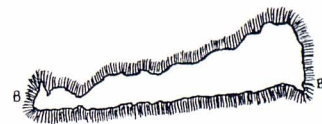


Equidistancia de curvas: 50 metres



Secció A-A'

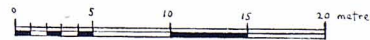
Secció B-B'



Signes convencionals

	Tramvia		Columna (en planta)
	Cota (altura en metres)		id- (en secció)
	Pedres grosses		Estalagmita (en planta)
	Pedruscall petit		Estalactites i estalagmites (en secció)
	Sentit de la pendent		

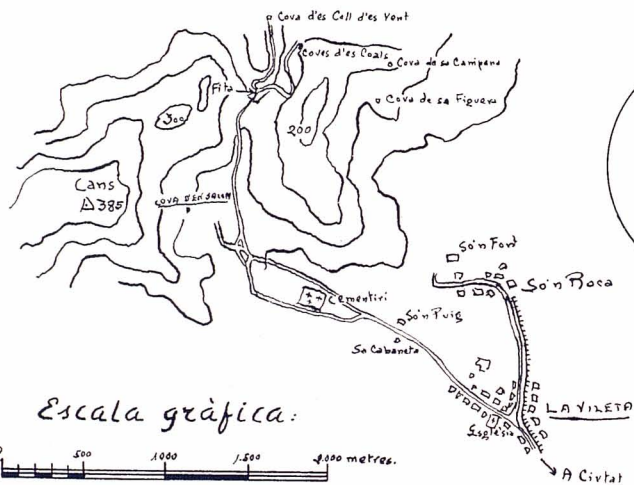
Escala gràfica



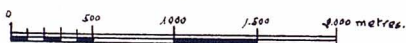


COVA D'EN SALOM = N° 33.

Itinerari de La Vileta
(~8.750 metres de camí)



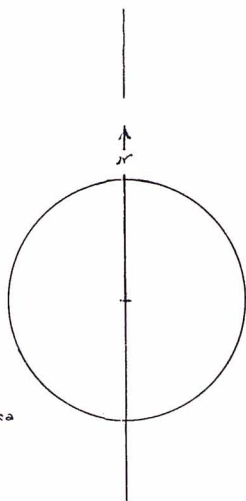
Escala gràfica:



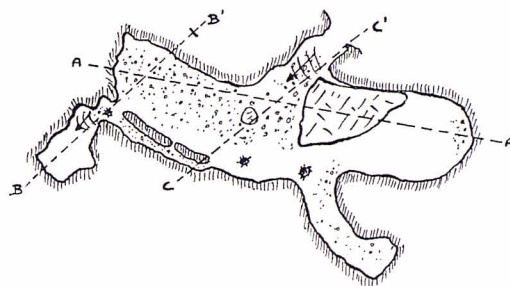
Equidistància de curves: 50 metres.

Signes convencionals

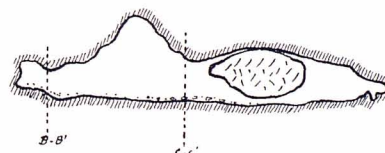
	Tramvia		Pedres grosses
	Cota (altitud en metres)		Pedruscall petit
	Columna (en planta)		Sentit del busament
	Cad. (en secció)		



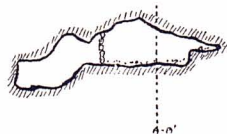
Planta



Secció per A-A'



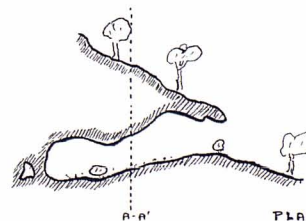
Secció per B-B'



Escala gràfica:



Secció per C-C'

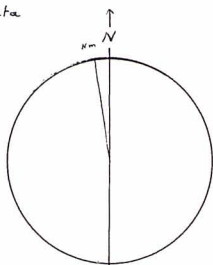


PLANIMETRIA
J.M. Palau (E.M.E.)
G. Vidal (E.M.E.)

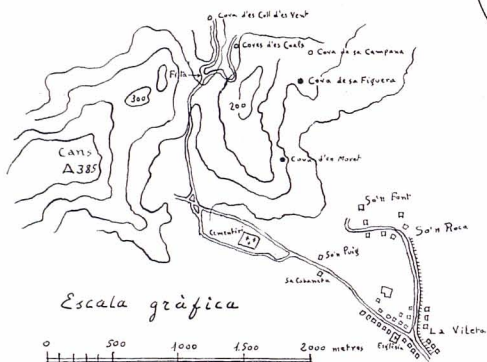


COVA D'EN MORET - n° 12

A 2.000 metres de La Vilota



Itinerari de La Vilota (~ 2.800 metres de camí)



Escala gràfica

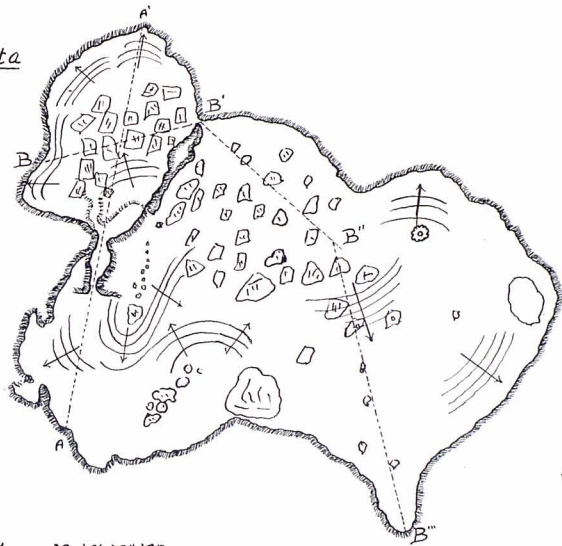


Equidistància de curves: 50 metres

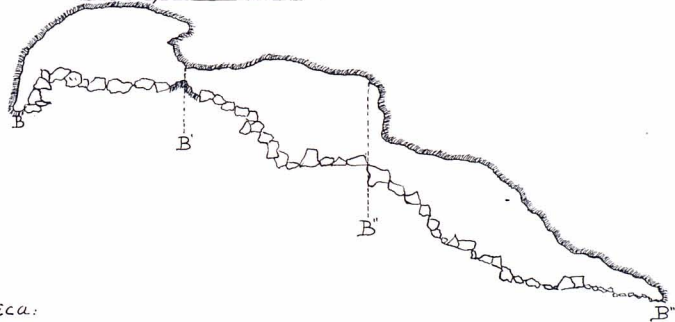
Signes convencionals

	Tramvia		Camí
	Poblat		Cota (altitud en metres)
	Pedres grosses		Columna (en planta)
	Pedruscall petit		Columnes (en secció)
	Sentit i vàlvia del buccament		

Planta



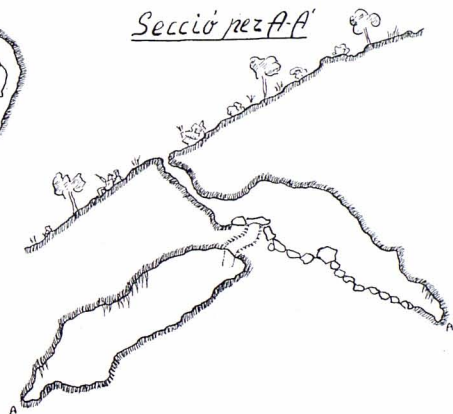
Secció per B-B'-B''



Escala gràfica:



Secció per A-A'

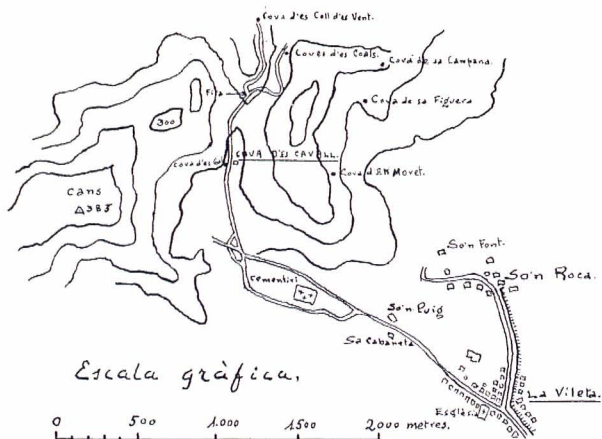




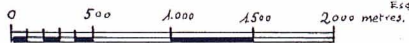
COVA D'ES CAVALL = N: 13.

A 1.800 metres a l'Oest-N de Sa'n Roca.

Itinerari de La Vileta. (~ 2.600 metres de camí).



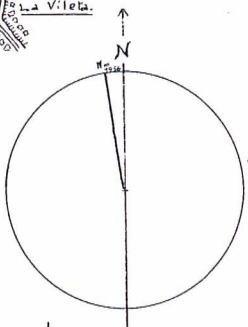
Escala gràfica,



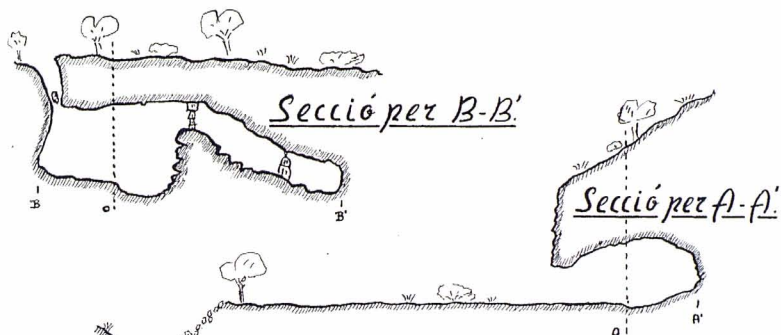
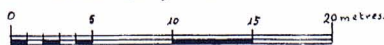
Equidistància de curves: 50 metres.

Signes convencionals:

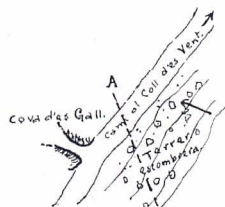
- | | | | |
|--|----------------------|--|---------------------------|
| | Tramvia. | | Camí. |
| | Poblat. | | Cota (altitud en metres). |
| | Pedres grosses. | | Columna (en planta). |
| | Pedrescall petit. | | Columnes (en secció). |
| | Sentit del busament. | | |



Escala gràfica,



Secció per B-B'



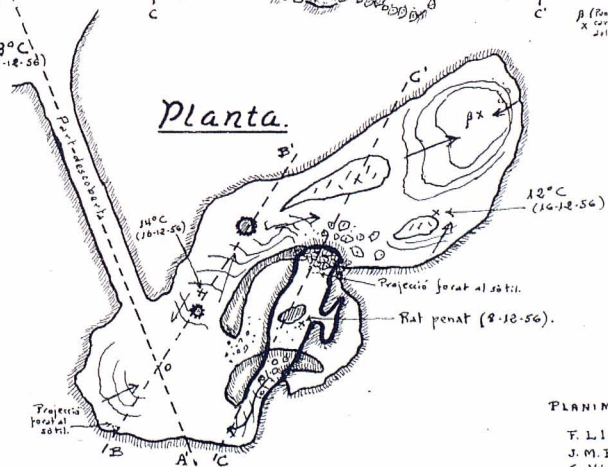
Secció per A-A'



Secció per C-C'

β (Rat més baix de la cavitat, a 5 metres del pla de secció).

Planta.



PLANIMETRIA:

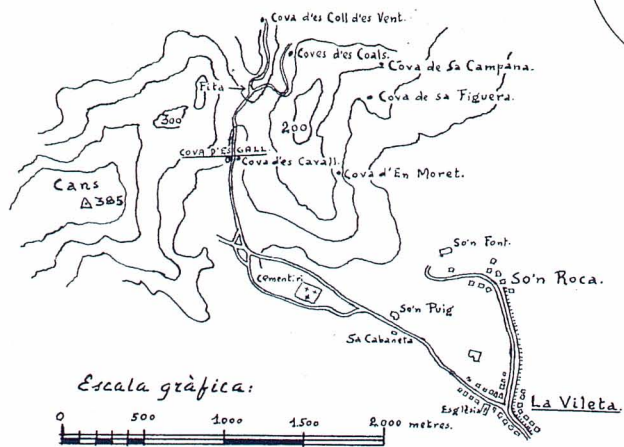
- F. L. Llodrà (EME)
- J. M. Palau (EME)
- G. Vidal (EME)



COVA D'ES GALL = N^o 14. ero

A 1.800 metres a l'O 25°N de So'n Roca.

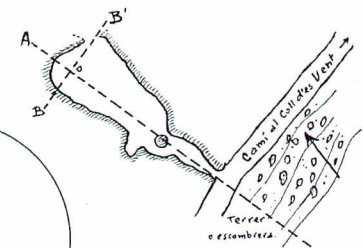
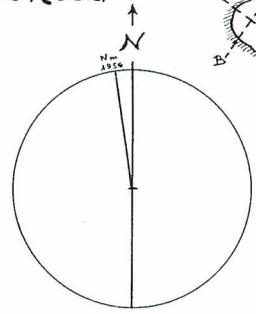
Itinerari de La Vileta.
(~ 2.500 metres de camí).



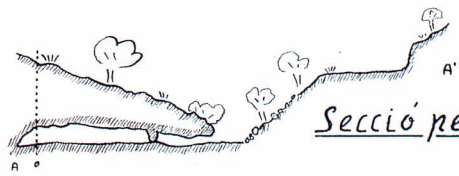
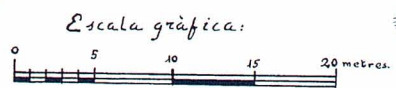
Escala gràfica:



Equidistància de curves: 50 metres.



Planta.



Secció per A-A'



Secció per B-B'

Signes convencionals:

- | | | | |
|--|-------------------------------|--|-----------------------|
| | Tramvia. | | Pedres grosses. |
| | Poblat. | | Pedruscall petit. |
| | Camí. | | Sentit del buccament. |
| | Cota.
(Altitud en metres). | | |

PLANIMETRIA:
N. Alzina (E.M.E.)
F. Llodrà (E.M.E.)
G. Vidal (E.M.E.)

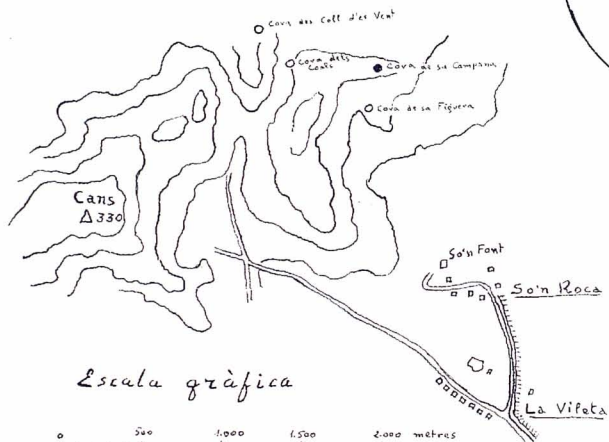


COVA DE SA CAMPANA -

A 1.800 metres de So'n Roca

Itinezazi de So'n Roca

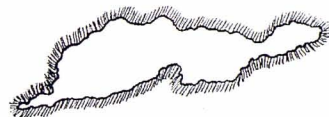
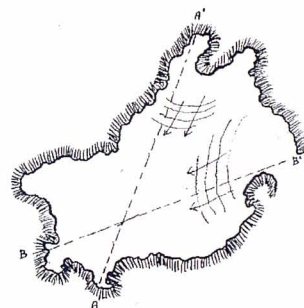
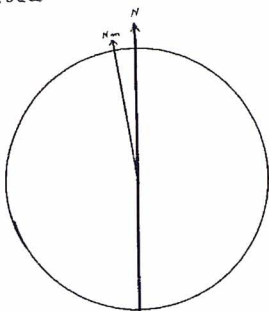
(2.000 metres de camí)



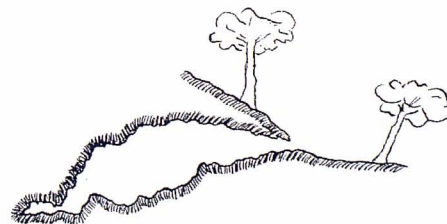
Escala gràfica



Equidistancia de euzves: 50 metres.



Secció A-A'



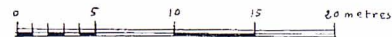
Secció B-B'

Signes convencionals:

	Tramvia		Columna (en planta)
	Cota (altura en metres)		id. (en secció)
	Pedres grosses		Estalagmita (en planta)
	Pedruscall petit		Estalactites i estalagmites (en secció)

Sentit de la pendent

Escala gràfica



LA COVA DELS AMENGUAL-SASTRE (Sencelles, Mallorca)

per Miquel TRIAS ¹, Pere BOVER ^{2,3} i Josep Antoni ALCOVER ^{1,2}

Resum

En aquest article es presenta la topografia de la cova dels Amengual-Sastre (Sencelles, Mallorca) descoberta durant la realització d'unes obres de construcció. En el seu interior es troben restes de varies de les espècies de vertebrats i invertebrats endèmics de les Balears, tals com dos dels tres mamífers terrestres fòssils coneguts, *Myotragus balearicus* i *Eliomys morpheus*. La troballa més important ha estat un esquelet quasi complet d'un neonat de *M. balearicus*, el qual permetrà establir varis paràmetres de creixement a l'espècie. Es tracta de la primera cavitat de la zona en què es troben restes fòssils de vertebrats pleistocènics de les Balears al terme municipal de Sencelles.

Summary

In this paper the survey of the cova dels Amengual-Sastre (Sencelles, Mallorca), which was discovered during building work, is presented. The remains of various vertebrate and invertebrate species endemic to the Balearics, including two of the three terrestrial fossil mammals: *Myotragus balearicus* and *Eliomys morpheus*, were found in its interior. The most interesting discovery was the almost complete neonate skeleton of *Myotragus balearicus*, which will permit various growth patterns of the species to be established. This is the first cave with Pleistocene fossil vertebrates to be known in the municipality of Sencelles.

Introducció

El desembre del 2000 la senyora Rosa Arregui va donar avís de la troballa d'una cavitat durant les tasques d'excavació d'un terreny per a la realització d'un aljub al terme municipal de Sencelles, indicant la possible presència de les restes d'un *Myotragus* al seu interior. Un equip d'espeleòlegs (els autors del present article) es desplaçà fins la zona per a l'exploració i realització de la topografia i l'estudi de les restes fòssils de la cova. La troballa d'aquesta cavitat és important degut al curt registre de coves del terme municipal, on fins a la data només es tenia constància de l'existència de 13 coves (ENCINAS, 1997). En cap d'aquestes cavitats s'havia documentat la presència de restes de vertebrats endèmics fòssils de les Balears.

El registre de restes de *Myotragus* Bate, 1909, el petit caprí fòssil de les Gimnèsies, al pla de Mallorca, i

en general, a la zona central de la geografia mallorquina és gairebé anecdòtic, estant la gran majoria dels jaciments fòssils localitzats a la serra de Tramuntana, a la costa est i a les serres de Llevant (e.g., ALCOVER *et al.*, 1981). Fins a la data, a la zona central de Mallorca només se coneixien restes a dues cavitats de Felanitx, unes restes a Búger i un fèmur, atribuït a *M. balearicus*, obtingut en uns al·luvions a Sencelles (MUNTANER, 1956).

A continuació presentam la cavitat, les restes fòssils que s'hi han trobat, i la discussió sobre l'interès de les troballes realitzades. Els materials recol·lectats s'han depositat a la col·lecció "Museu de la Naturalesa de les Illes Balears" (Palma de Mallorca).

Descripció de la cavitat

Les coordenades geogràfiques UTM són 491100 E / 4385553 N - 135 m. La cova es va trobar excavant un aljub per a una casa de nova construcció. No s'hi veia entrada natural. Està situada al terme municipal de

1 Secció d'Espeleologia GEM
2 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats
Carretera de Valldemossa km 7,5
07071 Palma de Mallorca
3 Grup Espeleològic de Llubí (GELL)



Figura 1: Vista de les formacions botrioidals abundants a la cova.

Figure 1: View of the abundant botrioidal formations of the cave.

Sencelles, a la vora del camí de Cas Cabo. Aquest surt de la carretera Palma-Sineu a uns dos quilòmetres del creuer cap a Algaida. A 600 m del principi del camí i a llevant es troba la cavitat al costat d'unes cases noves en un terreny ben pla. Geològicament la zona correspon al Miocè superior postorogènic, constituït tot per dipòsits relacionats amb esculls coral·lins, platges i manglars, testimonis d'un clima tropical, ben diferent de l'actual. Concretament la roca encaixant pertany a la unitat calcàries de Santanyí de tipus litoral (FORNÓS, com. pers.). Presenta un aspecte cristal·lí i una gran duresa.

Aquesta cavitat està constituïda per una única sala. Les dimensions màximes en planta són de 23 per 12 metres. El desnivell assoleix els 11 metres des de la superfície del terreny. La forma de la sala és vagament ameboïde. La seva dimensió major es troba orientada NE-SO, amb una estretor al centre. Tanmateix, com que l'alçada minva cap a les vores, és difícil de determinar quins en són els límits laterals. El desenvolupament en alçada és limitat, no hi ha gaire llocs on hom pugui estar dret. La poca alçada del sòtil unida a l'abundància de formes granuloses fan la progressió molt incòmoda.

La morfologia és bàsicament de corrosió, amb abundants retocs litoquímics. Destaquen dins aquest quadre alguns pisos estalagmítics i certes formes

axials de bon volum; però el que més crida l'atenció són les abundants concrecions botrioidals (Figura 1), certament formoses, però que dificulten molt moure's per la cova, ja que es concentren en el pis i a zones de sostre baix.

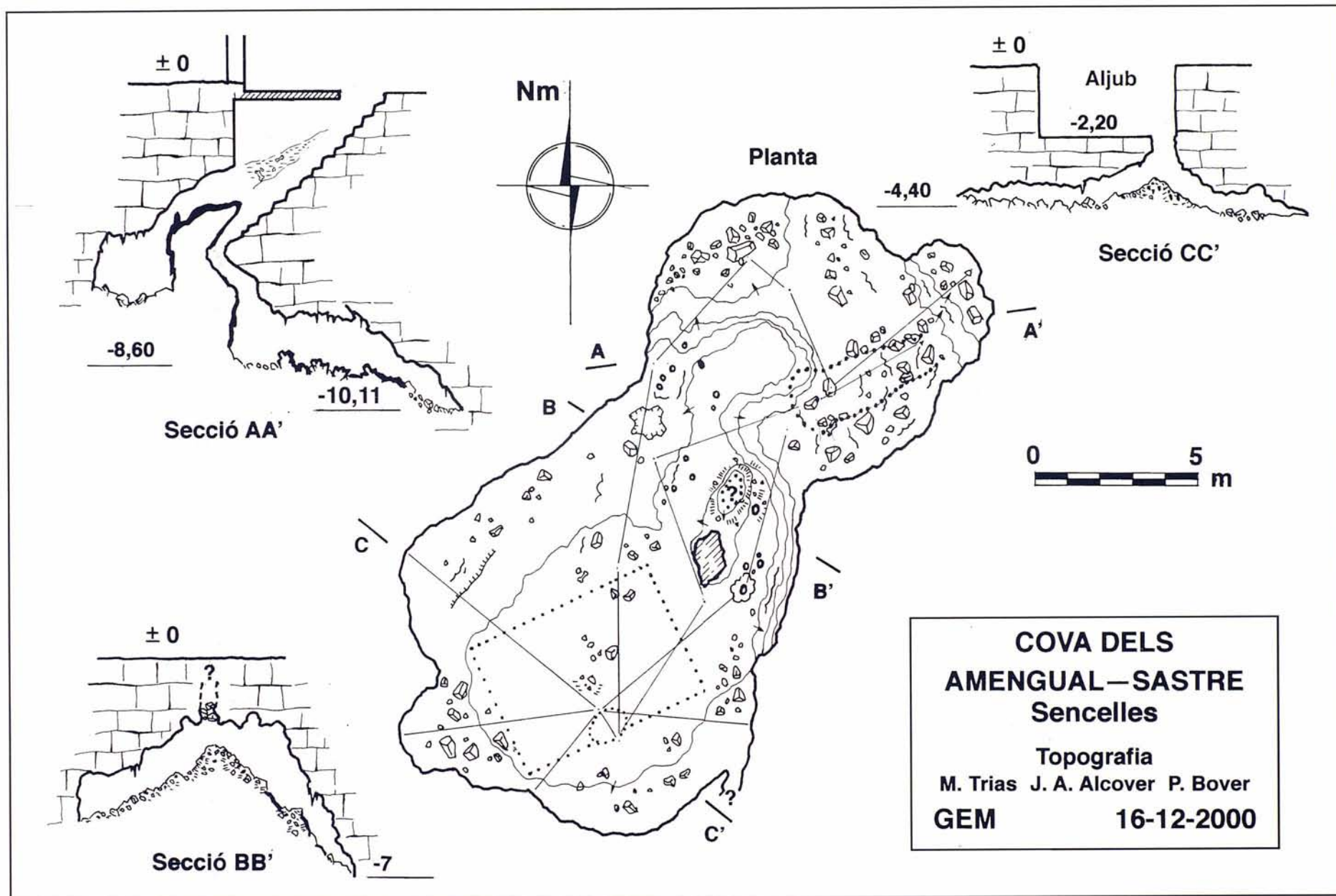
Com ja hem vist, la cova no tenia una entrada natural, es va trobar fent una excavació. La presència de restes de *Myotragus* a diferents punts és evidència de que antany tenia una comunicació amb l'exterior. De fet, com que els ossos d'almenys dos exemplars estan en connexió anatòmica, cal pensar en una boca prou ampla perquè els animals poguessin entrar per llur peu. Aquesta comunicació amb l'exterior la podríem situar en dos punts: el primer el podem observar a la secció BB' de la topografia. Aquí hem vist la base d'una possible xemeneia plena de sediment i amb pedres de mida uniforme a la seva part superior. Podríem suposar que les pedres foren posades per la mà dels humans. La zona no fa molt era agrícola i reblir un clot que havia estat l'entrada d'una cova d'accés vertical podria haver format part dels treballs de condicionament dels sementers. Els segon punt correspon a la secció AA' de la topografia, i és allà on ens va semblar que també hi havia una xemeneia colmatada. En aquest lloc es va fer una nova entrada i es va descobrir una galeria o laminador inclinat colmatat de terra amb ossos de *Myotragus*, prova ben sòlida de la presència d'una antiga boca. Vista la poca distància -menys de tres metres- entre les dues possibles xemeneies no es agosarat suposar que en realitat aquestes poguessin estar unides formant una sola entrada.

La gènesi d'aquesta petita cova l'hem de cercar en l'excavació en el medi freàtic. Malgrat l'abundància de formes de reconstrucció, les cúpules i altres formes rodones del sostre són prou demostratives d'aquest fet. Les modestes dimensions no exclouen que pugui formar part d'un sistema de cavitats inaccessible per als humans, sigui per l'estretor original dels conductes o per obstrucció posterior a la seva creació. Després de l'excavació dels conductes, la davallada del nivell de l'aigua deixaria la cavitat en sec però afectada per infiltracions zenitals que donarien origen a les abundants concrecions que la decoren.

Tret de l'obstrucció de la boca, la cavitat sembla haver evolucionat poc des dels temps en què els *Myotragus* hi trescaven. Les restes que en trobam a la sala no es veuen gens alterades, només algun dels esquelets està cobert per una capa prima de colada. Això és una evidència més de l'antiguitat de la majoria de les coves mallorquines i de la poca evolució que han sofert en els temps holocènics.

Part paleontològica

A l'interior de la cova dels Amengual-Sastre s'han localitzat diferents restes de vertebrats i invertebrats



endèmics fòssils atribuïbles al Pleistocè superior - Holocè. Els materials s'han trobat escampats al pis de la cova. Alguns dels fòssils es troben englobats a la colada, consolidats, mentre que d'altres es troben bé en superfície o bé en el sediment argilós.

Classe Gastropoda
Ordre Stylommatophora
Família Helicidae
Gènere *Iberellus*
Iberellus balearicus Ziegler 1853

MATERIAL: MNIB sense número, quatre exemplars. (Figura 2, A-D).

I. balearicus és una espècie comuna a la majoria dels jaciments del Pleistocè superior de les Gimnèsies. Als jaciments espeleològics és, juntament amb *Oxychilus lentiformis*, l'espècie més comú.

Família Zonitidae
Gènere *Oxychilus*
Oxychilus lentiformis Kobelt 1882

MATERIAL: MNIB sense número, tres exemplars. (Figura 2, E-G).

O. lentiformis és una espècie comuna a la majoria dels jaciments del Pleistocè superior de les Gimnèsies. Als jaciments espeleològics és, juntament amb *Iberellus balearicus*, l'espècie més comú.

Classe Aves
Ordre Passeriformes
Família Muscipidae
Gènere *Turdus*

MATERIAL: MNIB sense número, una mandíbula fragmentada amb fragments d'ossos llargs associats.

S'han trobat uns pocs ossos pertanyents, aparentment, a un mateix exemplar. Destaca una mandíbula fragmentada, que permet identificar el gènere al qual

pertany. Es tracta d'un exemplar de mida gran de *Turdus* sp. Aquest fòssil té una llargària mandibular prop d'un 10 % més gran que les majors mandíbules de *Turdus* depositades a la col·lecció MNIB. Més que tractar-se d'un taxon nou per a la ciència pensam que, probablement, aquest exemplar documenta que alguna de les espècies vivents del gènere assolía en el passat talles més grans que a l'actualitat. Malauradament a hores d'ara no es coneixen caràcters osteològics diagnòstics que permetin identificar amb més cura el fòssil obtingut.

Classe Mammalia
Ordre Rodentia
Família Myoxidae
Gènere *Eliomys*
Eliomys (Hypnomys) morpheus Bate 1918

MATERIAL: MNIB sense número. Dos fèmurs (un dret i un esquerre).

Eliomys morpheus és una espècie que es troba sovint als jaciments espeleològics acompanyant *Myotragus*. A la cova dels Amengual-Sastre es troben diverses restes d'aquesta espècie, encara que la seva recol·lecció és molt difícil degut a que, bàsicament, estan concrecionades. S'han recol·lectat exclusivament dos fèmurs a títol testimonial.

Ordre Cetartiodactyla
Família Bovidae
Gènere *Myotragus*
Myotragus balearicus Bate 1909

MATERIAL: MNIB 68791, esquelet parcial associat d'un neonat; MNIB 68792, astràgal dret; MNIB 68793, vèrtebra dorsal; MNIB 68794, patella esquerra; MNIB 68795, vèrtebra dorsal. MNIB 68796, vèrtebra cervical; MNIB 68797, fragment de vèrtebra cervical; MNIB 68798, pelvis esquerra fragmentada; MNIB 68799, tibia drete juvenil.

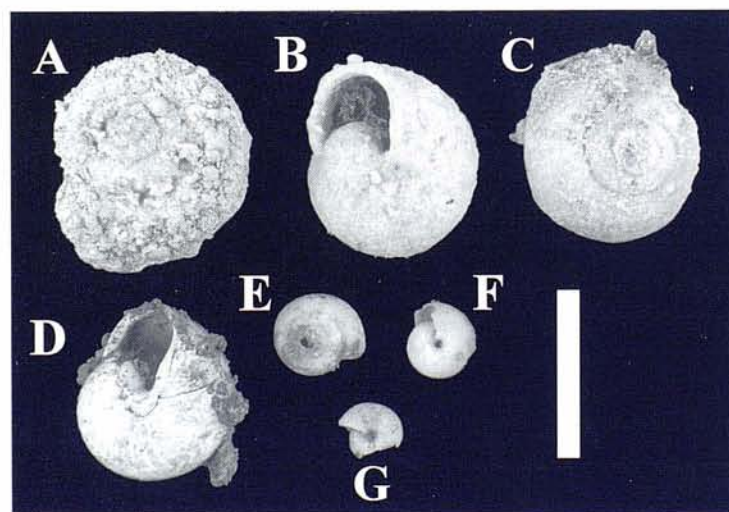


Figura 2:
Exemplars de pulmonats trobats dins de la cavitat. A-D: *Iberellus balearicus*. E-G: *Oxychilus lentiformis*. Escala 2 cm.

Figure 2:
Pulmonate Gastropoda found inside the cave. A-D: *Iberellus balearicus*. E-G: *Oxychilus lentiformis*. Scale bar 2 cm.

Figura 3:
Esquelet associat de *Myotragus balearicus* adult depositat a l'interior de la cova.



Figure 3:
Associated adult *Myotragus balearicus* skeleton found inside the cave.

La cova dels Amengual-Sastre conté un petit, però interessant, dipòsit de *Myotragus*. No s'han detectat restes de més de sis exemplars d'aquesta espècie. Tal com passava amb *Eliomys*, moltes de les restes de *Myotragus* estan molt concrecionades i la seva recol·lecció no és totalment aconsellable.

Destaquen dos esquelets associats. En primer lloc, l'esquelet d'un exemplar adult que es troba englobat en la colada estalagmítica, envoltat de formacions botrioidals (Figura 3). No s'ha procedit a l'extracció d'aquest espècimen, espectacular, el qual es conserva *in situ*.

Per una altra banda, també s'ha trobat un esquelet parcial associat d'un neonat de *M. balearicus* a la sala inferior de la cova. En aquest cas, encara que estava envoltat de formacions botrioidals, els seus ossos no es trobaven concrecionats (Figura 4), i es va poder extreure la totalitat dels ossos depositats. Aquest esquelet és particularment interessant ja que, per primera vegada, documenta com eren els nadons de *M. balearicus* a partir d'un esquelet associat.

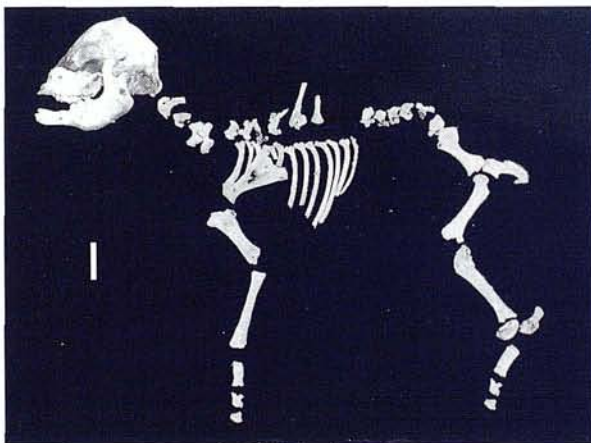


Figura 4: Composició en posició anatómica dels ossos del neonat de *Myotragus balearicus* trobat a la sala inferior de la cavitat. El crani i la mandíbula han estat girats informàticament, essent la mandíbula dreta i la part dreta del crani el que s'han situat a la fotografia. Escala 2 cm.

Figure 4: Associated neonate *Myotragus balearicus* skeleton found in the lower chamber of the cave. The skull and jaw situated in the figure have been rotated, to show their left side. Scale bar 2 cm.

BOVER i ALCOVER (1999a) varen descriure l'esquelet dels recent nats de *M. balearicus* a partir de restes de diferents individus provinents de coves diferents (cova Estreta, cova des Moro, cova de Son Maiol i cova C-2), els quals són de diferent cronologia. En aquell treball s'establiren criteris, os per os, per determinar la seva pertinença a recent nats. L'aplicació d'aquests criteris permeté identificar els següents ossos del nadó: húmer, radi, metacarpià, fèmur, tíbia, metatarsià, escàpula, mandíbula, falanges i frontal. No es va poder identificar la resta de l'esquelet, degut, en part, a la manca de material, i, en part, a la dificultat de trobar caràcters diagnòstics en els altres ossos. La troballa d'aquest excepcional esquelet a la cova dels Amengual-Sastre ha permès, en primer lloc, confirmar l'encert de les identifications abans esmentades, i, en segon lloc, completar el coneixement de l'esquelet d'un neonat. En tractar-se de l'esquelet d'un mateix individu, són possibles les comparacions directes entre la mida de les seves diferents parts.

Seguint els criteris biomètrics definits per BOVER i ALCOVER (1999a; figura 4), es dona la biometria de l'esquelet del nadó de la cova dels Amengual-Sastre (Taula 1).

Aquestes dades biomètriques confirmen, en primer lloc, que l'alçària a la creu d'un nadó de *Myotragus balearicus* del Pleistocè superior se situa prop dels 18 cm. Per una altra banda, la troballa d'un esquelet associat d'un neonat de *Myotragus balearicus* ofereix l'oportunitat d'iniciar l'estudi de l'ontogènia de *Myotragus*. Tot i que no és l'objecte d'aquest treball presentar l'estudi acurat del creixement de *Myotragus*, el que es pot avançar és que els patrons de creixement de *Myotragus balearicus* no són iguals que els de *Ovis aries*, l'única espècie amb la qual, de moment, s'ha pogut comparar. Si el patró de creixement de *Myotragus* és únic entre els caprins o si sols difereix del de les ovelles és una cosa que encara no sabem. Una de les característiques diferencials més evidents del creixement de *Myotragus* respecte *Ovis* es refereix als metapodials. Mentre que les ovelles acabades de néixer presenten uns metapodials proporcionalment

	Neonat (Cova dels Amengual-Sastre)	Esquelet associat adult (Cova Estreta)
SH	37,18	59,64
CBL	75,26	162,58
BB	41,8	52,7
ZB	49,26	83,1
FL	32,6	81,28
TL	42,92	121,34
MtL	17,2	650,66
HL	35,7	83
RL	41,46	126,44
McL	12,52	40,46

Taula 1: Mesures longitudinals comparatives (en mm) de diferents ossos del *Myotragus balearicus* de la cova dels Amengual-Sastre MNIB 68791 i de l'esquelet associat d'adult de *M. balearicus* (exemplar muntat a QUETGLAS i BOVER (1998)). SH: alçada del crani; CBL: longitud còndilo-basal; BB: amplada de la caixa craniana; ZB: amplada zigomàtica; FL: longitud de la diàfisi del fèmur; TL: longitud de la diàfisi de la tibia; MtL: longitud de la diàfisi del metatarsià; HL: longitud de la diàfisi de l'húmer; RL: longitud de la diàfisi del radi; McL: longitud de la diàfisi del metacarpia.

Table 1: Comparative measurements (in mm) of different *Myotragus balearicus* bones from Cova dels Amengual-Sastre MNIB 68791 and of an associated adult *M. balearicus* skeleton (reconstructed skeleton in QUETGLAS i BOVER (1998)). SH: skull height; CBL: condylebasal length; BB: braincase width; ZB: zygomatic width; FL: femur diaphysis length; TL: tibia diaphysis length; MtL: metatarsal bone diaphysis length; HL: humerus diaphysis length; RL: radius diaphysis length; McL: metacarpal bone diaphysis length.

molt llargs (respecte als dels adults), *Myotragus* els presenta proporcionalment molt curts.

Discussió

La troballa de la cova dels Amengual-Sastre ha permès localitzar un petit i interessant jaciment paleontològic. Des del punt de vista espeleogenètic, la cavitat resulta interessant per diverses raons. En primer lloc, es tracta d'una de les poques cavitats conegudes al terme municipal de Sencelles (ENCINAS, 1997). D'altra banda, la seva rica ornamentació amb estalagmites botrioidals és d'interès, a més de gran bellesa, ja que informa sobre les característiques de la seva espeleogènesi.

El fet que la cavitat fos capturada per unes obres, i que la seva entrada natural romangués tancada és així mateix destacable. Els colapses de les entrades naturals de les coves semblen haver estat més freqüents del que tan sols fa uns anys es pensava. Tot i que desconexem quan es va produir el colapse de l'entrada, la inexistència d'espècies introduïdes pels humans suggereix que aquesta fou prèvia a l'arribada dels humans a les Balears.

L'interès major de la cavitat és, però, paleontològic. Per primera vegada s'han obtingut restes de la fauna vertebrada paleontològica del Pleistocè de les Balears

a Sencelles, fins ara desconegudes al municipi (ALCOVER *et al.*, 1981). L'única altra resta de *Myotragus* provinent de Sencelles és el fèmur descrit per MUNTANER (1956), que fou atribuït inicialment a *Myotragus balearicus*, però que en realitat pertany a una de les espècies primitives de la línia evolutiva de *Myotragus*. La taxonomia dels caprins fòssils de les Gimnèsies ha estat recentment revisada per BOVER i ALCOVER (en premsa). En aquest treball el gènere *Myotragus* s'ha definit en base, principalment, a una sinapomorfia sumament peculiar: l'adquisició de la monofiodòncia a les incisiviformes (BOVER i ALCOVER, 1999b). Les espècies de la línia evolutiva que presenten monofiodòncia a les incisiviformes (*kopperi*, *batae*, *balearicus*) han estat totes incloses al gènere *Myotragus*, mentre que per a les espècies ancestrals que presenten la condició plesiomòrfica d'aquest caràcter (*pepionellai*, *antiquus*) s'ha proposat el gènere *Insulotragus*. Alguns trets morfològics de l'esquelet postcranial han estat

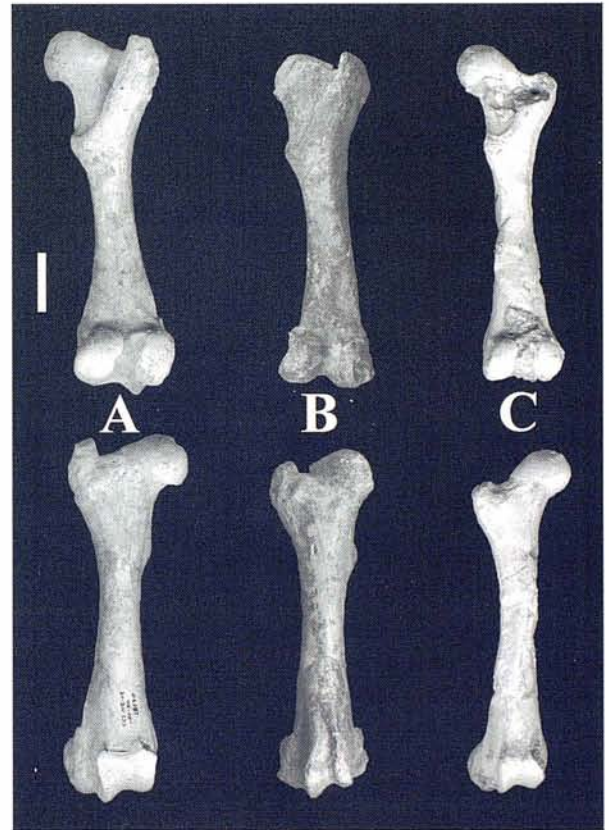


Figura 5: Diferents fèmurs del gènere *Myotragus/Insulotragus*, per comparar amb el dels al·luvions de Sencelles. A: Fèmur dret de *Myotragus balearicus* MNIB 68570; B: Fèmur dret d'*Insulotragus* sp dels al·luvions de Sencelles; C: Fèmur esquerre (girat) d'*Insulotragus antiquus* MNIB 57863. Escala 2 cm.

Figure 5: Different femurs of genus *Myotragus/Insulotragus*, in comparison of femur from Al-luvions de Sencelles. A: Right *Myotragus balearicus* femur MNIB 68570; B: Right *Insulotragus* sp femur from Al-luvions de Sencelles; C: Left *Insulotragus antiquus* femur (rotated) MNIB 57863. Scale bar 2 cm.

emprats per definir les diagnòsics genèriques de *Myotragus* i *Insulotragus*. Dintre del gènere *Myotragus*, s'han definit les diagnòsics específiques en base a les característiques dentàries. A hores d'ara, no s'han publicat caràcters diagnòstics específics del fèmur que permetin discriminar entre les diferents espècies, àdhuc gèneres, de caprins fòssils de les Balears.

El fèmur trobat als al·luvions de Sencelles presenta una morfologia que clarament no s'adiu amb la de *Myotragus balearicus* ni amb la de *M. bateae*. En efecte, aquestes dues espècies presenten uns fèmurs molt massius i amb una tròclea molt àmplia. *M. kopperi* presenta un fèmur un poc més estilitzat que el de les altres dues espècies del gènere, però la tròclea continua sent proporcionalment àmplia. El fèmur dels al·luvions de Sencelles és molt poc massiu i amb una tròclea relativament estreta (veure figura 5). Tot i que es disposa d'un material limitat de fèmurs de *Insulotragus*, als exemplars MNIB 57863 i MNIB 57864 (*I. antiquus*) es constata que són fèmurs poc massius i amb una tròclea molt estreta. Pel que fa a *I. peygonellai*, els materials disponibles són encara més limitats i es troben en un pitjor estat de conservació. Es disposa d'un fèmur més o menys complet (MNIB 59216) que malauradament no conserva la seva zona troclear. Es un ós relativament robust. Per una altra banda, es disposa d'un fragment distal de fèmur (MNIB 59203) que inclou la seva tròclea, la qual és relativament molt estreta. Amb les dades disponibles es pot concloure que el fèmur obtingut als al·luvions de Sencelles, descrit per MUNTANER (1956), presenta una morfologia que s'adiu més bé amb la del gènere *Insulotragus*, al qual es transfereix. Dintre d'aquest gènere no es pot afinar més. En conseqüència, assignam l'esmentat fèmur a *Insulotragus* sp. La seva cronologia més probable és anterior al Pliocè superior.

La troballa de l'esquelet associat d'un nadó de *Myotragus* és, tal volta, l'aportació més notable del nou jaciment, ja que el seu estudi detallat permetrà avançar en la interpretació ontogenètica i evolutiva de l'espècie.

Agraïments

Volem agrair a la família Amengual Sastre, propietaris del terreny on se situa la cova, la seva amabilitat i facilitats donades per a realitzar el present treball així com per l'interès demostrat en la conservació de la pròpia cova i de les restes fòssils incloses en ella. Volem agrair també a Rosa Arregui el seu estimulant interès en donar a conèixer la cova i les restes de *Myotragus*. El Dr Joan J. Fornós va identificar una mostra de roca de la cova. El Sr. Andreu Muntaner ens ha permès l'estudi del fèmur de *Myotragus* obtingut en al·luvions de Sencelles. Aquest treball s'inclou dins del projecte PB97-1173 "Análisis de la evolución y extinción de *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla,

Caprinae)". Un dels autors (PB) té una beca predoctoral d'investigació de la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació (Conselleria d'Innovació i Energia del Govern de les Illes Balears).

Bibliografia

- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Monografies Científiques, Ed. Moll, 1: 1-260.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (1999a): Estimating physical characteristics of neonate *Myotragus balearicus* (Artiodactyla, Caprinae). In REUMER, J.W.F. & DE VOS, J. (eds): "Elephants have a snorkel! Papers in honour of Paul Y. Sondaar". *Deinsea*, 7: 33-54.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (1999b): The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 401-428.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (En premsa): A taxonomic approach to the insular caprines from the Gymnesic Islands (western Mediterranean Sea). *Quaternaire*.
- ENCINAS, J.A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears-any 1997-. *Endins*, 21: 103-128.
- MUNTANER, A. (1956): Nota sobre un femur de *Myotragus balearicus* hallado en los aluviones de Sancellas. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 115-116.
- QUETGLAS, G. i BOVER, P. (1998): Reconstrucció de l'esquelet de *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): noves implicacions morfofuncionals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 159-172.

LA COVA NEGRA (Pollença, Mallorca): PRESÈNCIA DE DUNES FÒSSILS DINS UNA CAVITAT SUBMARINA

per Francesc GRÀCIA ^{1,2}, Robert LANDRETH ¹, Miquel GUAL i Bernat CLAMOR ¹

Resum

Presentam la descripció i topografia d'una important cavitat submarina situada al cap de Catalunya (península de Formentor, Pollença). Es tracta d'una cova d'abrasió marina de 200 m de longitud i 24 m de fondària màxima, que conté al seu interior dunes fòssils que conformen bona part de les parets i sòtil de la gruta. Les eolianites devien de reblir quasi per complet la cova al llarg d'un cicle climàtic fred, en el qual la mar havia sofert un procés de regressió i les platges acumulaven importants dipòsits que s'adossaven als penya-segats. Una posterior transgressió marina erosionaria bona part dels dipòsits eòli-co-marins.

Abstract

We present the description and survey of an important submarine cave located at the Cap de Catalunya (Península de Formentor, Pollença). It is a marine abrasion cave, 200 m in length and with 24 m maximum depth, which has in its interior fossil dunes which make up the larger part of its walls and roof. The eolianites almost completely filled the cave during a cold climatic cycle, when the sea-level must have suffered a regression and the beaches accumulated important deposits of sand which banked up against the cliffs. A posterior marine transgression eroded a good part of these eolian-marine deposits.

Introducció

El topònim de la cavitat objecte de la present nota figura als mapes del litoral de Pollença. També es parla de l'existència de la gruta a la guia submarina de les illes Balears (LLAMAS, 2000), on apareix amb el nom de cova del Cap de Catalunya, nom incorrecte ja que abans està documentat el topònim anterior, endemés d'haver-hi una altra cavitat amb aquest nom. El fet de que no existís una topografia d'aquesta important gruta, ens assabenta del poc afany topogràfic dels bussejadors de mar oberta els quals coneixen bé l'existència de la cova.

Els 200 m de longitud (molts per una cavitat amb la seva gènesi), la fondària de 24 m, i el fet de que part de les parets i sostre de la cova són eolianites, fa que sigui digna de dedicar-li un article propi. Que tinguem constància, constitueix actualment la cavitat d'abrasió marina de major longitud de les Balears. Aquest tipus de cavitats, per presentar-se en gran nombre i tenir algunes d'elles dimensions considerables, consti-

tuïxen una categoria espeleològica pròpia, tot i que no tinguin un origen càrstic.

Les cavernes d'abrasió marina actives es caracteritzen per tenir l'entrada situada al nivell de la mar, en ocasions amb una grandària considerable en relació a les dimensions de la resta de la gruta. La mida de les cavitats sol disminuir progressivament a mesura que es profunditza i habitualment presenten un perfil ascendent cap a la part terminal (GRÀCIA i VICENS, 1998; GRÀCIA *et al.*, 2001). Són cavitats d'erosió marina on els processos erosius litorals actuen aprofitant els punts dèbils de la roca, és a dir, fractures, diàclasis, junts d'estratificació, i l'heterogeneïtat dels materials dels penya-segats. Generalment són de mides modestes, però n'hi pot haver de mides considerables, tal com la que es presenta al treball.

A molts d'indrets, però en especial a les zones més castigades per l'acció de les ones, presenten la roca arrodonida i pulimentada, juntament amb altres morfologies d'abrasió associades.

Processos que les afecten, com esbucaments del sostre i parets, reompliments litogenètics, presència de dunes fòssils a l'interior de moltes de les cavernes i el

1 Grup Nord de Mallorca. Pollença.

2 Societat d'Història Natural de les Balears. Estudi General Lul·lià. Sant Roc 4. E- 07001, Palma de Mallorca.

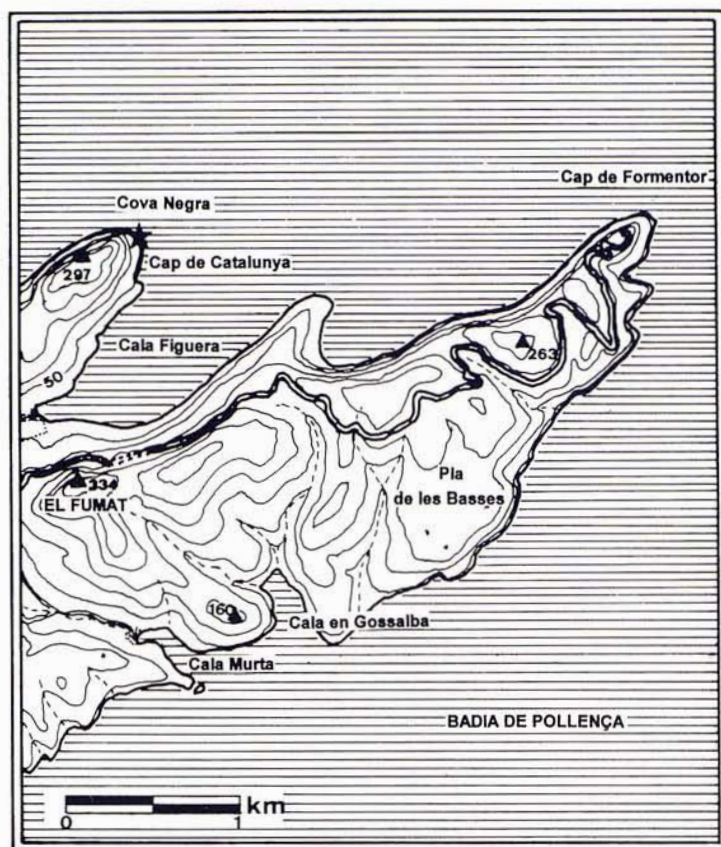


Figura 1:
Situació de la cova Negra a la península de Formentor.

Figure 1:
Situation of the Cova Negra on the Formentor headland.

fet que l'abradió marina aprofita les mateixes discontinuïtats de la roca, fan que en alguns casos sigui difícil esbrinar si es tracta de cavitats amb un origen purament d'erosió litoral o si és una captura càrstico-marina, de vegades separades de la resta del sistema càrstic pels processos abans esmentats. Moltes d'aquestes grutes, tant les d'abradió marina com les captures càrstico-marines presenten històries geomorfològiques complicades, i s'hi alternen moments d'erosió litoral, períodes de sedimentació de materials terrestres com dunes, llims, bretxes, etc., formació d'espeleotemes i èpoques en què es troben totalment submergides. Són nombrosos els dipòsits d'eolianites plistocenes descrits a l'interior de coves de la costa, que de vegades recobreixen o són recoberts per precipitats litoquímics (e.g., GINÉS *et al.*, 1975; GINÉS, 2000; GRÀCIA *et al.*, 1997; GRÀCIA i VICENS, 1998; VICENS *et al.*, 2001). Aquest camp de recerca permet investigar les interferències entre endocast i litoral i interpretar-les cronològicament i morfogenètica (GINÉS, 2000).

Alguns exemples de coves d'abradió marina representatives són: la cova Gran (Felanitx) del litoral postorogènic del Miocè superior llevantí (GINÉS, 2000; GRÀCIA *et al.*, 1997), la cova de s'Embarcador (Capdepera) de les calcàries mesozòiques de les serres de Llevant (GINÉS, 2000) i la cova Negra (Pollença) de les roques calcàries mesozòiques de la serra de Tramuntana; aquesta darrera, en gran part subaquàtica, supera en longitud a les grans i nombroses cavitats marines de la costa Brava de Girona (BADIELLA *et al.*, 1992).

Situació

La caverna se situa a la península de Formentor, quasi a l'extrem del cap de Catalunya. S'obri en un paratge de gran bellesa que es caracteritza per impressionants penya-segats, que culminen als 297 m d'alçària en el Morro de Catalunya.

La seva localització és fàcil per obrir-se pràcticament al final del cap i per sobresortir part de l'entrada de la cavitat per damunt del nivell de la mar, de forma que crea una cova marina de bones dimensions. És precís arribar per la mar, havent de tenir cura de l'estat del temps, ja que en aquesta zona de Mallorca els temporals de Tramuntana són freqüents.

Descripció

La boca de la cova és una gran obertura de 50 m d'amplària i 44 m d'alçària màxima (dels quals sobresurten 20 m per damunt de la mar), oberta directament a una espaiosa sala de 70 m de longitud. El fons de la sala d'entrada a -24 m està ocupat per blocs de gran mida, producte dels processos de col·lapse gravitatori. La cavitat, de direcció general N-S, prossegueix per una galeria amb el fons cobert d'arena amb *ripple-marks* que penetren cova endins fins quasi el final de la cavitat. La fondària va dels -23,5 m al començament de la galeria fins als -20,5 m al final de la zona coberta per arena. El sostre en aquest tram varia entre els -12

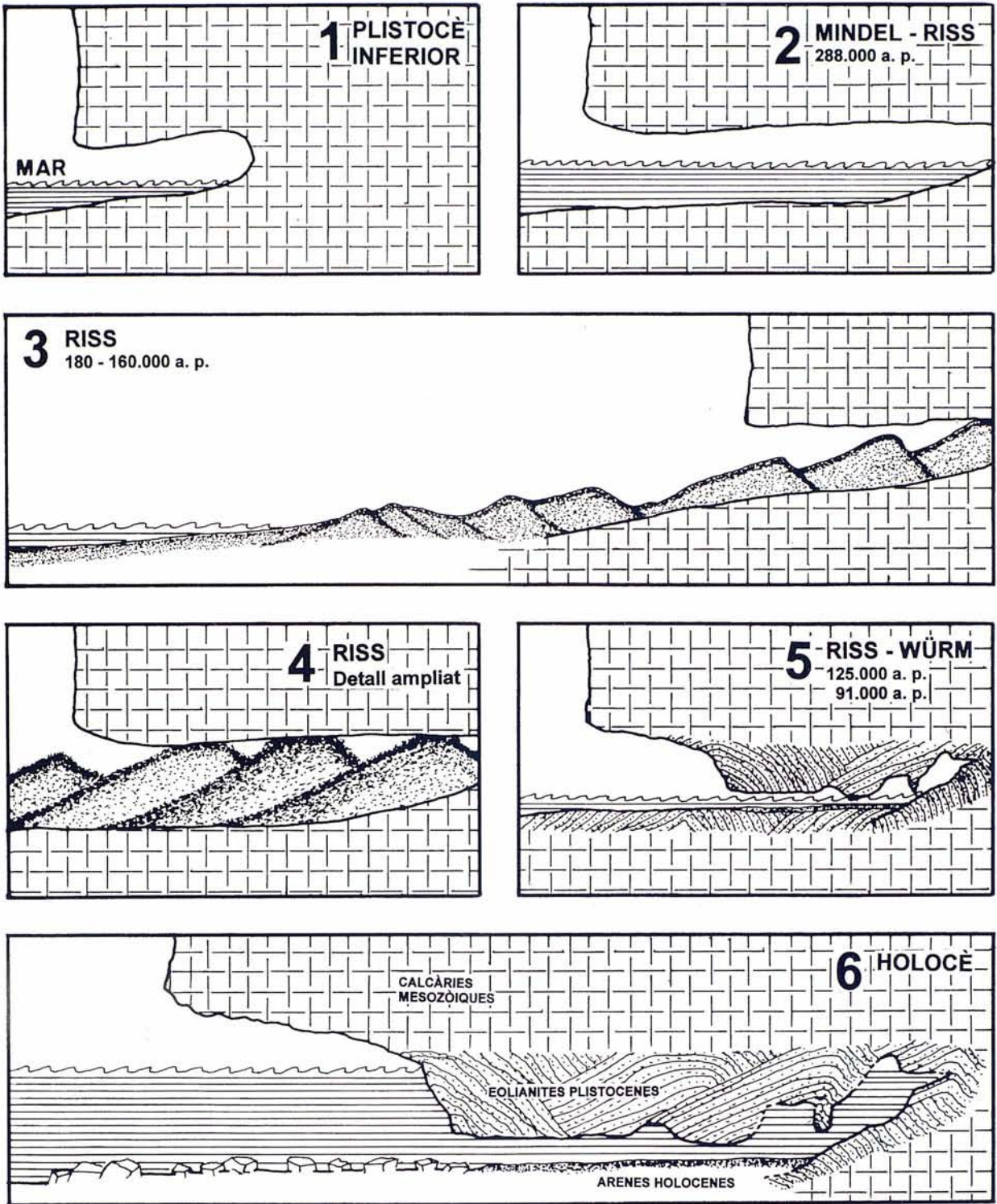


Figura 2: Evolució geomorfològica de la cova Negra (cap de Catalunya, Pollença): 1) Cova d'abrasió marina de petites dimensions; 2) Cova d'abrasió de gran llargària, aprofitant fractures de la roca, formada tal vegada al llarg de diverses fases d'erosió del Quaternari; 3) Regressió marina i formació d'extenses platges, amb formacions dunars terminals que s'introdueixen dins l'àmplia cavitat; 4) Rebliment quasi total de la cova per les eolianites plistocèniques; 5) Nova transgressió marina i reactivació de l'erosió. La major debilitat de les eolianites fa que la cavitat s'obri seguint preferentment aquests materials; 6) Segueix pujant el nivell marí, adquirint la configuració actual.

Figure 2: Geomorphological evolution of the Cova Negra (Cap de Catalunya, Pollença): 1) Small marine abrasion cave. 2) Very long abrasion cave, taking advantage of rock fractures, possibly formed in various phases during the Quaternary. 3) Marine regression and formation of extensive beaches, and formation of terminal dunes that have penetrated into a large cave. 4) Almost complete infilling of a cave by Pleistocene eolianites. 5) New marine transgression and reactivation of the erosion. The greater weakness of the eolianites means that the cave has enlarged generally in this material. 6) Following sea-level rise, this is the current layout of the cave.

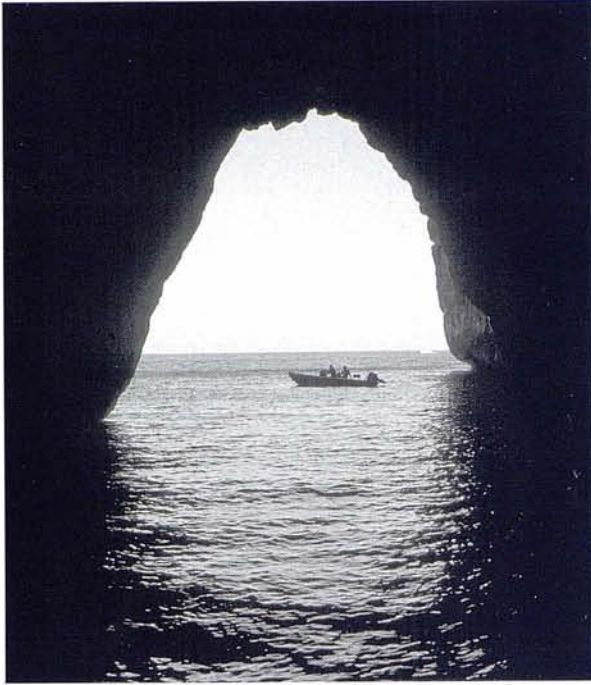


Foto 1: Entrada de la cavitat vista des de l'interior.

Photo 1: Entrance to the cave as seen from inside.

m i els -18 m. La gruta presenta d'ençà dels 95 m fins als 150 m, un envà que divideix en dos la galeria. A la part final de la cavitat el pendent s'incrementa i el sostre sobresurt per defora de l'aigua formant una petita cambra d'aire. La distància màxima entre l'entrada i el final de la gruta és de 200 m (125 subaquàtics) i el recorregut total de la cavitat és de 400 m.

Morfologia i gènesi

El terreny on s'obri la cova Negra pertany a les calcàries del Mesozòic, que han estat intensament plegades i fracturades. Ens trobam davant d'un exemple de gran caverna formada per l'abrasió de la mar, amb un complicat procés evolutiu. El seu conjunt morfològic és el clàssic d'aquest tipus de cavitats: formes de parets i sòtils suaus, esclatxes eixamplades per l'abrasió, blocs caiguts del sostre, fons cobert per l'arena. Els dipòsits litoquímics són únicament presents a la cambra aèria interna, on es veuen algunes colades estalagmítiques de poca rellevància.

Tota la cavitat s'ha excavat seguint un sistema de fractures de direcció N-S, que es manifesta al penya-segat exterior i dintre de la gruta, especialment al sostre i que es perllonga en alguns indrets crull amunt. Malgrat que aquest tipus de cavitat és el típic d'abrasió, el més destacable és la considerable longitud i la presència d'evidents eolianites almenys fins als -22 m de fondària. Les dunes fòssils permeten de reconstruccions parcials de les condicions climàtiques

i geomorfològiques del litoral mediterrani durant els temps plistocènics. Les regressions del nivell marí van donar lloc a les formacions dunars, algunes de bastant d'espessor, estretament relacionades amb la línia de costa (CUERDA, 1975).

Moltes cavernes, tant d'abrasió com càrstiques, presenten dipòsits d'aquests materials al·loctons d'origen dunar que es varen introduir per les boques i varen donar lloc a importants rebliments. Aquesta colmatació pot ésser parcial o total, fins a impedir l'accés a la cavitat o a possibles continuacions que resten incomunicades pels dipòsits eòlico-marins. En alguns casos encara tenen la forma cònica o en resten evidències; serveixen d'exemple la cova des Secret des Moix (GINÉS *et al.*, 1975) i la cova des Sòtil (GINÉS, 2000; GRÀCIA i VICENS, 1998), la cova de ses Pedreres (VICENS *et al.*, 2001) situades a Manacor, i la cova del Dimoni a Felanitx (GRÀCIA *et al.*, 1997). Posteriors transgressions de la mar durant els períodes més càlids tornaren a erosionar aquests dipòsits. Cal remarcar que aquests materials són més fàcilment erosionables que no la roca sobre la qual estan situats. Les eolianites són visibles especialment a la part més interna, mentre que a altres llocs la roca està més alterada superficialment i no es pot determinar la seva litologia. Sembla que els envàs que subdivideixen la galeria, bona part de les parets i sostres estan formades per dunes fòssils plistocenes que devien reblir la major part de la cavitat. L'erosió posterior va tornar a obrir-se pas per entre les eolianites i configurà l'actual morfologia.

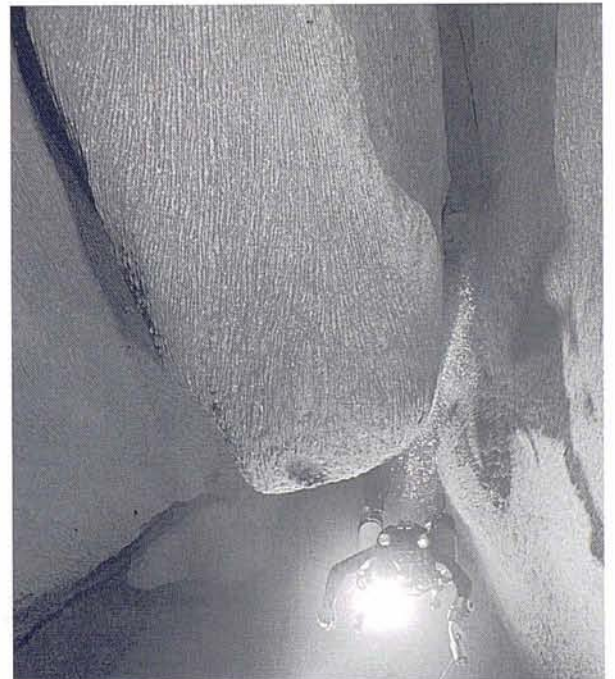


Foto 2: Presència de dunes fòssils a les parets i sostre de la cova fins als 22 metres de fondària.

Photo 2: Fossil dunes on the roof and walls of the cave which are found to a depth of 22 meters.

COVA NEGRA

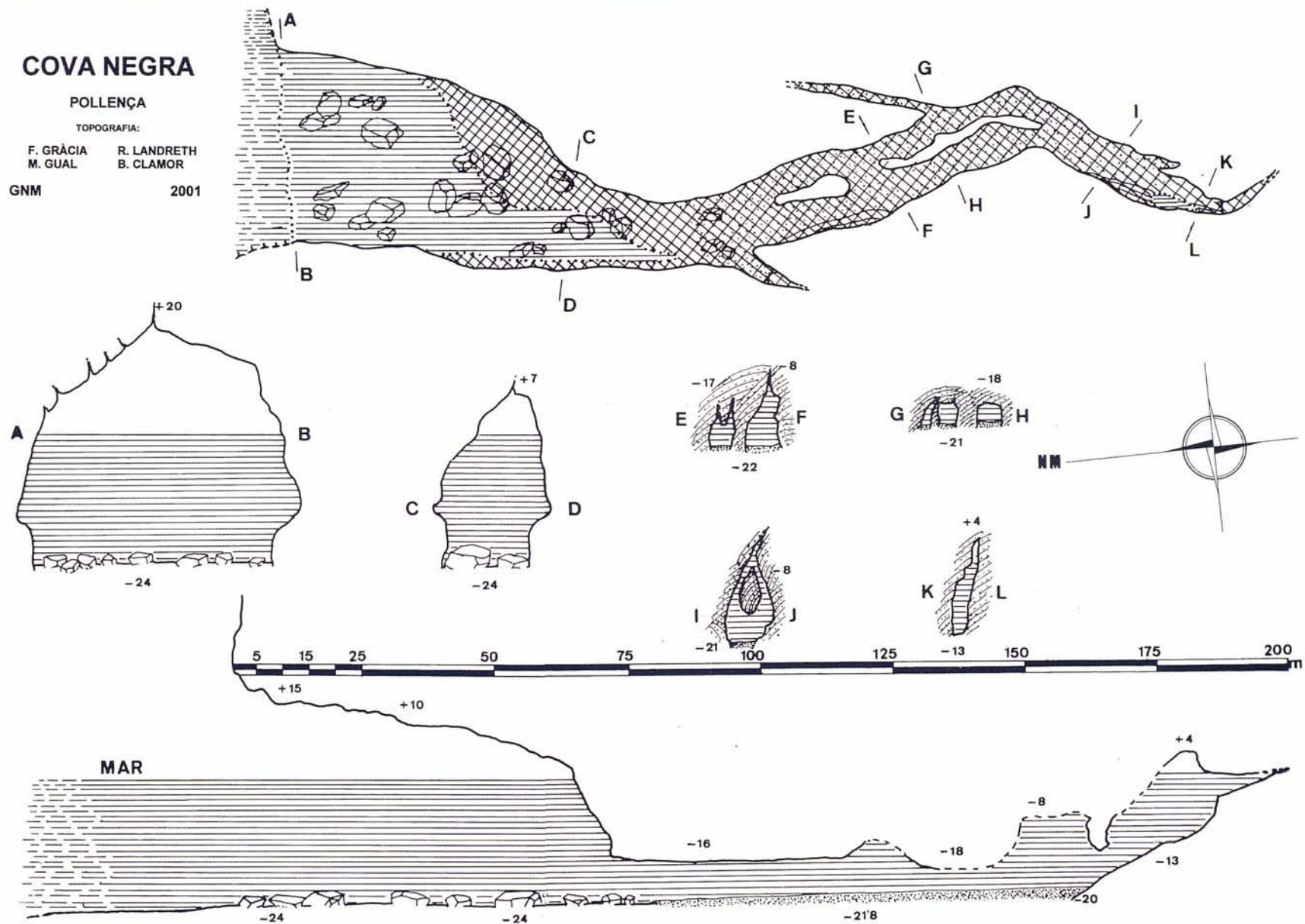
POLLENÇA

TOPOGRAFIA:

F. GRÀCIA R. LANDRETH
M. GUAL B. CLAMOR

GNM

2001



Agraïments

A Peter Watkinson per la traducció a l'anglès del resum i dels peus de figura.

Bibliografia

- BADIELLA, E; BADIELLA, X i BADIELLA, E. (1992): Les cavitats litorals del Baix Empordà (I), de Palamós a Aiguablava. *Butll. SIS*, 12: 26-51.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos 304 pp. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. i PONS, J. (1975): Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas. *Speleon*, 49-56.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 595 pp. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. i WATKINSON, P. (2001): Evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí. In: PONS, G. (ED.). *El canvi climàtic*.
- GRÀCIA, F. i VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: Fornós J. J. (ED.). *Aspectes Geològics de les Balears*. Universitat de les illes Balears: 307-329.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- LLAMAS, A. (2000): *Guia submarina de las Islas Baleares*. Edit. GeoPlaneta. 368 pàgs.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; LANDRETH, R.; CLAMOR, B. i DOT, M. A. (2001): La cova de ses Pedreres (Manacor, Mallorca). *Endins*, 24.

EL KARST LITORAL EN EL LEVANTE DE MALLORCA: UNA APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE SU MORFOGÉNESIS Y CRONOLOGÍA

por Joaquín GINÉS^{1,2}

Resum

Es procedeix a l'estudi del carst litoral en la meitat oriental de l'illa de Mallorca, enfocant-lo des d'una perspectiva pluridisciplinària que s'ocupa tant de diferents aspectes del seu modelat epigeu (lapias costaner, cales i barrancs, paleocarst i morfologia de la línia de costa...) com, sobretot, de les peculiaritats del ric endocarst existent a l'àrea estudiada. Les investigacions s'han dirigit, en especial, a l'anàlisi de les interferències observades entre el modelat endocàrstic i la dinàmica litoral, aportant dades noves sobre matèries molt variades. Els temes tractats abracen des de la geoquímica i l'espeleogènesi, en els aqüífers carbonatats litorals, fins als nombrosos exemples de cavitats mixtes de gènesi càrstico-marina. S'ha dedicat particular atenció als rebliments al·lòctons de les coves costaneres, que inclouen tant materials detrítics diversos (calcarenites marines i/o eòliques) com restes paleontològiques de vertebrats endèmics. Els rebliments autòctons de les cavitats (espeleotemes, en general) assoleixen especial rellevància, degut a les grans possibilitats pel que fa a la seva datació radiomètrica. El conjunt d'interferències analitzades permet reconstruir l'evolució de l'endocarst estudiat, al llarg del Plio-Quaternari.

El principal interès dels treballs realitzats resideix en les valuoses informacions cronoestratigràfiques, obtingudes en relació amb les fluctuacions pleistocèniques del nivell marí. Concretament, l'estudi dels espeleotemes freàtics ha demostrat que aquestes cristallitzacions constitueixen un excel·lent registre de la història del nivell de la Mediterrània, durant el Pleistocè Mitjà i Superior i l'Holocè. Aquesta categoria de dipòsits secundaris, propis de les coves càrstiques litorals, ha estat estudiada mitjançant tècniques diverses (datacions radiomètriques Th/U, mesures d'ESR, microscopia òptica i electrònica, difracció de raigs-X, anàlisis d'isòtops estables...), per tal d'obtenir dades cronològiques, paleoclimàtiques, mineralògiques i cristal·logràfiques precises. Presenten particular transcendència les corbes eustàtiques proposades per a la Mediterrània occidental, corresponents als darrers 300 ka, les quals resulten molt detallades en el rang d'edats compreses entre 150 i 50 ka BP. Centrant-nos en el darrer interglacial (estadi isotòpic 5), es distingeixen quatre pulsacions transgressives, situades entre 130 i 80 ka BP, separades per tres esdeveniments de signe fred que ocasionen davallades brusques del nivell de la Mediterrània, d'almenys 20 metres de magnitud.

(Resum de la Tesi Doctoral en Geografia, desenvolupada per l'autor a la Universitat de les Illes Balears, amb el títol indicat a dalt).

Abstract

This paper deals with the study of littoral karst on the eastern half of Mallorca through a multidisciplinary approach that takes into account both the different aspects of its surface modelling (coastal karren, coves and their associated gullies, coastline morphology and paleokarst, etc.) and above all, the singularities of the rich endokarst found in the study area. The investigation has been specially oriented toward the analysis of the observed interferences between endokarstic evolution and littoral dynamics, and it has furnished new data on a large number of subjects, which range from geochemical and speleogenetical aspects of coastal carbonate aquifers to numerous examples of mixed caves of karstic-marine origin. Particular attention has been given to allochthonous infillings (marine and/or eolian calcarenites) and paleontological remains of endemic vertebrates. Autochthonous infillings (chiefly speleothems) present in the caves are of special interest because of the possibilities of their radiometric dating. The set of interferences analysed has permitted the reconstruction of the evolution of the studied endokarst during Plio-Quaternary times.

The principal interest of the work carried out resides in the valuable chrono-stratigraphical information obtained on sea-level fluctuations during the Pleistocene. Specifically, the study of phreatic speleothems has demonstrated that these deposits are an excellent register of Mediterranean sea-level changes during the Middle and Upper Pleistocene and the Holocene. This category of secondary mineral deposits, which are specific to littoral karstic-caves, have been studied using a number of diverse techniques (radiometric Th/U datings, ESR measurements, optical and electronic microscopy, X-ray diffraction, stable isotope analysis, etc.) with the aim of obtaining precise chronological, paleoclimatological, mineralogical and crystallographical data. The eustatic curves proposed for the last 300 ka in the western Mediterranean area show significant transcendencies, being extremely detailed for the period between 150 and 50 ka BP. When attention is centred on the last interglacial event (isotopic stage 5), four transgressive peaks between 130 and 80 ka BP can be identified, these being separated by three cold pulsations that produced abrupt sea-level falls in the Mediterranean of at least 20 metres.

(Abstract from the Ph.D. thesis on geography by the author, Universitat de les Illes Balears, under the above title.)

1 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, Ctra. de Valldemossa km 7.5, E-07071 Palma de Mallorca.
2 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.

Introducción

En estas páginas se procede a sintetizar el contenido de la tesis doctoral en Geografía, elaborada por el autor en el Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears, bajo la dirección del Dr. Joan J. Fornós Astó. La exposición pública de la tesis tuvo lugar el día 12 de Diciembre del 2000, en la sala de juntas del edificio Mateu Orfila de la UIB. El tribunal estuvo integrado por investigadores destacables en los campos relacionados con el estudio del karst, la geocronología del Cuaternario y la geomorfología litoral; presidió el tribunal el Dr. Vicenç M. Rosselló Verger (Departament de Geografia, Universitat de València), formando parte también del mismo los Drs. José M. Calaforra Chordi (Departamento de Hidrogeología y Química Analítica, Universidad de Almería), Juan J. Durán Valsero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid), Jaume Servera Nicolau (Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears) y Paola Tuccimei (Dipartimento di Scienze Geologiche, Università di Roma III).

La defensa de la tesis, que contó con la asistencia de un numeroso público interesado en estas cuestiones, obtuvo la calificación de Excelente *cum laude* por unanimidad del tribunal.

Aparte de los ejemplares de la tesis depositados en la Universitat de les Illes Balears, también es posible consultar diversas copias disponibles en las bibliotecas de las instituciones siguientes: Federació Balear d'Espeleologia (Palma de Mallorca), Museu Balear de Ciències Naturals (Sóller, Mallorca), Societat d'Història Natural de les Balears (Palma de Mallorca), Associació de Geògrafs de les Illes Balears (Palma de Mallorca), Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst (Madrid) y Centre de Documentation de l'Union Internationale de Spéléologie / Bibliothèque de la Société Suisse de Spéléologie (La Chaux-de-Fonds, Suiza).

Estructura y contenido de la tesis doctoral

La memoria correspondiente a la presente tesis constaba de 595 páginas, a las que hay que añadir un anexo fotográfico constituido por 29 láminas de imágenes en color. La estructura general de la memoria queda recogida en la Tabla I, la cual da cuenta del índice simplificado de la tesis con expresión tan sólo de las grandes unidades que la componen, a saber: 7 capítulos principales, más otros 3 accesorios que los complementan (introducción, bibliografía y anexo fotográfico).

El contenido del trabajo se organiza en tres grandes bloques temáticos. El primero de ellos tiene carácter introductorio ocupándose de las generalidades

sobre el karst litoral, así como aquellas otras relativas al área geográfica objeto de estudio; además, se describen e interpretan en detalle las características del modelado epigeo de la zona trabajada, y las peculiaridades de su rico endokarst. El segundo bloque sistematiza las variadas interferencias que tienen lugar entre el modelado endokárstico y la dinámica litoral, estudiando en detalle bastantes de esas interacciones. Finalmente, el tercero y principal bloque temático (ver Tabla I) trata de manera exclusiva de una de las interferencias aludidas, procediéndose al estudio exhaustivo de los *espeleotemas freáticos* como herramienta muy valiosa de cara al mejor conocimiento geocronológico y paleoclimático del Cuaternario.

Conclusiones principales

La presente investigación ha permitido extraer un repertorio amplio de conclusiones, relativas a la morfogénesis y cronología del karst litoral en el levante de Mallorca. Dichas conclusiones abarcan diversas vertientes entre las que se cuentan: la geomorfología kárstica en los ambientes costeros, la ubicación cronológica de los procesos y formas estudiados y —de particular relevancia— las informaciones que pueden deducirse en relación al conocimiento del Cuaternario en nuestro entorno geográfico. Estas últimas se concretan, en especial, en interesantes datos acerca tanto de la historia del nivel marino como del paleoclima durante el Pleistoceno Medio y Superior. Con la finalidad de conseguir una mayor claridad expositiva, las conclusiones principales obtenidas se enumerarán agrupándolas de manera análoga a la distribución en capítulos usada a lo largo de la referida memoria (Tabla I).

Aspectos generales

Se considera adecuado destacar los siguientes puntos, en lo que concierne a cuestiones generales:

- ◆ Se procede a establecer el alcance del término *karst litoral* o *karst costero*, enunciándolo como: *franja de un terreno o macizo calcáreo en la que se constata la influencia geomorfológica del medio marino, materializada en un extenso y variopinto abanico de interrelaciones entre el modelado kárstico y la dinámica litoral*. Esta concepción huye de planteamientos basados en visiones fragmentarias de la morfogénesis propia de las rocas calcáreas; en particular, se hace hincapié en la necesidad de no usar el término *karst litoral* para hacer referencia al micromodelado costero de las rocas carbonatadas, el cual debería ser designado con la expresión mucho más adecuada de *lapiaz costero* o *karren litoral*.

Tabla I:

Índice abreviado de la tesis en el que se recogen, tan sólo, los títulos de sus diferentes capítulos. Asimismo, se indican los tres grandes bloques temáticos en los cuales se estructura el contenido de la memoria.

Table I:

Abridged contents of the thesis which gives each chapter title and shows the three principal thematic blocks under which the thesis is structured.

Bloque 1 (capítulos introductorios)	
INTRODUCCIÓN	13
1. EL KARST LITORAL	23
2. EL ÁREA GEOGRÁFICA ESTUDIADA: EL LEVANTE DE MALLORCA	59
3. EL MODELADO EPIGEO EN EL ÁREA DE ESTUDIO	109
4. EL ENDOKARST DEL LEVANTE DE MALLORCA	153
Bloque 2	
5. INTERFERENCIAS ENTRE LOS MODELADOS ENDOKÁRSTICO Y LITORAL	213
Bloque 3	
6. ESPELEOTEMAS FREÁTICOS Y PALEONIVELES MARINOS	341
7. CONCLUSIONES	517
8. BIBLIOGRAFÍA	541
9. ANEXO FOTOGRÁFICO	579

◆ El repaso de las tendencias de investigación observables en la bibliografía internacional sobre el karst costero —entendido en el sentido amplio antes enunciado— evidencia hasta 7 temáticas principales, sobre las que se incide al abordar estas materias. Centrándonos en la bibliografía disponible sobre las Baleares, se ponen de manifiesto peculiaridades específicas, como son el alto porcentaje de trabajos publicados sobre temas como: la descripción morfológica del endokarst costero, las interferencias morfo-sedimentarias entre endokarst y litoral (y su reconstrucción espeleocronológica), el estudio de las fluctuaciones glacioeustáticas a través de los espeleotemas freáticos y, para terminar, la cuestión de las calas. Por el contrario, son muy escasas las referencias dedicadas a cuestiones como el lapiaz costero, que son en cambio profusamente estudiadas en otros ámbitos geográficos.

◆ A la hora de proceder al estudio del karst litoral de Mallorca, se ha considerado conveniente restringir el área de trabajo a su costa oriental, desde el Cap des Freu (Capdepera) hasta el Cap de ses Salines (Santanyi). Ello se ha debido a la presencia —en la zona de estudio elegida— de diferentes litologías que incluyen calizas mesozoicas estructuradas, depósitos carbonatados postorogénicos del Mioceno Superior y eolianitas pleistocénicas; asimismo, son también muy variados los ambientes geomorfológicos y ecológicos, resultantes de los distintos grados de exposición que se dan a lo largo de este extenso sector de la línea de costa. Las unidades morfoestructurales y fisiográficas abarcadas por el área de trabajo son en concreto dos: los materiales plegados de las Serres de Llevant, y los relieves tabulares del Migjorn.

El modelado epigeo litoral

Han merecido atención determinados aspectos del modelado epigeo en el área de referencia, los cuales poseen algún tipo de dependencia con respecto al carácter calcáreo del sustrato. Los aspectos a resaltar, en este sentido, son los siguientes:

- ◆ La discusión sobre el posible papel de los procesos kársticos en la formación de las calas no aporta evidencias de peso al respecto. En general, las calas de la región natural del Migjorn son el resultado de la inundación de los sectores terminales de sistemas fluvio-torrenciales, careciéndose de pruebas determinantes que aboguen —en el sector estudiado— por una componente kárstica importante en la morfogénesis de estos fenómenos.
- ◆ Los sistemas fluviales que originaron las calas han de ser relacionados con condiciones paleoclimáticas mucho más húmedas que las presentes —y con niveles de base inferiores al actual— acontecidas como mínimo en el Pleistoceno Inferior, remontándose tal vez hasta el Plioceno o incluso la transición Mioceno - Plioceno. Se apunta la probabilidad de que la excavación de estas redes fluvio-torrenciales y la espeleogenésis desarrollada en las calcarenitas tabulares del Mioceno Superior puedan corresponder a un mismo gran evento geomórfico, el cual podría haber estado controlado por un nivel marino al menos 25 metros inferior al de hoy en día.
- ◆ También es objeto de atención el paleokarst finimioceno, que aparece expuesto de manera vistosa a lo largo de los acantilados costeros del Migjorn. En particular, se describen las formas observadas en el litoral próximo a Mondragó (Santanyi), donde

es analizada la incidencia de estos fenómenos en la morfología de detalle de la línea de costa. Queda puesto en evidencia que los colapsos paleokársticos presentan un comportamiento geomorfológico ambivalente, en cuanto a su resistencia a los mecanismos de erosión costera. En unos casos los colapsos constituyen zonas más resistentes a la dinámica erosiva litoral, que originan prominencias notables de la costa; en otras ocasiones, estas estructuras paleokársticas son trabajadas preferentemente por la erosión marina, dando lugar a ensenadas de pequeño o mediano tamaño. Las características diferenciales de uno u otro comportamiento —en el caso de estos fenómenos paleokársticos— están condicionadas por las peculiaridades litológicas de los depósitos del Mioceno Superior involucrados en los colapsos, así como por los tipos de brechas resultantes y su grado de cementación.

El endokarst costero

Las conclusiones que consideramos necesario resaltar, acerca del endokarst litoral en el levante de Mallorca, son las siguientes:

- ◆ Para proceder al establecimiento de los rasgos diferenciales del endokarst en estudio, se propone una clasificación espeleogenética de las cuevas de Mallorca, basada en el contexto hidrogeológico en el que se han generado las cavidades. Se distinguen diversas categorías espeleogenéticas, entre las que destaca la constituida por lo que se han denominado *cuevas litorales*, presentes tanto en las Serres de Llevant como, sobre todo, en la región kárstica del Migjorn. Esta categoría incluye cavernas generadas por disolución freática en la zona de mezcla costera, así como cavidades mixtas de génesis kárstico-marina.
- ◆ La observación de los numerosos fenómenos endokársticos, existentes en la mitad oriental de la isla, permite distinguir en términos generales una trilogía morfológica bien definida, representada por los aspectos ahora enumerados:
 - un gran desarrollo de los desprendimientos rocosos, resultado de los procesos de reajuste mecánico de las bóvedas y paredes de las cavidades;
 - una notable y, en ocasiones exuberante, ornamentación natural consistente en una enorme variedad de espeleotemas;
 - la presencia de lagos de aguas salobres, cuya superficie viene controlada por la posición del nivel marino, en los cuales tiene lugar la deposición freática de carbonatos.
- ◆ No obstante, el endokarst costero posee caracteres diferenciales en las dos unidades morfoestructurales que conforman el área estudiada; estos rasgos particulares están relacionados con los diferentes contextos lito-estratigráficos y estructurales que caracterizan, de modo respectivo, a las Serres de Llevant y a la plataforma del Migjorn. En la primera de estas unidades, las cavidades subterráneas son relativamente variadas en cuanto a su morfogénesis (simas vadosas, galerías freáticas, cuevas litorales...), mientras que en la segunda la gran mayoría de las cavernas corresponden a un único modelo morfogenético, representado por localidades paradigmáticas como las famosas Coves del Drac (Manacor).
- ◆ La tipología de cavidad kárstica que predomina totalmente en el Migjorn está constituida por grandes salas, evolucionadas gracias a progresivos hundimientos de sus bóvedas y decoradas por una profusión de depósitos estalagmíticos. Estas salas constituyen unidades volumétricas yuxtapuestas y más o menos independientes que, comunicándose entre sí, pueden dar lugar a cavernas de notable desarrollo; las entradas de estas cavidades corresponden en la mayoría de las ocasiones a hundimientos, ligados al crecimiento volumétrico antigraavitacional del endokarst. Las cotas inferiores de las cuevas se encuentran ocupadas por lagos de aguas salobres, establecidos en correspondencia con el presente nivel marino. Con suma frecuencia estas cavidades poseen importantes continuaciones subacuáticas, ya que la disposición actual que presentan responde a su inundación parcial como resultado del ascenso postglacial experimentado por el Mediterráneo. Los desarrollos espeleológicos máximos, conocidos en esta región kárstica, superan los 5.000 metros de recorrido hipogeo; algunas cavidades llegan a cotas de hasta -30 metros por debajo del nivel actual del mar, según los conocimientos actuales.
- ◆ Se establece un modelo genético y evolutivo para el endokarst del Migjorn, que contempla una génesis inicial en condiciones freáticas —en la zona de mezcla costera— a la que seguiría una dilatada y compleja evolución vadosa, interferida por las fluctuaciones eustáticas cuaternarias. Los vacíos y conductos primigenios deben haberse formado, presumiblemente, en relación con un nivel marino al menos 25 metros inferior al presente, acontecido en algún momento del Plioceno o incluso de la transición Mioceno - Plioceno. La posible relación que pudiera existir entre esta fase inicial de la espeleogénesis y la excavación de los sistemas de barrancos del levante de Mallorca, aunque resulta plausible, está todavía por corroborar.

Interferencias entre endokarst y litoral

El segundo bloque importante de contenidos gravita sobre el siguiente hecho: existe un abanico amplio de interferencias entre el modelado endokárstico y la dinámica litoral (Tabla II), que ocasionan variados conjuntos morfo-sedimentarios controlados por las oscilaciones glacioeustáticas de la superficie de las aguas marinas. Las posibilidades espeleocronológicas de estas situaciones son remarcables, en la medida en que la historia del nivel del mar introduce una pauta temporal, la cual facilita la reconstrucción evolutiva de las cavidades litorales y sus rellenos. Dentro de estos planteamientos, destacaremos los siguientes aspectos:

- ◆ En un plano estrictamente teórico, las consecuencias geomorfológicas de las oscilaciones del nivel marino sobre el endokarst litoral pueden ser agrupadas en cuatro grandes categorías: las repercusiones de carácter hidrológico de dichas fluctuaciones, la morfogénesis resultante de la actuación conjunta o independiente de ambos modelados, la existencia de rellenos específicos del endokarst

litoral, y las implicaciones cronológicas que se derivan del carácter discontinuo (en el espacio y en el tiempo) impuesto por las variaciones eustáticas.

- ◆ Se ha procedido a hacer balance de las interferencias entre karst y litoral, que es posible constatar en las 40 cavidades estudiadas. Las más frecuentes de ellas consisten en la presencia de lagos de aguas salobres —debidos a la inundación eustática parcial de las cavernas— en los cuales es del todo normal la presencia de espeleotemas aéreos, sumergidos a causa de la transgresión marina postglacial. Abundan asimismo los fenómenos de captura marina de cuevas kársticas, siendo habitual la presencia en las cavidades costeras de sedimentos alóctonos, ya sean de emplazamiento eólico o estrictamente marinos.
- ◆ Situándonos en el plano de las repercusiones hidrológicas del control marino sobre los acuíferos litorales, se aportan datos sobre las concentraciones de los iones Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} y Cl^- en las aguas superficiales de lagos subterráneos, situados a diferentes distancias de la línea de

INTERFERENCIAS ENTRE EL MODELADO ENDOKÁRSTICO Y LA DINÁMICA LITORAL (Bloque 2)

- La eustasia a lo largo del Cuaternario y su conocimiento geocronológico
- Repercusiones geomorfológicas de las oscilaciones eustáticas sobre el endokarst litoral: intento de sistematización
- La hidrogeología y la espeleogénesis en los acuíferos kársticos costeros
 - Generalidades sobre su comportamiento hidrogeológico
 - Particularidades de la espeleogénesis
 - Algunos datos geoquímicos de las cavidades investigadas
- Cuevas marinas y capturas kárstico-marinas
 - Algunos ejemplos destacables de capturas kárstico-marinas
- Los rellenos de las cavidades estudiadas
 - Depósitos alóctonos litorales
 - Depósitos osíferos plio-cuaternarios
 - Rellenos autóctonos químicos:
 - espeleotemas aéreos
 - espeleotemas freáticos y paleoniveles marinos (Bloque 3)
- Datos espeleocronológicos aportados por las interferencias analizadas

Tabla II: Interacciones morfo-sedimentarias entre la evolución del endokarst y la dinámica litoral, analizadas en las presentes investigaciones.

Table II: Morpho-sedimentary interactions between the endokarstic evolution and the littoral dynamics analysed for the present investigation.

costa. Para todos los elementos analizados se observa una muy buena correlación inversa entre su concentración y la distancia con respecto al litoral, observándose como la cuantía de dichos iones disminuye conforme nos alejamos de la costa. En particular, se utiliza la concentración del cation K^+ para evaluar el porcentaje de agua del mar en el sistema hidroquímico, obteniendo valores máximos del orden del 80 % de agua salada en las localidades más próximas al litoral (Cova des Drac de Cala Santanyi), hasta llegar a porcentajes inferiores al 5% en cavidades situadas 1,5 kilómetros hacia el interior (Cova de sa Gleda, Manacor).

- ◆ Se incluyen también algunos perfiles verticales de conductividad, realizados en los lagos de una localidad del litoral de Manacor (Cova de Cala Varques A) en condiciones estivales e invernales. En ambos casos se aprecia la existencia de claros gradientes de conductividad —la cual crece paulatinamente hacia el fondo— gradientes que presentan dos rupturas de pendiente, relacionadas con condiciones muy estáticas de estratificación de las aguas subterráneas; estas rupturas reflejan diferencias de densidad debidas a factores físico-químicos (salinidad, temperatura...). Los perfiles medidos poseen una mayor dimensión vertical en condiciones invernales, a causa del mayor aporte de aguas meteóricas. Las aguas subterráneas alcanzan una salinidad próxima a la del agua marina a una profundidad cercana a los -4 metros en verano y -5 metros en invierno, siempre en la localidad de referencia.
- ◆ Han sido calculados los Indices de Saturación con respecto a la Calcita y al Aragonito, en las aguas superficiales de algunos de los lagos subterráneos muestreados. En la totalidad de los casos existe sobresaturación con respecto a la Calcita, y sólo en alguno de ellos las aguas se encuentran ligeramente subsaturadas en relación al Aragonito. Esta aparente inactividad de los procesos de disolución no parece ser extensiva a todo el perfil de los acuíferos costeros mallorquines; en este sentido, las exploraciones subacuáticas realizadas en nuestras cuevas litorales denotan la existencia de horizontes activos de disolución, que se corresponden con haloclinas donde tiene lugar la mezcla de aguas de diferentes salinidades.
- ◆ La revisión teórica de la espeleogénesis, en los acuíferos litorales, pone de manifiesto el control que el nivel marino ejerce sobre la disposición espacial de los vacíos generados. En el caso del karst litoral del levante de la isla no se han encontrado evidencias claras acerca de horizontes preferenciales de espeleogénesis, que sea posible relacionar con preterritos niveles del Mediterráneo. No obstante, la

gran extensión que ostentan las cuevas del Migjorn por debajo de la actual cota ± 0 metros —alcanzando profundidades de hasta -30 metros bajo el nivel del mar— inclina a pensar que la excavación de los vacíos iniciales ha sucedido a cotas bastante inferiores al presente nivel marino. Esta fase espeleogenética primigenia debe corresponderse a un nivel de base inferior al actual, el cual pudo condicionar a su vez la formación de la red de barrancos epigeos del sur y sureste de Mallorca.



Foto 1: Entrada de la Cova de Cala Falcó (Manacor), cavidad resultante de la captura marina de una cueva kárstica próxima a la línea de costa.

Photo 1: Entrance to the Cova de Cala Falcó (Manacor). A karstic cave affected by marine erosion owing to its proximity to the sea-shore.

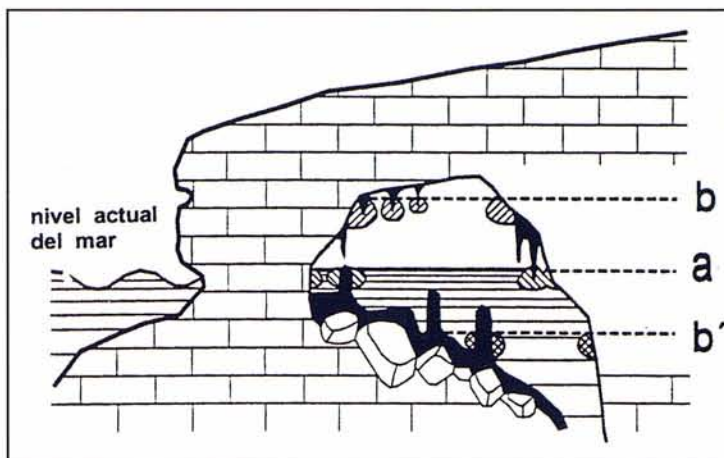
- ◆ Se describen diversos ejemplos de la captura marina de cuevas kársticas (Cova de na Mitjana y Cova de na Barxa, en Capdepera; Cova des Coloms y Cova de Cala Falcó, en Manacor), captura cuya posición cronológica corresponde, en todas las localidades estudiadas, al Pleistoceno Superior o al Holoceno. Se proponen reconstrucciones espeleocronológicas de estas cavidades, efectuadas en conjunción con los datos inferidos a partir de otros tipos de interferencias entre karst y litoral. En la totalidad de los casos analizados, las cuevas evidencian una dilatada evolución morfológica previa a la captura, que ha de abarcar necesariamente al menos el Pleistoceno Medio e Inferior.
- ◆ Una clase particular de cuevas de génesis marina la constituyen morfologías de este tipo excavadas en las zonas muy fracturadas, existentes en los flancos de los cuerpos centrales de los colapsos paleokársticos tratados con anterioridad. Estas situaciones son muy frecuentes en tramos de costa concretos, como el de Mondragó (Santanyi). Dejando de lado esta peculiaridad —casi anecdótica—, la incidencia del paleokarst fini-Mioceno del Migjorn en aspectos tales como la evolución del endokarst plio-pleistocénico, o la morfología de las calas, no está suficientemente documentada.

Figura 1:
Esquema conceptual sobre las posibilidades geocronológicas de una cueva costera, que contiene paleoniveles de espeleotemas freáticos.

a: sobrecrecimiento freático actual correspondiente al presente nivel marino. b: alineación de espeleotemas freáticos, localizados por encima del nivel actual del mar (eventos cálidos). b': paleonivel de espeleotemas freáticos hoy en día sumergidos (pulsaciones frías).

Figure 1:
Conceptual diagram of the possible geochronological events within a coastal cave containing phreatic speleothems indicating sea-paleolevels.

a: phreatic overgrowths corresponding to the present-day sea-level. b: aligned phreatic overgrowths on speleothems above the current sea-level (warm event). b': submerged paleolevels of phreatic speleothems (cold pulsation).



◆ En las cuevas litorales son frecuentes los rellenos alóctonos relacionados ya sea con la propia captura marina de estos vacíos kársticos, o con el emplazamiento eólico de sedimentos de origen marino. Se aportan datos mineralógicos y sedimentológicos sobre los rellenos alóctonos observados, tratándose en su mayoría de calcarenitas bioclásticas de mineralogía por lo general calcítica, aunque también se detectan en algunas muestras porcentajes elevados de Dolomita (20-35 % como máximo) y mucho menos de Aragonito y de Cuarzo; las granulometrías predominantes corresponden a arenas de medias a finas, con tamaños de grano entre 0,5 y 0,125 mm. El tipo de depósito más frecuente y vistoso consiste en dunas adosadas a los acantilados costeros, que penetran por gravedad en cavidades kársticas preexistentes, obturando a menudo su ingreso. En cuanto a la cronología de estas eolianitas no se dispone de informaciones precisas, aunque en algún caso (Secret des Moix y Cova des Sòtil, en Manacor) parece tratarse de sistemas dunares anteriores al último interglacial, y por lo tanto correspondientes —en abstracto— al Pleistoceno Medio.

◆ Los restos paleontológicos de vertebrados plio-pleistocénicos no constituyen depósitos específicos del endokarst costero. Sin embargo su interdigitación con otras morfologías y sedimentos, cuya génesis y deposición están controladas por las vicisitudes del nivel marino, suministra un variado y singular registro de gran valor crono-estratigráfico. En este sentido, se procede a efectuar una interpretación espeleocronológica integrada del yacimiento de la Cova de na Barxa, en Capdepera, conjugando los datos paleontológicos junto con evidencias geomorfológicas y dataciones tanto de espeleotemas vadados como freáticos. Todo ello pone de relieve la complicada historia morfosedimentaria de esta caverna, cuya historia queda reconstruida con bastante detalle en los últimos 200 ka.

◆ Los procesos de deposición de espeleotemas cons-

tituyen un tipo de relleno específicamente kárstico, de gran valor gracias a la posibilidad de realizar dataciones absolutas por métodos radiométricos. Se repasan las dataciones disponibles sobre cristalizaciones precipitadas en condiciones vadadas. Los datos reunidos son lo bastante escasos como para no poder aventurar nada sobre episodios preferentes de estalagmitización. No obstante, de las pocas dataciones disponibles se desprende que los procesos de deposición de espeleotemas aéreos han sido activos, incluso, durante los mínimos termométricos del Pleistoceno Medio y Superior. Por otra parte, en ambientes litorales como el que nos ocupa hay que considerar —además de los condicionantes paleoclimáticos— el importante papel desempeñado por las fluctuaciones del nivel marino; debe tenerse en cuenta que la deposición de espeleotemas aéreos puede resultar controlada altimétricamente por el nivel marino presente o pasado, quedando inhibida su formación por debajo de la cota alcanzada en cada momento por las aguas marinas. De esta manera la existencia de hiatus deposicionales, en los espeleotemas aéreos de localidades cercanas al actual nivel del mar, debe ser interpretada teniendo en mente que pueden corresponder no a causas paleoclimáticas directas (pluviometría, temperatura...), sino a controles paleoambientales indirectos como son las variaciones eustáticas.

◆ Dentro del capítulo final de este bloque de contenidos, se desarrolla una reconstrucción espeleocronológica de los acontecimientos geomorfológicos individualizados en las cavidades del Cap Vermell (Capdepera), que se considera extrapolable a la generalidad del karst litoral del levante de la isla. Las localidades estudiadas permiten establecer que, durante el Pleistoceno Medio y Superior, las cavidades se encontraban ya en unas condiciones morfológicas y volumétricas similares a las presentes; queda además bien documentado cómo, en los últimos 300 ka, las cavernas han experimentado tan sólo pequeños —pero muy interesantes—

retoques morfo-sedimentarios, ligados a las vicisitudes cuaternarias del nivel marino.

Espeleotemas freáticos y paleoniveles marinos

Los espeleotemas freáticos de las cuevas costeras mallorquinas suponen sin duda la vertiente de estudio más importante y novedosa, dentro del abanico de interferencias constatadas entre karst y litoral. Este tipo de cristalizaciones constituye un excelente registro de los paleoniveles pleisto-holocénicos del Mediterráneo (Figura 1), ofreciendo unas muy amplias posibilidades en cuanto a las investigaciones paleoambientales centradas en los tiempos cuaternarios. Estas cuestiones conforman el tercer gran bloque temático de la presente memoria (Tabla III); de hecho los capítulos dedicados a los espeleotemas freáticos constituyen su núcleo, tanto por la originalidad del registro abordado como por las aportaciones que se realizan al conocimiento del Cuaternario en el área mediterránea. Se resaltan a continuación las conclusiones siguientes:

- ◆ Con el fin de lograr un adecuado encuadre cronoestratigráfico de la materia, se realiza un detenido repaso del Pleistoceno y Holoceno marino de Mallorca, referenciándolo a los estadios climáticos del registro marino de isótopos de oxígeno. Esta revisión evidencia las limitaciones que conlleva la nomenclatura de uso habitual en la designación de

los diversos pisos del Cuaternario marino —basada, sobre todo, en criterios faunísticos y estratigráficos—, si la pretensión perseguida es hacer referencia de manera unívoca a los diferentes eventos climáticos del Pleistoceno y Holoceno.

- ◆ Desde el punto de vista morfogenético, se ha procedido a situar los espeleotemas freáticos en el contexto de las diversas clasificaciones existentes, acerca de los depósitos minerales secundarios de las cavernas. Conviene hacer hincapié en una cuestión clave: las alineaciones de este tipo de espeleotemas registran el nivel alcanzado por las aguas freáticas, el cual a su vez viene controlado por la posición del nivel marino. En consecuencia, los espeleotemas freáticos se erigen en un registro excepcional de la historia cuaternaria del nivel del mar.

- ◆ Son sistematizadas las morfologías de esta clase de espeleotemas observables en las cuevas de Mallorca, señalándose asimismo la distribución espacial de estos llamativos depósitos en el conjunto de la isla. En la zona de trabajo elegida, se han investigado un total de 15 localidades que contienen alineaciones de espeleotemas freáticos, individualizándose un mínimo de 30 paleoniveles de estas cristalizaciones, correspondientes a antiguas estabilizaciones de la superficie de las aguas marinas. La situación altimétrica de estos depósitos abarca desde poco menos de la cincuenta de metros de altitud, hasta algo más de veinte metros por debajo del nivel marino presente.

- ◆ Han sido realizadas algunas investigaciones sobre la mineralogía y cristalografía de estos depósitos, utilizando difracción de Rayos-X, microscopía óptica sobre réplicas de acetato de las muestras, y microscopía electrónica de barrido (SEM). Se han analizado mediante difracción de Rayos-X un total de 42 muestras de espeleotemas freáticos, siendo la mineralogía dominante la Calcita, en particular la Calcita magnesiana (HMC) con contenidos de $MgCO_3$ por lo general inferiores al 11 %; también es frecuente la presencia de Aragonito, detectándose asimismo porcentajes bajos de Dolomita en algunas localidades. La deposición de Aragonito parece relacionarse con condiciones paleoambientales cálidas correspondiendo, en las muestras analizadas, siempre a cristalizaciones pertenecientes al último interglacial (estadio isotópico 5).

- ◆ El estudio cristalográfico de las muestras obtenidas, efectuado mediante microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM), ha aportado nuevos datos sobre esta clase de depósitos. Las cristalizaciones de aragonito exhiben siempre

ESPELEOTEMAS FREÁTICOS Y PALEONIVELES MARINOS (Bloque 3)
<ul style="list-style-type: none"> — Las oscilaciones del nivel marino en el Cuaternario: su conocimiento en la isla de Mallorca — Los espeleotemas freáticos: génesis y morfología — Los espeleotemas freáticos en las cuevas de Mallorca — Datos mineralógicos y cristalográficos — Dataciones isotópicas por el método de las series de Uranio (Th/U) — Las mediciones de ESR (Electron Spin Resonance) — Datos aportados por el estudio de los isótopos estables de C y de O
<ul style="list-style-type: none"> — El conocimiento de los paleoniveles del Mediterráneo por medio de los espeleotemas freáticos mallorquines <ul style="list-style-type: none"> — La posible incidencia de la neotectónica — Una curva eustática para los últimos ka — Algunas consideraciones paleoclimáticas

Tabla III: Metodología empleada para el estudio de los espeleotemas freáticos, en las cuevas costeras del levante de Mallorca, como herramienta para el conocimiento de los paleoniveles marinos durante el Cuaternario.

Table III: Methodology used in studying the phreatic speleothems from coastal caves on eastern Mallorca as a mean of obtaining a better knowledge of sea-level changes during the Quaternary.

un hábito acicular, que origina depósitos cuyas morfologías son redondeadas y sus superficies muy lisas. Los espeleotemas calcíticos presentan variadas fábricas que abarcan desde agrupaciones fibrosas de cristales elongados, hasta cristalizaciones macrocristalinas de hábito romboédrico; las formas resultantes incluyen, respectivamente, desde concreciones de apariencia botrioidal o globular hasta espectaculares ejemplares de morfología exterior poliédrica, pasando por abundantes espeleotemas freáticos de aspecto coraloide.

- ◆ La realización de dos programas de datación absoluta, de muestras de espeleotemas freáticos, ha permitido precisar la edad de los paleoniveles marinos que generaron esas cristalizaciones. Las dataciones han sido efectuadas usando la técnica $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, basada en la desintegración radioactiva de las series del Uranio. En total se han datado 40 muestras pertenecientes a antiguos niveles marinos, cuyas alturas están comprendidas entre +40 metros s.n.m y -23 metros bajo el actual nivel del Mediterráneo.
- ◆ Las edades obtenidas, en el caso de las 22 muestras recolectadas a alturas superiores a la actual cota ± 0 metros de la superficie marina, oscilan entre 3,9 ka —para un espeleotema subactual— y >350 ka B.P., edades estas últimas atribuibles como mínimo al estadio isotópico 9. Están muy bien representados (11 dataciones) los diversos picos cálidos habitualmente distinguidos dentro del último gran acontecimiento interglacial (subestadios 5a, 5c y 5e), con cronologías que abarcan desde 83,4 ka hasta 130,4 ka B.P., y materializados en forma de paleoniveles de cristalizaciones freáticas situados a altitudes próximas a los +2 metros s.n.m.
- ◆ El hecho de encontrar depósitos pertenecientes al mismo evento climático, pero situados a altimetrías diferentes, informa sobre la existencia de deformaciones tectónicas recientes en el área estudiada. A este respecto, los espeleotemas atribuidos a los subestadios 5a, 5c y 5e se hallan a altitudes crecientes de sur a norte, pasándose de los +1,4 metros de las localidades más meridionales hasta llegar a los +2,5 metros en las septentrionales. Esta situación denota un basculamiento del orden de poco más de un metro, responsable de las diferencias altimétricas observadas en función de la latitud.
- ◆ Las dataciones comentadas hasta ahora corroboran la asunción geomorfológica que relacionaba la existencia de alineaciones elevadas de cristalizaciones freáticas, con antiguos niveles del Mediterráneo asociados a eventos de signo cálido (interglaciales). Asimismo se confirma la relativa

gran antigüedad —Pleistoceno Medio, al menos— de los paleoniveles más altos (>30 metros s.n.m.), tal como sugerían las evidencias provenientes del registro marino pleistocénico de Mallorca.

- ◆ Se ha tenido ocasión de muestrear y datar 18 especímenes de espeleotemas freáticos, que hoy en día permanecen sumergidos por debajo del nivel del mar. Tales cristalizaciones corresponden a otros tantos paleoniveles marinos, cuyas cotas se sitúan a profundidades comprendidas entre -1,5 y -23 metros; en particular, son abundantes las alineaciones de estos espeleotemas localizadas a profundidades de entre -13 y -17 metros. Estos depósitos registran estabilizaciones regresivas del Mediterráneo, ligadas a acontecimientos climáticos de relativo carácter frío. Las edades obtenidas oscilan entre 63,7 ka y >350 ka B.P., relacionándose con los estadios isotópicos 4, 6, 7 y 8, así como con los subestadios 5b, 5d y 5e integrados dentro del último evento interglacial. Algunas muestras, al aportar edades superiores a los 350 ka, han de corresponder como mínimo al estadio isotópico 9.
- ◆ Ha sido posible también disponer de dataciones de algunas muestras de estas cristalizaciones, realizadas mediante la técnica ESR (*Electron Spin Resonance*). Concretamente, se han efectuado mediciones de ESR en un total de 10 muestras, obteniendo resultados cronológicos poco consistentes, muy en línea con el escepticismo sobre las posibilidades y fiabilidad de este método que abunda en la bibliografía internacional.
- ◆ Las investigaciones isotópicas han abarcado también el análisis de isótopos estables del Oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) y del Carbono ($\delta^{13}\text{C}$), realizados a partir de 23 muestras tanto de espeleotemas freáticos como vadosos; en 3 de los especímenes freáticos estudiados se han efectuado estos análisis, asimismo, secuencialmente en las diferentes bandas de crecimiento de los espeleotemas. También han sido analizados los isótopos estables del O y del C en las aguas de los lagos de algunas localidades, para tener constancia de la composición isotópica de los precipitados carbonáticos actuales. Los datos analíticos aportados ponen de manifiesto una evidente covariación positiva de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$, los cuales presentan valores en alza —composiciones isotópicas más “pesadas”— conforme se incrementa la componente marina en el sistema hidrogeoquímico.
- ◆ Las tendencias isotópicas observadas en las bandas de crecimiento de algunas de las muestras, correspondientes a cristalizaciones formadas durante el último interglacial, denotan una evolución hacia composiciones isotópicas “pesadas” a lo

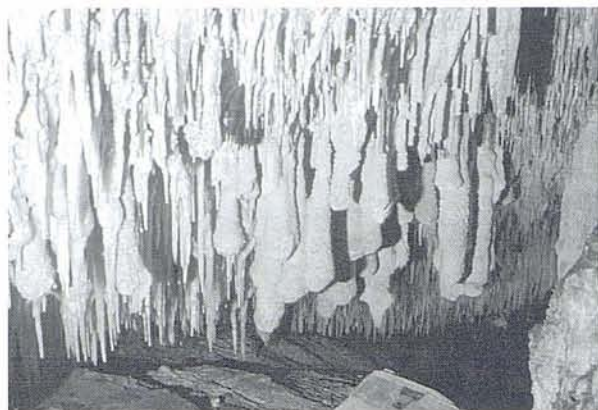


Foto 2: Espeleotemas freáticos desarrollados sobre estalactitas aéreas pre-existentes, en las Coves del Drac (Manacor). Estas cristalizaciones subacuáticas registran un paleonivel marino, situado algo más de un metro por encima del presente nivel del Mediterráneo.

Photo 2: Phreatic speleothems on some pre-existing aerial stalactites, Coves del Drac (Manacor). These subaquatic deposits record sea-paleolevels lying at just over one metre above the actual level of the Mediterranean Sea.

largo de los subestadios de signo cálido 5a y 5e. Dicha tendencia es interpretada como resultante de una mayor intrusión marina en el sistema, asociada a condiciones climáticas de aridez creciente. Esta inferencia paleoclimática cuestionaría la asunción habitual que relaciona —en nuestro entorno geográfico— los momentos interglaciales con episodios climáticos de signo marcadamente húmedo.

- ◆ La integración de los programas de datación absoluta llevados a cabo sobre espeleotemas freáticos, muestreados tanto por encima como por debajo del nivel marino actual, aporta interesantes precisiones tendentes a la construcción de una curva eustática válida para los últimos 300 ka en el Mediterráneo Occidental. Esta curva es especialmente detallada en el rango de edad comprendido entre 60 ka y 150 ka B.P., período que incluye el último gran evento interglacial (estadio isotópico 5) con las abruptas pulsaciones climáticas que en la actualidad se distinguen dentro de él.
- ◆ Las conclusiones más destacables, que se desprenden de las curvas eustáticas propuestas, son las siguientes:
 - Escasez y poca consistencia de los datos cuyas edades son mayores de 300 ka (estadios isotópicos 9 o anteriores).
 - El estadio 8, de signo frío, está representado por dos paleoniveles regresivos a -23 y -13,5 metros, con edades respectivas de 288 y 260 ka B.P.
 - El penúltimo interglacial (estadio 7) se encuentra poco documentado, existiendo evidencias

sólidas de un nivel marino a +5 metros en torno a los 232 ka, así como una estabilización negativa a -8 metros (201 ka B.P.) asociada ya a la transición hacia el estadio isotópico 6.

- Durante el evento frío previo al último interglacial (estadio 6) tiene lugar una regresión marina, registrada mediante un paleonivel a -14 metros en torno a los 147 ka B.P.
- En el último y complejo gran evento interglacial (estadio 5; 80-135 ka B.P.) se constatan hasta 7 pulsaciones climáticas de signo contrapuesto, que se traducen en la alternancia de picos transgresivos (de +1,4 a +2,5 metros s.n.m.) entre los que se intercalan breves episodios regresivos de al menos 18 metros de magnitud.
- Los inicios de la última glaciación (estadio 4) aparecen documentados por abundantes paleoniveles marinos inferiores al actual (entre -12 y -17 metros), cuya cronología va desde 63 a 79 ka B.P.
- Finalmente, el nivel postglacial del Mediterráneo está representado por numerosos espeleotemas freáticos subactuales —originados en el actual rango de fluctuación de la superficie marina—, así como por un paleonivel de 6,6 ka de antigüedad, situado a +2,1 metros, correlacionable con el piso Flandriense, también denominado Versiliense.

- ◆ Centrándonos en el estadio isotópico 5, se pueden individualizar los siguientes eventos de mayor a menor antigüedad:
 - Dentro del subestadio 5e —el óptimo térmico del último interglacial— están documentadas dos pulsaciones transgresivas de un máximo de +2,5 metros, ocurridas en torno a 130 y 117 ka B.P.; entre ambas se intercala un brusco episodio regresivo, de un mínimo de 16 metros de amplitud.
 - El subestadio 5d podría estar representado por un único paleonivel de espeleotemas freáticos, que informaría sobre una pulsación regresiva de al menos 15 metros.
 - Situado alrededor de los 108 ka B.P., el subestadio 5c supone otro evento de carácter cálido, registrado en algunas localidades por medio de cristalizaciones freáticas localizadas a cotas comprendidas entre +1,5 y +2,5 metros.
 - Un nuevo, y tal vez más prolongado, episodio regresivo tiene lugar sobre los 91-98 ka B.P. (subestadio 5b), momento en que el nivel del Mediterráneo desciende al menos 18 metros.
 - Para terminar, el subestadio 5a (83 ka B.P.) representa un pico cálido inmediatamente anterior al estadio 4, el cual marca el inicio del último gran ciclo glacial. Este acontecimiento transgresivo supone un nivel marino próximo a los +2 metros, cuyo descenso hasta -17 metros sucederá en tan sólo algunos miles de años.

- ◆ Las abundantes dataciones realizadas, a partir de espeleotemas freáticos recolectados entre las cotas +2,5 y -18 metros, permiten estimar tasas de variación del nivel marino durante las pulsaciones climáticas del último interglacial. Los valores calculados arrojan cifras medias de ascenso o descenso eustático del orden, nada despreciable, de 4 m/ka; entre estas bruscas fluctuaciones del nivel marino, puestas de manifiesto por los presentes datos, por fuerza se han de intercalar momentos de estabilidad de uno o unos pocos miles de años, lapso temporal mínimo necesario para la formación de los paleoniveles muestreados.
- ◆ Las dataciones correspondientes al último interglacial demuestran que el nivel del mar, en Mallorca, no ha ascendido por encima de la cota +2,5 metros en los últimos 150 ka. Este dato hace patente la necesidad de afinar la cronología de los yacimientos marinos, atribuidos en sentido amplio al Euirreniense sobre la base de criterios faunísticos. El alcance cronoestratigráfico de este piso en Mallorca resulta muy poco preciso ya que, además de los niveles típicos con fauna termófila correspondientes al último interglacial, incluye depósitos —situados a cotas incluso superiores a los +12 metros— que sin duda pertenecen al menos al estadio isotópico 7.
- ◆ Todo lo expuesto en los puntos precedentes demuestra que los espeleotemas freáticos son una herramienta nueva, muy potente y precisa, para el estudio del Cuaternario. Estos depósitos reflejan la posición del nivel marino en el momento de su formación, atesorando valiosas informaciones paleoclimáticas y cronológicas susceptibles de ser desveladas mediante investigaciones isotópicas.
- ◆ Este tipo de cristalizaciones constituye un registro mucho más completo, por lo general, que el derivado del estudio de los yacimientos marinos cuaternarios. Debe ser tenido en consideración que se trata de un registro de carácter aditivo, el cual no suele haber sufrido la eventualidad de su destrucción total o parcial a causa de la erosión epigea, como sucede con las playas fósiles y/o las terrazas de abrasión marina.
- ◆ A modo de conclusión final, se puede afirmar que los espeleotemas freáticos son un singular ejemplo de cómo el interés de las investigaciones espeleológicas no se circunscribe a sus aportaciones, del todo incuestionables, al ámbito global de la karstología. Su trascendencia se extiende a otros problemas geológicos —de carácter más general y de mayor relevancia actual— tales como el conocimiento del Cuaternario, el estudio de los abruptos

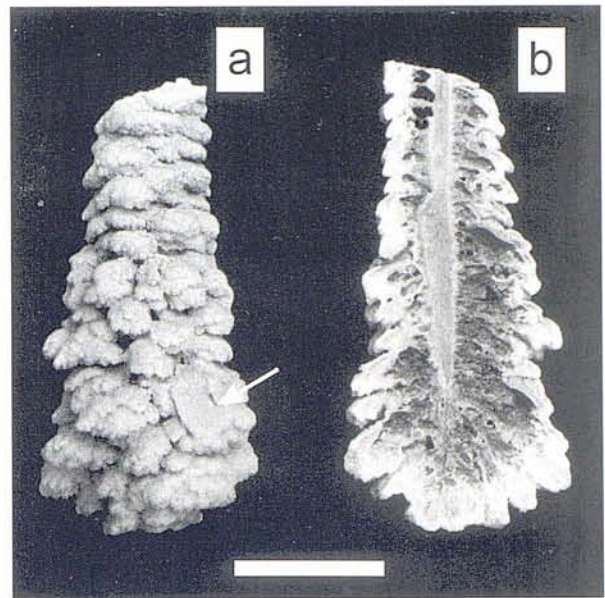


Foto 3: Muestra de espeleotema freático recolectado en la Cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí). Escala gráfica = 5 cm.

a: aspecto externo de la muestra; la flecha indica la presencia de una lámina de calcita flotante, englobada en el sobrecrecimiento freático. **b:** sección del mismo espeleotema; obsérvese la estalactita vadosa que sirve de soporte al revestimiento freático.

Photo 3: A phreatic speleothem sample taken from the Cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí).

a: external appearance of the sample: the arrow indicates the presence of a floating calcite plate, embedded in the phreatic overgrowth. **b:** section of the sample: the vadoso stalactite that acts as a support for the phreatic coating is clearly visible.

cambios climáticos acontecidos en su decurso, y la reconstrucción de las oscilaciones eustáticas que se derivan de los mismos.

Agradecimientos

En la vertiente económica, la elaboración de esta tesis se ha beneficiado de dos ayudas concedidas por el *Museu Balear de Ciències Naturals* (Sóller, Mallorca) durante los años 1994 y 1995, así como del acuerdo de colaboración establecido —a partir del curso 1989-90— entre la *Università "Roma Tre"* (Roma, Italia) y la *Universitat de les Illes Balears* (Palma de Mallorca, España). Asimismo, estos trabajos han formado parte de los proyectos de investigación de la DGICYT nº PB94-1175 y de la DGESIC nº PB98-0132.

Los agradecimientos de índole no económica son tan numerosos y extensos que resulta del todo imposible su inclusión en el presente resumen. No obstante dejaré constancia de mi profunda gratitud a todos los amigos y colegas, que de una manera u otra han contribuido al buen término de estas investigaciones.

Referencia bibliográfica de la tesis

GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 págs + 29 láms. Palma de Mallorca.

NOTÍCIA DE LA TROBALLA D'UNS MATERIALS ARQUEOLÒGICS A L'ENTRADA DE LA COVA ESTRETA (Pollença)

per Damià RAMIS ¹ i Carles QUINTANA ²

Resum

Es descriuen els materials arqueològics recuperats a l'entrada de la cova Estreta (Pollença). Es proposa una cronologia pretalaiòtica inicial per a l'ocupació de la cavitat, basada en paral·lelismes ceràmics. Finalment es realitza una interpretació sobre la funcionalitat del jaciment, relacionant-la amb la pastura de caprins.

Abstract

The archaeological materials found at the entrance of Cova Estreta (Pollença) are described. An early pre-talayotic chronological framework for the occupation of the cave, based on pottery parallels, is suggested. Finally, an interpretation of the functional character of the site with respect to caprine-animal pastoralism is discussed.

Introducció

La cova Estreta de Pollença, descoberta a començaments de l'any 1996, va transcendir a la literatura científica a causa del dipòsit paleontològic trobat al seu interior (ENCINAS i ALCOVER, 1997; SEGUÍ, 1999) i dels diversos estudis paleoecològics i biomoleculars que aquest descobriment ha permès realitzar (e.g., QUETGLAS i BOVER, 1998; ALCOVER *et al.*, 1999; BOVER i ALCOVER, 1999; LALUEZA *et al.*, 2000).

El present treball està motivat per l'aparició d'uns materials arqueològics, en estat molt fragmentari, trobats a l'entrada de la cova. L'objectiu fixat és, d'una banda, la descripció d'aquestes restes i, en segon lloc, el plantejament d'una interpretació sobre el seu possible significat cultural.

La cova i el seu marc físic

La descripció de la cova Estreta i del seu entorn va ésser realitzada per ENCINAS i ALCOVER (1997), que també en publicaren la topografia. Es tracta d'una

petita cavitat situada al damunt del pla del Rafal d'Ariant, en direcció al pla de les Egües. Es troba dintre dels terrenys pertanyents a la possessió d'Ariant. El relleu és molt escarpat i la vegetació actual, molt pobra en espècies, està caracteritzada pel carritjar (*Ampelodesmos mauritanica*).

L'entrada s'obre a la part septentrional d'una petita dolina situada al costat del penya-segat que dona al pla del Rafal. La cavitat és un sistema de conducció d'aigües d'escoriment. Topogràficament consta d'una entrada petita, en forma de saleta, de 3 m d'ample per 3,5 m de fons i uns 4 m d'alçada màxima, la qual s'obre en direcció NO. Breument, podem indicar que l'interior de la cova està format per diferents galeries connectades mitjançant passos estrets o bots. En conjunt, segueixen un sentit descendent, situant-se el final de la cova uns 12,5 m per sota el punt més alt del pis de la cova.

L'accés a l'interior de la cova era inicialment impossible, ja que al final de la primera galeria, la qual tenia una amplada inferior al 70 cm, estalactites i pedres consolidades per colada estalagmítica tancaven el pas, i per tant hagué d'ésser desobstruït durant el procés d'exploració.

El mateix any 1996 començà l'excavació, dirigida pel Dr Josep A. Alcover, del dipòsit fòssilífer localitzat al seu interior, de la qual se n'han realitzat quatre campanyes fins avui.

1 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB). Ctra. Valldemossa km 7.5. 07071 Palma.

2 Laboratori de Prehistòria i Arqueologia. Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts. Universitat de les Illes Balears. Ctra. Valldemossa km 7.5. 07071 Palma.

Materials recuperats

ENCINAS i ALCOVER (1997: 87) esmentaren la troballa de cinc fragments ceràmics i un fragment de vidre de fosa o "pseudo-obsidiana" a la superfície de l'entrada, durant les primeres exploracions de la cova, significat l'absència de qualsevol material arqueològic al seu interior. Durant les campanyes d'excavació del jaciment, es varen recuperar alguns altres fragments de ceràmica, tots ells fets a mà, i restes òssies d'espècies introduïdes a l'àmbit més exterior de la cavitat. També s'ha de dir, però, que una de les peces, un fragment de base, es trobà en superfície al final de la primera galeria, il·lustrant els processos postdeposicionals en la formació del dipòsit.

Estratigràficament, a la saleta d'entrada es va documentar la presència d'un sol nivell sedimentològic amb una potència màxima d'uns 40 cm, dipositat directament sobre la roca mare. Estava format per un sediment argilós, molt homogeni, de color marronenc i amb escassa presència de pedres, d'identiques característiques al sediment del nivell paleontològic 2 de l'interior de la cova (ENCINAS i ALCOVER, 1997: 91).

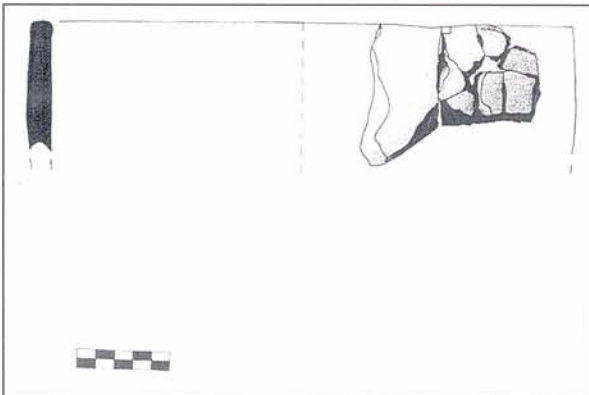


Figura 1: Fragments de vora ceràmica (CES-33 a CES-40) pertanyents a un gran contenidor de forma cilíndrica o de tonell. Escala 5 cm.

Figure 1: Pottery fragments (CES-33 to CES-40) corresponding to the rim of a big cylindrical or barrel-like container. Scale 5 cm.

CERÀMICA

Es varen recuperar un total de quaranta fragments ceràmics. Les formes identificades són dues. La primera d'elles és una vora recta (Núm. Inv. CES-33 fins a CES-40; Figura 1), que no es diferencia de les parets de la peça, i amb el llavi pla. No és segura la seva inclinació, ja que el fragment conservat és força petit, però en tot cas sembla que les parets de la peça devien caure rectes o quasi rectes. S'ha calculat un diàmetre aproximatiu d'uns 30 cm. A la part conservada de la peça, s'aprecia el començament d'un element de pressió. Així mateix, es va recuperar en superfície una base plana de

paret oberta i corba (Núm. Inv. CES-31; Figura 2), la qual no presenta refeu ni engrossament, sense que es puguin fer gaires apreciacions al respecte.

Pel que fa als aspectes tecnològics s'ha pogut observar, entre els diferents fragments ceràmics, la presència d'almenys dos tipus de pastes distintes. El primer tipus, força depurat, presenta una superfície porosa amb escassa o nul·la presència de desgriant. Al segon, per contraposició, sí podem observar l'existència de desgriant que, en observació macroscòpica, s'adverteix localitzat en partícules petites o molt petites, d'un color que oscil·la entre el blanc i el gris, amb un origen probablement calcari. En cap cas s'adverteixen a les superfícies dels fragments, tant de la primera com de la segona pasta, tractament de brunyit o espatulat, encara que no es pot descartar que els mateixos hagin desaparegut.

RESTES ÒSSIES

S'han recuperat 42 restes òssies, 29 de les quals han pogut ser identificades. En primer lloc, s'ha de destacar l'exhumació d'una peça dentària humana. Pel que fa a les restes faunístiques identificades, excepció feta de tres molars de *Myotragus* (els quals presenten un major grau de fossilització), totes elles pertanyen a caprins introduïts sense que, en cap cas, s'hagi pogut diferenciar entre cabra i ovella. Els ossos més representats són els molariformes (4 sencers i 17 fragments), i també s'ha documentat la presència d'un fragment medial de costella, un disc intervertebral no fusionat i dos ossos tarsals. No s'hi observen marques de tall, cremades ni patrons de fractura intencionada.

ELEMENTS LÍTICS

S'ha constatat la presència d'un únic element lític (Núm. Inv. CES-41; Figura 3), recuperat en superfície durant la primera exploració de la cova, a la saleta d'entrada. És una peça de forma irregular, elaborada sobre un mineral vidriós de color negre. S'hi aprecien ones de percussió, sense poder-ne concretar la causa. Té un aspecte idèntic a uns materials trobats a la zona propera de l'avenc de s'Aigo, a Mortitx, inicialment considerades com obsidiana (CARBONELL *et al.*, 1981: 80), idea descartada però, a partir d'una anàlisi mineralògica, la qual planteja la possibilitat que es tracti en realitat de vidres de fosa (ALCOVER *et al.*, 2001), idea coincident amb l'exposada per ENCINAS (com. pers.) a partir de la troballa de fragments del mateix tipus de material a la cova de s'Entreforc (Escorca). D'altra banda, els estudis arqueometal·lúrgics documenten que les escòries de coure i d'altres metalls presenten una naturalesa negra cristal·lina (e.g., MOHEN, 1992: 76-77).

La cova Estreta és una més de les localitats on es té constància de la presència de l'anomenada "pseudo-obsidiana", entre les quals es troben les ja esmentades

de Mortix (e.g., MERINO, 1997: 61), la cova de s'Entreforc (ENCINAS, com. pers.) i el camí de ses Figueroles (ALCOVER, com. pers.), les tres a Escorca.

Interpretació cronològica i cultural

Dos són els elements que ens poden donar una orientació cronològica per poder situar aquest dipòsit dins un marc temporal mínimament definit: el tipus de pasta dels fragments ceràmics i, en segon lloc, la forma del fragment de vora ja descrit.

A les pastes descrites anteriorment, destaca l'absència o l'escassa presència de desgreixant, la qual cosa sembla indicar que no pertanyen al període talaiòtic, on la presència d'inclusions petites i mitjanes és molt freqüent. Així mateix, cal destacar que tot el conjunt recuperat és aparentment homogeni, ja que ambdós tipus de pasta són característics de contextos pretalaiòtics (en el sentit de ROSSELLÓ-BORDOY, 1972).

Pel que fa al fragment de vora, sembla que formava part d'un gran contenidor de forma cilíndrica o de tonell amb agafadors horitzontals a la part superior, just per sota de la vora. Aquest tipus de recipient va ser descrit inicialment a partir dels exemplars trobats a la balma de Son Matge, en un primer moment considerats més recents que la ceràmica de tradició campaniforme (ROSSELLÓ-BORDOY i WALDREN, 1973: 40, 74). No obstant, a les publicacions posteriors, els mateixos fragments apareguren amb una procedència cronològica i estratigràfica diferent i esdevingueren neolítics (e.g., FERNÁNDEZ-MIRANDA i WALDREN, 1979: 355-357), com va significar ENSENYAT (1991). Per aquest motiu s'ha plantejat la necessitat de comprovar l'assignació cronològica i cultural d'aquest tipus ceràmic mitjançant l'estratigrafia d'altres jaciments, abans de la seva acceptació (e.g., COLL, 2000: 379). El que es pot acceptar, en base al registre actual, és que no és posterior a la primera meitat del II mil·lenni cal BC. La troballa de restes de contenidors ceràmics de gran mida a l'interior de coves planteja que, originàriament, aquests podrien servir per recollir l'aigua de

qualque degotís, tal com fan palès diversos exemples etnològics mallorquins (e.g., TRIAS, 1982: 30; BARCELÓ *et al.*, 1998: 21) o, si més no, per emmagatzemar-la.

En definitiva, els materials arqueològics documenten l'ocupació d'aquesta petita cavitat a un moment indeterminat anterior a la segona meitat del II mil·lenni cal BC, sense que es pugui precisar tampoc el període cultural en què s'ha de situar, a causa dels problemes que arrossega el registre arqueològic actual. A altres coves de la serra de Tramuntana, com el coval Simó (COLL, 2000) o la cova de sa Tossa Alta (CALVO *et al.*, 2000), també s'hi ha registrat la presència del mateix tipus de tonells, però sense poder-ne acotar, pel moment, l'enquadrament cronològic ni cultural.

Aquest fet introdueix la qüestió de l'ocupació de les coves de la serra de Tramuntana com a llocs d'hàbitat durant l'anomenat Pretalaiòtic. Aquest és un fenomen documentat des de temps ençà, sovint a partir d'excavacions poc sistemàtiques i de què tan sols se'n tenen breus notícies, però, a les quals, l'aparició de fragments de ceràmica incisa de tradició campaniforme, o d'altres elements associats, les situava dins un interval cronològic relativament precís. Com exemples, a més de les ja esmentades, es poden citar la cova de Son Torrella, la cova del Penó, la cova de s'Alova o el coval d'en Pep Rave (e.g., ENSENYAT, 1969; 1971; COLL, 1991).

ENSENYAT (1969: 70) relacionà l'ocupació d'aquestes coves amb la pastura estival, proposant que el ramat es baixava al pla durant l'hivern, ja que considerava aquesta zona com difícilment habitable durant l'estació més freda. En canvi, LEWTHWAITE (1985: 217) interpretà aquests assentaments als cims de la serra com a subordinats a una economia agrícola dominant, bé per allunyar el bestiar de les valls fèrtils o bé a causa d'un increment demogràfic que obligà a colonitzar les zones més marginals. A grans trets, el model d'ENSENYAT (1969) és el que se segueix a la bibliografia recent (e.g., CALVO *et al.*, 2001: 37).

A la zona continental més pròxima a l'arxipèlag balear s'ha documentat l'ocupació estacional, com a lloc d'habitació, de cavitats a zones muntanyoses per part de grups neolítics o posteriors, fet que ha estat interpretat com a producte de pràctiques de ramaderia transhumant o transtermant a la bibliografia dels darrers anys (e.g., MARTÍN, 1992; PALOMAR, 1996; SAÑA, 1998).

Sembla raonable suggerir la relació de l'ocupació prehistòrica de la cova Estreta amb la pràctica de la pastura itinerant de caprins per part dels grups pretalaiòtics. A partir del registre arqueològic de la cova, la vaixel·la ceràmica estaria formada per molt poques unitats (una d'elles interpretable plausiblement com a dipòsit d'aigua), les restes òssies no presenten evidències que permetin interpretar-les com restes de menjar, i tampoc hi ha cap indicatiu d'una foguera. A més, l'espai

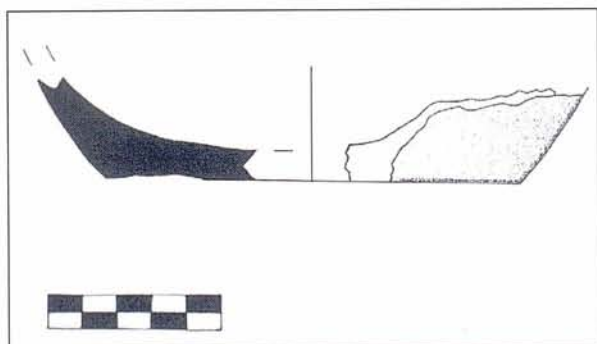


Figura 2: Fragment de base plana (CES-31). Escala 5 cm.

Figure 2: Fragment of a flat-base container (CES-31). Scale 5 cm.

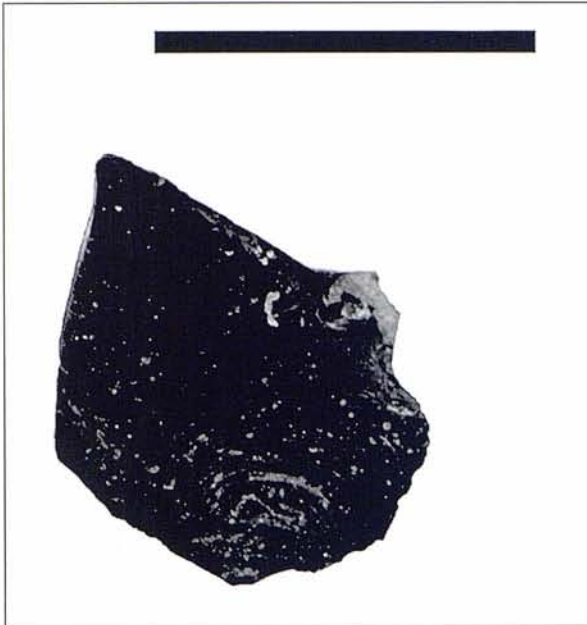


Figura 3: Element lític fet de l'anomenada "pseudo-obsidiana" (CES-41). Escala 2 cm.

Figure 3: Lithic piece of the so-called "pseudo-obsidian" (CES-41). Scale 2 cm.

habitable de la saleta d'entrada és tan sols d'uns 6 m². Aquestes dades denoten una ocupació poc intensa del jaciment. Per tant, tot plegat sembla apuntar que es tracta d'un lloc ocasional de refugi o descans d'un o varis pastors que haguessin de dur a pasturar el seu ramat per aquells paratges. S'han descrit jaciments de característiques semblants a altres illes com per exemple La Palma (PAIS, 1996: 321). La cova Estreta compleix els principals requisits d'un assentament muntanyenc de pastors (ANGIONI, 1973-74: 392; PAIS, 1996: 128-129), la proximitat a l'aigua (basses del torrent de Mortitx i font del Rafal d'Ariant) i la bona visibilitat per poder controlar el ramat.

En darrer lloc, la presència d'un fragment del que podria ser interpretat com a vidre de fosa, ens podria estar donant una pista de la realització d'activitats paral·leles a la pastura dels ramats de caprins domèstics. Això suposaria que els pastors aprofitarien l'estada a la serra de Tramuntana per recollir mineral cuprífer i, fins i tot, per fondre'l i beneficiar-ne el metall. En aquest cas, tendríem un tercer element cronològic per a la interpretació del jaciment, ja que l'existència d'una resta del procés de fosa ens situaria dins l'Edat dels Metalls, exclouent la seva pertinença al Neolític Final. No obstant, aquest element no ha estat tengut en compte a la discussió inicial de la cronologia del jaciment a causa del caràcter especulatiu d'aquesta afirmació mentre no es pugui comprovar la hipòtesi manejada en aquest treball sobre l'origen de la "pseudo-obsidiana". No és descartable un altre tipus d'origen d'aquest material, relacionat amb alteracions produï-

des per fenòmens diferents als esmentats i, d'altra banda, les prospeccions geològiques realitzades a la zona, tot i que no han estat molt intenses, apunten l'absència de minerals amb interès metal·lúrgic (CRESPI, com. pers.).

De tota manera, i per concloure, no es pot deixar de tenir en perspectiva que la interpretació presentada en aquest treball prové d'un conjunt molt fragmentari, afectat per processos postdeposicionals i sense estratigrafia clara, malgrat l'aparent coherència dels materials arqueològics.

Agraïments

El Dr Josep Antoni Alcover ens va permetre l'estudi dels materials arqueològics de la cova Estreta abans de dipositar-los al Museu de Mallorca. També ens va assabentar de la troballa d'aquesta "pseudo-obsidiana" al camí de ses Figueroles (Escorca) i ens va permetre consultar l'informe inèdit sobre el material inicialment interpretat com a obsidiana, realitzat pel Dr Pere Enrique. José Antonio Encinas ens va proporcionar informació de la troballa d'aquest tipus de material a la cova de s'Entreforc (Escorca). Enrique Gildemeister, propietari dels terrenys on s'ubica la cova Estreta, ens va facilitar l'accés en tot moment. El Consell de Mallorca va autoritzar la intervenció paleontològica i la va finançar parcialment. Pau Balaguer, Damià Crespí, el Dr Joan Fornós, el Dr Bernadí Gelabert, Lluís Gómez, Lluís Moragues, Guillem X. Pons, el Dr Antoni Rodríguez i Gemma Villanueva realitzaren valuoses indicacions sobre diversos aspectes geològics que il·lustren aquest article. El text també s'ha vist beneficiat dels comentaris i suggeriments del Dr Josep A. Alcover, el Dr Jaume Coll i el Dr Víctor Guerrero. El Dr Damià Jaume va revisar la traducció anglesa del resum i les figures. No obstant, tan sols els autors són responsables de les incorreccions que es puguin haver comès.

Aquest treball ha estat realitzat en el marc del projecte PB97-1173 de la DGICYT. Un dels autors (D.R.) és becari del Ministeri de Ciència i Tecnologia.

Bibliografia

- ALCOVER, J.A.; PÉREZ-OBIOL, R.; YLL, E.-I. i BOVER, P. (1999). The diet of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla: Caprinae), an extinct bovid from the Balearic Islands: evidence from coprolites. *Biological Journal of the Linnean Society*, 66: 57-74.
- ALCOVER, J.A.; RAMIS, D.; COLL, J. i TRIAS, M. (2001). Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, 24 (en premsa).
- ANGIONI, G. (1973-74). I pastori dell'Ogliastra. Descrizione documentaria dell'ergologia tradizionale. *Studi Sardi*, 23 (2): 355-442.
- BARCELÓ, M.A.; GRÀCIA, F.; CRESPI, D.; VICENS, D.; PLA, V.; GINARD, A. i CASAS, J.A. (1998). Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: Coll des Pastors (Calvià, Mallorca). *Endins*, 22: 19-35.

- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (1999). The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 401-428.
- CALVO, M.; GARCIA, J.; FORNÉS, J.; GUERRERO, V.M.; RAMIS, D. i SALVÀ, B. (2000). La cova de sa Bassa (Escorca, Mallorca). In GUERRERO, V.M. i GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 401-416. Palma.
- CALVO, M.; GUERRERO, V.M. i SALVÀ, B. (2001). *Arquitectura ciclòpea del Bronce balear. Análisis morfofuncional y desarrollo secuencial*. El Tall. Palma.
- CARBONELL, E.; MORA, R.; PONS-MOYÀ, J. i COLL, J. (1981). La indústria en sílex del jaciment a l'aire lliure de la zona del Rafal des Porcs-Cova des Drac (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 8: 75-80.
- COLL, J. (1991). Seriación cultural de los materiales del Coval d'en Pep Rave (Sóller, Mallorca). Elementos calcolíticos y talayóticos. *Trabajos de Prehistoria*, 48: 75-101.
- COLL, J. (2000). Excavación arqueológica del Coval Simó. Estado actual y perspectivas de futuro. In GUERRERO, V.M. i GORNÉS, S. (coord.), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears: 371-400. Palma.
- ENCINAS, J.A. i ALCOVER, J.A. (1997). El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 21: 83-92.
- ENSENYAT, J. (1991). Island colonisation in the Western Mediterranean: the Balearic Islands. In WALDREN, W. H.; ENSENYAT, J. i KENNARD, R. (eds), *IInd Deya Conference of Prehistory*. BAR International Series, 574: 251-66. Oxford.
- ENSEÑAT, B. (1969). Aportación al conocimiento de los primitivos pobladores de Mallorca. In *X Congreso Nacional de Arqueología (Mahón, 1967)*. Zaragoza: Secretaría General de los Congresos Arqueológicos Nacionales: 67-74.
- ENSEÑAT, B. (1971). Historia primitiva de Mallorca. In MASCARÓ, J. (dir.): *Historia de Mallorca*: 289-352. Palma.
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. i WALDREN, W.H. (1979). Periodificación cultural y cronología absoluta en la Prehistoria de Mallorca. *Trabajos de Prehistoria*, 36: 349-77.
- LALUEZA, C.; BERTRANPETIT, J.; ALCOVER, J.A.; SHAILER, N. i HAGELBERG, E. (2000). Mitochondrial DNA from *Myotragus balearicus*, an extinct bovid from the Balearic Islands. *Journal of Experimental Zoology*, 288: 56-62.
- LEWTHWAITE, J. (1985). Social factors and economic change in Balearic prehistory, 3000-1000 b.c. In BARKER, G. i GAMBLE, C. (eds.), *Beyond Domestication in Prehistoric Europe*. Academic Press: 205-231. Londres.
- MARTÍN, A. (1992). La economía de producción a lo largo del neolítico en Cataluña. In MOURE, A. (ed.), *Elefantes, ciervos y ovicaprinos. Economía y aprovechamiento del medio en la Prehistoria de España y Portugal*. Universidad de Cantabria: 203-228. Santander.
- MERINO, A. (1997). Nuevas cavidades de la zona de Mortix – puig d'en Massot (Escorca – Pollença), Mallorca. *Endins*, 21: 51-62.
- MOHEN, J.-P. (1992). *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*. Masson. Barcelona.
- PAIS, F.J. (1996). *La economía de producción en la prehistoria de la isla de La Palma: la ganadería*. Dirección General de Patrimonio Histórico, Estudios Prehispánicos 3. Santa Cruz de Tenerife.
- PALOMAR, V. (1996). Sobre la utilización de las cuevas en el bronce valenciano y su relación con los yacimientos al aire libre. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses*, 17: 157-174.
- QUETGLAS, G. i BOVER, P. (1998). Reconstrucció de l'esquelet de *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): noves implicacions morfofuncionals. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 41: 159-171.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1972). La prehistoria de Mallorca. Rectificaciones y nuevos enfoques al problema. *Mayurqa*, 7: 115-56.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. i WALDREN, W.H.. (1973). Excavaciones en el abrigo del bosque de Son Matge (Valldemossa, Mallorca). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 2: 1-76.
- SAÑA, M. (1998). Arqueozoología i faunes neolítiques a Catalunya. Problemàtica plantejada entorn a la dinàmica del procés de domesticació animal. *Cypsela*, 12: 99-110.
- SEGÚ, B. (1999). *Successió estratigràfica d'aus en els reblliments càrstics de les gimnèsies. Els ocells fòssils de Mallorca i de Menorca*. Universitat de les Illes Balears (Tesi Doctoral inèdita). Palma.
- TRIAS, M. (1982). Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 29-36.

PRIMERES DATACIONS ABSOLUTES DEL JACIMENT DEL COVAL SIMÓ (Escorca, Mallorca)

per Jaume COLL ¹

Resum

L'objectiu d'aquest article és presentar les primeres datacions radiocarbòniques del jaciment arqueològic de coval Simó (Escorca, Mallorca). El jaciment fou segellat per desprendiments en una cronologia antiga, constituint un conjunt tancat de gran significació documental. L'estudi de les troballes permet contribuir al coneixement del model d'adaptació cultural d'un grup colonitzador amb atuells ceràmics en els estadis inicials del desenvolupament del poblament insular. La cavitat va funcionar com a hàbitat de muntanya per a les poblacions assentades a l'illa en la transició entre el tercer mil·lenni i el segon abans de la nostra era. El lloc manté un gran interès científic per l'homogeneïtat cronològica del material trobat.

Abstract

The objective of this paper is to make known the archeological importance of the Coval Simó excavation (Escorca, Mallorca). The site was closed by landslides during its history, making it a closed unit of great documental significance. The study of the findings has contributed to the understanding of the cultural adaptation model of a colonial group in the initial stage of insular development using pottery vessels. The cave functioned as a mountain dwelling for settlement populations on the island in the transition from the 3rd to 2nd millennium BC. The site has great interest because of the chronological homogeneity of the material found. The first radiocarbon findings on items from this cave are also published.

Antecedents i localització

El jaciment arqueològic del coval Simó (Escorca) se situa a la serra de Cúber, sobre la carena que separa la vall longitudinal de Son Torrella del pla de Cúber. Consisteix en una balma oberta dins un sistema de dolines. Queda a l'alçada del km 36,5 de la carretera C-710, entre les cotes pròximes 953 al SO i 942 al NO, i a una distància en horitzontal de 200 m cap a l'E de la carretera. Es troba a 920 m s.n.m. Les seves coordenades són 6°28'18" E, 39°47'23" N (fulla 670-I de la Cartografia Militar d'Espanya). La microorografia de l'àrea és molt interessant en tractar-se d'un sistema de dues grans dolines càrstiques, excavades dins el massís rocós, situades quasi al cim de la cresta SO. Actualment es troben fardides de material sedimentari i d'humus format per la mateixa vegetació. Una d'elles, on se situa el coval Simó, s'obri al NE; la segona, connectada amb aquesta per l'avenc colmatat, s'obri

en direcció E. Ambdues presenten el sediment superficial perfectament horitzontal, amb bona terra, i evidències clares de tractar-se d'un terreny que conserva la humitat, car la seva superfície es troba coberta de petits joncs i alzines. La dolina orientada al NO ocupa un àrea aproximada de 200 m², i 400 m² l'orientada a l'E. Tot i que ALCOVER *et al.* (2001) consideren coval Simó com a un sistema espeleològic complex, en aquest treball parlem sols de la balma excavada fins ara que conté el dipòsit arqueològic que identifiquem amb el mateix nom. La topografia de la cavitat és presentada per ALCOVER *et al.* (2001), mentre que la quadrícula de referència fou presentada per COLL (2000).

L'excavació arqueològica del coval Simó s'inicià l'any 1998 en el marc del projecte d'investigació dirigit pel Dr Víctor Guerrero, del Seminari de Prehistòria del Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts, titulat "*Colonización humana en medios insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural: el caso*

¹ Museo Nacional de Cerámica y de las Artes Suntuarias González Martí, Apartat de Correus 22033, 46080. València

de la isla de Mallorca", suportat aleshores pel Programa Nacional de Ciència i Tecnologia, PB95-0490, conclòs l'any 1999 (COLL, 2000). Ha comptat amb la subvenció econòmica del Govern de les Illes Balears (1998), de la Universitat de les Illes Balears (1999 i 2001), i del Consell Insular de Mallorca per a la realització d'estudis de laboratori (2000). A més, el Consell Insular de Mallorca col·laborà, l'any 1999, enviant una brigada forestal per tal de desplaçar les grans roques esllavissades que cobrien part del jaciment.

Introducció al coneixement arqueològic del coval Simó

L'interès del coval Simó es fonamenta en el fet que es tracta d'una zona de refugis naturals que funcionà, segons les evidències arqueològiques conegudes, com hàbitat de muntanya per a les poblacions humanes assentades a l'illa en la transició entre el tercer mil·lenni i el segon abans de la nostra Era (dates calibrades). Les exploracions arqueològiques antigues, iniciades als anys seixanta per Bartomeu Enseñat i un grup de col·laboradors, foren publicades a les actes del Congrés Nacional d'Arqueologia l'any 1967 (ENSEÑAT, 1969, 1971). El treball d'aquest autor ens mostra que les evidències materials localitzades foren ceràmica incisa i indústria lítica, en particular, fragments de vasos globulars amb bandes incises de decoració atapeïda, del tipus denominat "incisa A" (CANTARELLAS, 1972a, b) pertanyent al "Campaniforme Antic" (EBP) (WALDREN, 1984, 1986), i també de "incisa B", sobre troncocònics. També aparegué una indústria lítica realitzada sobre sílex, consistent en peces tabulars de falç (WALDREN, SANDERS i COLL, 1984), i altres elements d'escates o ascles sobre nucli. L'ambient general del context lliga amb altres evidències procedents d'indrets com Ca na Cotxera (Muro), assentament d'habitatge de plana, o les coves veïnes de Son Torrella i Tossals Verds, a més de les de Son Matge (Valldemossa), es Velar d'Aprop (Santanyí) (CARRERAS i COVAS, 1984) o Son Marroig, aquesta última de caràcter funerari.

ENSENYAT (1967, 1971) descriu el sediment de coval Simó com una capa de 20 a 40 cm de gruix, que ofería els materials mesclats i en desordre, degut a l'acció de les aigües les quals, en forma de pluges i neus, penetraven al coval i inundaven el jaciment. De llavors ençà s'ha de pensar que la metodologia arqueològica ha canviat força i avui dia existeix una millor capacitat per a jutjar de forma més adient els fenòmens de deposició i alteracions sedimentàries. El fet que sols s'hi trobessin materials culturalment homogenis fa pensar que el lloc manté un gran interès científic, primer per la mateixa homogeneïtat cronològica i cultural de l'assentament, després per la gran superfície inexplorada del mateix, i també per la possibilitat de localitzar nivells d'ocupació antròpica anteriors al segon mil·lenni cal BC

no detectats en la primera investigació per manca de coneixements sobre l'evolució cultural de l'illa de Mallorca. Un dels excavadors (Antoni Estades Gelabert) ens informà que en un sector del coval, a una certa fondària, es localitzaren cranis del caprí *Myotragus balearicus* Bate 1909.

L'any 1966, el coval Simó fou excavat en una superfície d'uns 17 m², arran de la roca, deixant intacta un àrea de 40 m² que se situa en la zona central de la boca de l'abric, sector cobert per les roques d'un gran esllavissament de la visera i on hem centrat la nostra investigació.

La represa de les excavacions del jaciment del coval Simó ha permès conèixer amb major precisió el potencial del lloc per a l'estudi de les primeres etapes de l'ocupació humana insular dins del tercer mil·lenni a.C. Les campanyes iniciades l'any 1998, continuades els anys 1999 i 2001, ens han permès obtenir evidències culturals clares i iniciar els estudis de paleoambient i de reconstrucció del sistema econòmic d'aleshores. En aquest sentit, s'ha emprès l'estudi antracològic i la identificació de les espècies vegetals, els estudis arqueozoològics i s'han assetjat les primeres datacions radiocarbòniques, les qual oferim en aquest treball.

L'estratigrafia del jaciment ha evidenciat clarament l'existència d'uns nivells amb presència de ceràmiques incises dels tipus A/B, o relacionades amb el món de les ceràmiques campaniformes, sobre uns estrats que tan sols presenten ceràmiques llises, amb morfologies prou noves. El jaciment ofereix l'interès addicional de conèixer el model d'adaptació cultural d'un grup colonitzador amb atuells ceràmics en els estadis inicials del desenvolupament del poblament insular, això ens permet avaluar si els models de fabricació i ús dels atuells es reproduïen a l'illa igual com al lloc originari, o bé si la pauta de comportament es modifica. El coval Simó permet conèixer la manera per la qual una cultura ceràmica, probablement d'origen forà, s'instal·là en un medi insular. Els coneixements actuals sobre processos culturals i tecnològics relacionats amb la utilització de la ceràmica poden tenir, al nostre jaciment, un ample camp d'experimentació utilitzant tècniques tradicionals o mètodes de laboratori.

La localització de nombroses unitats deposicionals amb contextos que clarament pertanyen al tercer mil·lenni o inicis del segon, obri esperances per a aclarir el complex panorama que presentaven fins ara els jaciments coetanis a aquest. La dificultat de rellegir Son Matge, amb la confusió estratigràfica que la bibliografia ha posat de manifest, o l'ambigüïtat de troballes com les realitzades a Son Ferrandell-Oleza, Son Mas, Es Velar o Ca na Cotxera, es posen a prova a un jaciment que fou segellat pels despreniments de la visera de la balma en una cronologia antiga, constituint un conjunt tancat de gran importància documental.

Abreviatures emprades:

MNIB:	Museu de la Naturalesa de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
KIA:	Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, Brusselles.
BP:	Anys radiocarbònics abans del present.
cal BC:	Anys solars abans de Crist. Dades calibrades.
UE:	Unitat Estratigràfica.
ca.:	circa
** :	Per a les calibracions així indicades hem emprat CALIB rev.4.3 (copyright 2000 M. Stuiver and P.J. Reimer). Els valors 2 sigma s'han arrodonit, segons les convencions, a la desena més baixa.

L'estratigrafia del sector G8 i la datació relativa del coval Simó

A la campanya de 1999 es pogueren realitzar les primeres excavacions a sectors afectats pel despreniment de la visera, un cop desplaçades les grans roques que segellaven el jaciment. El quadre G8 fou elegit com àrea de testimoni per reconstruir la seqüència sedimentària del coval abans de la caiguda del grans blocs (vegeu la seqüència estratigràfica al gràfic 1). El sector queda just sota el bloc erràtic 8a, zona on l'any 1999 es localitzaren els estrats més antics i més interessants fins aleshores de l'abric. Es detectaren les següents unitats estratigràfiques, els materials més significatius de les quals es representen a la fig.1:

UE 29. Estrat de terra grisa fosca, abundant material, immediatament sota el bloc 8a.

- Material localitzat:

293. Fragment superior de cos de vas globular carenat. 24 x 44 x 5 mm.

295. Fragment de base plana amb taló. 26 x 33 x 7 mm.

296. Fragment de carena de vas bitroncocònic. 23 x 21 x 6 mm.

205. Fragment d'agafador de vas tonell o Horgen. 18 x 44 x 18 mm.

UE 33. Foguer o taca de cendres i pedres amb evidències de forta combustió. A un costat es trobà una gran llosa plana situada a la vora del foguer.

- Material localitzat:

206. Fragment de vora de vas esferoïdal amb cordó. 25 x 24 x 6 mm.

207. Fragment de vora de voltada vas de tipologia indeterminada. 10 x 16 x 10 mm.

237. Fragment de vora recta de conca. 21 x 19 x 6 mm

238. Fragment de vora recta de vas semiesfèric. 25 x 21 x 6 mm.

239. Fragment de vora exvasada de vas indeterminat. 26 x 20 x 8 mm.

240. Fragment de vora recta de vas Horgen o tonell. 28 x 36 x 9 mm.

241. Fragment de base de vas indeterminat. 34 x 28 x 10 mm.

242. Fragment amorf d'element modelat. 22 x 15 x 10 mm.

243. Fragment de carena de vas globular carenat. 26 x 45 x 9 mm.

244. Agafadora horitzontal de vas indeterminat. 12 x 33 x 8 mm.

245. Fragment de vora de vas bitroncocònic. 15 x 25 x 5 mm.

246. Fragment amorf d'element modelat. 17 x 20 x 5 mm.

247. Fragment atípic de vas Horgen o gran vas, amb naixement de monyó. 20 x 28 x 10 mm.

248. Fragment de llavi lleugerament exvasat de vas indeterminat. 11 x 22 x 6 mm.

249. Fragment de llavi invasat de vas esferoïdal. 13 x 14 x 6 mm.

UE 34. Taca de cendres i pedres amb evidències de forta combustió.

UE 43. Capa de terra amb cendres que ocupa el buit de les pedres que calcen la llosa plana del foguer. Possiblement pertany a un foguer anterior a la UE33.

- Material localitzat:

287. Fragment de vora de vas troncocònic, amb agafador ($\varnothing = 135$ mm). 42 x 48 x 9 mm.

288. Fragment de vora de vas semiesfèric. 25 x 26 x 5 mm.

289. Fragment de vora de conca amb mamelló. 25 x 30 x 5 mm.

UE 35. Capa d'argiles ocre, amb material, sota el foguer 33.

- Material localitzat:

224. Fragment atípic de vas globular o semiesfèric. 38 x 37 x 8 mm.

225. Fragment de vora de vas semiesfèric. 19 x 19 x 3 mm.

226. Fragment de vora exvasada de vas globular o bitroncocònic. 17 x 18 x 7 mm.

227. Fragment de vora de vas semiesfèric. 20 x 15 x 5 mm.

228. Fragment de vora recta de vas semiesfèric. 17 x 12 x 4 mm.

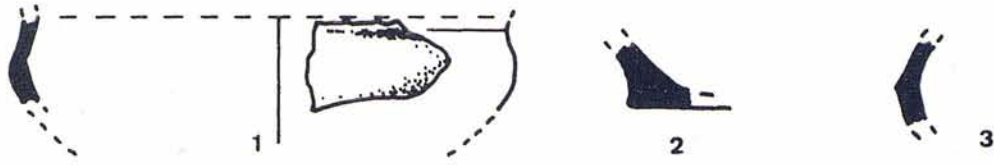
229. Fragment de vora de vas Horgen o tonell. 21 x 17 x 12 mm.

230. Fragment de vora recta de vas indeterminat. 12 x 9 x 5 mm.

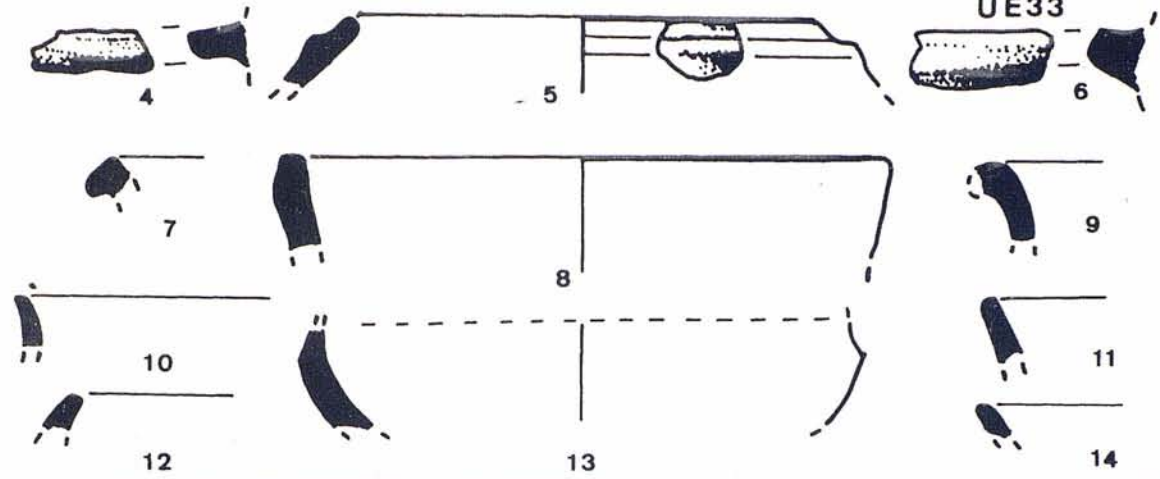
231. Fragment atípic de vas indeterminat, amb naixement de monyó. 19 x 20 x 4 mm.

232. Fragment de vora de llavi recte de vas indetermi-

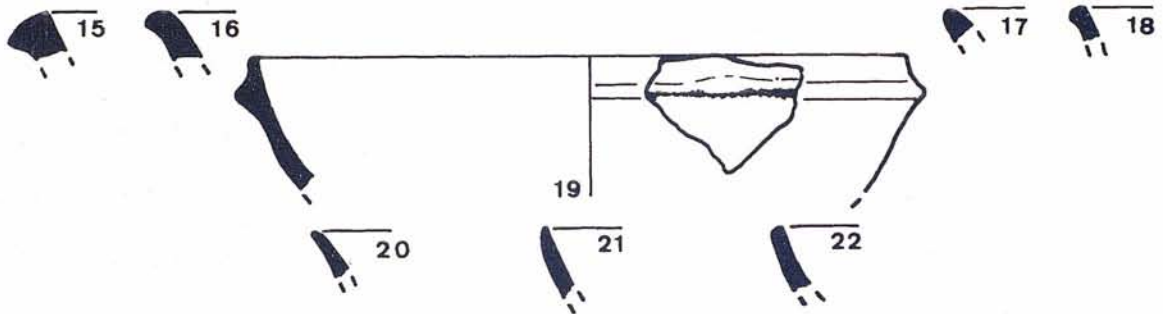
UE 29



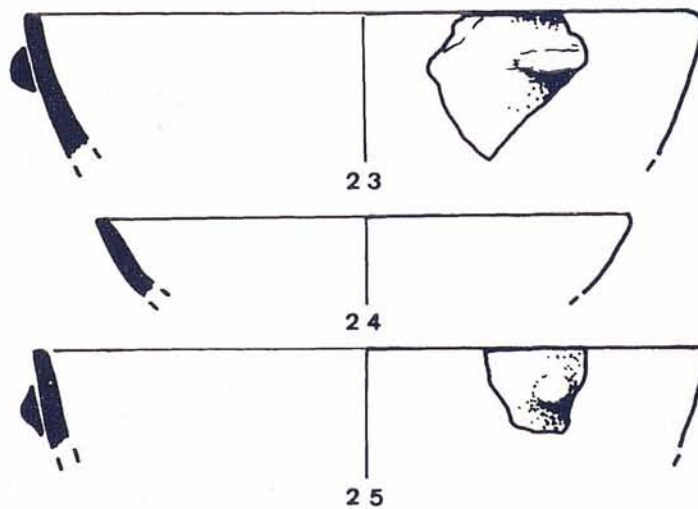
UE 33



UE 35



UE 43



nat. 8 x 14 x 5 mm.

233. Fragment de vora de vas troncocònic amb cordó. 34 x 46 x 7 mm.

235. Fragment de vora de vas globular amb cordó aplicat. 16 x 13 x 9 mm.

UE 23. Capa d'argila vermella fosca en HI-7,8 formada per sedimentació d'argiles de neoformació, de color vermell intens, en la zona d'escorrentia i sedimentació natural de l'abric.

Material localitzat (es presenta sols el corresponent a aquesta UE pertanyent al quadre G8):

96. Fragment de vora de conca de superfície allisada sense decoració. Ø indeterminat. 15 x 15 x 6 mm.

UE 15. Estrat de terra amb graves, de color ocre, compacta i dura. Sembla ser el substrat natural del sector.

Datacions absolutes

Per a l'establiment de la cronologia absoluta dels nivells del sector es seleccionaren 9 mostres, 6 d'elles procedents de la seqüència del quadre G8. S'han preferit mostres animals per la seva major fiabilitat en vers de mostres de carbons. Finalment foren enviades a datar tres d'elles als laboratoris Beta Analytic Inc. (Miami, Fl), i al professor Mark Van Strydonck del Real Institut del Patrimoni de Brusseles (KIA), les quals presentem a continuació tal i com se'ns han lliurat:

1- Sector G8, UE33, interior del foguer.

Material datat: MNIB 66498. Fragment medial de diàfisi de tibia esquerra de caprí introduït (*Ovis/Capra*).

Datació: KIA-14323: 3670±30BP.

1 SIGMA. 68,2% de confiança

2140BC (0,54) 2080BC

2050BC (0,46) 1980BC

2 SIGMA. 95,4% de confiança

2140BC (1,00) 1950BC

2- Sector F9, UE35.

Material datat: MNIB 66500. Fragment d'extrem proximal de metacarp dreta de *Capra hircus*.

Datació: KIA-14324: 955±40BP.

1 SIGMA. 68,2% de confiança

1020AD (0,39) 1060AD

1080AD (0,61) 1160AD

2 SIGMA. 95,4% de confiança

1000AD (1,00) 1190AD

El Dr. Van Strydonck informa que la mostra tenia molt poc contingut de col·làgen (5 grams d'os oferiren tan sols 0,1 gr.), quan és normal que es trobi almenys en un 10%. El fet és una forta indicació de contaminació causada per una mala conservació. La mostra és, per tant, inadequada per a la datació.

3- Sector G8, UE35.

Material datat: MNIB 80508. M1 o M2 esquerre de caprí introduït (*Ovis/Capra*).

Datació: BETA-154196: 3760±40BP.

Interceptació de la data radiocarbònica amb la corba de calibratge:

Cal BC 2190, cal BC 2170, cal BC 2150

1 SIGMA. 68% de confiança

Cal BC 2210 al 2130BC

2 SIGMA. 95% de confiança

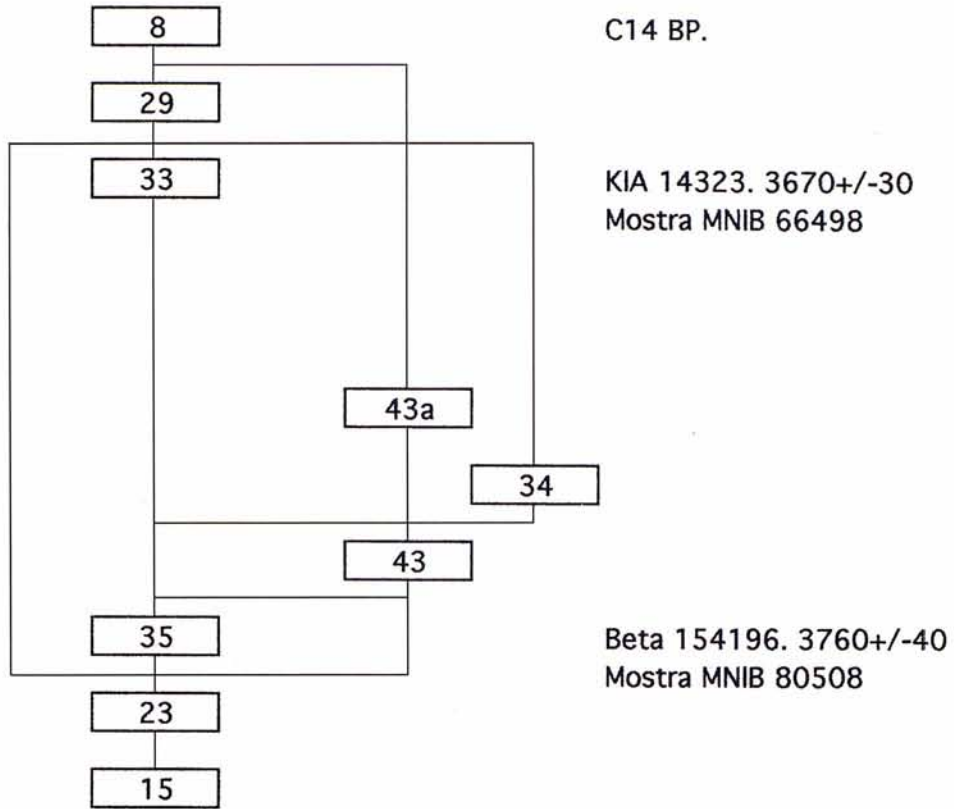
Cal BC 2290 al 2040

Discussió

Les dues primeres datacions absolutes vàlides del jaciment arqueològic del coval Simó ratifiquen les primeres hipòtesis sobre el context cultural i la cronologia probable que ens plantejarem en el moment de l'inici de la investigació, a partir de l'estudi comparatiu de la seva cultura material, malgrat les dificultats que trobem en localitzar contextos i estratigrafies fiables en altres jaciments de les illes corresponents a aquest moment i que comentarem més endavant. Les datacions absolutes obtingudes demostren, amb una $p > 95\%$, que el jaciment estava ocupat pels humans abans del 2040 cal BC. Igualment, amb una $p > 95\%$, es pot dir que no hi ha proves de presència humana anterior al 2290 cal BC. Malgrat, no hem d'oblidar que no es tracta de l'estrat amb ocupació més antiga, ja que per sota es troba la UE23. La correlació entre aquesta data i la següent, indicaria una continuïtat d'ocupació que, en qualsevol cas, seria també anterior al 1950 cal BC (UE33). Tanmateix sols representa que la UE33 es va dipositar després que la UE35, abastant, amb una $p > 95\%$, un període màxim d'ocupació possible de 340 anys (2290-1950), malgrat no es pot excloure que la diferència entre l'edat real de les dues dates sigui molt inferior a aquesta xifra, àdhuc de només unes dècades o menys. A més, això sols representa l'episodi central de l'ocupació humana del coval, ja que manca datar els nivells més profunds i els més recents per a obtenir dades que permetin valorar de manera més adient la validesa d'aquesta informació.

Per altra banda, ambdues dates s'adiuen bé amb la presència de vasos tipus tonell, esferoïdals, bitroncocònics i semiesfèrics, peus amb taló, etc. molt semblants als grups localitzats al nivell C de Ca na Cotxera (CANTARELLAS, 1972a, 1972b), encara que resulta nova la presència de vores voltades que pertanyen a grans contenidors. Tanmateix, aquestes són freqüents als jaciments continentals coetanis (BERNABEU, 1984). Hem d'assenyalar la contemporaneïtat de l'estrat UE35 del sector G8 amb l'UE13 del G9, on es va localitzar un fragment de ceràmica incisa amb una decoració bigarrada de línies obliqües (inv. 141; COLL, 2000, fig. 16), acompanyat amb altres peces de reper-

Interpretació estratigràfica del quadre G8 de Coval Simó (Escorca). 14/9/2001.



tori similar a les localitzades a UE33 i 35. Aquestes UUEE indicarien una ocupació del Bronze I segons els paral·lels continentals.

A més, la informació obtinguda al coval Simó puntualitzaria algunes de les dades obtingudes a Son Matge que Waldren considera centrals per a explicar els processos culturals de la segona meitat del tercer mil·lenni (WALDREN, 1997), que seran l'objecte central de la nostra discussió. No tindrem en compte la informació obtinguda de Son Ferrandell-Oleza i a Son Mas en mancar una seriació estratigràfica amb evidències materials que permetin establir una comparació directa. Pel que fa a Son Matge, les nostres datacions correspondrien, segons Waldren, a un moment amb presència de materials de la cultura del vas campaniforme, allà datats entre el 2539 cal BC i el 1485 cal BC, i amb una evidència clara de taller metal·lúrgic amb ceràmica campaniforme suposadament datada cap al 2090 cal BC (WALDREN, 1997: 44 i 37). Veurem que a partir de la lectura dels textos de Waldren es fa difícil seguir el seu discurs per a centrar la cronologia de les evidències que serien coetànies a les localitzades al coval Simó, especialment perquè s'utilitzen erròniament sols els valors modals per a establir la cronologia, perquè les mostres utilitzades són de vida llarga i per tant no daten el fet que es pretenia datar (VAN STRY-

DONCK *et al.*, 1998), i a més perquè les diverses publicacions entren en contradiccions en la descripció de la mostra i del context estratigràfic. Inicialment Waldren datà la pervivència del *Myotragus* a Son Matge fins al 2200 cal ANE (WALDREN, 1986: 138), i per això aquesta data hauria de contemplar-se aquí donada la coincidència amb les nostres. Malgrat això, darrerament aquesta pervivència es situada per Waldren fins entorn del 2700 (1994: 1). Per això, obviem tractar el tema aquí ja que les datacions associades a la presència de *Myotragus* són discutides a un altre article en aquesta mateixa revista (ALCOVER *et al.*, 2001), i per tant només examinarem la validesa de les altres dates:

-1. QL23 (4020±50 BP)(WALDREN, 1986, inv. 50), aporta la datació de 2539 cal BC (2521 cal BC, segons WALDREN, 1992), amb 2 sigma de 2860 al 2810 (WALDREN, 1992, taula 1.51). Aportaria la data més antiga de presència de ceràmiques del vas campaniforme. La mostra és carbonat i la cal·libració oferida és errònia, ja que el 2 sigma és cal BC 2830 (2564, 2522, 2497) 2450**. A més, hi a una possible confusió, car a la taula 1.51 (WALDREN, 1992) es troba un altra referència QL23. Waldren l'associa primer a material campaniforme (1982: 122), i més

endavant al neolític, considerat intrusions per petjades les ceràmiques campaniformes que s'hi troben a l'estrat (WALDREN, 1982: 159).

-2. CSIC178 (3980±170 BP) (WALDREN, 1986, inv. 49), aporta la datació de 2523 cal BC, amb 2 sigma de 2880 al 2140 (WALDREN, 1992, taula 1. 51), on la data es presenta com 3980 ±120 BP). Dataria l'horitzó de ceràmiques incises. Pertany a una mostra de carbó vegetal (WALDREN i FERNÁNDEZ MIRANDA, 1974; FERNÁNDEZ MIRANDA i WALDREN, 1979: 356) o de carbonat (WALDREN, 1986, inv. 49). A més, aquesta mostra havia estat associada prèviament a un nivell amb presència de foguers amb ossos de *Myotragus* descarnats sense materials arqueològics (WALDREN i FERNÁNDEZ MIRANDA, 1974).

-3. QL5b (3970±100 BP) (WALDREN, 1986, inv. 48), aporta la datació 2483 cal BC, amb 2 sigma 2870 al 2140 (WALDREN, 1992, taula 1.51). Representaria la transició entre les ceràmiques llises i les incises del vas campaniforme (FERNÁNDEZ MIRANDA i WALDREN, 1979: 357). La mostra també són carbonats.

-4. IRPA835 (3700±60 BP) (WALDREN, 1992, taula 1.48), aporta la datació 2090 cal BC, amb 2 sigma 2190 al 2030. Sols es diu que Son Matge és un taller metal·lúrgic i lloc de comerç ca. 2090 cal BC (WALDREN, 1997, p. 37). Aquesta datació és l'única que presenta aquest valor modal de tota la seqüència de Son Matge, malgrat la mostra no s'identifica ni per l'origen estratigràfic ni pel material, excepte la seva procedència de la Central Enclosure i la pertinença a un nivell identificat com Bell Beaker Workshop (BBWS) (WALDREN, 1992, taula 1.48).

Tot això evidència que, a Mallorca, l'única datació antiga fiable relacionada amb ceràmiques incises de l'estil del vas campaniforme prové exclusivament del coval Simó.

Per damunt d'aquests estrats es sedimentà la UE29, on hi trobem globulars de llavi indicat, que tenen paral·lels al nivell B de Ca na Cotxera (CANTARELLAS, 1972), datat per la mostra de carbons I-5515 en 1800±120 anys a.C. (WALDREN, 1986) (2 sigma cal BC, 2480 al 1780**); malgrat allà la cronologia de l'estrat podria ser més moderna donat que la datació es realitzà sobre matèria vegetal.

La UE29 del quadre G8 deu ser simultània a la UE12 del quadre G9, on es trobà una ceràmica amb incisió interna (inv. 20) i una esgrafiada (inv. 21) (COLL, 2000, fig. 16), o a la UE48 del quadre F8, excavada l'any 2001, on ha aparegut per primera vegada en con-

text arqueològic un fragment de pedra vidriosa negra, reconeguda habitualment com pseudobsidiana en la literatura recent de les Balears (PONS i COLL, 1984), però sembla que es tracta d'escòries d'una fundició metal·lúrgica prehistòrica. ENCINAS i ALCOVER (1997) esmenten la presència d'un fragment de pseudobsidiana a l'entrada del jaciment de la cova Estreta, en un context arqueològic presentat per RAMIS i QUINTANA (2001). Tanmateix manca realitzar més datacions directes per a poder establir la seva cronologia i anàlisis per a conèixer la seva naturalesa.

El quadre G8 ha resultat força interessant per oferir la primera seqüència clara d'una ocupació insular que abasta part del tercer mil·lenni cal ANE, aquí data da per primera vegada amb mostres de vida curta, perfectament identificades quant a la seva materialitat, procedència estratigràfica i context. A manca de les anàlisi faunístiques i antracològiques no podem oferir per ara més informació, però resta clara la constatació en la successió cultural, en la transició entre el tercer i segon mil·lenni, d'una cultura ceràmica constituïda per grans contenidors (tonells de llavi recte i exvasat, troncocònics, bitroncocònics, esferoïdals, olles de vora voltada i ceràmiques incises de decoració bigarrada), de filiació calcolítica, seguida per la coneguda fàcies de ceràmiques globulars de vora indicada i Horguen, entre d'altres.

Les expectatives oferides per altres sectors de coval Simó, especialment pel central (quadres F7-8-9 i E7-8), els quals s'han començat a excavar enguany, permetran obtenir molta més informació per a completar la visió de l'ocupació humana insular en el tercer mil·lenni, sempre tenint en compte que el coval Simó representa l'explotació d'un nínxol extrem de l'ecosistema insular, donades les seves particulars característiques geogràfiques, la qual cosa indica per altra banda que la seva informació mai no pot representar les peculiaritats de la cultura que ocupà contemporàniament la resta del territori insular.

Agraïments

Agraïm la subvenció econòmica concedida pel Consell Insular de Mallorca en desembre de 2000 que ha permès datar la mostra BETA-154196, i a la col·laboració del Seminari de Prehistòria, Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts de la UIB, a través del Dr Víctor M. Guerrero Ayuso, que ens han permès realitzar les datacions de C14 KIA-14323 i KIA-14324. Agraïm, a més, l'acurada lectura de l'original d'aquest text realitzada per J. A. Alcover i D. Ramis, així com les seves valuoses reflexions i puntualitzacions.

Bibliografia

- ALCOVER, J. A.; RAMIS, D.; COLL, J. i TRIAS, M. (2001): Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, 24.
- BERNABEU, J. (1984): *El vaso campaniforme en el País Valencià*. SIP, Valencia.
- CANTARELLAS, C. (1972a): Excavaciones en Ca na Cotxera (Muro, Mallorca). *Noticiario Arqueológico Hispánico, Prehistoria*, 1: 179-226.
- CANTARELLAS, C. (1972b): *Cerámica incisa en Mallorca*. Palma de Mallorca, 94 p. 7 lams, 6 tab.
- CARRERAS, J. i COVAS, J. (1984): La ceràmica incisa a Santanyí. Avenç per a l'estudi dels seus jaciments: l'hàbitat d'es Velar (d'Aprop). *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, Tom XL, nº 838: 3-37.
- COLL, J. (1991): Seriación cultural de los materiales del Coval d'en Pep Rave (Sóller, Mallorca). Elementos calcolíticos y talaióticos. *Trabajos de Prehistoria*, 48: 75-101.
- COLL, J. (2000): Excavación arqueológica del Coval Simó. Estado actual y perspectivas de futuro. In: GUERRERO i GORNÉS. *Colonización humana en medios insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. UIB: 371- 400.
- ENCINAS, J. A. i ALCOVER, J. A. (1997): El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 21: 83-92.
- ENSEÑAT, B. (1955): Noticias sobre el hallazgo en Mallorca de unas cerámicas arcaicas con decoración incisa. *Noticiario Arqueológico Hispánico II*, cuad. 1-3, 1953: 25-32.
- ENSEÑAT, B. (1962): Noticias sobre el hallazgo en Mallorca de unas cerámicas incisas del estilo del vaso campaniforme. *VII Congreso Nacional de Arqueología*, Barcelona: 184-187.
- ENSEÑAT, B. (1969): Aportación al conocimiento de los primitivos pobladores de Mallorca. *X Cong. Nac. de Arqueología*, (Mahón 1967): 67-74.
- ENSEÑAT, B. (1971): *Historia Primitiva de Mallorca*. Sobreiro de Historia de Mallorca, coordinada por J. Mascaró. Palma de Mallorca: 289-352.
- FERNÁNDEZ MIRANDA, M. i WALDREN W. (1979): Periodificación cultural y cronología absoluta en la prehistoria de Mallorca. *Trabajos de Prehistoria*, 36, pp. 349-377.
- PONS-MOYA, J. i COLL, J. (1984): Les indústries lítiques dels jaciments a l'aire lliure de la zona de Santanyí (Mallorca). *Early Settlement in the Western Mediterranean Islands*. ESMIPA, BAR Int. Ser. 229, Oxford, Vol. III: 841-857.
- RAMIS, D. (1999): *Inventari faunístic de la primera campanya d'excavacions a Coval Simó*. Dactilografiat, IMEA, Palma de Mallorca.
- RAMIS, D. i QUINTANA, C. (2001): Notícia de la troballa d'uns materials arqueològics a l'entrada de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 24.
- ROSSELLO, G. i WALDREN W. (1973): Excavaciones en el abrigo del bosque de Son Matge (Valldemossa, Mallorca). Separata de *Noticiario Arqueológico Hispánico, Prehistoria II*: 76 p. VII láms.
- VAN STRYDONCK; M.; NELSON, D. E.; CROMBÉ, P.; BRONCK, C.; SCOTT, E. M.; VAN DER PLICHT, J. i HEDGES, R. E. M. (1998): Rapport du groupe de travail: les limites de méthode du carbone 14 appliquée a l'Archéologie. *Actes du Colloque C14 Archéologie*: 433-448.
- WALDREN, W. i FERNÁNDEZ MIRANDA, M. (1974): El abrigo de Son Matge y la periodización de la prehistoria de Mallorca mediante los análisis de carbono 14. *Trabajos de Prehistoria*, 31: 297 ss.
- WALDREN, W. (1984): Chalcolithic Settlement and Beaker Connections in the Balearic Islands. *Early Settlement in the Western Mediterranean Islands*. BAR Int. Ser. 229, Oxford (1984). Vol III, pp. 911-965.
- WALDREN, W. (1986): *The Balearic Pentapartite Division of Prehistory*. BAR IS 282.
- WALDREN, W. (1992): *Radiocarbon and other isotopic age determinations from the Balearic Islands*. DAMARC.
- WALDREN, W. (1994): *Els primers establiments humans a les Balears. Early Balearic Settlement*. DAMARC 29.
- WALDREN, W. (1997): The definition and duration of the Beaker culture in the Balearic Islands: a radiocarbon survey. *Oxford Journal of Archaeology*, vol. 16, nº 1. March 1997: 25-48.

LES MICROFORMES DE METEORITZACIÓ DEL LITORAL CALCARI DE MALLORCA: APROXIMACIÓ A LA SEVA SISTEMATITZACIÓ

per Lluís GÓMEZ-PUJOL¹ i Joan J. FORNÓS¹

Resum

El micromodelat de les costes calcàries no té una naturalesa estrictament càrstica en l'accepció d'aquest mot, ja que les formes que s'hi observen són el resultat de la interacció entre diferents processos i agents. Es revisa l'abast del terme *karren* costaner, alhora que es fa un inventari de les morfologies presents a les costes rocoses calcàries de Mallorca, així com se'n descriuen els mecanismes genètics i les principals característiques morfològiques.

Abstract

The micromodelling on Mallorcan limestone coasts does not have a karstic origin in the classic sense of the term, since the observed forms are the result of the interaction of different processes and agents. The scope of the term coastal karren is reviewed, and at the same time an inventory of the morphologies found on Mallorcan coastal limestones is given. Likewise, their genetic mechanisms as well as their chief geomorphologic features are described.

Introducció

El micromodelat de les costes calcàries resulta de la interacció entre diferents processos i agents, pel que les formes que s'hi observen no sempre tenen una naturalesa estrictament càrstica en l'accepció clàssica d'aquest mot (JENNINGS, 1985).

Sota els epígrafs de *karren* costaner, *karren* litoral, *karren* marí, carst litoral o carst marí, s'acostuma a agrupar el conjunt de microformes que apareixen des de la zona intermareal a la supralitoral de les costes rocoses, perllongant-se fins a l'àrea de declivi dels processos marins front als pròpiament terrestres. No obstant, aquesta definició no és suficientment acurada en el sentit que d'una banda engloba formes generades estrictament per l'acció física de l'onatge i els esbaldregalls, com podria ésser el cas d'una marmita o les depressions creades pel brosteig d'organismes com l'erigó de mar *Paracentrotus lividus*, o els gasteròpodes *Patella rustica*, *Monodonta turbinata* o *Melaraphe neritoides*.

Un altre problema apareix arran de la poca precisió en l'ús dels termes *karren* i carst litoral o costaner. Al

respecte, GINÉS (2000) en fa una acurada revisió. En sentit estricte, les formes càrstiques resulten de l'acció de l'aigua sobre una roca que reuneixi una alta solubilitat i una porositat (primària i/o secundària) ben desenvolupada. Aquest fenomen es tradueix en un tipus de terrenys amb una hidrologia i relleu força diferenciats d'altres sistemes (FORD & WILLIAMS, 1989). En funció de l'expressió subaèria o subterrània d'aquestes formes particulars de meteorització es distingeix entre exocarst i endocarst. El primer d'aquests termes fa referència a aquelles formes que es desenvolupen sobre la superfície de la roca nua o sota una petita potència de sòl; mentre que el terme endocarst queda restringit per a les formes i els processos que es donen en condicions subterrànies. Tanmateix el terme a l'ús per a designar formes que abasten diversos ordres de magnitud és el manlleu germànic *karren* (FORNÓS & GINÉS, 1995; FORNÓS, 2000). Així doncs el terme carst fa referència al sistema integrat per l'exo i endocarst, com a elements estretament interrelacionats, un és l'enllaç de l'altre a la superfície. Ara bé, atès que la vinculació entre les morfologies superficials del roquisar litoral no té perquè estar vinculada amb les formes i processos subterranis sembla poc apropiat emprar els

¹ Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Ctra. Valldemossa, km. 7,5. 07071 Palma.
E-mail: vdctlgp4@clust.uib.es

Localització	Litologia	Mida	Situació	Referència
La Jolla (Califòrnia, USA)	Arenisques calcàries cretàciques i eocenes	<i>Diàmetre:</i> 25 cm de mitjana al peu del penya-segat fins a 50 cm devora la mar. <i>Profunditat:</i> de 3 a 20 cm incrementant en direcció a la mar.	Plataforma litoral amb una amplada de 30 m des de la base del penya-segat fins el nivell del mar. Oscil·lació mareal de 1,1 m	Emery (1946)
Wakayama (Japó)	Arenisques calcàries miocenes	<i>Diàmetre:</i> de 20 a 40 cm de mitjana, augmentant la mida cap a terra. <i>Profunditat:</i> de 2 a 4 cm de mitjana seguint la mateixa tendència que el diàmetre.	Plataforma litoral de 35 m d'amplada. Lleugerament elevada i coberta en part per sediments de platja. L'oscil·lació mareal se situa a l'entorn d'1m	Mii (1962)
Costa de Morombe (Madagascar)	Eolianites calcàries plistocenes	<i>Diàmetre:</i> des de pocs cm fins a 10 m. Tot i que s'ha registrarat màxims de 62 m.	Plataforma litoral de 2 a 4 m d'amplada	Battistisni (1981)
Nord-Arnøy (Gideskaal, Noruega)	Marbre	<i>Diàmetre:</i> de 10 cm a 3 m. Forma ovalada seguint les línies de fractura. <i>Profunditat:</i> de 25 a 30 cm.	Domini supralitoral. Oscil·lació mareal de 2,3 m	Holbye (1989)
Livorno, Rosignano (Toscana, Itàlia)	Dipòsits de platja i eolianites calcàries del Plistocè (<i>beachrock</i>)	<i>Diàmetre:</i> màxim de 50 cm. La planta varia de circular a subcircular. <i>Profunditat:</i> màxima de 50 cm.	Rampa de 45 m de longitud. Oscil·lació mareal 30 cm	Mazzanti & Parea (1979)
Costa de Burren (Co. Clare, Irlanda)	Calcàries	<i>Diàmetre:</i> de 24 a 43 cm, en funció de la zonació biològica. <i>Profunditat:</i> de 8 a 40 cm, seguint el mateix patró.	Costa baixa esglaonada	Lundberg (1977)
Costa de Zululand (Sud-Àfrica)	Dipòsits de platja i eolianites del Plistocè i l'Holocè (<i>beachrock</i>)	<i>Diàmetre:</i> a la zona intermareal varien de 50 cm a 1,5 m; mentre que a la supralitoral ho fan de 10 cm a 6 m. <i>Profunditat:</i> 2 a 4 cm en el domini intermareal, i una rang de 10 cm a 2,4 m a la supralitoral.	Rampes i costes baixes esglaonades	Miller & Mason (1994)
Garzotto Point (Croàcia)	Calcàries	<i>Diàmetre:</i> 30 cm de mitjana. <i>Profunditat:</i> 10 a 15 cm de mitjana.	Costa baixa esglaonada. Oscil·lació mareal d'1 m	Schneider (1976)
Costa de Múrcia (Múrcia)	Calcàries i dolomies triàsiques. Calcàries pliocenes. Dipòsits de platja i eolianites del Plistocè (<i>beachrock</i>)	<i>Diàmetre:</i> 10 cm a 3 m en funció de la zonació. <i>Profunditat:</i> seguint el mateix patró que el diàmetre, de 50 cm a 1,5 metres.	Costa baixa esglaonada	López-Bermúdez (1979)
Costa Nord d'Alacant (País Valencià)	Dipòsits de platja i eolianites calcàries quaternàries (<i>beachrock</i>)	<i>Diàmetre:</i> de 70 a 80 cm a la zona intermareal i de 20 a 25 cm a la supralitoral. Amb màxims de 1,60 m. <i>Profunditat:</i> a l'entorn dels 10-15 cm; amb màxims de 32 cm.	Rampes i costes baixes esglaonades	Sanjaume (1979)
Costa Sud d'Alacant (País Valencià)	Dipòsits de platja i eolianites quaternàries (<i>beachrock</i>)	<i>Diàmetre:</i> 50 cm de mitjana, superiors per coalescència. <i>Profunditat:</i> 25 cm de mitjana.	Rampes i costes baixes esglaonades	Pérez-Cueva (1979)
Rabat (Marroc)	Eolianites quaternàries.	<i>Diàmetres:</i> 50 cm de mitjana. <i>Profunditat:</i> 25 cm de mitjana. Amb màxims de 1,50.	Costa baixa	Guilcher (1953)
Gower (Pembrokeshire, País de Gal·les, UK)	Calcàries carboníferes	<i>Diàmetre:</i> 60 cm de mitjana. <i>Profunditat:</i> 10 cm de mitjana.	Plataforma litoral	Guilcher (1953)

Taula 1: Recopilació de dades morfomètriques de cocons.

Taula 1: Summary of basin pool morphometric parameters.

Localització	Litologia	Mida	Situació	Referència
Cala Pudent (Mallorca)	Eolianites calcàries i sediments terrestres quaternaris	Diàmetre: 90 cm de mitjana amb màxim de 2,3 m. Profunditat: 7 cm de mitjana.	Costa baixa esglaonada	Rosselló (1979)
Cala d'en Guixar (Santa Ponça, Mallorca)	Bretxes juràsiques	Diàmetre: de 120 a 4,5 cm de diàmetre major, i de 37,5 a 2,5 cm de diàmetre menor. Profunditat: de 2,6 a 33,2 cm.	Costa baixa esglaonada	Inèdit
Cala d'en Guixar (Santa Ponça, Mallorca)	Eolianites quaternàries	Diàmetre: de 48 a 158 cm d'eix major, i de 38 a 101 cm d'eix menor. Profunditat: valors mínims de 22 cm i màxims de 43 cm.	Rampa	Inèdit
s'Alavern (Llucmajor, Mallorca)	Calcarenites Miocè Superior (U. Escullosa)	Diàmetre: de 5 a 70 cm d'eix major, i de 2,5 a 46 cm d'eix menor. Profunditat: mínim de 4 cm i màxim de 33,5 cm.	Rampa	Inèdit
Cala Figuera (Santanyí, Mallorca)	Calcarenites Miocè Superior (U. Escullosa)	Diàmetre: de 3 a 400 cm d'eix major, i de 2 a 300 cm d'eix menor. Profunditat: mínim de 2,5 cm a 70 cm de màxim.	Penya-segat amb paleo rasa d'abradió al peu	Inèdit
Punta des Sivinar (Santanyí, Mallorca)	Calcarenites Miocè Superior (U. Escullosa)	Diàmetre: de 10 a 900 cm d'eix major, i de 2 a 500 cm d'eix menor. Profunditat: mínim de 2 cm i màxim de 120 cm.	Penya-segat amb paleo rasa d'abradió al peu	Inèdit
s'Estret des Temps (Santanyí, Mallorca)	Eolianites quaternàries	Diàmetre: de 4 a 200 cm d'eix major, i de 4 a 50 cm d'eix menor. Profunditat: mínim de 2 cm i màxim de 50 cm.	Duna adossada al penya-segat	Inèdit
es Caló (Betlem, Artà)	Eolianites quaternàries	Diàmetre: de 5 a 130 cm d'eix major, i de 3 a 64 cm d'eix menor. Profunditat: valor mínim de 3,7 cm i màxim de 47 cm.	Rampa	Inèdit

Taula 2: Recopilació de dades morfomètriques de cocons a Mallorca.

Taula 2: Summary of morphometric parameters for basin pools on Mallorca.

termes carst litoral o carst costaner per classificar el micromodelat subaeri que es desenvolupa sobre els afloraments de roca calcària a zones costaneres.

Així doncs, per *karren litoral* s'englobaran totes aquelles formes de meteorització que es desenvolupin sobre la roca calcària en ambients litorals i en les quals la dissolució hi jugui un paper important. Quedarien fora d'aquesta definició, entre d'altres, formes com les marmites, les plataformes litorals o les construccions organògenes, totes elles tan estretament lligades als ambients que tractem.

Treballs recents (FIOL *et al.*, 1996; SCHNEIDER, 1976; SPENCER, 1988 i VILES, 1984) posen de manifest la importància dels agents biològics, des de cianobacteris a gasteròpodes, en els processos de meteorització del rocam calcari tot parlant de biocarst o de processos biocàrstics o fitocarst segons la precisió terminològica (VILES, 1988a). Aquesta situació és particularment important a les costes calcàries on la superfi-

cie de la roca presenta un grau intens de colonització, les poblacions de gasteròpodes, crustacis (e.g. *Chthamalus stellatus* o *C. depressus*) i equinoderms són importants, i l'aportació d'aigua tant per pluja com per les onades no pot ser menystinguda.

Així doncs, sota l'epítet de microformes de meteorització del litoral calcari de Mallorca, es pretén sistematitzar les diferents formes que es desenvolupen a les costes rocoses calcàries. Descriure la seva distribució i organització tot posant exemples de la costa mallorquina.

Formes i criteris de classificació

No resulta senzill agrupar les formes desenvolupades sobre el substrat calcari de les costes rocoses ja que les formes i les combinacions d'aquestes fan que les classificacions siguin molt diverses. BOGLI (1980) defensa el criteri genètic per tal de simplificar les

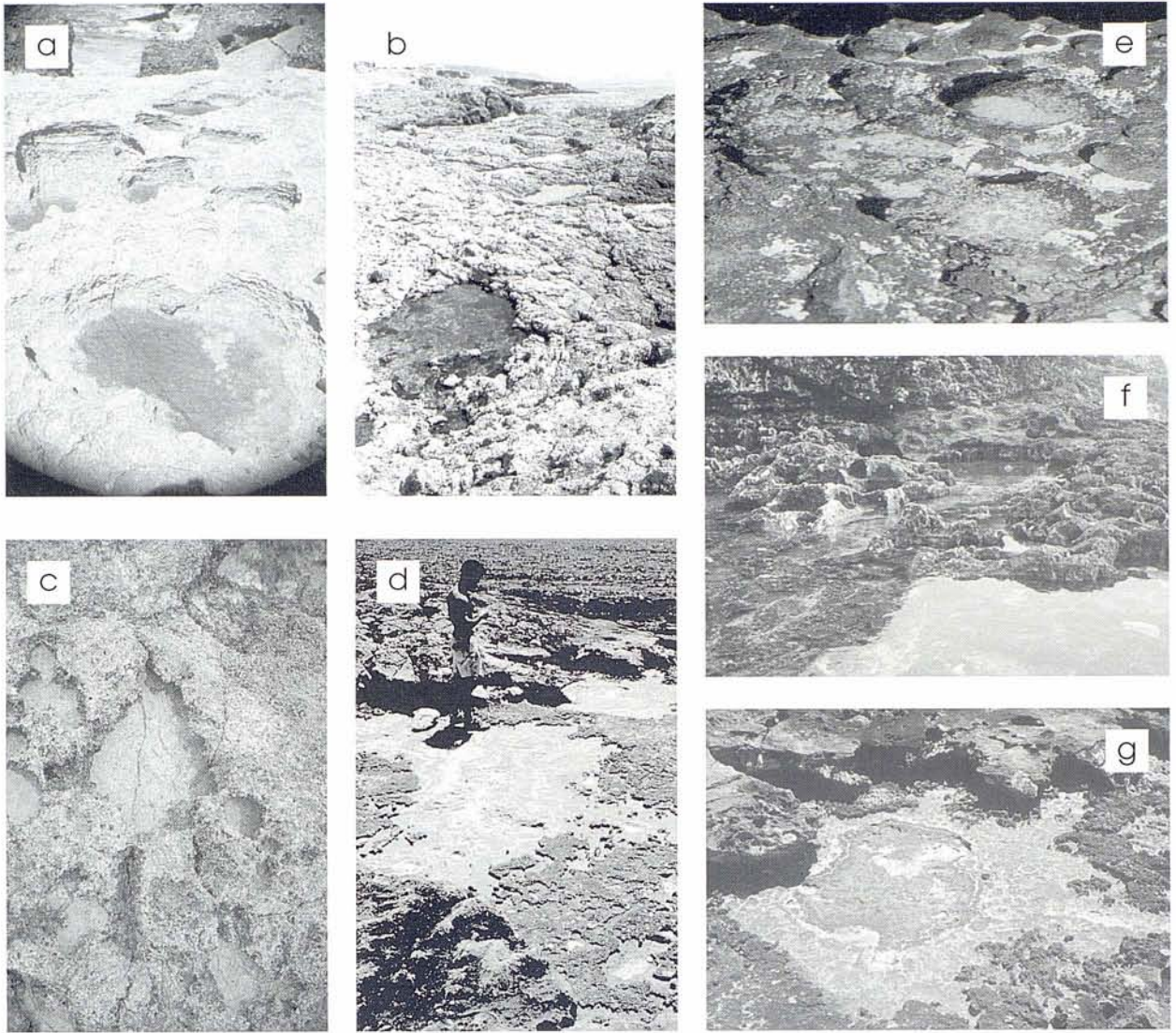


Figura 1: a) Cocons desenvolupats sobre eolianites, de planta arrodonida i creixement per coalescència (cala d'en Guixar, Sta. Ponça). b) Sistema de cocons desenvolupats sobre bretxes juràsiques amb una marcada influència en les dimensions dels seus eixos per diàclasi (cala d'en Guixar, Santa Ponça). c) Detall d'un cocó que es desenvolupa seguint els plans de les diàclasi. d) Cocó de formes irregulars arran del seu creixement per coalescència. Observi's la presència de sals i la formació d'un segon nivell de cocons en el fons (punta des Sabinar, Santanyi). e) Grup de cocons aïllats de planta arrodonida i fons pla (cala Murada, Felanitx). f) Xarxa de cocons coalescents amb aigua. Observi's com l'evolució de les formes deixa testimonis de les parets dels cocons com a relleus aïllats o pinacles (cala Figuera, Santanyi). g) Desenvolupament de mosses a les parets dels cocons, així com la generació de noves depressions de dissolució en el fons del cocó.

Figure 1: a) Basin pools developed on eolianites (Cala d'en Guixar, Sta. Ponça) with circular floor plan and growth through coalescence. b) Basin pools system developed on Jurassic breccias where major and minor axes follow rock fractures direction, (Cala d'en Guixar, Santa Ponça). c) Details of a basin pool which has developed following the line of the fracture. d) Irregularly shaped basin pool owing to its coalescent growth. Note the presence of salt and the formation of a second solution level in the basin pool floor (Punta des Sabinar, Santanyi). e) Group of isolated basin pools with a circular and flat floor plan (Cala Murada, Felanitx). f) Network of coalescent basin pools with standing water. Note how pinnacles appear as residual forms of the basin pool evolution (Cala Figuera, Santanyi). g) Notches in the basin pool walls and the development of secondary solution pans in the pool's floor.

classes morfològiques, no obstant els clarobscurs que encara existeixen sobre els processos que intervenen en el desenvolupament de les microformes de meteorització en litoral calcari aconsellen un criteri descriptiu de caràcter mixt. Així doncs, a continuació es segueix

l'esquema de FORD & WILLIAMS (1989) fonamentat en la morfologia, tot i que incorpora subdivisions arran dels factors genètics. Les grans classes que en resulten són: formes de planta arrodonida, formes linears controlades per fractures, formes linears controlades

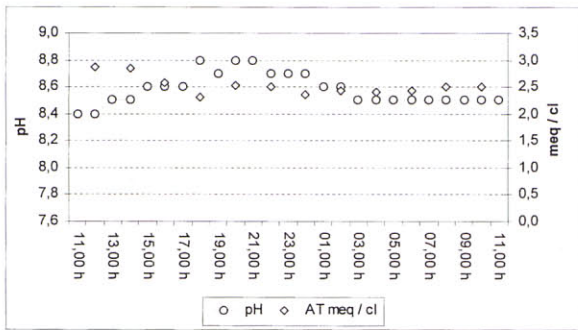
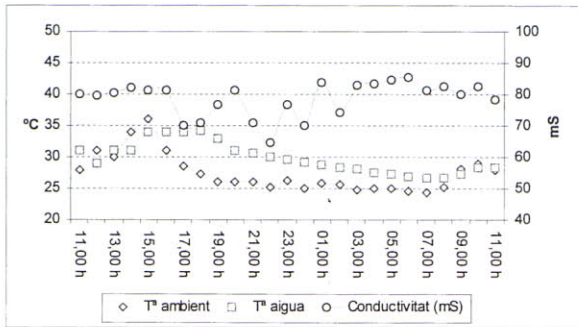


Figura 2: Seguiment de la química de les aigües dels cocons. Agost de 2000. Punta des Sivinar (Santanyi).

Figure 2: Basin pool water chemistry monitoring. August 2000. Punta des Sivinar (Santanyi).

hidrodinàmicament i un darrer grup de formes complexes o poligenètiques. Pel que fa a la terminologia catalana s'han adoptat les recomanacions de RIBA (1997), mentre que per als altres idiomes s'han indicat els termes utilitzats a la bibliografia citada al text.

A) Formes de planta arrodonida

Cocons – *solution pans, basin pools* (ang.); *vasques, mares* (fr.); *cuvetas, pozas, tinajitas* (cast.) -

Els cocons són depressions de planta el·líptica, poc profunds i de fons pla, les dimensions dels quals oscil·len des de l'ordre centimètric al mètric. Les seves parets són abruptes i mantenen un angle proper als 90° amb la base. Les parets laterals dels cocons solen presentar extraploms i entalladures de pocs centímetres de fondària. Es desenvolupen sobre diferents litologies calcàries i són presents sobre superfícies planes o subhorizontals tant a ambients micromareals com macromareals, sempre i quan hi predominin a la zona els processos de meteorització química.

Pel que fa a les seves dimensions la longitud, per norma general, és major que la profunditat. Les relacions entre aquests dos paràmetres varien en funció del substrat (Taula 1). Així les relacions entre longitud i profunditat mantenen proporcions de 5 a 2 (EMERY, 1946), 10 a 1 (MIL, 1962) o 6 a 1 (GUILCHER, 1953) sobre substrats amb porositats baixes i litologies dures; en canvi sobre litologies més blanques i més poroses

com pugin ésser les eolianites aquestes relacions varien en proporcions de 2 a 1 (LÓPEZ-BERMÚDEZ, 1979; GUILCHER, 1953; MILLER & MASON, 1994; PÉREZ-CUEVA, 1979; SANJAUME, 1979; SCHNEIDER, 1976). Els valors màxims de longitud corresponen als 62 m registrats per BATTISTINI (1981) a Madagascar, tot i que arreu els màxims oscil·len entre els 1,5 m i 10 m (Taula 1).

Els mecanismes genètics implicats en el desenvolupament del cocons són bàsicament bioquímics i el gros de la seva formació s'atribueix als processos de dissolució (TRUDGILL, 1987). Les primeres referències respecte el quimisme de les aigües dels cocons les trobem als treballs de FELDMAN & DAVY DE VIRVILLE (1933). Aquests autors durant el seu estudi de la flora de les costes rocoses registren variacions del pH durant 24h amb oscil·lacions de 8,1 a 10 unitats a les aigües embassades als cocons. Des d'un punt de vista geomorfològic, el problema de la gènesi dels cocons residia en la sobresaturació en carbonat càlcic (CaCO₃) de l'aigua de mar (TRUDGILL, 1976). A les costes de Hawaii, WENTWORTH (1944) posava de manifest que l'aigua d'escolament que arribava als cocons era responsable dels processos de dissolució. No seria, però, fins als estudis d'EMERY (1946) que s'abordaria el problema des d'una perspectiva analítica. EMERY (1946) monitoritzà a la costa meridional de Califòrnia (La Jolla) paràmetres com la temperatura ambiental, la temperatura de l'aigua, la salinitat, el pH o l'alcalinitat; tot posant de manifest com en aquelles depressions sobre substrat calcari reomplertes d'aigua marina es produïen canvis de pH i alcalinitat durant el vespre. Durant el dia, la flora que cobreix la roca consumeix el CO₂ mitjançant l'acció fotosintètica. En el moment que no disposa de llum suficient atura aquest procés i es produeix un increment del contingut en CO₂ a l'aigua de manera que es dissocia el carbonat càlcic i el volum d'aigua deixa d'estar sobresaturat baixant el pH i s'incrementa el potencial de dissolució.

SCHNEIDER (1976) desenvolupà la monitorització més completa a la costa croata – amb paràmetres com intensitat de llum, temperatura, concentració d'oxigen, alcalinitat específica, pH, oxigen dissolt, contingut en clorurs, contingut en calci, i la relació calci-clorur Ca/Cl – i planteja aquells mecanismes pels quals s'assimila el bicarbonat, descartant com a procés en l'evolució dels cocons la dissolució inorgànica. Per la seva banda TRUDGILL (1985) destaca el paper de la dissolució diferencial en funció de la mineralogia dels carbonats, ja que mentre que l'aigua marina està sobresaturada en carbonat càlcic no ho està en magnèsic. DEBRAT (1974) i MILLER & MASON (1994) també duen a terme seguiments de la química del cocons, així com també es desenvolupen experiments de laboratori (GUILCHER & PONT, 1957; DALONGEVILLE *et al.*, 1994; TRUDGILL, 1979) que apunten en la línia dels treballs d'SCHNEIDER (1976) a Croàcia.

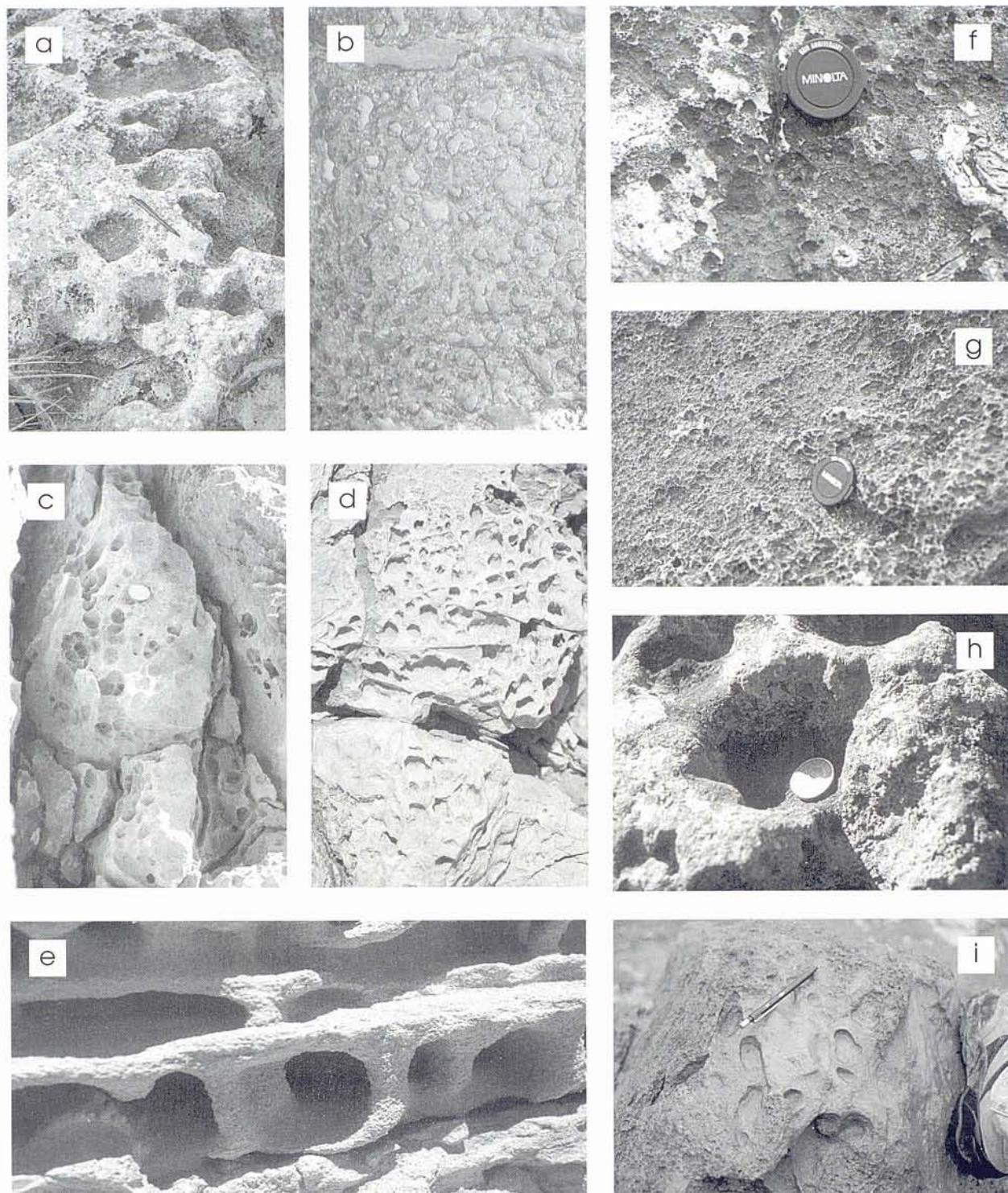


Figura 3: a) Alvéols sobre eolianites a la zona de ruixim (*spray*) amb una important colonització per líquens i cianobacteris (caló des Cans, Artà). b) Alvéols de fons concau desenvolupats sobre una superfície plana tallada en calcarenites del Miocè Superior (es niu de s'Aguila, Santanyi). c) Formes en niu d'abella a l'interior d'una esquerda (punta des Sivinar, Santanyi). d) Formes en niu d'abella sobre calcàries mesozoïques al domini del ruixim (punta des Faralló, Cala Rajada). e) Niu d'abella desenvolupat sobre eolianites i condicionat per l'estratificació de la roca (s'Estalella, Campos). f) Microalvéols sobre calcarenites del Miocè Superior. Observi's com els

substrat està intensament colonitzat per cianobacteris així com també la presència del gasteròpode *Melaraphe neritoides* a l'interior dels microalvéols (cala Murada, Felanitx). g) Aspecte del rocam a les parets verticals de la zona d'esquitxos on s'hi donen la major densitat de microalvéols (s'Alavern, Lluçmajor). h) Alvéol colonitzat per líquens al domini del ruixim (cala Murada, Felanitx). i) Cas extrem d'alveolització, després d'ésser arrabassats els clastes de la matriu, el buit que deixen són retocats pels agents de meteorització (Peix Menut, Banyalbufar).

Figure 3: a) Pits on eolianites in the spray zone with an important colonisation by lichens and blue-green algae (Caló des Cans, Artà). b) Rounded bottom pits developed on the flat surface of cut Upper Miocene calcarenites (Es Niu de S'Àguila, Santanyi). c) Honeycomb forms on a fracture wall (Punta des Sivinar, Santanyi). d) Honeycomb developed on Mesozoic limestones within the spray zone (Punta des Faralló, Cala Rajada). e) Honeycomb forms on eolianites and controlled by the stratification of the rock (S'Estalella, Campos). f) Micropits developed

on Upper Miocene calcarenites. Note, the bedrock is intensively colonized by blue-green algae, and also the presence of the gastropod *Melaraphe neritoides* inside the micropit (Cala Murada, Felanitx). g) Aspect of the vertical rock walls within the splash zone where the highest density of pits occurs (S'Alavern, Lluçmajor). h) Pit colonised by lichens in the spray zone (Cala Murada, Felanitx). i) Extreme example of pitting. After the clasts became detached from the bedrock, they have been reworked by weathering agents

La dissolució no és l'únic mecanisme que intervé en el desenvolupament dels cocons, KELLETAT (1997), DALONGEVILLE & LE CHAMPION (1982), TORUNSKI (1979), TRUDGILL *et al.* (1987) i el mateix SCHNEIDER (1976) destaquen l'acció erosiva física i química dels gasteròpodes i en alguns casos dels equinoderms en l'evolució lateral d'aquestes morfologies. També no es pot deixar de banda la meteorització mecànica per l'impacte de l'onatge o la meteorització per l'acció de les sals, tot i que amb un paper secundari.

Respecte a la morfologia dels cocons o als processos vinculats a la seva evolució, en el cas de les costes calcàries de Mallorca, comptem des de la segona meitat del segle vint amb treballs de caràcter descriptiu com el de WALTER-LEVY *et al.* (1958) realitzat al sector nord-occidental de la costa de la badia de Palma. Tot i no ser el gruix de l'objecte del seu estudi, els quaternaristes BUTZER (1962), BUTZER & CUERDA (1962), CUERDA & SACARÉS (1992) o GRÀCIA & VICENS (1998) fan referència a les característiques morfològiques dels cocons. En la mateixa línia també cal esmentar les referències als cocons de Cabrera de GINÉS (1993). El primer treball que aborda pròpiament la configuració i distribució dels cocons, a *grosso modo*, al litoral mallorquí el realitza ROSSELLÓ (1979) qui a la seva tesi doctoral (ROSSELLÓ, 1964) ja fa esment de les propietats d'aquestes formes. Des d'un punt de vista dinàmic MOSES & SMITH (1994) estudien els gradients de meteorització química per dissolució i per sals sobre els afloraments del Miocè Superior del Migjorn de l'illa.

Els cocons a la costa mallorquina són de planta el·líptica, amb dimensions que oscil·len des dels 10 cm fins als 6 m d'eix major i profunditats que varien dels 10 cm fins als 70 cm (Taula 2). La forma és arrodonida quan no s'hi dona un control accentuat de les diàclasis i s'allunya de cap a formes més allargades o irregulars en funció de les direccions de fracturació i diaclasma (Fig. 1). La distància entre cocons augmenta terra endins, essent la zona més propera a la mar característica per la coalescència i captura d'unes formes amb les altres. Pel que fa al fons dels cocons, aquest és pla o lleugerament irregular en funció de la distància a la costa i el tipus de material sobre el que s'han desenvolupat. Així, mentre els cocons desenvolupats sobre eolianites solen tenir un fons pla, o lleugerament

rugós als cocons sobre bretxes juràssiques, quan es tracta de materials amb fàcies de rodòlits o molt bioturbades el fons del cocons és més irregular. A més a més cal posar de manifest que en els cocons més propers a la línia de costa les irregularitats s'accentuen arran de l'efecte erosiu dels organismes brostejadors. Les parets dels cocons són verticals, essent típica la presència d'extraploms. És freqüent la presència de diferents entalladures que denoten diversos episodis evolutius de la morfologia.

Deixant els aspectes morfològics i passant a altres de caire dinàmic, l'agost de l'any 2000 es realitzà un monitoratge durant 24h de la química d'un conjunt de cocons a la Punta des Sivinar (Santanyi). Es mesuraren paràmetres com la temperatura ambiental i de l'aigua, la conductivitat, el pH, l'alcalinitat i l'oxigen dissolt. En termes generals es registrà un gradient de salinitat i temperatura en funció de la distància a la costa, tanmateix el patrons evolutius dels paràmetres estudiats són semblants per a tots els cocons (Fig. 2). La temperatura màxima ambiental registrada és de 38°C i la mínima de 24°C, la temperatura ambiental augmenta des de les 7,00h fins a les 17,00h, assolint el màxim entorn les 15,00h. L'aigua embassada als cocons presenta una corba on es fa patent l'efecte acumulatiu de la temperatura. La conductivitat com a indicador de la presència de clorurs a l'aigua ens mostra un lleuger augment de la salinitat, arran de l'evapotranspiració de l'aigua retinguda al cocó, durant les hores de major intensitat solar; tot i que no presenta oscil·lacions molt acusades. Cal advertir que s'han detectat fluctuacions importants de salinitat, de l'ordre de trenta unitats (92 a 120 mS) entre registres seguits a cocons amb columnes d'aigua important i en els quals s'havia observat, dies previs al mostreig, crostes de sals tot i que posteriorment foren reomplerts per aigua de pluja. Per tant sembla que pugui existir una microestratificació de l'aigua dels cocons. Per la seva banda els paràmetres de pH i alcalinitat segueixen els patrons teòrics, disminuint els valors de pH al vespre amb ordres de magnitud de 4 punts (pH de 8,9 a 8,5 o pH de 8,6 a 7,8). El descens en pH s'atribueix a l'augment de CO₂ lliure a l'aigua ja que durant el vespre aquest continua essent alliberat per la respiració dels organismes, i no és utilitzat per l'acció fotosintètica, així doncs l'aigua presenta una major acidesa perquè es dissocia el bicarbonat

(HCO_3^-) i l'àcid carbònic (H_2CO_3). Durant el dia la corba del pH puja cap a valors més bàsics, arran de l'assimilació del bicarbonat. L'alcalinitat presenta una tendència descendent durant el vespre i augmenta lleugerament durant el dia.

Alvèols, microalvèols – *cockling, pits, micropits* (angl.); *alvéoles, micro-alvéoles, vermiculations* (fr.); *alveólos, microperforaciones, microcáries* (cast.)

Les formes que concorren sota l'epígraf d'alvèols són l'exemple més clar d'una morfologia convergent. Es tracta de petites depressions de planta arrodonida o el·líptica poc profundes. Els diàmetres superiors al cm són rars i les profunditats no superen la meitat del diàmetre. Anomenarem microalvèols a aquelles formes que tinguin un diàmetre inferior al centímetre i alvèols a aquelles que el superin. Es poden presentar alineats seguint diàclasis, en coalescència, o de forma aïllada, tant sobre superfícies planes com sobre superfícies verticals. La manca d'una orientació preferent d'aquestes morfologies, així com d'un sentit gravitatori dominant, i el recobriments de la superfície de la roca per líquens i cianobacteris posa de manifest la importància dels agents biològics en la gènesi d'aquestes formes. FOLK *et al.* (1973) classifiquen aquest seguit de formes com a "fitocarst" en el sentit que són els líquens i els cianobacteris, que tenen la roca com a hàbitat, els responsables de la gènesi i evolució d'aquestes morfologies. En la mateixa línia apunten els estudis de DANIN *et al.* (1982) i els específicament desenvolupats a un gradient litoral de JONES (1989) o VILES (1988b).

Pel que fa als processos que contribueixen en l'evolució dels alvèols i microalvèols destaca l'acció física dels filaments dels líquens (MOSES & SMITH, 1993; CHEN *et al.*, 2000) o químiques derivades de l'acció metabòlica tant dels cianobacteris com dels líquens (FIOL *et al.*, 1996; GEHRMANN *et al.*, 1992; PEYROT-CLAUSADE *et al.*, 1995; POMAR *et al.*, 1975). Al desenvolupament dels alvèols també hi

contribueixen, directa i/o indirectament els organismes brostejadors que s'alimenten del tapís vegetal que recobreix les costes rocoses. Així, els cianobacteris estableixen una profunditat d'equilibri que els permeti d'una banda realitzar la fotosíntesi i mantenir les condicions d'humitat òptimes i d'altra protegir-se dels seus depredadors, els quals a la vegada bé físicament, bé per mecanismes químics erosionen la roca per tal d'obtenir el seu aliment, iniciant-se així un bucle tancat que té per resultat el desmantellament de la costa (SPENCER, 1988; TORUNSKI, 1979). Aquest cas és especialment significatiu en el cas de Mallorca per al gasteròpode *Melaraphe neritoides* i *Melaraphe punctata*, ambdues espècies és freqüent trobar-les dins dels microalvèols essent quasi bé impossible discriminar on comença i on acaba l'acció del gasteròpode o dels cianobacteris (KELLETTAT, 1980).

A les costes mallorquines els alvèols i microalvèols són força abundants i presenten unes densitats molt elevades a la zona afectada pels esquitxos i els temporals importants (Fig. 3). Els trobem tant a parets verticals com a superfícies horitzontals, tant a favor de la tendència del drenatge com al sostre de les balmes o superposant-se al gruix dels relleus dels pinacles. Per aquest motiu no es pot descartar que la meteorització per sals també hi pugui jugar un paper en l'evolució d'aquestes micromorfologies ja que a més a més de l'aportació de sals, el domini dels esquitxos també pateix processos de dessecació i humectació importants (MOSES & SMITH, 1994). De fet és força habitual trobar, quan s'observen mitjançant microscopi electrònic d'escandellatge, cristalls d'halita o de mirabilita ocupant els buits entre les parets dels elements de la roca (Fig. 4). Finalment cal posar de manifest que als ambients litorals també hi podem trobar alvèols i microalvèols en el sentit clàssic de formes estrictament de dissolució, tot i que no únicament de dissolució inorgànica. De fet en àmbits de cada cop més terrestres, el ruixim (*spray*) pot afavorir la dissolució per l'anomenat efecte ió-doble (FORD &

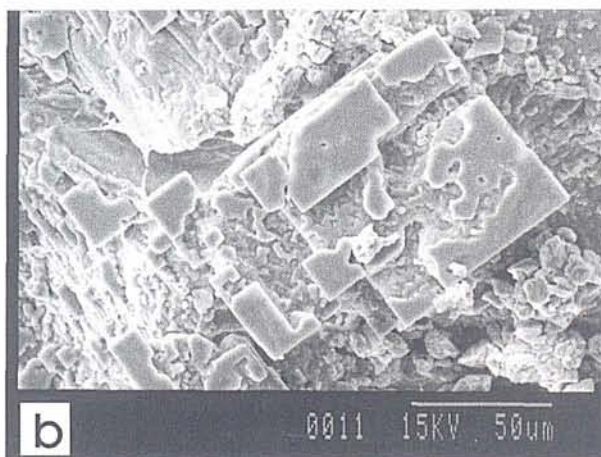
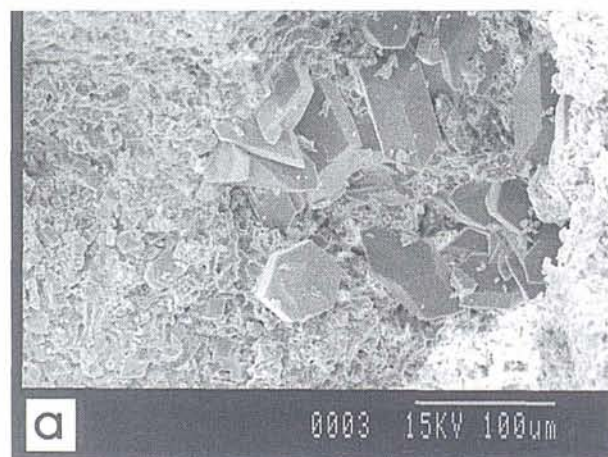


Figura 4: Presència de guixos (a) i sals (b) a l'interior dels microalvèols.

Figure 4: Presence of (a) gypsum and (b) salts inside pits



Figura 5: a) Marmita activa, tallada sobre eolianites i que presenta coalescència amb altres exemplars (Vallgornera, Lluçmajor). b i c) Marmites desenvolupades sobre eolianites, de les quals es pot observar l'estratificació, ubicades a la zona d'esquitxos i a la zona de ruixim (es Caló, Artà). d) Marmita situada pocs centímetres per sota del nivell de la mar (cala d'en Guixar, Santa Ponça).

Figure 5: a) Active potholes cut into eolianites with, among other things, coalescent growth (Vallgornera, Lluçmajor). b and c) Potholes developed on eolianites, where the stratification can be seen, and spray zones (Es Caló, Artà). d) Potholes located a few centimetres above mean sea level. (Cala d'en Guixar, Santa Ponça).

WILLIAMS, 1989). Un cas extrem d'alvèol es dona en aquells sectors del litoral on la costa s'ha desenvolupat sobre bretxes o conglomerats, de manera que quan els clastes són alliberats de la matriu, deixen una petita depressió que després d'uns petits retocs no sembla gens diferents als alvèols i microalvèols que trobem sobre substrats amb una mida de gra més homogènia.

Tafonni i nius d'abella – *cavernous weathering* (ang.), *honeycomb* (ang); *nid d'abeilles* (fr.); *cúpulas* (cast.)

El manlleu italià *tafonni* (sing. *taffone*) és emprat per quasi bé tota la bibliografia científica per tal de designar aquelles cavitats lleugerament esfèriques, més grans que un alvèol (des de més de 10 cm fins a uns quants metres d'alçada i profunditat) principalment resultat de la meteorització. Per la seva banda el terme de nius d'abella (*honeycomb*) s'utilitza per a aquells *tafonni* de petita mida que presenten com a particularitat una estructura de cel·les a mode de bresca. Tant els *tafonni* com els nius d'abella només es desenvolupen sobre superfícies verticals o inclinades. De *tafonni* i nius d'abella a ambients litorals se'n troben arreu de la geografia del globus i sobre diferents substrats, tot i que les arenisques i les arcoses (MATSUKURA & MAT-

SUOKA, 1996) faciliten el desenvolupament d'aquestes formes (SUNAMURA, 1992). Així tenim des de *tafonni* i *honeycomb* a costes desenvolupades sobre conglomerats o arenisques i margues del Terciari (MATSUKURA *et al.*, 1989), esquistes (MOTTERSHEAD, 1982), materials volcànics (SMITH & McALLISTER, 1986) o sobre eolianites (UZUN, 1998). La meteorització per sals s'ha identificat com a l'agent principal que intervé en l'evolució dels *tafonni* i els nius d'abella (MOTTERSHEAD & PYE, 1994; RODRÍGUEZ-NAVARRO *et al.*, 1999) així com també tot i que amb un paper més secundari processos d'humectació i dessecació, i fins i tot biològics (VILES & PENTECOST, 1994). A les costes mallorquines tot i que no amb la freqüència en què apareixen altres tipus de micromorfologies, es poden trobar *tafonni* especialment a les eolianites quaternàries, les calcarenites del Miocè Superior, així com a les calcàries mesozoiques de les serres de Llevant (Fig. 3).

Marmites – *potholes* (ang.), *marmite de géant* (fr.), *marmita de gigante* (cast.)

Les marmites són depressions de planta cilíndrica o arrodonida formades sobre el substrat rocós per l'acció física tant d'arenes, graves, còdols com blocs que són moguts o rotats per l'energia de l'aigua. Aquestes

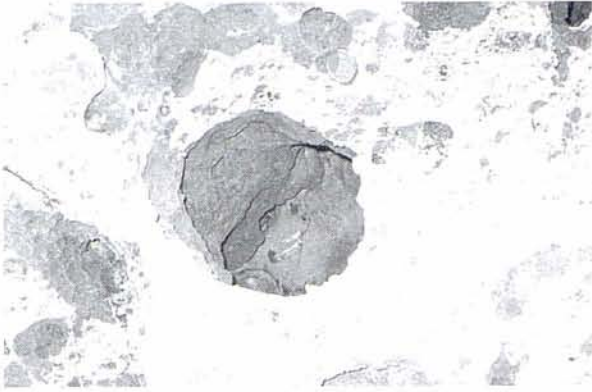


Figura 6: Conducte de subsòl. Observi's la forma arrodonida i la sinuositat del conducte així com la suavitat de les seves parets, i les restes de sòl a l'interior (cala Murada, Felanitx).

Figure 6: Subsoil solution tube. Note its rounded form and the sinuosity of the tube as well as the smoothness of its walls, and the residual soils inside (Cala Murada, Felanitx).

morfologies no són exclusives del domini litoral, i també apareixen en el llit dels cursos fluvials (SEGURA, 1990). Les marmites presenten quasi bé sempre una planta circular, les relacions entre l'eix major i l'eix menor oscil·len d'1 a 0,8 en funció de la forma del claste que les ha generat (SUNAMURA, 1992). Els exemplars que s'allunyen d'aquest patró són el resultat bé de la coalescència de depressions veïnades o fruit de les variacions de duresa o textura de la roca (TRENHAILE, 1987). Pel que fa a la profunditat, les marmites són més amples que profundes, ja que quan aquestes augmenten la profunditat sense fer-ho el diàmetre l'energia es dissipa amb major facilitat. Les marmites poden presentar una evolució discontinua en el sentit que durant una tempesta el claste que provoca l'erosió pot sortir disparat de la depressió, de la mateixa manera també hi pot entrar nou material particulat que segueixi el procés. De fet cal posar de manifest que qualsevol depressió que originàriament no fos una marmita, en el moment que s'ubica al seu interior de clastes que per l'acció de l'onatge provoquin una acció erosiva passa a comportar-se com a tal; de la mateixa manera que en perdre el claste adquireixen preponderància altres processos com els propis dels cocons.

Les marmites apareixen sobre substrats diferents sempre que es disposi de material abrasiu, així es coneixen referències de la presència d'aquestes formes tant sobre marbres (HOLBYE, 1989), granits (TRENHAILE *et al.*, 1999), sobre materials volcànics (SUNAMURA, 1992) i eolianites quaternàries (SANJAUME, 1985). A Mallorca les trobem des de les costes constituïdes per bretxes juràsiques, fins a les eolianites quaternàries (Fig. 5), essent freqüents els exemplars fossilitzats tan per sota com per sobre del nivell de la mar (GRÀCIA & VICENS, 1998).

Conductes de subsòl – soil dissolution tubules (ang.)

Els conductes tubulars són formes arrodonides de profunditat força més gran que no el radi i que evolucionen en sentit gravitatori aprofitant les línies de debilitat de la roca. Les relacions entre els seus eixos són de 1 a 1 per a les dimensions en planta i de 1 a 2 respecte l'eix major i la profunditat. Les dimensions dels conductes varien des de mínims de 4 x 4 x 9 cm fins a màxims de 26 x 26 x 50 cm. La forma vertical del conducte pot ésser sinuosa i en molts casos apareix amb sòls originals o d'erosió al seu interior; en alguns casos s'hi poden trobar una gradació que va des de material al·lòcton (restes de *Posidonia oceanica*, bioclastes) a una potència considerable de llims vermells (Fig. 6). Les parets són suaus, amb evidents signes d'una dissolució homogènia facilitada per la cobertura edàfica. Han estat trobades restes d'aquestes morfologies a diferents punts de la costa mallorquina, enmig d'àrees solcades de cocons com és el cas de la punta de n'Amer o de bona part del litoral de Llevant, especialment en aquells indrets més exposats i amb un perfil de costa convex.

B) Formes lineals controlades per fractures

Microfissures – microfissures (ang.), microfisuras (cast.)

Les microfissures són formes lineals rectilínies, la direcció de les quals està governada per l'estratificació o les diàclasis del substrat. Són molt poc profundes (<1cm) i la longitud pot ésser de varis centímetres. Són bàsicament formes de dissolució que aprofiten els plans de debilitat de la roca per a desenvolupar-se. L'aigua que circula per les microfissures prové bé de la pluja, bé de l'onatge (Fig. 7). Les microfissures com bona part de les formes lineals són presents al sector més terrestre del domini del ruixim (*spray*).

Esquerdes – splitkarren, vein-guided solution fissures (ang.)

Les esquerdes són depressions estretes, poc profundes i molt allargades que segueixen la direcció de les diàclasis. Aquestes morfologies oscil·len des de pocs centímetres fins a un parell de metres, tot i que la seva amplada no supera l'ordre cm. El mateix succeeix amb la profunditat (FORD & WILLIAMS, 1985). Quan sobre un substrat s'hi donen varies famílies de diàclasis les esquerdes poden formar canals, aparentment, meandriformes (Fig. 7). A la dissolució preferent del pla de debilitat també cal afegir-hi altres processos de meteorització, de caràcter biocàrstic, que contribueixen a l'evolució d'aquestes formes lineals. Les esquerdes destaquen sobre aquelles superfícies lleugerament inclinades cap a mar i allà on els sistemes de cocons no estan ben desenvolupats.

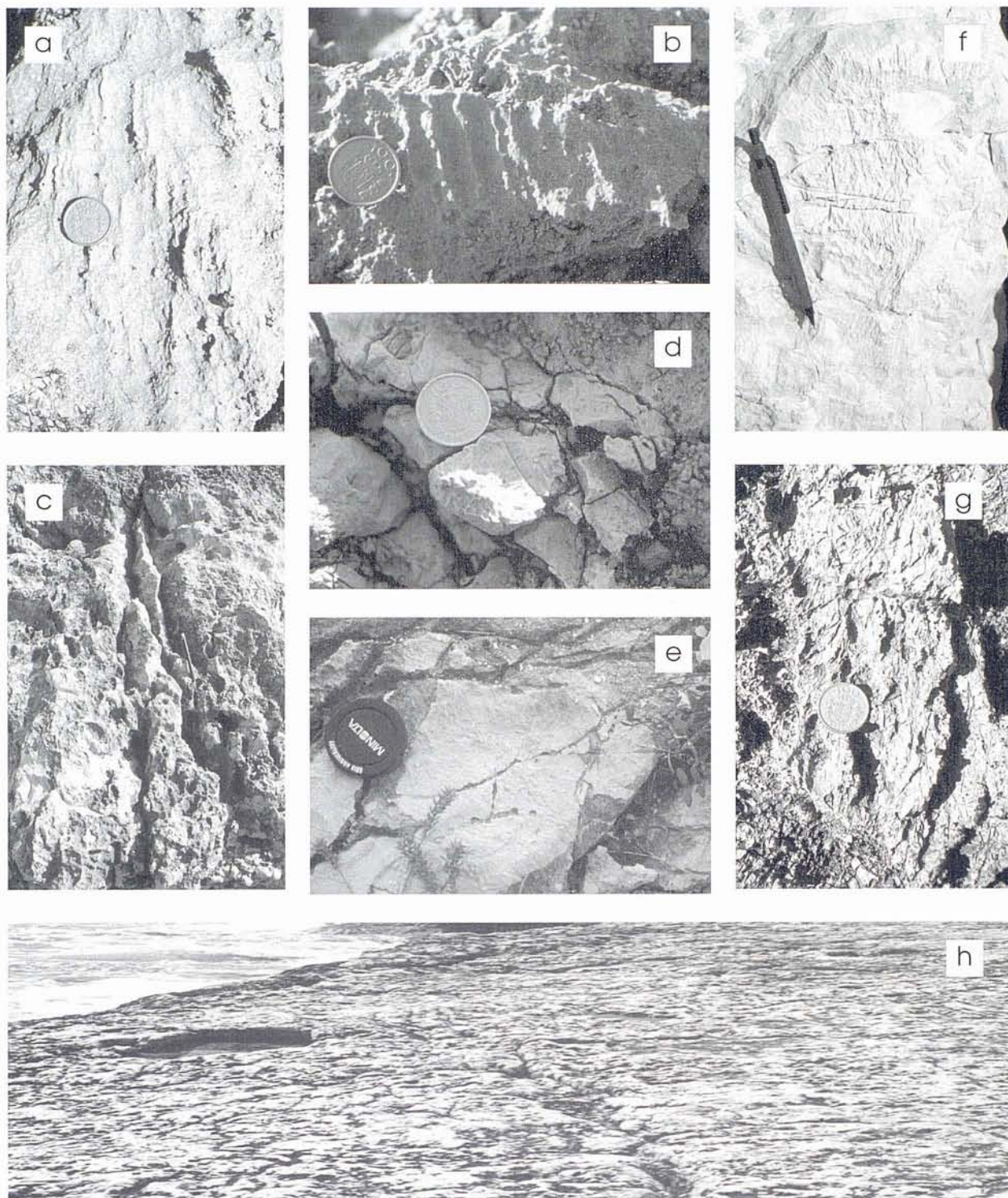


Figura 7: a i b) Estries desenvolupades sobre calcarenites del Miocè Superior (cala Murada) i bretxes juràsiques (cala d'en Guixar), respectivament. Observi's la forma en "u" i paral·lela dels canals. La primera de les fotografies correspon al domini del ruixim, mentre que la segona s'ubica a la zona d'esquitxos. c) Esquerdes amb longitud d'ordre mètric i amplada d'ordre centimètric, desenvolupades seguint la fracturació (punta des Sivinar, Santanyi). d) Canalicles trenats presents sobre els clastes d'una brexa, el claste és d'una textura més fina que no la matriu (cala d'en Guixar, Santa Ponça). e) Canalicles desenvolupats sobre una superfície plana i que

comencen a ésser desmantellats per petits micro-alvèols. La textura de la roca és de tipus *mudstone* (Cala Murada, Felanitx). f i g) Microfissures sobre calcàries mesozoiques i bretxes juràsiques (punta des Faralló a cala Rajada i cala d'en Guixar a Santa Ponça, respectivament). h) Superfície amb una densa xarxa d'esquerdes que arran de les diferents famílies de fractures generen formes semblants a canals meandriformes (caló de ses Favés, Santanyi).

Figure 7: a and b) Rillenkarren developed on Upper Miocene calcarenites (Cala Murada) and on Jurassic breccias (Cala d'en Guixar). Note the U-shape and the parallelism of the channels. The first photograph is a rillenkarren located in the splash zone, and the second in the spray zone. c) Splitkarren, being metric in length and centimetric in width, which follows the line of rock fractures (Punta des Sivinar, Santanyi). d) Microrills developed on a breccia clast. Because texture is finer than in matrix. (Cala d'en

Guixar, Sta. Ponça). e) Microrills developed on a bare surface which are being disturbed by blue-green algae pits. Rock is a mudstone. f & g). Microfissures on miocene calcarenite and mesozoic limestone rock outcrops (Punta des Faralló, Cala Rajada and Cala d'en Guixar, Santa Ponça). h) Surface with a dense network of splitkarren which follows the families of fractures and in some cases have a meander-like appearance (Caló de ses Faves, Santanyi).

C) Formes lineals controlades per hidrodinamisme

Canalicles – microrills, rillenstein (ang.)

Els canalicles són formes lineals l'amplada dels quals sol ésser d'1 mm i molt poc profundes, així com les microfissures tenen un fons angulós i abrupte, els canalicles el presenten més suau i arrodonit. Són sinuosos i fins i tot trenats sobre superfícies subhoritzontals, i esdevenen rectes amb l'increment del pendent. Es localitzen únicament a la zona afectada pel ruixim de l'onatge i sobre superfícies de textura molt fina i homogènia, especialment al Llevant i Migjorn de Mallorca sobre fàcies de tipus *mudstone*. FORD & WILLIAMS (1989) atribueixen als fluxos d'aigua per capilaritat la gènesi d'aquesta morfologia, i destaquen el paper que puguin tenir les rosades o les pel·lícules primes d'aigua com a agents de meteorització. A ambients litorals aquesta particular morfologia també ha estat identificada per FORD & LUNDBERG (1987) al supralitoral calcari de l'illa de Vancouver (Canadà) i per la seva banda GINÉS (1993) també ha identificat aquestes formes a les costes de l'arxipèlag de Cabrera.

Els canalicles, que són molt comuns a la costa formada pels materials de la unitat escullosa del Miocè Superior, així com també a les calcàries mesozoiques de la costa de Capdepera, sovint apareixen alterades per microalvèols colonitzats per líquens i cianobacteris que se superposen i trenquen la xarxa dels canalicles i vegades també de les microfissures (Fig. 7). Tot i que encara que aquest aspecte no ha estat abordat amb profunditat, l'aparença d'aquesta superposició recorda als processos que es donen a zones àrides com el sud de Tunísia, on se considera les microformes lineals com a relictos (tot i que força recents) fruit d'unes condicions més humides (SMITH *et al.*, 2000). En casos extrems com les bretxes juràssiques de la serra de Tramuntana, hem observat com els canalicles just es desenvolupen sobre els clastes atès que la matriu que els suporta presenta una textura més grollera (Fig. 7).

Estries – rillenkarren, solution flutes (ang.), cannelures (fr.); estriás de lapiaz (cast.)

Les estries són canals de fons arrodonit i parets fines organitzades de forma paral·lela que es disposen des de la cresta d'una roca llisa i disminueixen la seva profunditat fins a desaparèixer pendent avall (FORD & LUNDBERG, 1987). Les estries es caracteritzen per

mantenir una amplada més o menys constant a cada localitat (entre 1,2 i 2,1 cm a la serra de Tramuntana), mentre la longitud varia en funció d'un gradient relacionat amb les temperatures i la pluviometria (GINÉS, 1996). Els processos que intervenen en la seva formació són bàsicament la dissolució provocada per l'aigua de precipitació i l'acció derivada del metabolisme de líquens i cianobacteris que entapessen la roca (FIOL *et al.*, 1996). A la costa mallorquina aquesta morfologia és molt poc freqüent i té un patró de localització escassament definit, apareix tant a la zona d'envestida de l'onatge, com a la de ruixim, i sobre litologies prou diferents com unes bretxes juràssiques (Sta. Ponça) o unes calcarenites del Miocè Superior (cala Murada). No tenim notícia que aquesta morfologia en particular es doni en els conjunts de *karren* litoral llevat dels estudis de MILLER & MASON (1994) al sud de Sudàfrica, on es desenvolupen sobre dipòsits de platja i eolianites quaternàries (Fig. 7).

Canals de decantació – solution runnels, wandkarren, wall karren (ang.)

Aquesta és una morfologia poc comuna, però que es presenta molt sovint als afloraments de la unitat escullosa (Miocè Superior) del Llevant de Mallorca. Es tracta d'uns canals amb una amplada que supera el centímetre i paral·lels entre ells. Es disposen sobre l'extraplom de cocons que han aprofitat l'estructura tubular dels coralls per a desenvolupar-se, de manera que actuen com a col·lectors de l'aigua cap a dins del cocó.

D) Formes poligenètiques

Pinacles - spitzkarren, pinnacles (angl., fr.), agujas (cast.)

Els pinacles són cossos de roca de forma piramidal aïllats els uns dels altres. Les dimensions són força variables i depenen de factors molt locals (LEY, 1979). Les dades recollides a Mallorca presenten màxims de 70 cm, 22 cm d'eix major i 13 cm d'eix menor i mínims de 5 cm d'altura, 10 cm d'eix major i 3 cm d'eix menor sobre calcàries. Sobre eolianites l'altura màxima dels pinacles ha assolit 13 cm; 20 cm d'eix major i 5 cm d'eix menor; els mínims sobre aquesta litologia són de 2 cm d'altura, 5 cm d'eix major i 1,8 cm d'eix menor (Fig. 8). Els pinacles apareixen a la transició entre la zona d'estopeig de l'onatge i el domini dels esquitxos. Per darrera hi queda la zona de cocons pròpiament

dita. Els pinacles s'entenen com el relleu residual d'una superfície prèvia que ha estat desmantellada per la meteorització física i química durant la formació dels cocons (MILLER & MASON, 1994; SUNAMURA, 1992). De fet és molt comú observar a l'interior dels cocons restes dels nodes que comunicaven un grup de cocons coalescents i que amb el temps han quedat aïllats deixant un testimoni en forma de piràmide, de pinnacle.

Balma, visera, barbacana, entalladura – *notch, groove, nip, surf-notch (ang.); encorbellement, encoche, entaille (fr.); entalladura (cast.)*

Una balma és una indentació, de pocs centímetres a bastants metres, tallada a la costa rocosa en el vessant que dona al mar. Les balmes varien en mida, forma i relleu superficial i poden aparèixer a diferents nivells i desenvolupar-se arran de diferents processos (PIRAZZOLI, 1986). El desenvolupament de les balmes pot ésser atribuït a varis processos de meteorització, químics, mecànics i biològics.

L'acció mecànica per l'efecte erosiu de l'onatge o l'impacte del material solt que aquest arrossega, es reconeix en el balma per una superfície de la roca polida; llavors es parla d'una balma d'abrasió (TRENHAILLE *et al.*, 1998). Cal separar-los d'aquells que també s'ha format per l'acció impactant tot i que afavorits per la disposició estructural (balmes estructurals). Quan els que dominen són els processos de meteorització química i l'acció dels organismes es classifiquen com a balmes de corrosió (HIGGINS, 1980; RUST & KERSHAW, 2000) o de bioerosió (ABESNPERG-TRAUN *et al.*, 1990; HODGKIN, 1970; PIRAZZOLI & SALVAT, 1992) en funció de la preponderància dels processos.

A la costa mallorquina, quan el sector de costa està protegit presenta una altura important i un perfil transversal obert. En canvi l'altura de la balma és petita, i no hi ha quasi bé separació entre el sostre i la base de la balma quan la localització és exposada (Fig. 8).

Plataformes litorals – *shore platform (ang.), platier rocheux, trottoir rocheux (fr.), plataforma litoral, acera (cast.)*

Les plataformes litorals són superfícies d'erosió subhorizontals d'extensió variable en funció de l'exposició i les característiques del substrat sobre el qual es desenvolupen. A més a més d'una important component relacionada amb les condicions oceanogràfiques. Els processos que intervenen en la seva formació són variats i van des de l'acció mecànica de l'onatge fins a la meteorització química i l'acció bioerosiva (STEPHENSON, 2000). Les plataformes mallorquines (Fig.8) són més aviat petites (1 a 2 m), en aquells casos més favorables, l'amplada d'aquesta morfologia pot arribar o superar els 10 m. Les plataformes litorals per norma general es troben entapissades per pradells

de *Cystoceira* sps. i són nombrosos els organismes que hi desenvolupen una activitat bioerosiva, des d'equinoderms (e.g. *Paracentrotus lividus*) a bivalves perforants (e.g. *Lithophaga lithophaga*).

Trottoirs – *Trottoir, surf benches, armoured rim, bioherm, organic crust (ang.); trottoir, banquette, trottoir construit (fr.); acera (cast)*

El *trottoir* és una construcció biogènica produïda principalment per algues calcàries i vermètids (DALONGEVILLE, 1993). Es disposa sobre o adossada a la costa rocosa des de pocs mm per sobre el nivell del mar a uns quants cm per sota (Fig.8), condicionat per l'abast de la cavitació de l'onatge que és un dels mecanismes més importants d'aportació de l'oxigen i els nutrients que requereixen aquestes comunitats (FOCKE, 1978). Pot arribar a tenir gruixos considerables, i desenvolupa paral·lelament una acció de protecció de la roca que entapissa, alhora que també facilita el desplaçament de l'onatge cap a dins del perfil de costa alhora que els propis organismes realitzen accions tan mecàniques com químiques d'erosió (NUNN, 1993). Els *trottoirs* atès que la seva distribució està estretament lligada al nivell marí són uns bons indicadors de les oscil·lacions quaternàries (PIRAZZOLI & SALVAT, 1992).

Bufadors – *blowhole (ang.)*

Els bufadors són conductes de morfologia molt variada que aprofitant els plans de debilitat connecten la superfície de la costa amb cavitats obertes a la mar, o amb la base de la balma, de manera que quan l'onatge estopeja la costa desplaça l'aire i l'aigua a través de la fissura com si es tractés d'un guèiser.

L'organització de les formes

A la figura 9 s'hi representen esquemàticament els perfils de costa més comuns a Mallorca. La característica més destriable, com a totes les costes calcàries rocoses (SPENCER, 1988), és una gradació tant de les formes, la fauna i la flora en funció del grau d'humectació per l'onatge.

Així es distingeix, de mar cap a terra, una zona de domini de l'onatge, una segona dels esquitxos (*splash*) i finalment una zona on l'aportació de l'aigua de mar ve en forma d'aerosol (*spray*). El domini de l'onatge coincideix amb l'àmbit on trobem formes com les plataformes litorals i el *trottoir*, quan el perfil de la costa es comença a verticalitzar llavors poden aparèixer les balmes. Mentre que les plataformes estan cobertes per concreccions organògenes i macròfits, la resta de superfície està solcada per morfologies com alvèols i microalvèols, així com també són fàcils d'observar les marques deixades per organismes com els equinoderms i gasteròpodes (especialment *Patella* sps.). És

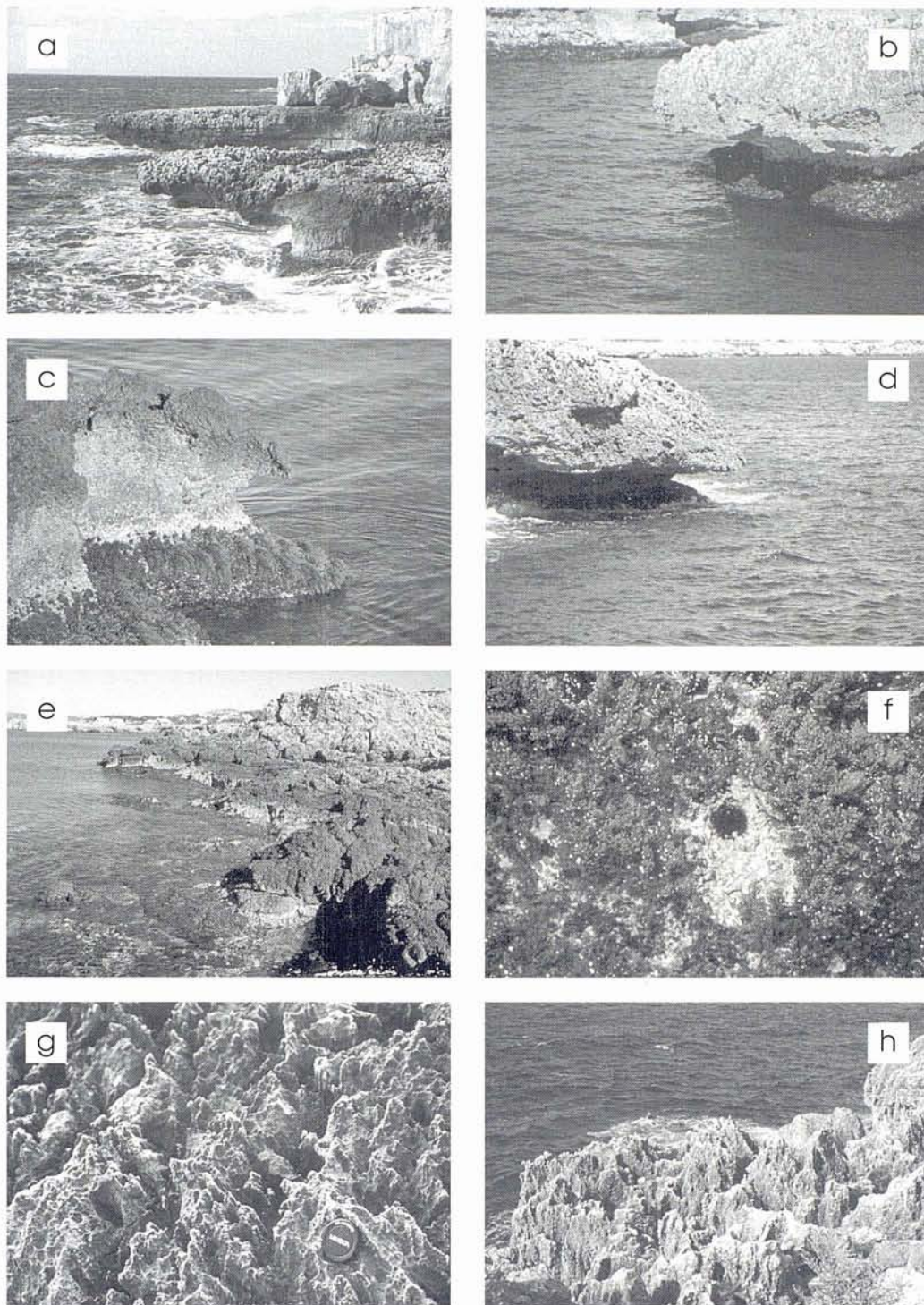


Figura 8: Balmes (mosses): a) i b) sobre calcarenites del Miocè Superior (punta des Sivinar); d) (cala Murada). c) sobre bretxes juràssiques (cala d'en Guixar). Plataforma litoral: e) panoràmica general i f) detall de la depressió provocada a la plataforma per un eriçó de mar. Pinnacles: g) Pinnacles sobre calcàries del Miocè Superior (cala Murada, Felanitx) i h) pinnacles desenvolupats sobre eolianites (s'Estret des Temps, Santanyi).

Figure 8: Notches cut into a) and b) Upper Miocene calcarenites (Punta des Sivinar) and d) (Cala Murada). c) into Jurassic breccias (Cala d'en Guixar). Shore platform showing: e) general view of rocky coast zonation from supratidal to shore platform and f) detail of sea urchin boring hole on shore platform. Pinnacles: g) Pinnacles developed on Upper miocene calcarenites (Cala Murada, Felanitx) and h) on eolianites (S'Estret des Temps, Santanyi).

en el canvi de pendent des de la plataforma litoral, quan s'adquireix un sentit vertical del perfil i fins que aquest torna a adoptar un sentit subhorizantal, que es troben les màximes densitats d'al·vèols i microal·vèols,

en qualsevol disposició i fins i tot superposant-se a altres morfologies.

Quan es passa al domini dels esquitxos és força comú trobar a les esquerdes i zones de drenatge

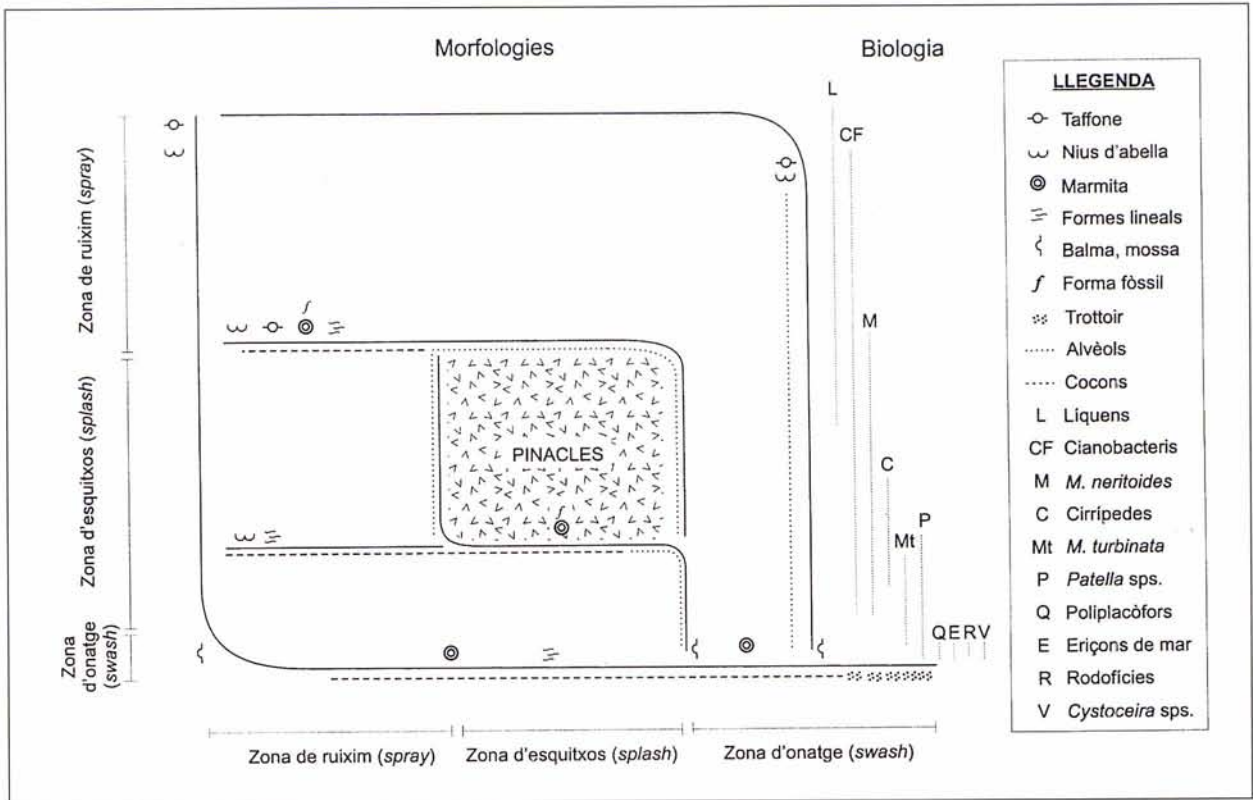


Figura 9: Esquema morfològic de la costa mallorquina que relaciona pendent, dinàmica marina, distribució de formes i zonació biològica.

Figure 9: Morphological scheme of the Mallorcan coast, relating the slope, marine dynamics, morphological distribution and biological zonation.

importants colònies de crustacis filtradors com *Chthamalus stellatus* o *C. depressus* que desenvolupen una acció de protecció de la roca; també en aquest àmbit i dins les esquerdes i microalvèols és freqüent trobar exemplars de *Melaraphe neritoides* o *M. punctata*. En els casos que des de la plataforma s'aixeca la vertical del penya-segat de l'ordre d'1 a 3 metres, abans de la zona on són presents els cocons s'identifica una àrea on els pinacles són la forma més característica.

Per darrera dels pinacles i ja quan es dona la transició de la zona de esquitxos a la de ruixim, quan la superfície és plana són freqüents els cocons. Aquests de mar cap a terra, disminueixen el grau de coalescència, de la mateixa manera que l'arrodoniment i la mida del cocó. Els cocons més interiors solen presentar formes més irregulars que no aquells més propers a la mar. Els alvèols i microalvèols disminueixen les seves densitats; és en aquesta zona on comencen a fer-se més evidents el seguit de formes lineals; especialment les controlades per fracturació. Pel que fa als conductes de subsòl, els canalicles, els nius d'abella o els *tafanni* solen aparèixer en aquest domini. La fauna queda molt reduïda, essent els gasteròpode *Melaraphe neritoides* quasi bé l'únic representant; a la zona de ruixim la roca està colonitzada per cianobacteris i líquens, i comencen a aparèixer algunes plantes superiors (*Limonium* sps.)

Conclusions

Les costes carbonatades de Mallorca presenten un conjunt de micromorfologies força variat i tenen en la seva gènesi diferents processos d'erosió i també d'acreció com en el cas del *trottoir*. El microrrelleu que en resulta sol designar-se com a *karren* litoral, tot i que algunes de les formes presents en aquest sistema no tenen la dissolució, inorgànica i/o orgànica, com a mecanisme evolutiu. Aquest és el cas de formes clarament d'erosió com les marmites o de meteorització química com els *tafanni*. Tanmateix la importància dels fenòmens biocàrstics és abasseguradora, i el tret més definitori dels processos d'erosió que es donen a les costes rocoses calcàries de Mallorca. Queda a l'expectativa la interpretació de formes com els conductes de dissolució, que essent típicament de subsòl apareixen entre formes pròpies del litoral; o la contribució de les paleomorfologies en el cas dels canalicles que actualment són desmantellats.

Agraïments

El present treball s'ha desenvolupat sota el finançament dels projectes MAS3-CT98-0173, ESPED: European Shore Platform Erosion Dynamics i DGE-SIC-PB98-0132: El karst y la morfogénesis litoral en las

Islas Baleares y la costa valenciana: su relación con las oscilaciones del nivel marino a lo largo del Cuaternario. Així mateix el treball no hauria estat possible sense els consells o l'ajuda en el camp, a un moment o a un altre, de Guillem Pons, Pau Balaguer, Marta Asensi, Maria Vidal, Emma Navarro, Gemma Villanueva, Marianna Baldo, Joan Miquel Carmona, Joaquin Ginés, Angel Ginés, Damià Vicens i Francesc Gràcia, a tots ells el nostre agraïment.

Bibliografia

- ABENSPERG-TRAUN, M.; WHEATIN, G.A. & ELIOT, I.G. (1990): Bioerosion, notch formation and micromorphology in the intertidal and supratidal zones of a calcareous sandstone stack. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 73: 47-56.
- BATTISTINI, R. (1981): La morphogenese des plateformes de corrosion littorale dans les gres calcaires (plateforme a vasques) et le probleme des vasques d'apres des observations faites a Madagascar. *Rev. Géom. Dyn.*, 30: 81-94.
- BOGLI, A. (1980): *Karst hydrology and physical speleology*. Berlin. Springer. 284 pp.
- BUTZER, K.W. (1962): Coastal geomorphology of Majorca. *Annals of the Association of America Geographers*, 52: 191-212.
- BUTZER, K.W. & CUERDA, J. (1962): Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean sea. *Journal of Geology*, 70: 398-416.
- CHEN, J.; BLUME, H.P. & BEYER, L. (2000): Weathering of rocks induced by lichen colonization, a review. *Catena*, 39: 121-146.
- CUERDA, J. & SACARÉS, J. (1992): *El Cuaternari del Migjorn de Mallorca*. Govern Balear. Palma. 130 pp.
- DALONGEVILLE, R. (1995): Le rôle des organismes constructeurs dans la morphologie des littoraux de la mer méditerranée: algues calcaires et vermetidés. *Norvès*, 42: 73-88.
- DALONGEVILLE, R. & LE CAMPION, Th. (1982): Aperçu sur l'érosion littorale en roches carbonatées. L'exemple de la Méditerranée. *Bull. Lab. Rhod. de Géom.*, 11-12: 3-12.
- DALONGEVILLE, R., LE CAMPION, Th. & FONTAINE, M.F. (1994): Bilan bioconstruction-biodestruction dans les roches carbonatées en mer Méditerranée: étude expérimentale et implications géomorphologiques. *Z. Geomorph. N.F.*, 38: 457-474.
- DANIN, A.; GERSON, R.; MARTON, K. & GARTY, J. (1982): Patterns of limestone and dolomite weathering by lichen and blue-green algae and their palaeoclimatic significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 37: 221-233.
- DEBRAT, J.M. (1974): Etude d'un karst calcaire littoral méditerranéen. Exemple du littoral de Nice a Menton. *Méditerranée*, 2: 63-85.
- EMERY, K.O. (1946): Marine solution basins. *The Journal of Geology*, 54: 209-228.
- FELDMANN, J. & DAVY DE VIRVILLE, A. (1933): Les conditions physiques et la végétation des flaques littorales de la côte des Albères. *Rev. Gén. de Botanique*, 45: 621-654.
- FIOL, LL.; FORNÓS, J.J. & GINÉS, A. (1996): Effects of biokarstic processes on the development of solutional rillenkarren in limestone rocks. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 447-452.
- FOCK, J.W. (1978): Limestone cliff morphology on Curaçao (Netherlands Antilles), with special attention to the origin of notches and vermetid/coralline algal surf benches ("cornices", "trottoirs"). *Z. Geomorph. N.F.*, 22: 329-349.
- FOLK, R.L.; ROBERTS, H.H. & MOORE, C.H. (1973): Black phytokarst from Hell, Cayman Islands, British West Indies. *Geological Society of American Bulletin*, 84: 2351-2360.
- FORD, D.C. & LUNDBERG, J.C. (1987): A review of dissolutional rills in limestone and other soluble rocks. *Catena Supplement*, 8: 119-140.
- FORD, D. & WILLIAMS, P. (1989): *Karst geomorphology and hydrology*. Chapman & Hall. London. 601 pp.
- FORNÓS, J.J. (2000): Karren. In Hannock, P. & Skinner, B. (eds.): *The Oxford Companion to the Earth*: 575-576. Oxford University Press. Oxford.
- FORNÓS, J.J. & GINÉS, A. (1996): Karren landforms: an introduction. In Fornós, J.J. & Ginés, A. (eds.): *Karren landforms*: 17-22. Universitat de les Illes Balears. Palma.
- GEHRMANN, C.K.; KRUMBEIN, W.E.; PETERSEN, K. (1992): Endolithic lichen and the corrosion of carbonate rocks, a study of biopitting. *Int. J. Mycol. Lichenol.*, 5: 37-48.
- GINÉS, A. (1993): Morfologies exocàrstiques. In ALCOVER, J.A., BALLESTEROS, E. & FORNÓS, J.J. (eds.): *Història natural de l'arxipèlag de Cabrera*: 153-160. CSIC, Societat d'Història Natural, Moll. Palma.
- GINÉS, A. (1996): Quantitative data as a base for the morphometric definition of rillenkarren features found on limestones. In FORNÓS, J.J. & GINÉS, A. (eds.): *Karren landforms*: 177-191. Universitat de les Illes Balears. Palma.
- GINÉS, J. (2000): El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología. *Tesi doctoral inèdita*. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 595 pp.
- GUILCHER, A. (1953): Essai sur la zonation et la distribution des formes littorales de dissolution du calcaire. *Annales de Géographie*, 331: 161-179.
- GUILCHER, A. & PONTÉ, P. (1957): Étude expérimentale de la corrosion littorale des calcaires. *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, 265-266: 48-62.
- GRÀCIA, F. & VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In FORNÓS, J.J. (ed.): *Aspectes geològics de les Balears*: 307-329. Universitat de les Illes Balears. Palma.
- HIGGINS, C.G. (1980): Nips, notches, and the solution of coastal limestone: an overview of the problem with examples from Greece. *Estuarine and coastal marine science*, 10: 15-30.
- HOLBYE, U. (1989): Bowl-karren in the littoral karst of Nord-Armøy, Norway. *Cave Science*, 16: 19-26.
- HODGKIN, E.P. (1970): Geomorphology and biological erosion of limestone coasts in Malaysia. *Geological Society of Malaysia Bulletin*, 3: 27-51.
- JENNINGS, J.N. (1985): *Karst geomorphology*. Blackwell. Oxford. 293 pp.
- KELLETAT, D. (1985): Bio-destructive und bio-constructive formelemente an den spanischen mittelmeerküsten. *Geoökodynamic*, 6: 1-20.
- KELLETAT, D.H. (1997): Mediterranean coastal biogeomorphology: processes, forms and sea-level indicators. *Bull. Inst. Oceanographique Monaco, n°special*, 18: 209-224.
- KELLETAT, D.H. Formenschatz und prozeßgefüge des "biokarstes" an der küste von Nordost-Mallorca (Cala Guya). *Berliner Geographische Studien*, 7: 99-113.
- LEY, R.G. (1979): The development of marine karren along the Bristol channels coastline. *Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd.*, 32: 75-89.
- LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. (1979): Formas y procesos kársticos en el litoral murciano. In BARCELÓ, B. (dir.): *Actas del VI coloquio de Geografía*: 57-64. AGE, Universidad de Palma de Mallorca. Palma.
- LUNDBERG, J. (1977): Karren of the littoral zone. Burren District, Co. Clare, Ireland. In *Proceedings of the 7th International Speleological Congress*: 191-293. British Cave Research Association. Sheffield.
- MATSUKURA, Y. & MATSUOKA, N. (1996): The effect of rock properties on rates of tafoni growth in coastal environments. *Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd.*, 106: 57-72.
- MATSUKURA, Y.; MATSUOKA, N. & YANO, N. (1989): A preliminary study on tafoni and honeycombs in Nojima-zaki, Boso Peninsula, Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, 15: 29-32.
- MAZZANTI, R. & PAREA, G.C. (1979): Erosione della "Panchina" sui litorali di Livorno e di Rosignano. *Boll. Soc. Geol. It.*, 90: 457-489.
- MIL, H. (1962): Coastal geology of Tanabe bay. *Sci. Rept. Tohoku University*, 34: 1-93.
- MILLER, W.R. & MASON, T.R. (1994): Erosional features of coastal beachrock and aeolianite outcrops in Natal and Zululand, South Africa. *Journal of Coastal Research*, 10: 374-394.
- MOSES, C.A. & SMITH, B.J. (1993): A note on the role of the lichen *Collema auriforma* in solution basin development on a carboniferous limestone substrate. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18: 363-368.
- MOSES, C.A. & SMITH, B.J. (1994): Limestone weathering in the supra-tidal zone: an example from Mallorca. In ROBINSON, D.A. & WILLIAMS, R.B.G. (eds.): *Rock weathering and landform evolution*: 433-451.

- MOTTERSHEAD, D.N. (1982): Coastal spray weathering of bedrock in the supratidal zone at East Prawle, South Devon. *Field studies*, 5: 663-684.
- MOTTERSHEAD, D.N. & PYE, K. (1994): Tafoni on coastal slopes, South Devon, UK. *Earth Surface Processes and Landforms*, 19: 543-563.
- NUNN, P.D. (1993): Role of Porolithon algal-ridge growth in the development of the winward coast of Tongatapu Island, Toga, South Pacific. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18: 427-439.
- PÉREZ-CUEVA, A. (1979): Karst marino en el sector litoral Alacant-Torrevieja. In BARCELÓ, B. (dir.): *Actas del VI coloquio de Geografía*: 81-88. AGE, Universidad de Palma de Mallorca. Palma.
- PEYROT-CLAUSADE, M.; LE CAMPION, T.; HARMELIN, M.; ROMANO, J.C.; CHAZOTTES, V.; PARI, N. & LE CAMPION, J. (1995): La bioérosion dans le cycle des carbonates: essais de quantification des processus en Plynésie française. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 1: 85-94.
- PIRAZZOLI, P.A. (1986): Marine notches. In VAN DE PLASSCHE, O. (ed.). *Sea level research: a manual for collection data*: 361-400. *Geobooks*. Norwich.
- PIRAZZOLI, P.A. & SALVAT, B. (1992): Acient shorelines and quaternary vertical movements on Rurutu and Tubuai (Austral Isles, French Polynesia). *Z. Geomorph. N.F.*, 36: 431-451.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; LLIMONA, X.M. & FONTARNAU, R. (1975): Acción de líquenes, algas y hongos en la telodiagénesis de las rocas carbonatadas de la zona prelitoral catalana. *Instituto de Investigaciones Geológicas*, 30: 83-117.
- RIBA, O. (ed.). (1997): *Diccionari de Geologia*. Institut d'Estudis Catalans. Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 1.407 pp.
- RODRÍGUEZ-NAVARRO, C.; DOEHNE, E. & SEBASTIAN, E. (1999): Origins of honeycomb weathering: the role of salts and wind. *Geological Society of America Bulletin*, 111: 1250-1255.
- ROSSELLÓ, V.M. (1964): *Mallorca. El Sur y el Sureste*. Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Palma de Mallorca. Palma. 553 pp.
- ROSSELLÓ, V.M. (1979): Algunas formas kársticas litorales de Mallorca. In BARCELÓ, B. (dir.): *Actas del VI coloquio de Geografía*: 115-121. AGE, Universidad de Palma de Mallorca. Palma.
- RUST, D. & KERSHAW, S. (2000): Holocene tectonic uplift patterns in northeastern Sicily: evidence from marine notches in coastal outcrops. *Marine Geology*, 167: 105-126.
- SANJAUME, E. (1979): Karst marino en el litoral del norte de Alacant. In BARCELÓ, B. (dir.): *Actas del VI coloquio de Geografía*: 123-129. AGE, Universidad de Palma de Mallorca. Palma.
- SANJAUME, E. (1985): *Las costas valencianas, sedimentología y morfología*. Secció Geografía. Universitat de València. València. 505 pp.
- SCHNEIDER, J. (1976): Biological and inorganic factors in the destruction of limestone coasts. *Contribution to Sedimentology*, 6: 1-112.
- SEGURA, F.S. (1990): *Las ramblas valencianas, algunos aspectos de hidrología, geomorfología y sedimentología*. Departament de Geografia. Universitat de Valencia. Valencia. 229 pp.
- SMITH, B.J. & McALLISTER, J.J. (1986): Observations on the occurrence and origins of salt weathering phenomena near Lake Magadi, Southern Kenya. *Z. Geomorph. N.F.*, 30: 445-460.
- SMITH, B.J., WARKE, P.A. & MOSES, C.A. (2000): Limestone weathering in contemporary arid environments: a case study from southern Tunisia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25: 1343-1354.
- SPENCER, T. (1988): Limestone coastal morphology: the biological contribution. *Progress in Physical Geography*, 12: 66-101.
- STEPHENSON, W.J. (2000): Shore platforms: a neglected coastal feature?. *Progress in Physical Geography*, 24: 311-327.
- SUNAMURA, T. (1992): *Geomorphology of rocky coasts*. John Wiley. Chichester. 302 pp.
- TORUNSKI, H. (1979): Biological erosion and its significance for the morphogenesis of limestone coasts and for nearshore sedimentation (Northern Adriatic). *Senckenbergiana marit.*, 11: 193-265.
- TRENHAILE, A.S. (1987): *The geomorphology of rock coasts*. Clarendon Press. Oxford. 384 pp.
- TRENHAILE, A.S.; PEPPER, D.A.; TRENHAILE, R.W. & DALIMONTE, M. (1998): Stacks and notches at Hopewell rocks, New Brunswick, Canada. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 975-988.
- TRENHAILE, A.S.; PÉREZ, A.; MARTÍNEZ, A.; COSTAS, M. & BLANCO, R. (1999): Rock coast inheritance: an example from Galicia, Northwestern Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24: 605-621.
- TRUDGILL, S.T. (1976): The marine erosion of limestones on Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd.*, 26: 164-200.
- TRUDGILL, S.T. (1979): Spitzkarren on calcarenites, Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd.*, 32: 67-74.
- TRUDGILL, S.T. (1985): *Process and form in coastal limestone landforms*. Longman. London. 196 pp.
- TRUDGILL, S.T. (1987): Bioerosion of intertidal limestone, Co. Clare, Eire - 3: Zonation, process and form. *Marine Geology*, 74: 111-121.
- TRUDGILL, S.T.; SMART, P.; FRIEDERICH, H. & CRABTREE, R.W. (1987): Bioerosion of intertidal limestone, Co. Clare, Eire - 1: *Paracentrotus lividus*. *Mar. Geol.*, 74: 85-89.
- UZUN, A. (1998): Weathering forms on sandstone directly exposed to sea effects in Gelincikburnu and its surroundings (south coast of the Black Sea). *Z. Geomorph. N.F.*, 42: 233-244.
- VILES, H.A. (1984): Biokarst: review and prospect. *Progress in Physical Geography*, 8: 523-542.
- VILES, H.A. (1988a): *Biogeomorphology*. Blackwell. Oxford. 365 pp.
- VILES, H.A. (1988b): Cyanobacterial and other biological influences on terrestrial limestone weathering on Aldabra: implications for landform development. *Biological Society of Washington Bulletin*, 8: 5-13.
- VILES, H.A. & PENTECOST, A. (1994): Problems in assessing the weathering action of lichens with an example of epiliths on sandstone. In ROBINSON, D.A. & WILLIAMS, R.B.G. (eds.). *Rock weathering and landform evolution*: 99-116. John Wiley & Sons. Chichester.
- WALTER-LEVY, L.; FRÉCAUT, R. & STRAUSS, R. (1958): Contribution à l'étude de la zone littorale des îles Baléares. Biologie et chimie des algues calcaires. Formes du relief qui leur sont liées. *Revue algologique*, 3: 202-228.
- WENTWORTH, C.K. (1944): Potholes, pits and pans: subaerial and marine. *Jour. Geology*, 52: 117-130.



