

# ENDINGS

A photograph of a cave interior. A diver in a blue and yellow wetsuit is swimming through a narrow passage. The walls are light-colored with some brownish stains. The water is clear and blue. The diver is holding a flashlight, illuminating the passage ahead.

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
Núm. 33 • NOVEMBRE 2009 • MALLORCA

Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)

# ENDINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia  
núm. 33 • Novembre 2009.

## Sumari

PROPOSTA D'UNA NOVA CLASSIFICACIÓ MORFOGENÈTICA DE LES CAVITATS CÀRSTIQUES DE L'ILLA DE MALLORCA per Joaquín Ginés i Àngel Ginés .....	5
LES COVES DE LA CINGLERA DEL CASTELL DE SANTUERI (Felanitx, Mallorca): ELS MATERIALS DEL FONS COLOMINAS DEL MUSEU D'ARQUEOLOGIA DE CATALUNYA per Jordi Hernández-Gasch .....	19
LES DESCOBERTES SUBQUÀTIQUES A LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca): HISTÒRIA I DESCRIPCIÓ DELS DESCOBRIMENTS, HIDROLOGIA, ESPELEOTEMES, SEDIMENTS, PALEONTOLOGIA I FAUNA per Francesc Gràcia, Joan J. Fornós, Pere Gamundí, Bernat Clamor, Jaume Pocoví i Miquel Àngel Perelló .....	35
MORFOLOGIES DE CORROSIÓ A LA PART SUBMERGIDA DE LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA. SECTOR ANTIC, SECTOR DE GREGAL I SECTOR DE LES GRANS SALES (Llucmajor, Mallorca) per Francesc Gràcia, Joan J. Fornós, Pere Gamundí, Bernat Clamor i Jaume Pocoví .....	73
DATOS PRELIMINARES SOBRE LA MINERALOGÍA DE LOS PRECIPITADOS ASOCIADOS A LOS RESPIRADEROS Y TOBERAS EXISTENTES EN LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Mallorca) por Antoni Merino, Joan J. Fornós y Bogdan P. Onac .....	99
LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 9: SON BORONAT - L'HOSTALET (2a part) (Calvià, Mallorca) per Antelm Ginard, Pere Bover, Damià Vicens, Damià Crespí, Mateu Vadell i Miquel Àngel Barceló .....	105
PRESENCIA DEL MURCIÉLAGO RATONERO PARDO <i>Myotis emarginatus</i> (Geoffroy, 1806) (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE) EN MALLORCA (ISLAS BALEARES) por David Garcia y Patricia Arbona .....	121
NOVES APORTACIONS AL CONEIXEMENT DE LA CABRERA PREHISTÒRICA (Illes Balears) per Miquel Trias, Damià Ramis, Mateu Riera, Pere Llovera, Joan Salom i Maria Magdalena Riera .....	125
RECULL DE LES CAVITATS DE MAJOR RECORREGUT I MAJOR FONDÀRIA DE LES BALEARS per Francesc Gràcia, Antelm Ginard, Damià Vicens i Joaquín Ginés .....	139

### Foto portada:

Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). Galeria Miquel Àngel Barceló  
Fotografia: Antoni Cirer. Assistent: Francesc Gràcia.

### Foto contraportada:

Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). Sector F.  
Fotografia: Antoni Merino. Assistent: Antoni Croix.

## 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 pressa.

## 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; a scale bar and, if there is more than one, each one must be clearly labelled;

5- 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.

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



**Govern de les Illes Balears**

Conselleria de Medi Ambient  
Direcció General de Biodiversitat



**Govern de les Illes Balears**

Conselleria de Medi Ambient  
Direcció General de Recursos Hídrics



**Govern de les Illes Balears**

Conselleria d'Esports i Joventut  
Direcció General d'Esports



**Govern de les Illes Balears**

Conselleria d'Educació i Cultura  
Direcció General de Política Lingüística



**Consell de  
Mallorca**



**Consell de  
Mallorca**

■ Departament de  
Medi Ambient i Natura

 **Obra Social**  
SA NOSTRA Caixa de Balears



FEDERACION ESPAÑOLA  
DE ESPELEOLOGIA

## FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

### JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENT:	Guillem MULET REBASSA
VICE-PRESIDENT:	Francesc GRÀCIA LLADÓ
SECRETARI:	Antoni MULET ALOMAR
TRESORERA:	Magdalena ALOMAR GELABERT
VOCAL BIBLIOTECA:	Francesc RUIZ SATORRES
VOCAL COORDINADOR CIENTÍFIC:	Antoni MERINO JUNCADELLA
VOCAL ESCOLA:	Beatriz PAYA GALLEGO
VOCAL COMPETICIONS:	Domingo DIAZ CALBET

### JUNTA DE PUBLICACIONS

DIRECTOR:	Francesc GRÀCIA LLADÓ
	Pere BOVER ARBÓS
	Damià CRESPI BESTARD
	Antelm GINARD FULLANA
	Joaquín GINÉS GRACIA
	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**

Palma Arena. Carrer de l'Uruguai, s/n

07010 - PALMA DE MALLORCA

(Spain)

e-mail: xescgracia@yahoo.es

Impressió:

Sairpa S.L.

C/ Islas Baleares, 26

Poligono Ind. Son Bugadellas

07180 Santa Ponsa (Calvià)

Tel. 971 69 76 76

e-mail: sairpa@terra.es

Maquetació:

Natalia Riera

Tel. 619 73 72 83

# PROPOSTA D'UNA NOVA CLASSIFICACIÓ MORFOGENÈTICA DE LES CAVITATS CÀRSTIQUES DE L'ILLA DE MALLORCA

per Joaquín GINÉS <sup>1,2</sup> i Angel GINÉS <sup>1,2</sup>

## Resumen

Las importantes exploraciones y descubrimientos, especialmente los realizados durante los últimos quince años en el subsuelo de Mallorca, ponen de manifiesto una complejidad creciente en lo que respecta a los mecanismos genéticos responsables de la formación de las cavidades kársticas de la isla. Estos hechos hacen necesaria la reelaboración de una clasificación morfogénica que actualice los conocimientos que eran válidos hace algunas décadas –concretamente la sistematización propuesta por GINÉS (1995)– y que sea capaz de dar cuenta de la gran variedad de ambientes representados en el mundo subterráneo mallorquín.

La clasificación que aquí se propone mantiene, en líneas generales, las cuatro grandes categorías establecidas con anterioridad, las cuales resultan enunciadas de la siguiente manera: 1) simas de la zona vadosa, 2) cuevas de la zona vadosa, 3) cuevas freáticas no litorales, y 4) cuevas de la franja litoral. Dentro de estas categorías se distinguen hasta catorce modalidades genéticas diferenciadas, aportando en cada caso ejemplos significativos que las ilustren convenientemente. Las principales novedades de esta clasificación consisten, por una parte, en el reconocimiento del papel de la disolución de yesos subyacentes en la génesis de algunas cuevas de hundimiento de la Serra de Tramuntana; por otra parte, queda en la actualidad suficientemente documentada la existencia de procesos de espeleogénesis hipogénica, de carácter geotermal, que en algunos casos han actuado conjuntamente con los mecanismos de disolución ligados a la zona de mezcla litoral.

## Abstract

During the last fifteen years, the important explorations and discoveries performed in Mallorcan caves put forward an increasing complexity regarding the mechanisms involved in the genesis of the endokarst phenomena in the island. Those recent contributions strongly claimed for the re-elaboration of a morphogenetic classification of caves in our geographical area, which updates the former existing knowledge –particularly, the systematization proposed by GINÉS (1995)– being able as well to give account for the great diversity of underground environments represented in Mallorca.

The classification proposed in this paper distinguishes, in general terms, the four wide hydrogeological categories previously established: 1) vertical shafts of the vadose zone, 2) caves of the vadose zone, 3) inland phreatic caves, and 4) caves of the littoral fringe. Within these categories, up to fourteen genetic typologies are differentiated, supplying at the same time significant examples that conveniently illustrate each case. The most important novelties of the present classification are, on one hand, the recognition about the role of subjacent gypsum dissolution in the genesis of some breakdown caves in Serra de Tramuntana region. On the other hand, nowadays it appears today sufficiently documented the existence of hypogene speleogenesis phenomena, of a geothermal character, that in some cases have acted together with the solutional mechanisms linked to the coastal mixing zone.

## Introducció

Les exploracions efectuades els darrers quinze anys a l'endocarst de Mallorca han ampliat, de forma substancial, el coneixement que es tenia sobre les característiques morfològiques i l'espeleogènesi de les prop de tres mil cavitats conegudes actualment a l'illa (ENCINAS, 2006). A tall d'exemple prou il·lustratiu, cal consignar el

cas de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) la qual, amb més de 63 km de desenvolupament, ha assolit unes fites espeleomètriques insospitades per al carst de Mallorca (MERINO *et al.*, 2008, 2009b). A més a més, aquesta singular cavitat ha evidenciat unes característiques morfogenètiques inusuals a les coves del Migjorn (GINÉS *et al.*, 2009a, 2009b), que demostren fins a quin punt la carstificació dels materials del Miocè superior del sud i llevant de l'illa és més complexa i heterogènia del que es coneixia fins al moment (GINÉS *et al.*, 2008).

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

2 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.

Tenint en compte aquest notable dinamisme pel que fa a l'evolució del coneixement de les coves i avencs de Mallorca, resulta necessari reformular una classificació morfogènica de les seves cavitats càrstiques. Aquest és l'objectiu que es proposen les presents planes tot partint de la sistematització proposada a GINÉS (1995), la qual al seu torn havia comptat prèviament amb alguns intents de classificació espeleogenètica com els realitzats per ENCINAS *et al.* (1974) i GINÉS & GINÉS (1974, 1987).

Cal fer esment, tal i com es comentava a GINÉS (1995), que bona part de la literatura internacional dedicada a la gènesi de les cavitats càrstiques s'ha centrat en l'estudi de la formació i evolució dels grans sistemes espeleològics, integrats generalment en grans unitats de drenatge de les aigües subterrànies. Així, s'han formulat diversos i interessants models explicatius, plenament vigents avui en dia, que relacionen la generació i evolució de les xarxes subterrànies amb les variacions al llarg del temps de les condicions hidrogeològiques dels sistemes càrstics (FORD & EWERS, 1978; KLIMCHOUK *et al.*, 2000). Emperò, en el cas de Mallorca, els grans sistemes subterrànies penetrables per l'home no són gaire abundants (tan sols unes poques coves superen els 5 km de desenvolupament), essent possible afirmar que la significació espeleogenètica de bona part de les coves i avencs de l'illa és confusa, en tractar-se de formes subterrànies de poca rellevància o bé de manifestacions fragmentàries de sistemes espeleològics de notable antiguitat i, per tant, molt evolucionats en el temps.

Dins de les aproximacions de caràcter hidrogeològic efectuades a aquestes qüestions, cal esmentar també les aportacions de PALMER (1991, 2007) que es centren en les característiques diferencials dels patrons topogràfics de les xarxes subterrànies. Una menció apart mereix el nou paradigma representat pels mecanismes d'espeleogènesi hipogènica (KLIMCHOUK, 2007; PALMER, 2007) que posen l'èmfasi en la formació de cavitats lligada a una alimentació hídrica d'origen profund. Finalment, cal fer referència a la singularitat que suposa el fet insular, amb els processos específics de carstificació associats a la proximitat de la línia de costa; el *Carbonate Island Karst Model* (CIKM) tal i com es troba formulat actualment (MYLROIE & MYLROIE, 2007) dóna una visió d'ample abast sobre els diversos ambients espeleogenètics existents a les illes calcàries. Per tal de no insistir més en aquestes temàtiques de caràcter general, remetem els interessats al treball previ de GINÉS (1995) així com a les revisions sobre la matèria incloses a PALMER (2007), WHITE & CULVER (2007) i GINÉS *et al.* (2008).

És convenient remarcar, com a un fet inevitable, que la classificació dels fenòmens naturals implica sempre notables esforços de simplificació, en haver d'encasellar elements complexos que poden participar dels trets definitoris de varies de les categories establertes. A més a més, les darreres fases de l'evolució morfològica de les cavitats càrstiques impliquen l'actuació de diferents mecanismes (esfondraments, estalagmitització...) que tendeixen a homogeneitzar l'aparença dels buits preexistents. Finalment, la rellevància que assoleixen els processos de reajustament mecànic, que afecten les voltes i parets de les coves mallorquines, pot arribar a

esborrar els vestigis de fases espeleogenètiques precedents (GINÉS, 2000a), fent difícil la categorització unívoca de determinats fenòmens endocàrstics de l'illa.

## Classificació proposada

Es procedirà a continuació a proposar una nova classificació morfogènica de les coves i avencs de Mallorca, que de fet és la continuïtat natural de la sistematització elaborada per GINÉS (1995). Com ja s'apunjava en aquells moments, la classificació es basa en distingir quatre grans categories espeleogenètiques en relació amb el context hidrogeològic en el qual s'han produït i/o evolucionat les cavitats observades. Les quatre categories que es diferencien són: 1) avencs de la zona vadosa, 2) coves de la zona vadosa, 3) coves freàtiques no litorals, i 4) coves de la franja litoral. Dins d'aquests grans grups es distingeixen un total de 10 tipus diferents de cavitats, que responen a modalitats genètiques netament caracteritzades. Així mateix, dins d'algunes de les tipologies establertes es diferencien 4 subtipus addicionals, entenent sota aquest concepte poblacions de cavitats les quals, tot i que pertanyen amb claredat a un determinat tipus, presenten unes característiques a bastament diferenciades que les individualitzen com a integrants d'un subtipus específic. En total es consideren 14 modalitats morfogèniques diferents que apareixen sistematitzades a la Taula I, on també es reflecteix la seva distribució geogràfica en les distintes regions càrstiques de l'illa (GINÉS & GINÉS, 1989). Tot seguit es descriuran els contextos morfològics i hidrogeològics de les quatre categories diferenciades, així com els diversos tipus i subtipus de cavitats que les integren; a la Taula II s'indiquen algunes localitats-tipus prou il·lustratives de cadascú dels tipus i subtipus de cavitats que s'han establert dins aquesta classificació.

### AVENCS DE LA ZONA VADOSA

Aquesta primera categoria agrupa totes les cavitats verticals generades a la zona vadosa del carst –o zona d'infiltració– la qual es caracteritza per una ràpida circulació vertical de les precipitacions meteòriques (Figura 1). Es tracta, en la majoria dels casos, d'avencs de dissolució que arriben sovint a fondàries superiors al centenar de metres i es troben excavats a les calcàries plegades, bàsicament d'edat mesozoica, que integren les zones muntanyoses de l'illa; alguns avencs importants es desenvolupen també en calcàries detrítiques i conglomerats del Miocè inferior. Dins d'aquest gran grup de cavitats es diferencien dues tipologies, la primera de les quals inclou, al seu torn, un subtipus addicional (Taula I i II).

### Avencs de dissolució

És un dels tipus de cavitats més abundants a l'illa, sobretot a les elevacions muntanyoses de la Serra de Tramuntana. Agrupa tot un variat ventall d'avencs origi-

nats per dissolució a la zona vadosa del carst, com a resultat del drenatge en profunditat de les precipitacions. S'inclouen dins d'aquesta tipologia des de petits avencs epicàrstics, existents als camps de lapiaz de l'illa, fins a les nombroses cavitats verticals de dissolució de majors dimensions, assimilables als *gouffres d'absortion* –avencs d'absorció– de GÉZE (1953). Els avencs de dissolució vadosa apareixen referits a literatura internacional amb diferents termes com són: *vadose shafts*, *solutional shafts* o *vadose pits* (FORD & WILLIAMS, 2007; HESS, 2005).

Aquests avencs es troben integrats per un o per més més tendència vertical, assentats sobre fractures, que es succeeixen en profunditat i arriben a assolir en Mallorca desnivells superiors als 300 m, com és el cas de l'Avenc del Puig Caragoler, al municipi d'Escorca (PLOMER & GINÉS, 2008). Alguns dels buits verticals que formen aquests avencs constitueixen impressionants pous de més de 100 m de fondària, com l'Avenc des Travessets, a Artà (GINÉS, 1975), o l'Avenc d'Escorca i l'Avenc de s'Aigo (GRUP ESPELEOLÒGIC EST, 1982, 1986) ambdós al municipi d'Escorca.

*Avencs vadosos d'alimentació nival.* Dins la tipologia d'avencs de dissolució existents a la zona vadosa, és possible diferenciar un subtipus de cavitats la morfologia de les quals està condicionada per la importància relativa d'una alimentació nival present i/o pretèrita (GINÉS & GINÉS, 1974, 1987). Es tracta d'avencs d'escassa fon-

dària i dotats d'àmplies boques, que actuen o han actuat com a formes superficials on s'acumulen les precipitacions de neu i on s'infiltra lentament les aigües procedents de la seva fusió. Algunes cavitats del massís del Massanella, a Escorca (GINÉS *et al.*, 1980, 1982), són prou il·lustratives d'aquest subtipus (Figura 2), així com altres avencs de les cotes superiors de la Serra de Tramuntana com l'Avenc des Tossals (GINÉS *et al.*, 1985) i fins i tot l'Avenc de Femenia (GINÉS *et al.*, 2006), tot dos pertanyents al terme d'Escorca.

### Avencs d'origen mecànic

Són cavitats de planta rectilínia que assoleixen de vegades profunditats notables. La seva gènesi està condicionada pels processos de distensió mecànica dels relleus enèrgics que es donen a les serres mallorquines. En alguns casos són esclatxes molt properes i paral·leles a grans penya-segats, com les *fentes de décollement* –esclatxes de desferrament– de RENAULT (1967) o els *gouffres tectoniques* –avencs tectònics– de GÉZE (1953). En altres ocasions són avencs que, sense estar lligats a la presència de grans espadats, consisteixen en importants fractures subverticals gairebé no retocades pels processos de carstificació.

Les cavitats d'aquesta tipologia són abundants a les elevacions de la Serra de Tramuntana, tal i com succeeix a la Mola des Ram, a cavall dels municipis

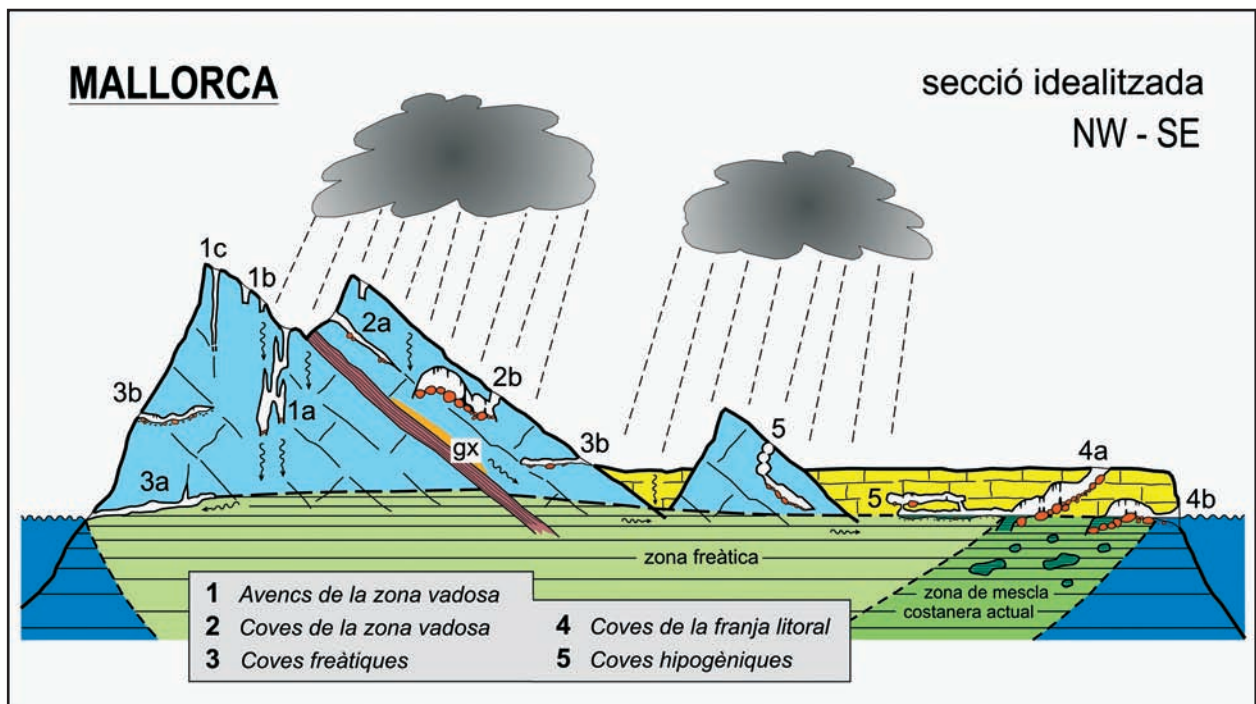


Figura 1: Representació esquemàtica dels tipus de cavitats presents a Mallorca, realitzada al llarg d'un perfil ideal de l'illa. 1a: avenc de dissolució vadosa; 1b: avencs vadosos d'alimentació nival; 1c: avencs d'origen mecànic; 2a: cova estructural; 2b: cova d'esfondrament; gx: guixos triàsics subjacents; 3a: cova freàtica amb activitat hidrològica; 3b: coves freàtiques antigues; 4a: cova de la zona de mescla costanera, morfològicament molt evolucionada; 4b: cova càrstico-marina; 5: coves hipogèniques.

Figura 1: Schematic representation of the cave typologies present in Mallorca, outlined on an ideal cross-section of the island. 1a: vadose dissolution shaft; 1b: snow-fed vadose shafts; 1c: mechanical shaft; 2a: structurally controlled cave; 2b: breakdown or collapse cave; gx: subjacent Triassic gypsum; 3a: phreatic cave, still presenting hydrological activity; 3b: ancient phreatic caves; 4a: coastal mixing-zone cave, morphologically very evolved; 4b: marine-karstic cave; 5: hypogenic caves.





Figura 2: Els avencs de dissolució vadosa són molt abundants a les muntanyes de Mallorca on és possible observar exemples relacionats amb una alimentació nival, que es localitzen a les cotes més elevades de la Serra de Tramuntana. Avenc de Massanella (Escorca).

Figure 2: Vadose solutional shafts are very abundant in the Mallorcan mountains being possible to recognize some examples related to snow-feeding, that are located at the highest points of the Serra de Tramuntana range. Avenc de Massanella (Escorca).

d'Esporles i Puigpunyent, o als vessants septentrionals de la Comuna de Bunyola (Avencs des Grau, Avenc de sa Cuina...). Els exemples més destacables d'aquest tipus d'avenc són tal vegada l'Avenc de ses Papallones (TRIAS, 1979a), a Bunyola, o el Crull de Can Termes (ENCINAS, 1995), al terme d'Escorca, que arriba a una fondària superior als 200 metres.

## COVES DE LA ZONA VADOSA

La segona gran categoria de cavitats que s'ha distingit agrupa diferents tipus de coves de tendència més aviat horitzontal, que tenen en comú dos trets definitoris ben clars: per una banda les morfologies observables actualment impedeixen albirar com eren els buits inicials que originaren les cavitats i, per altra banda, aquestes es troben avui en dia situades a la zona vadosa dels massissos càrstics (Figura 1). En la gènesi d'aquesta classe de cavitats, no es pot descartar una excavació en règim freàtic dels buits inicials; es tractaria en aquest cas del que BÖGLI (1980) denomina *secondary vadose caves*, en contraposició amb la primera gran categoria abans descrita –els distints tipus d'avencs– el caràcter vadós de la qual és netament primari. Es poden distingir dues tipologies principals de coves que presenten aquestes característiques, essent possible individualitzar altres dos subtipus addicionals en el cas de les cavitats que es denominen amb l'apel·latiu general de *coves d'esfondrament* (Taules I i II).

### Coves estructurals

Dins d'aquest grup s'inclouen diverses coves, existents sobretot als materials calcaris plegats de la Serra de Tramuntana, les quals consisteixen en una o

vàries grans sales subterrànies que es disposen amb una tendència general descendent. Aquestes sales es desenvolupen aprofitant importants discontinuïtats estructurals subhoritzontals com són algunes falles o, amb relativa freqüència, plans d'encavalcament. Les cavitats d'aquest tipus han estat retocades sovint per esfondraments de les voltes, així com per dipòsits estalagmítics que poden ser abundants. Cavernes com la Cova de ses Meravelles (Bunyola), la Cova Morella i la Cova del Boc (Pollença) o la Cova de sa Tossa Alta (Escorca), representen prou clarament les característiques d'aquesta tipologia.

### Coves d'esfondrament

La morfologia d'aquest tipus de coves es veu del tot presidida per l'existència de grans acumulacions de blocs, resultants d'esfondraments que afecten a les voltes i parets de les cavitats. Aquests mecanismes es designen habitualment en la bibliografia espeleològica hispana sota l'expressió de *processos clàstics* (MONTORIOL-POUS, 1951), terme sedimentològic no gaire adequat per fer referència als processos de reajustament i esfondrament mecànic dels buits endocàrstics. Els mecanismes citats apareixen referits en la literatura internacional amb denominacions molt generals com *breakdown* o *collapse processes* (KLIMCHOUK *et al.*, 2000; FORD & WILLIAMS, 2007; PALMER, 2007), o termes més específics com *incasion* (BÖGLI, 1980).

Resulta molt freqüent en les coves mallorquines el fet que els fenòmens d'esfondrament assoleixin una magnitud notable, de tal manera que no resten vestigis dels buits corresponents a les primeres fases de l'excavació de les cavitats (GINÉS, 2000a); és el que succeeix en exemples realment notoris com la Cova de sa Campana, al municipi d'Escorca. Tal i com ja s'ha dit

context morfo-hidrogeològic	tipus i subtipus de cavitats	Mesozoic plegat		Miocè superior	
		Serra de Tramuntana	Serres de Llevant	del Migjorn	Marina de Lluçmajor
Avencs de la zona vadosa	avencs de dissolució	●	○		
	└─ alimentació nival	○			
	avencs d'origen mecànic	●	○		
Coves de la zona vadosa	coves estructurals	○			
	coves d'esfondrament	●	○	○	○
	└─ sales de col.lapse de volta baixa	●	○	○	
	└─ dissolució de guixos subjacents	○			
Coves freàtiques no litorals	galeries de drenatge	●			
	xarxes laberíntiques	○	○	○	
	coves hipogèniques		○		
Coves de la franja litoral	coves de la zona de mescla costanera	○	○	●	○
	└─ xarxes freàtiques amb control estructural		○	○	
	xarxes freàtiques litorals amb influències hipogèniques				●
	captures càrstico-marines	○	○	●	○

● abundància    ○ presència

Taula 1: Classificació morfogenètica de les coves i avencs de Mallorca. S'indica l'abundància relativa de les distintes tipologies en les principals regions càrstiques de l'illa.

Table 1: Morphogenetic classification of caves and shafts in Mallorca. The relative abundance of the different typologies in the main karst regions of the island is also shown in the table.

	tipus i subtipus de cavitats	cavitats-tipus representatives
Avençs de la zona vadosa	avençs de dissolució — alimentació nival	Avenç del Puig Caragoler (Escorca) Avenç d'Escorca (Escorca) Avenç de s'Aigo (Escorca) Avenç del Massanella (Escorca) Avenç des Tossals (Escorca) Avenç de sa Fita (Escorca)
	avençs d'origen mecànic	Avenç de ses Papallones (Bunyola) Avenç des Grau (Bunyola) Avenç de na Boira (Esporles)
Coves de la zona vadosa	coves estructurals	Cova de ses Meravelles (Bunyola) Cova de sa Tossa Alta (Escorca) Cova Morella (Pollença)
	coves d'esfondrament — sales de col.lapse de volta baixa — dissolució de guixos subjacents	Cova de sa Campana (Escorca) Avenç de Son Pou (Santa Maria del Camí) Coves de Campanet (Campanet) Cova de Can Sion (Pollença) Cova des Diners (Manacor) Cova de s'Onix (Manacor) Coves del Pilar (Palma) cavitats de la Serra de na Burguesa (Palma)
Coves freàtiques no litorals	galeries de drenatge	Cova des Torrent de Cúber (Escorca) Cova de les Rodes (Pollença) Cova des Mirador (Escorca)
	xarxes laberíntiques	Cova de Son Brguet (Puigpunyent) Cova d'en Tocahores (Petra) Cova de sa Teulada (Santa Margalida)
	coves hipogèniques	Cova Nova de Son Lluís (Porreres)
Coves de la franja litoral	coves de la zona de mescla costanera — xarxes freàtiques amb control estructural	Coves del Drac (Manacor) Sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor) Cova de sa Gleda (Manacor) Cova des Coll (Felanitx) Cova Tancada (Alcúdia)
	xarxes freàtiques litorals amb influències hipogèniques	Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) Cova de sa Guitarreta (Llucmajor)
	captures càrstico-marines	Cova des Coloms I (Manacor) Cova de na Mitjana (Capdepera) Cova Marina des Pont (Manacor)

Taula II: Classificació morfogènica de les coves i avençs de Mallorca, amb indicació d'algunes localitats representatives de cadascuna de les tipologies.

Table II: Morphogenetic classification of caves and shafts in Mallorca including some representative localities for each of the typologies that are distinguished.

més a dalt, no es pot refusar un pretèrit origen freàtic per a aquestes coves, si bé el seu aspecte actual no subministra cap evidència en aquest sentit.

En relació amb els processos de reajustament mecànic de les voltes i parets, convé insistir ara en el següent fet: gairebé totes les tipologies que es descriuran d'ara endavant participen, en major o menor mesura, dels trets morfològics propis del que hem convingut en denominar *coves d'esfondrament*. Malgrat això, la pervivència en alguns casos de vestigis dels buits inicials que originaren les coves —cavitats freàtiques—, o en altres ocasions el context hidrològic específic actual —per exemple, la seva vinculació a la zona de mescla costanera— permetran que determinades cavernes d'esfondrament puguin ser assignades a altres categories morfogèniques dotades d'un contingut hidrogeològic molt més concret.

Amb caràcter general, les coves que poden ésser enquadrades en aquesta tipologia mostren un predomini

del desenvolupament subhoritzontal, una decoració estalagmítica destacable i, en alguns casos un volum realment important. Els exemples més representatius es troben a les calcàries mesozoiques plegades de la Serra de Tramuntana, amb localitats ben il·lustratives com les turístiques Coves de Campanet (LLOPIS-LLADÓ & THOMAS-CASAJUANA, 1948). Sens dubte, l'exemple més representatiu és la ja citada Cova de sa Campana (Escorca), en la qual alguna de les seves sales ultrapassa els 100.000 m<sup>3</sup> de volum (BARRERES *et al.*, 1976; MIR & TRIAS, 1973). Cal esmentar també l'existència d'algunes cavitats d'accés vertical, com l'Avenç de Son Pou (THOMAS-CASAJUANA & MONTORIOL-POUS, 1952a) al municipi de Santa Maria del Camí, integrades per àmplies sales d'esfondrament accessibles mitjançant obertures naturals localitzades normalment en el zenit de les seves voltes. Aquests formes subterrànies es correspondrien amb els *gouffres d'effondrement* —avençs d'esfondrament— de GÈZE (1953).

Sales de col·lapse de volta baixa. Bastants de les coves que pertanyen a la tipologia de coves d'esfondrament, presenten unes característiques prou diferenciades com per a agrupar-les en un subtipus específic, que s'ha designat amb la denominació que encapçala aquest paràgraf. Es tracta de sales de col·lapse d'àmplies dimensions en planta, però que mostren un desenvolupament volumètric més modest com a resultat de l'escassa alçada de les seves voltes. Les cavitats que reuneixen aquestes condicions es troben representades a totes les regions càrstiques de Mallorca comptant-se, entre els exemples més significatius, la Cova de Can Sion (Pollença), la Covota de la Penya Rotja, a Alcúdia (TRIAS, 1986), o la Cova des Diners (TRIAS, 1979b) i les coves de la zona de Ca n'Olesa (GINÉS *et al.*, 2007) totes elles al municipi de Manacor. Aquest subtipus de cova d'esfondrament es correspon amb algunes modalitats de les *collapse chambers*, tal i com varen ser definides per GINÉS (2000a), consistents en grans sales originades pel col·lapse generalitzat d'àrees relativament extenses del rocam calcari, amb un desplaçament vertical de la massa rocosa més aviat petit. Les cavitats generades, a més de presentar voltes d'alçades modestes i fins i tot reduïdes, se solen verticalitzar cap a la seva perifèria assolint fondàries notables, com succeeix a la Cova de Can Sion (Pollença) que supera el centenar de metres de profunditat (ENCINAS, 1994).

Dissolució de guixos subjacents. Determinades coves que exhibeixen morfologies dominants d'esfondrament o col·lapse, poden estar relacionades amb la inestabilitat mecànica de la massa calcària provocada per la dissolució de guixos subjacents (Figura 3). L'esmentada situació es dona amb bastant freqüència a la Serra de na Burguesa (BOVER *et al.*, 2004), a cavall dels municipis de Calvià i de Palma, essent les Coves del Pilar (Palma) la localitat on aquests fenòmens s'observen amb major claredat (VICENS *et al.*, 2005); aquí, els guixos del Triàsic apareixen en les galeries artificials inferiors, formant bancs massius d'uns pocs metres de potència. Cal remarcar que aquesta modalitat genètica ja havia estat insinuada per CAÑIGUERAL (1949) en explicar la formació de determinades coves illenques, en particular

Figura 3: Les sales d'esfondrament són freqüents a les coves de la Serra de Tramuntana i de vegades estan associades a la dissolució de guixos subjacents, com en el cas de les Coves del Pilar (Palma). **a)** aspecte d'una de les sales superiors, amb la presència de grans blocs procedents del col·lapse de les voltes. **b)** galeries d'extracció de les zones inferiors, on s'observen els guixos massius triàsics que eren explotats econòmicament. (Fotos: Gabriel Santandreu).

Figure 3: Breakdown chambers are frequent in the Serra de Tramuntana caves and sometimes are associated to the dissolution of subjacent gypsum as in the case of Coves del Pilar (Palma). **a)** general view of the upper chambers showing big collapse blocks owing to roof failure. **b)** quarrying galleries in the lower levels of the cave, where triassic massive gypsum is observed. (Photos: Gabriel Santandreu).



algunes cavitats de la Serra de na Burguesa; curiosament, aquestes observacions s'efectuaven en un treball dedicat a les Coves de Campanet, situades al municipi homònim, i aleshores recentment descobertes.

### COVES FREÀTIQUES NO LITORALS

A les diferents regions càrstiques de Mallorca hi són presents determinades coves que denoten una gènesi lligada a processos de dissolució en règim freàtic, encara que cal reconèixer que aquest tipus de cavitat no és massa abundant en general. Es tracta de formes de drenatge excavades originàriament a la banda inferior dels massissos càrstics, on tot els buits existents –porositat tant d'origen primari (porus, fractures...) com secundari (cavitats de dissolució)– són totalment negades d'aigua de manera permanent. En aquesta zona hidrogeològica,

denominada *zona freàtica* o de saturació, el drenatge subterrani té lloc en sentit horitzontal cap a les surgències, on són evacuades les aigües que circulen per l'interior del sistema càrstic (Figura 1).

Sobretot a la Serra de Tramuntana, algunes de les coves pertanyents a aquesta tercera gran categoria són encara actives, des del punt de vista de la seva funcionalitat hidrològica, i es veuen recorregudes per corrents subterranis perennes; la Cova dets Estudiants, al municipi de Sóller, és un espectacular exemple de cova horitzontal amb un funcionament hidrològic actiu i que compta amb importants continuacions subaquàtiques (ROMERO, 1975; BENYSEK, 1988). No obstant això, en la majoria d'ocasions aquests fenòmens endocàrstics han esdevingut desconnectats de les circulacions subterranies actives, com a resultat de la història geomorfològica dels massissos calcaris. En la mesura que es tracti de formes senils i no funcionals, aquestes coves

poden haver experimentat una intensa evolució morfològica ocorreguda en la zona vadosa del carst, com són els processos d'esfondrament i la deposició d'espeleotemes. Es poden distingir tres tipologies de coves que presenten aquestes característiques, tal i com es recull a les Taules I i II.

### Galeries de drenatge

Normalment estan constituïdes per galeries rectilínies, no gaire ramificades, amb abundants morfologies arrodonides de dissolució en condicions freàtiques. En algunes localitats recorren pel seu interior petits rius subterranis, com succeeix a la Cova de les Rodes, a Pollença (ENCINAS, 1972), la Cova des Torrent de Cúber, a Escorca, o la ja citada Cova dels Estudiants i la Font des Verger (RIPOLL & ROCA, 1974; CORRIGAN, 1998), ambdues al municipi de Sóller. En altres casos ens trobem amb aparells endocàrstics no funcionals, que en són testimoni de la complexa història geomorfològica dels relleus muntanyosos de la Serra de Tramuntana; en aquest sentit, la Cova de Canet, a Esporles (PONS-MOYÀ *et al.*, 1979; ALCOVER *et al.*, 2001), o la Cova de Cal Pessó, a Pollença (MORRO & MORRO, 1972), són exemples ben bonics d'antigues formes de drenatge freàtiques, no funcionals avui en dia.

### Xarxes laberíntiques

Aquesta tipologia de cavitats és generalment de dimensions modestes i està representada en totes les regions càrstiques de l'illa, encara que amb escasses localitats. Es tracta de fragments inactius de xarxes laberíntiques de conductes, excavats anteriorment en la zona freàtica del sistema càrstic. La Cova de Son Burguet (Puigpunyent), o la Cova d'en Tocahores (Petra) són cavitats prou il·lustratives, malgrat que la localitat més remarcable és sens dubte la Cova de sa Teulada, al municipi de Santa Margalida (THOMAS-CASAJUANA & MONTORIOL-POUS, 1952b), localitzada en les calcarenites postorogèniques del Miocè superior.

Tant en aquesta tipologia com en l'anterior, la gènesi freàtica dels buits primigenis és força evident tot i que les cavitats de vegades han sofert una dilatada evolució en condicions vadoses. En ambdós casos, semblen correspondre a una gènesi freàtica poc profunda, relacionada amb la banda de fluctuació de les aigües subterrànies, o *zona epifreàtica*.

### Coves hipogèniques

El concepte de cova de *gènesi hipogènica* és relativament recent i, a més a més, dotat de significats diferents segons els autors que han generalitzat el seu ús. Per una banda inclouria les cavitats relacionades amb una alimentació hídrica profunda i, per tant, no directament lligades a la infiltració de les precipitacions meteòriques (KLIMCHOUK, 2007; FORD & WILLIAMS, 2007) com és el cas de les coves d'origen hidrotermal. Per altra banda, altres autors apliquen el terme *hipogè-*

*nic* per fer referència als buits originats per processos de dissolució diferents dels mecanismes de carstificació convencional associats a la presència de CO<sub>2</sub> atmosfèric i/o edàfic; en aquesta categoria entrarien les coves excavades per l'oxidació de H<sub>2</sub>S, o per aportacions de CO<sub>2</sub> d'origen profund relacionades també amb fenòmens hidrotermals (PALMER, 2007). És fàcil comprovar que el significat genètic d'ambdues accepcions se solapa àmpliament sobretot pel que fa a les coves hidrotermals, que han de ser considerades hipogèniques en les dues accepcions del terme, tant des del punt de vista hidrogeològic com des de la perspectiva dels processos químics implicats.

En els relleus centrals de l'illa es localitza una interessant cavitat, la Cova Nova de Son Lluís (Porreres), que presenta algunes morfologies que apunten cap a una possible gènesi hipogènica (GINÉS & GINÉS, 2006) relacionada amb les anomalies geotèrmiques documentades al sector meridional de Mallorca (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ, 2007). Aquesta cavitat s'obre en materials plegats calcari-dolomítics atribuïts al Retià, i es caracteritza per la presència de cambres i cúpules coalescents de formes aproximadament esfèriques (Figura 4), que configuren els sectors superiors de la caverna. Les morfologies consistents en petites cambres isomètriques de fins a alguns metres de diàmetre, disposades sovint en estructures tridimensionals ramificades, són considerades formes característiques de la carstificació hidrotermal poc profunda (DUBLYANSKY, 2000, 2005) i estan relacionades freqüentment amb actius processos de condensació-corrosió induïts per la presència de llacs subterranis d'aigües termals (DUBLYANSKY & DUBLYANSKY, 2000; AUDRA *et al.*, 2009a).

Cal assenyalar que la Cova Nova de Son Lluís és l'única localitat de l'illa que mostra aquestes curioses morfologies. Emperò, el reconeixement d'altres indicis d'espeleogènesi hipogènica en l'endocarst litoral de la plataforma de Llucmajor –concretament a la Cova des Pas de Vallgornera, de la qual ens ocuparem més endavant– recolza la interpretació hidrotermal de les seves morfologies tan específiques.

## COVES DE LA FRANJA LITORAL

Aquesta quarta gran categoria està molt ben representada en algunes de les àrees càrstiques de Mallorca, en particular a la regió natural del Migjorn. Agrupa un interessant ventall de coves, l'origen i posterior evolució de les quals es troben condicionats, d'una manera directa o indirecta, per la proximitat a la línia de costa. Es diferencien tres tipus de coves costaneres, a més d'un subtipus addicional integrat dins del grup de cavitats generades a la zona de mescla litoral (Figura 1; Taules I i II).

### Coves de la zona de mescla costanera

Els materials calcaris del Miocè superior postorogènic del Sud i Llevant de Mallorca hostatgen nombroses cavernes que ofereixen unes característiques morfològiques peculiars i que han estat objecte d'atenció des de finals del segle XIX (MARTEL, 1896). Ja a partir de

les darreries del segle XX, s'ha anat suggerint un model genètic per a aquestes coves que contempla la formació d'uns buits inicials generats per dissolució en la zona freàtica litoral (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000b; GINÉS *et al.*, 2008), on tenen lloc actius processos de dissolució com a conseqüència de la mescla entre aigües continentals dolces i aigües marines. El funcionament hidrogeològic d'aquests aquífers costaners s'apro-

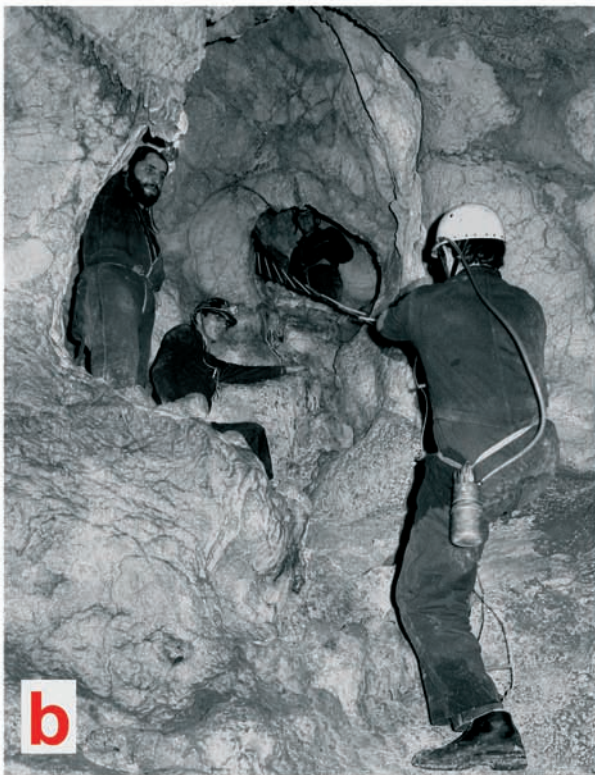
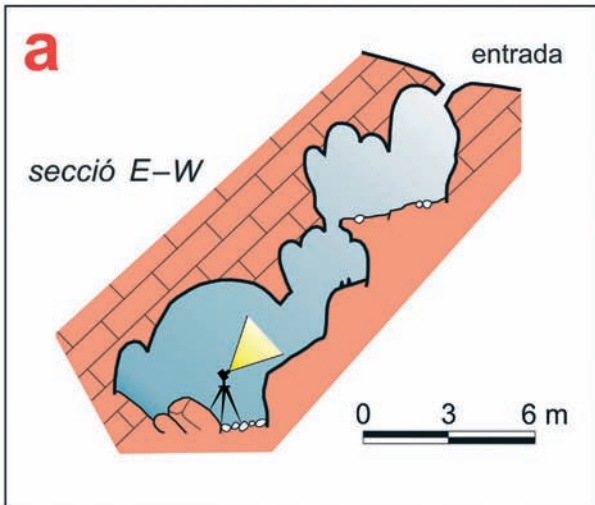


Figura 4: Cambres esfèriques de possible origen hipogènic observables a les parts superiors de la Cova Nova de Son Lluís (Porreres). a) secció longitudinal de la zona d'entrada de la cavitat. b) fotografia de la mateixa zona, presa des de la base dels desnivells inicials.

Figura 4: Spherical chambers of a possible hypogenic origin observed at the highest parts of Cova Nova de Son Lluís (Porreres). a) longitudinal profile along the entrance sector of the cave. b) picture of the same sector taken from the bottom of the entrance pits.

xima bastant al dels medis porosos en general, degut a la important porositat primària i l'elevada permeabilitat que presenten els materials carbonatats de la regió del Migjorn.

Les cavitats freàtiques primigènies experimentaren durant el Pleistocè successius esfondraments de les voltes i parets (GINÉS & GINÉS, 2007), afavorits per les davallades glacio-eustàtiques del nivell marí, els quals s'alternen al llarg del temps amb intenses fases d'estalagmitització. La notable rellevància que mostren els processos de col·lapse i reajustament mecànic de la massa rocosa condiciona gairebé del tot l'aparença actual d'aquest tipus de coves (Figura 5), al temps que és responsable de la seva obertura a l'exterior mitjançant enfonsaments en superfície, en ocasions ben vistosos. El patró planimètric de les coves resultants es més aviat ramiforme (PALMER, 2007), degut bàsicament a la coalescència gairebé aleatòria d'unitats volumètriques d'esfondrament més o manco independents (GINÉS & GINÉS, 2007). Aquest patró es troba fortament condicionat per la litologia dels materials del Miocè superior, mostrant-se amb molta claredat en les fàcies de front d'escull (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b), dotades d'elevades porositat i permeabilitat com a conseqüència de la dissolució de les construccions de coralls.

Les oscil·lacions glacio-eustàtiques de la Mediterrània, al llarg del Quaternari, han marcat l'evolució morfològica d'aquestes coves costaneres, propiciant la presència de reompliments molt específics (espeleotemes freàtics, dipòsits detrítics litorals, bretxes ossíferes...) de gran valor espeleocronològic i paleoambiental (GINÉS & GINÉS, 1995). Finalment cal remarcar el fet que el nivell actual de la mar determina l'existència de llacs subterranis d'aigües salabroses (Figura 5), la superfície dels quals experimenta fluctuacions d'escala temporal reduïda com són les marees.

Les cavitats més il·lustratives de la tipologia descrita es localitzen al municipi de Manacor, concretament al sud de Portocristo, amb coves destacables com el sistema Pirata-Pont-Piqueta (TRIAS & MIR, 1977; GRÀCIA *et al.*, 2006), la Cova Genovesa o d'en Bessó (GRÀCIA *et al.*, 2003), o la Cova de sa Gleda (FORNÓS *et al.*, 1989; GRÀCIA *et al.*, 2007; GINÉS *et al.*, 2008). Però, sens dubte, l'exemple més clàssic i paradigmàtic està representat per les Coves del Drac, famosa cova turística del terme de Manacor, que compta amb una extensa bibliografia que en fa referència (veure GINÉS & GINÉS, 1992).

#### Xarxes freàtiques litorals amb fort control estructural.

Els condicionants litològics influeixen de manera decisiva en la configuració morfològica de les coves de la regió del Migjorn, tal i com ja s'ha esmentat poc abans. Així, mentre que a les fàcies de front de l'escull del Miocè superior dominen les formes de col·lapse relacionades amb la dissolució extensiva dels edificis coral·lins (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b), en les fàcies corresponents a ambients sedimentaris de lagoon la permeabilitat associada a la fracturació adquireix major rellevància, en presentar aquests materials calcarenítics i calcisiltítics una porositat bastant més baixa. D'aquesta manera, algunes localitats com la Cova des Coll, a Felanitx (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005), constitueixen importants sistemes

freàtics litorals on hi són actius els processos geoquímics de mescla entre aigües dolces i marines, però on així mateix és ben patent un fort control estructural (diàclasi i fractures en general) en la disposició planimètrica de la xarxa subterrània. Es tractaria doncs, en aquest cas, d'un subtipus de cova de la zona de mescla litoral (Taula I), però caracteritzat per un patró planimètric rectilini força diferenciat. Amb molta menys freqüència, els plans d'estratificació poden assolir un paper important en el desenvolupament d'algunes cavitats litorals, com és el cas de la Cova Figuera, a Manacor.

### Xarxes freàtiques litorals amb influències hipogèniques

Els recents descobriments esdevinguts a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) han fet necessari establir una nova tipologia que donés compte de les especificitats de la citada cova, les quals es concreten en unes dades espeleomètriques insospitades per a l'endocars de Mallorca i en uns trets morfològics singulars en molts d'aspectes (MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009b; GINÉS *et al.*, 2008, 2009b). Aquesta xarxa subterrània presenta un desenvolupament actual superior als 63 km, essent possible distingir dues zones molt ben diferenciades dins el conjunt de sales i galeries que integren la

cavitat. Per una banda, els sectors més propers a la línia de costa mostren unes característiques molt semblants a la majoria de les coves del Migjorn de l'illa; predominen les gran sales d'esfondrament excavades a les fàcies d'escull dels materials del Miocè superior, així com extenses zones ocupades per aigües freàtiques salabroses (Figura 5). Per altra banda, els sectors interns de la cova estan constituïts per un extensíssim laberint de galeries, controlades estructuralment per importants fractures on predomina la direcció SW-NE. Ambdues zones, encara que molt diferents pel que fa a la seva morfologia, estan decorades per una profusió i varietat d'espeleotemes certament extraordinària (MERINO, 2006).

A més de la magnitud excepcional del sistema i del seu patró fortament laberíntic, les zones internes de la cova contenen una associació morfo-sedimentària que apunta cap a la participació de processos d'espeleogènesi hipogènica en l'excavació d'aquesta gran xarxa subterrània (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a). Les morfologies més específiques –i fins ara no observades a altres cavitats de l'illa– són els canals ascendents de dissolució de diverses mides (Figura 6), assimilables a alguns dels *rising wall channels* de KLIMCHOUK (2007) o als *bubble trails* documentats per PALMER (2007) i AUDRA *et al.* (2009b, 2009c). Aquests tipus de formes són originats per fluxos ascendents d'aigües agressives, que tenen lloc en la zona epifreàtica en relació amb processos



Figura 5: Les grans sales d'esfondrament i la presència de llacs freàtics d'aigües salabroses són una constant morfològica en les coves litorals del Migjorn de Mallorca. Aspecte de les grans sales de col·lapse de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor), desenvolupades en les fàcies d'escull del Miocè superior (Foto: Bogdan Onac).

Figure 5: Big breakdown chambers are ubiquitous in the littoral caves from Migjorn karst region, together with the presence of extensive phreatic brackish pools. General view of the great collapse chambers existing in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor), developed in the Upper Miocene reef-front facies. (Photo: Bogdan Onac).



Figura 6: *Bubble trails* (esquerra) i canals ascendants de dissolució de major mida, localitzats a les galeries de les zones més internes de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor). Es tracta de formes que evidencien la participació de processos d'espeleogènesi hipogènica en l'excavació d'aquesta excepcional xarxa subterrània. (Fotos: Antoni Merino).

Figure 6: *Bubble trails* (left) and wider solutional ascending channels located at the inner passages in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor). They are features supporting the involvement of hypogene speleogenesis processes in the development of this exceptional cave. (Photos: Antoni Merino).

de desgasificació ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) d'aigües no meteòriques de procedència profunda.

La Cova des Pas de Vallgornera és, sense discussió, un cas força singular dins l'endocarst de Mallorca, que pareix obeir a l'actuació conjunta de diferents mecanismes espeleogenètics. En aquest sentit, a més dels processos de dissolució lligats a la zona de mescla costanera, existeixen evidències clares de la participació activa de mecanismes d'espeleogènesi hipogènica (GINÉS *et al.*, 2009a; MERINO *et al.*, 2009a), previsiblement associats als fenòmens geotermals documentats recentment a la plataforma de Llucmajor (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ, 2007). Encara que no es disposa de proves concloents al respecte, cal esmentar també que tal vegada l'estrany desenvolupament topogràfic tridimensional que mostra bona part de la Cova de sa Guitarreta, també al municipi de Llucmajor (MIR, 1974), podria estar relacionat amb una alimentació hipogènica basal que originés l'ascens d'aigües agressives no meteòriques.

### Captures càrstico-marines

En una illa calcària com Mallorca, són ben freqüents les cavitats subterrànies que s'obren a les immediacions

de la línia de costa. En nombroses ocasions es tracta simplement de coves de gènesi marina excavades per l'acció erosiva –majoritàriament mecànica– lligada a la dinàmica litoral de les aigües marines. Aquesta classe de cavitats no és del nostre interès, donat que són fenòmens del tot aliens als mecanismes de carstificació.

Malgrat això, cal referir-se a una tipologia de coves, molt abundants als litorals de la nostra illa, que són el resultat d'una gènesi mixta relacionada amb el caràcter calcari de les costes rocoses mallorquines. Ens referim al que MONTORIOL-POUS (1971, 1972) denomina *captures càrstico-marines*, que consisteixen en cavitats d'un clar origen càrstic afectades en major o menor mesura pels processos d'erosió costanera. De vegades són clarament coves de gènesi càrstica, però amb l'orifici d'accés obert gràcies a la intervenció de la dinàmica litoral, tal i com succeeix a la Cova de na Barxa (ANDREWS *et al.*, 1989) i la Cova de na Mitjana (GINÉS *et al.*, 1975; GINÉS & GINÉS, 1993; GINÉS, 2000b), al municipi de Capdepera, o a la Cova de Cala Falcó (TRIAS & MIR, 1977; GINÉS, 2000b) i la Cova des Coloms 1 (TRIAS, 1992; GINÉS, 2000b), al municipi de Manacor. En altres ocasions, s'observen aparells endocàrstics pràcticament desmantellats del tot, per mor de l'evolució morfològica de la línia de costa; en aquest sentit, l'impressionant arc de la Cova Marina des Pont, a Manacor (TRIAS &



MIR, 1977), és un excel·lent exemple d'aquesta situació evolutiva. A l'interior d'aquestes cavitats litorals abunden els dipòsits sedimentaris, de vegades força complexos, on s'intercalen seqüències d'espeleotemes amb bretxes ossíferes i materials detrítics marins, constituint registres de gran interès espeleocronològic (GINÉS & GINÉS, 1995).

## Conclusions: distribució geogràfica de les tipologies proposades

Per tal de sintetitzar adequadament les observacions exposades fins ara, s'han elaborat diversos gràfics –als quals ja s'ha fet sovint referència al llarg de les pàgines precedents– que donen compte de les grans categories morfogenètiques proposades així com dels diferents tipus i subtipus de cavitats que s'hi distingeixen. Concretament, la Figura 1 ha pretès aportar una visió intuïtiva de com es distribueixen les diverses tipologies sobre un transecte idealitzat de Mallorca; aquest esquema intenta evidenciar l'acusada dicotomia geològica i geomorfològica que es dona entre les serralades alpines, on predominen els materials mesozoics, i la plataforma postorogènica del Migjorn.

Per altra banda la Taula I, a més de reflectir en detall la classificació proposada, inclou una valoració relativa del grau de representació dels distints tipus i subtipus de cavitats en les principals regions càrstiques de l'illa. Amb aquesta intenció s'expressa, per a cadascuna de les tipologies establertes, la seva *abundància* significativa o tan sols la *presència* ocasional. Quan una determinada tipologia és francament molt rara dins una regió concreta, ha estat considerada com a no present en ella; aquest criteri s'ha aplicat en gairebé tots els casos, amb l'excepció de les *coves hipogèniques* que compten amb tan sols dos exemples clars en dues regions distintes, però que suposen unes evidències espeleogenètiques del tot singulars.

Resulten molt evidents les diferències existents quant als tipus de cavitats representades en les diverses regions càrstiques de Mallorca (Taula I). Centrant-nos en les dues unitats naturals més radicalment diferenciades, es constata a la Serra de Tramuntana un domini dels *avencs vadosos* i de les *coves de la zona vadosa*, així com bons exemples de *coves freàtiques no litorals*. En contraposició, als materials del Miocè superior de la regió del Migjorn es mostren com a dominants les diverses tipologies de *coves de la franja litoral*, mentre que les altres categories tenen una representació molt pobre. És necessari deixar constància que la singularitat representada per la Cova des Pas de Vallgornera ens ha portat a individualitzar la plataforma de Lluçmajor, en la Taula I, segregant-la del conjunt de la regió del Migjorn; d'aquesta manera, en aquest subsector concret apareixen com a dominants les *xarxes freàtiques litorals amb influències hipogèniques*, degut a la presència de tan sols una cavitat, però d'excepcionals característiques morfològiques i espeleomètriques.

Quant a les Serres de Llevant, es pot observar l'existència de cavitats corresponents a totes les categories morfogenètiques, emperò sense una dominància clara de cap de les tipologies. No obstant això, convé remarcar la presència d'una *cova hipogènica*, possiblement relacionada amb els fenòmens geotermals de la zona meridional de Mallorca, al igual que succeeix amb l'endocarst de la plataforma de Lluçmajor.

Considerades de manera conjunta, els prop de tres milers de cavitats conegudes a Mallorca són de dimensions més aviat modestes, encara que unes poques coves de la regió del Migjorn superen àmpliament els 5 km de desenvolupament, comptant amb l'esmentat màxim de 63 km de la Cova des Pas de Vallgornera. La profunditat màxima que assoleixen les cavitats supera de molt poc els 300 m de desnivell, com succeeix a la Cova de sa Campana i a l'Avenc del Puig Caragoler, ambdues cavitats localitzades al terme d'Escorca. Malgrat les dimensions destacables d'algunes de les coves litorals de Mallorca, i la seva notable decoració d'espeleotemes, tal vegada l'aspecte més cridaner de l'endocarst de l'illa consisteix en els marcats fets diferencials que es donen entre les seves diverses regions naturals. Aquests fets diferencials es materialitzen per una banda en un bon exemple de carst mediterrani de mitja muntanya, a la Serra de Tramuntana, en contraposició amb un esplèndid carst eogenètic litoral desenvolupat en la plataforma postorogènica del sud i llevant de Mallorca.

## Agraïments

El present treball s'ha beneficiat de les discussions i intercanvis d'informació efectuats amb diversos amics i col·legues: Damià Crespi, Joan J. Fornós, Francesc Gràcia, Antoni Merino i Miquel Trias. Algunes fotografies ens han estat amablement subministrades per Antoni Merino, Bogdan Onac i Gabriel Santandreu.

Bona part de les tasques desenvolupades s'emmarquen dins del projecte d'investigació del *Ministerio de Ciencia e Innovación* - FEDER CGL2006-11242-C03-01/BTE. Cal fer constar, així mateix, el recolzament rebut de la Direcció General de Recursos Hídrics del Govern Balear, en particular d'Alfredo Barón, cap del Servei d'Estudis i Planificació.

## Bibliografia

- ALCOVER, J.A.; RAMIS, D.; COLL, J. & TRIAS, M. (2001): Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, 24: 5-57. Palma de Mallorca.
- ANDREWS, J.N.; GINÉS, A.; PONS-MOYÀ, J.; SMART, P.L. & TRIAS, M. (1989): Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la Cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca). *Endins*, 14-15: 17-25. Palma de Mallorca.
- AUDRA, P.; MOCOCHAIN, L.; BIGOT, J.Y. & NOBÉCOURT, J.C. (2009a): Hypogene cave patterns. In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 17-22. Simferopol, Ucraïna.

- AUDRA, P.; MOCOCHAIN, L.; BIGOT, J.Y. & NOBÉCOURT, J.C. (2009b): Morphological indicators of speleogenesis: hypogenic speleogens. In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 23-32. Simferopol, Ucraïna.
- AUDRA, P.; MOCOCHAIN, L.; BIGOT, J.Y. & NOBÉCOURT, J.C. (2009c): The association between bubble trails and folia: a morphological and sedimentary indicator of hypogenic speleogenesis by degassing, example from Adaouste Cave (Provence, France). *International Journal of Speleology*, 38 (2): 93-102. Bologna.
- BARRERES, M.; FERRERES, J. & CARDONA, F. (1976): La cueva de sa Campana y el karst de Castellots. *Speleon*, 22: 43-74. Barcelona.
- BENYSEK, L. (1988): Italy, Spain '87 [Cova dets Estudiants]. *Speleoforum*, 88: 51-52. Brno, República Txeca.
- BÖGLI, A. (1980): *Karst hydrology and physical speleology*. Springer-Verlag. 284 pàgs. Berlín.
- BOVER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D.; VICENS, D.; VADELL, M.; SERRA, J.; SANTANDREU, G. & BARCELÓ, M.A. (2004): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 6: la mineria a la Serra d'en Marill (Palma, Mallorca). *Endins*, 26: 59-82. Palma de Mallorca.
- CAÑIGUERAL, J. (1949): Las Cuevas de Campanet (Mallorca). *Ibérica*, 156: 178-182 199. Barcelona.
- CORRIGAN, J. (1998): Cave diving Mallorca style [Font des Verger]. *Caves & Caving*, 79: 24-25. Londres.
- DUBLYANSKY, Y.V. (2000): Hydrothermal speleogenesis: its settings and peculiar features. In: KLIMCHOUK, A.B.; PALMER, A.N.; FORD, D.C. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 292-297. Huntsville, USA.
- DUBLYANSKY, Y.V. (2005): Hydrothermal caves. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier, Academic Press. 300-305. Burlington, USA.
- DUBLYANSKY, V.N. & DUBLYANSKY, Y.V. (2000): The role of condensation in karst hydrogeology and speleogenesis. In: KLIMCHOUK, A.B.; PALMER, A.N.; FORD, D.C. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 100-112. Huntsville, USA.
- ENCINAS, J.A. (1972): Contribuyendo al estudio del karst del valle de Sant Vicenç de Pollença (Mallorca). *Espeleogénesis y espeleografía. Geo y Bio Karst*, 31: 15-22. Barcelona.
- ENCINAS, J.A. (1994): Últimas exploraciones. Balears. [Cova de Can Sion]. *Subterrànea*, 2: 5-6. Barcelona.
- ENCINAS, J.A. (1995): Es Crull de ses Termes. *Subterrànea*, 4: 27-29. Barcelona.
- ENCINAS, J.A. (2006): *Relación inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears, año 2006*. Ediciones JAES, Colección Tarsilbet, IV. 236 pàgs. Pollença, Mallorca.
- ENCINAS, J.A.; LLOBERA, M. & LLOBERA, P.J. (1974): Introducción a una clasificación espeleogenética de las cuevas y simas de Mallorca (Balears). *Endins*, 1: 3-10. Palma de Mallorca.
- FORD, D.C. & EWERS, R.O. (1978): The development of limestone cave systems in the dimensions of length and breadth. *Canadian Journal of Earth Science*, 15: 1783-1798.
- FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (2007): *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd. 562 pàgs. Chichester, UK.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. & TRIAS, M. (1989): La Cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics. *Endins*, 14-15: 53-59. Palma de Mallorca.
- GÈZE, B. (1953): La genèse des gouffres. *1er. Cong. Intern. Spéleol.* 2: 11-23. Paris.
- GINÉS, A. (1975): Relación actualizada de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca. *Endins*, 2: 44-47. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. (2000a): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148. Ljubljana, Eslovènia.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & PONS-MOYÀ, J. (1975): Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas. *Speleon. Monografía I, V Symposium de Espeleología, Cuaternario*. Escola Catalana d'Espeleologia. 49-56. Barcelona.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El karst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 71-86. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. (2000b): *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 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1974): Estudio estadístico de las cavernas de Mallorca. *Endins*, 1: 11-16. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): El karst en las islas Baleares. In: DURÁN, J.J. & LÓPEZ, J. (eds.) *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología, Monografía nº 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993): Speleochronological approach to some coastal caves from Cap Vermell area in Mallorca island (Spain). *Proc. 11th Int. Congress Speleol.* 56-59. Beijing.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1995): Aspectes espeleocronològics del karst de Mallorca / Speleochronological aspects of karst in Mallorca. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El karst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 99-112. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1980): Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1- Les cavitats del Puig den Galileu. *Endins*, 7: 3-16. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1982): Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3- Les cavitats del Puig de Massanella. *Endins*, 9: 3-13. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; MEDIAVILLA, M. & BORRÀS, L. (1985): Algunes cavitats del massís des Tossals (Escorca, Mallorca). *Endins*, 10-11: 13-20. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; FIOL, M. & GINÉS, A. (2006): Els avencs i el cançoner popular de Mallorca: algunes aportacions inèdites. *Endins*, 30: 83-86. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. & SANTANDREU, G. (2007): Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la Cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *The litholo-*

- gical control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, U.S.A.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. & VADELL, M. (2003): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G.X. (2005): La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007): La Cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-Cents (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96. Palma de Mallorca.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1982): Avenc de s'Aigo (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 37-40. Palma de Mallorca.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986): S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes. *Endins*, 12: 3-11. Palma de Mallorca.
- HESS, J.H. (2005): Pits and shafts. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier, Academic Press. 444-447. Burlington, USA.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspectives*. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper 1. 106 pàgs. Carlsbad, New Mexico, USA.
- KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (2000): *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 527 pàgs. Huntsville, USA.
- LLOPIS-LLADÓ, N. & THOMAS-CASAJUANA, J.M. (1948): La hidrologia càrstica de los alrededores de Campanet (Inca - Mallorca). *Miscelánea Almera*, 2ª parte. Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barc., 7: 39-60. Barcelona.
- LÓPEZ, J.M. (2007): *Las manifestaciones hidrotermales del sur de Lluçmajor, Mallorca*. Memòria d'Investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 132 pàgs. Inèdita.
- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Lluçmajor y la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países Mediterráneos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 17: 607-613. Madrid.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre. Cueva del Drach, a Majorque. *Ann. Club Alpin Franc.*, 23: 1-32. París.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilòmetres de desarrollo topografiado (Lluçmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Lluçmajor, Mallorca): 40 kilòmetres de desarrollo topografiado. *Endins*, 31: 101-110. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Lluçmajor, Mallorca): alcanza los 55 kilòmetres de desarrollo topográfico. *Endins*, 32: 33-42. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; FORNÓS, J.J. & ONAC, B.P. (2009a): Preliminary data on mineralogical aspects of cave rims and vents in Cova des Pas de Vallgornera, Mallorca. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 307-311. Kerrville, U.S.A.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009b): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, U.S.A.
- MIR, F. (1974): La Cova de sa Guitarreta (Lluçmajor, Mallorca) i la importància de les seves condicions faunístiques. *IV Simposium Bioespeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia - Grup Espeleològic Pedraforca. 103-106. Barcelona.
- MIR, F. & TRIAS, M. (1973): Sobre el karst de la Cova de sa Campana i les seves concrecions excèntriques. *III Simposium Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia - Agrupació Científic Excursionista de Mataró. 53-70. Mataró, Barcelona.
- MONTORIOL-POUS, J. (1951): Los procesos clásticos hipogeos. *Rassegna Speleol. Italiana*, 3 (4): 119-129. Como.
- MONTORIOL-POUS, J. (1971): Nota sobre la génesis de la Foradada (Conejera, Balears). *Geo y Bio Karst*, 28: 17-19. Barcelona.
- MONTORIOL-POUS, J. (1972): Estudio de una captura kárstico-marina en la isla de Cabrera. *Acta Geológica Hispánica*, 6 (4): 89-91. Barcelona.
- MORRO, J.A. & MORRO, J.R. (1972): Cova de Cal Pessó. *II Simp. Metod. Espel. Topografía*. Escuela Catalana de Espeleologia - S.I.E. del C.E.A. Com. VI j. 3 pàgs. Barcelona.
- MYLROIE, J.R. & MYLROIE, J.E. (2007): Development of the Carbonate Island Karst Model. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69 (1): 59-75. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (1991): Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 1-21.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pàgs. Dayton, Ohio, USA.
- PLOMER, T. & GINÉS, J. (2008): L'Avenc del Puig Caragoler (Escorca, Mallorca). *Endins*, 32: 11-22. Palma de Mallorca.
- PONS-MOYÀ, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. & KOPPER, J.S. (1979): La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporles) y su cronología. *Endins*, 5-6: 55-58. Palma de Mallorca.
- RENAULT, P. (1967): Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. Première partie. *Annales de Spéléologie*, 22 (2): 211-267. Moulis.
- RIPOLL, F. & ROCA, L. (1974): Algunas observaciones sobre sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico. *Endins*, 1: 21-24. Palma de Mallorca.
- ROMERO, M. (1975): Notícia de la Cova dets Estudiants (Sóller, Mallorca). *Endins*, 2: 35-37. Palma de Mallorca.
- THOMAS-CASAJUANA, J.M. & MONTORIOL-POUS, J. (1952a): Son Pou (Mallorca). *Speleon*, 3 (3): 109-130. Oviedo.
- THOMAS-CASAJUANA, J.M. & MONTORIOL-POUS, J. (1952b): Estudio geoespeleológico de las formaciones hipogeas de sa Teulada (Santa Margarita, Mallorca). *Speleon*, 3 (4): 159-182. Oviedo.
- TRIAS, M. (1979a): L'Avenc de ses Papallones. *Endins*, 5-6: 29-31. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. (1979b): Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la Cova des Diners. *Endins*, 5-6: 75-80. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. (1986): La Covota de sa Penya Rotja. *Endins*, 12: 13-18. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la Cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17-18: 21-23. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42. Palma de Mallorca.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M. & BARCELÓ, M.A. (2005): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 7: Les Coves del Pilar i les mines de guix (Palma, Mallorca). *Endins*, 27: 47-74. Palma de Mallorca.
- WHITE, W.B. & CULVER, D.C. (eds.) (2007): *Benchmark papers in karst science*. Karst Waters Institute. Special Publication, 11. 590 pàgs. Leesburg, USA.

# LES COVES DE LA CINGLERA DEL CASTELL DE SANTUERI (Felanitx, Mallorca): ELS MATERIALS DEL FONS COLOMINAS DEL MUSEU D'ARQUEOLOGIA DE CATALUNYA

per Jordi HERNÁNDEZ-GASCH \*

En memòria de Miquel Seguí  
Per als seus pares, na Maria i en Tomeu

## Resum

Les coves excavades entre el 1916 i el 1920 per l'Institut d'Estudis Catalans a Felanitx i estudiades per Veny presentaven, fins a la data, una cronologia de bronze antic i mig (períodes epicampaniforme i naviforme inicial i mig). Els materials revisats de la cova des Bous i la Cova des Confessionari des Moros, la major part inèdits, demostren que l'ús d'aquestes va continuar durant el bronze recent i final (període naviforme final) i durant la primera i segona edat del ferro (cultura talaiòtica i baleàrica), existint un hiatus d'ocupació probablement a l'inici del primer mil·lenni. Encara que se suggereix la possibilitat d'un ús ritual i la categorització dels espais com a sagrats, el seu ús molt probablement s'hagi de relacionar a ocupacions temporals d'una part de la població lligada a activitats ramaderes i, tal vegada, dels propis ramats.

## Abstract

The caves at Felanitx excavated between 1916 and 1920 by the Institut d'Estudis Catalans and studied by Veny, up to now presented a chronology from the Old and Middle Bronze (Early and Middle Epicampaniform and Naviform periods). The materials examined from the Cova des Bous and Cova des Confessionari des Moros, mostly unpublished, show that the use of these continued during the Late and Final Bronze (Final Naviform period) and during the First and Second Iron Age (Talaiotic and Balearic culture), with an occupational hiatus probably at the beginning of the first millennium.

Even though the possibility of ritual use is still suggested and the cataloguing of their space as sacred, their use probably should be related to temporary occupation by part of the population engaged in cattle activities and, perhaps, to the cattle animals themselves.

## Introducció

El present treball pretén donar a conèixer un conjunt de ceràmiques del fons Colominas (FC) dipositades en el Museu d'Arqueologia de Catalunya (MAC). Foren inventariades i dibuixades l'any 1993 (aleshores, Museu Arqueològic de Barcelona, MAB), moment en el qual aquest fons estava essent catalogat.<sup>1</sup> Per aquestes circumstàncies, només vàrem poder accedir a una part dels materials, difícil de quantificar en aquell moment.<sup>2</sup> Tanmateix, els materials revisats són una mostra representativa dels treballs escomesos per l'arqueòleg Josep Colominas Roca a l'illa de Mallorca per encàrrec de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) entre els anys 1916 i 1920. Així, tant hi figuren ceràmiques del Naviforme que procedeixen de coves d'enterrament, com d'altres

del Talaiòtic i Baleàric que foren localitzades en coves amb o sense ús funerari i en poblats. Són precisament els materials recuperats en ambients no funeraris i, entre aquests, els localitzats a les coves de la cinglera del Castell de Santueri (Figs. 1 i 2), els que ara presentem, sobretot perquè estudis més complets sobre les coves de l'edat del bronze i del ferro excavades per IEC van ser publicats molts anys enrere (VENY, 1968; ROSSELLÓ BORDOY, 1960; ENSEÑAT, 1981).

Cinc anys després de la nostra recerca al MAB, l'any 1998, vàrem redactar un article (HERNÁNDEZ GASCH, inèdit) per a un llibre d'homenatge a en Miquel Seguí, jovernísim arqueòleg i amic, mort en accident de trànsit aquell mateix any. Malauradament aquest llibre mai va veure la llum.

En els deu anys transcorreguts des que vàrem lliurar aquell article, el panorama de l'arqueologia i la pre-

\* Doctor en arqueologia per la Universitat de Barcelona. Actium Patrimoni Cultural, SL. Email: jhernandezgasch@gmail.com

història balears ha canviat de manera molt notable, a conseqüència dels projectes de recerca i excavacions endegades, per bé que alguns d'aquests projectes dissortadament han nascut i desaparegut en aquest lapse de temps. L'allau de publicacions que s'ha produït en aquests anys, resultat de l'activitat dels equips de recerca, ha contribuït considerablement, i no només per quantitat sinó sobretot per la seva qualitat, a avançar en el coneixement de l'arqueologia illenca. Hem hagut, per tant, de reescriure literalment el que quedà com a un esborrany l'any 1998. En fer aquest exercici ens ha sobtat adonar-nos que termes assumits per molts investigadors en relació a la prehistòria de les Illes Balears no havien estat ni tan sols formulats en aquella data. No cal dir que ens hem vist afavorits pels avenços en el coneixement de la materialitat de la prehistòria insular i en la interpretació dels seus jaciments.

## Les excavacions de l'Institut i el fons Colominas (FC)

Qualsevol que s'hagi dedicat, per poc que sigui, a l'arqueologia balear haurà llegit un parell de vegades la història de la recerca, en la que Josep Colominas i l'IEC hi són referència obligada. Com sigui que es valori la seva aportació, el que sembla fora de dubte és el punt d'inflexió que va marcar en l'arqueologia de les Illes Balears. D'una banda, aquests treballs van ser cantera de materials per a les col·leccions del primigeni Museu d'Arqueologia, amb el que això va implicar: l'estudi continuat, durant prop de 75 anys, sobretot de les peces de vitrines de les sales de Mallorca i especialment de la bronzística, eina bàsica en les datacions dels contextos balears i fonament, fins i tot, de perioditzacions (com la proposada per ROSSELLÓ BORDOY l'any 1974), fins a l'ús generalitzat de les tècniques de datació absoluta, que va marcar la següent revolució epistemològica en aquest camp. D'altra banda, el mateix Colominas, en

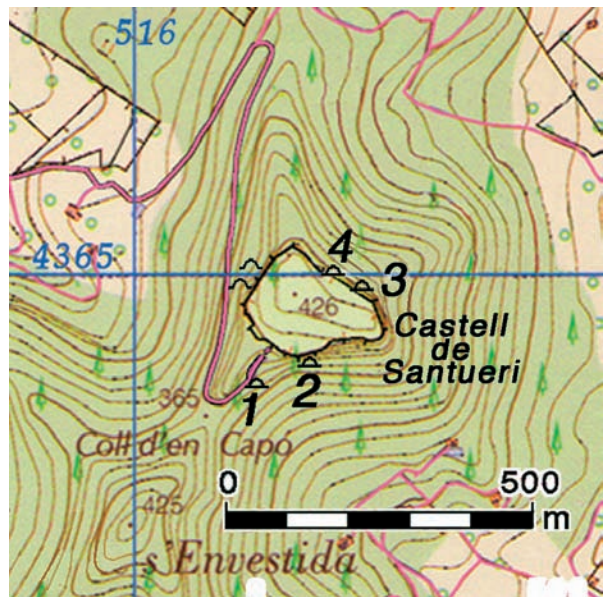


Figura 1: Mapa de situació de les cavitats del cingle del puig de Santueri. 1: Cova Calenta; 2: Cova des Bous; 3: Cova des Drac; 4: Cova des Confessionari des Moros.

Figure 1: Map of the cave locations below the massif of the Puig de Santueri. 1: Cova Calenta; 2: Cova des Bous; 3: Cova des Drac; 4: Cova des Confessionari des Moros. (Author: Miquel Trias).

l'avanç de resultats de la recerca de l'IEC a Mallorca d'aquells cinc anys, va construir una periodització que, si bé simple (Primera Edat del bronze, entre el 2500 i el 1700 aC, i Cultura dels talaiots, entre el 1700 i el 123 aC)<sup>3</sup> va constituir també una base per a moltes d'altres perioditzacions que havien de succeir-la.<sup>4</sup>

També, almenys en un cas, es va afrontar l'estudi complet dels materials, els de magatzem inclosos, procedents d'algunes de les excavacions de l'IEC a Mallorca. Ens referim a l'estudi dels materials de cinc coves d'enterrament de l'edat del ferro realitzat per CATALINA ENSEÑAT (1981), resolt en un treball curós i encara útil per la il·lustració i els inventaris que conté.



Figura 2: Panoràmica del Castell de Santueri vist de la banda de migjorn. (Autor: Miquel Trias).

Figure 2: Panorama of the Castell de Santueri seen from the south. (Author: Miquel Trias).

A més, encara que CRISTÒFOL VENY (1968) no ho menciona explícitament en el seu estudi sobre les coves d'enterrament mallorquines en el Bronze Antic, ens sembla clar que la revisió de materials efectuada en el MAB va incloure materials de magatzems, atès el registre i dibuix de material fragmentari. En tot cas, com reconeix sincerament, no s'enregistraren la totalitat dels materi-

als,<sup>5</sup> la qual cosa ha seguit emmascarant la reutilització de les coves, que ja no va ser distingida per Colominas.

En la literatura arqueològica mallorquina, va esdevenir un *topos* la lamentació pel caràcter definitiu dels articles apareguts a l'Anuari de l'IEC (AIEC), que va donar a conèixer de manera molt sumària els resultats de les excavacions de l'Institut. Malgrat que algunes veus

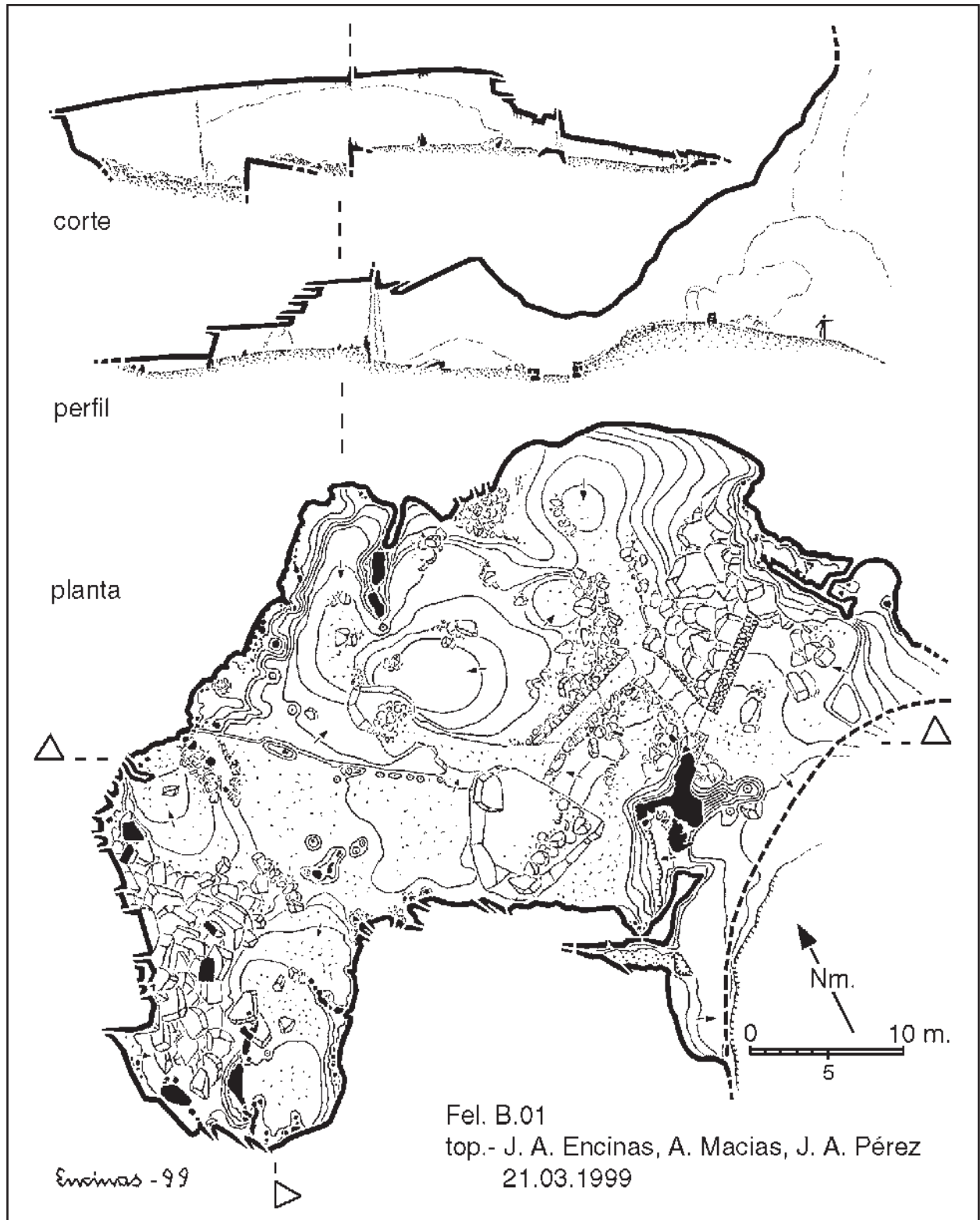


Figura 3: Topografia de la Cova des Bous segons ENCINAS (2006: 106).

Figure 3: Survey of the Cova des Bous, after ENCINAS (2006: 106).



Figura 4: Entrada de la Cova des Bous (Autor: Bartomeu Salvà Simonet).

Figure 4: Entrance to the Cova des Bous (Author: Bartomeu Salvà Simonet).

clamaven piadosament per la vàlua de l'arxiu Colominas (FONT, 1974), mai va arribar a generar noves publicacions i, d'haver-ho fet, no hauria pogut sostreure's al fet del "buidat" d'uns jaciments que sembla que es va realitzar de manera simultània per obrers no especialitzats, els quals lliuraven els materials recuperats (i cal suposar que molts ni es van recollir) i fornien Colominas de les observacions que, més expertament o ingènuament, havien realitzat (GUERRERO, 1997: 63).

En tot cas, que les excavacions es van efectuar en un temps rècord i que perseguien l'alçat topogràfic dels jaciments<sup>6</sup> i la "recollida" d'alguns materials resta ben clar quan es llegeixen els articles de Colominas. També és palès que manca un registre estratigràfic i que els materials pateixen una descontextualització, només paliada per descripcions sumàries de "nivells" on apareixen concentrades algunes restes. Finalment, els materials van passar pel sedàs metodològic que comporta la predominança abassegadora de formes, per no esmentar el rebuig majoritari del material osteològic humà i faunístic. A més, les indicacions que consten en les capsas del MAC sovint només assenyalen el nom del jaciment. Així les coses, hem hagut de tractar els materials com a conjunts dins de cada jaciment.

En aquest sentit, tot i les limitacions d'aquesta mena d'estudis, l'anàlisi dels materials ens ha permès caracteritzar a nivell cronològic i funcional aquestes coves d'ús no funerari.

Finalment, i per allò que vàrem poder observar del FC, l'any 1998 apuntàvem: "tenim la convicció de què l'estudi dels conjunts, alguns dels quals amb dotzenes de vasos sencers o reconstruïts i molt homogenis quant a morfologia, permetria avançar en el coneixement de l'evolució tipològica d'aquesta vaixella. [També,] a partir de les datacions [obtingudes en] les excavacions actuals [en relació] als mateixos tipus [ceràmics], es podria datar amb més precisió les diverses fases d'utilització dels espais, com sigui que, en especial algunes de les coves d'enterrament, han romàs amb la classificació de Colominas, qui no va aportar sovint cap documentació gràfica que la sostingués. En darrer terme, [una revisió del fons] permetria de considerar hipòtesis sobre el caràcter dels dipòsits i les diverses motivacions que van originar [un cert volum i tipologia de materials] segons [les fases]

d'ús que s'haguessin pogut determinar" (HERNÁNDEZ-GASCH, inèdit).

En dates recents, el primer aspecte ha estat encarat per tal d'establir una tipologia morfomètrica de la ceràmica talaiòtica que transcendís les tipologies a partir d'un únic jaciment. L'estudi ha inclòs materials del FC sencers o reconstruïts que han permès la medicció de tots els paràmetres (LULL *et al.*, 2008). Tanmateix, en aquest cas, si bé el FC ha estat útil als propòsits de l'obra, aquest estudi no suposa en cap cas una revisió del propi fons. D'un jaciment com Capocorb vell, del qual el MAC en custodia una quantitat important de materials, l'esmentat treball només n'ha emprat tres peces. En tot cas, és el darrer aspecte dels esmentats, el de la seriació ocupacional i el caràcter de la pròpia utilització dels espais, el que assajarem, amb les restriccions exposades i a partir del material fragmentari, en les pàgines següents.

## Materials del Confessionari des Moros (CM) i la Cova des Bous (CB)

### ELS ANTECEDENTS

La balma del Confessionari des Moros (CM)<sup>7</sup> és el primer jaciment que Colominas va descriure en el seu article sobre l'edat del bronze a Mallorca (Fig. 5).<sup>8</sup> En va publicar una fotografia i el dibuix de tres punxons.

A continuació de la nota sobre el CM, Colominas va referir-se breument a la Cova des Bous (CB)<sup>9</sup> sense publicar-ne la topografia ni cap material (Fig. 3 i 4).<sup>10</sup>

Seguidament va apuntar l'existència d'una tercera cova, la Cova Calenta (CC)<sup>11</sup>, en la que s'hi va recollir material similar (Fig. 6).<sup>12</sup> En la nostra parcial revisió del FC no vam arribar a veure materials d'aquest jaciment.<sup>13</sup>

Finalment, Colominas va esmentar que s'havien prospectat amb cales arqueològiques la resta de coves

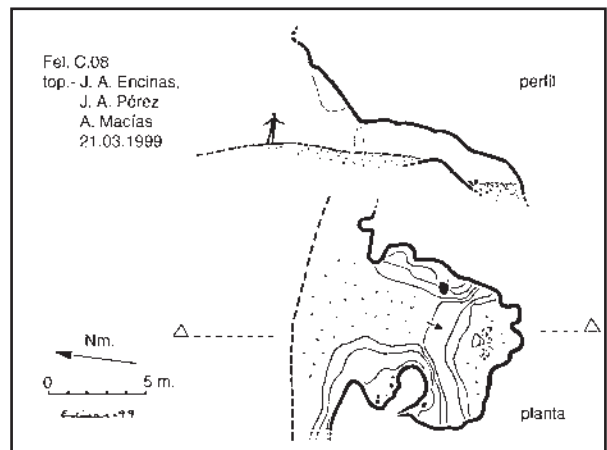


Figura5: Topografia de la Cova des Confessionari des Moros segons ENCINAS (e.p.).

Figure 5: Survey of the Cova des Confessionari des Moros, after ENCINAS (op. cit.).

i balmes de la cinglera sense resultats (aquest sembla ser també el cas de la quarta cova existent a Santueri, la Cova des Drac, [Fig. 7]), va establir com a funció de les tres descrites un caràcter habitacional i en va fixar la cronologia a la “primera Edat del bronze”<sup>14</sup>, que, tal i com la defineix a nivell de cultura material, correspondria al Naviforme, en termes de la darrera periodització de la prehistòria balear (LULL *et al.*, 1999).

Fins que Veny va publicar la seva tesi doctoral, gairebé 50 anys després dels articles de Colominas, ningú s’havia ocupat més de les coves de Felanitx. VENY (1968: 348), com ell mateix reconeix, va seguir textualment les informacions aparegudes a l’AIEC<sup>15</sup>, va inventariar, pel que hem pogut comprovar, una petita part dels materials procedents del CM i la CB, i en va publicar dibuixos, encara que alguns d’ells pertanyen a peces no descrites a l’inventari. Atès que només va referir el número d’inventari del MAB de dos fragments del CM, és difícil d’establir la identitat amb els fragments enregistrats per nosaltres i, malgrat esmentar la informació que Colominas proporciona per a la CC, tampoc no en va veure els materials.

Fernández-Miranda també va referir-se a les dues primeres coves, però seguint a Veny en tot moment. Només va apuntar que les decoracions de bagueta que apareixen en alguns dels vasos globulars (encara que, de fet, també en troncocònics) “quizá enlacen con las que aparecen en ocasiones con las incisas” (FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978: 51).

## LA SERIACIÓ CRONOCULTURAL

A partir del material presentat per Veny, la seriació arrenca en el bronze antic, que a Balears darrerament ha rebut el nom de període epicampaniforme-dolmènic (2100/2000-1600) (MICÓ, 2005: 552; LULL *et al.*, 1999: 27 i 2008: 13), amb el fragment epicampaniforme d’un

bol suposadament recollit a la CC i que el propi VENY (1968: làm. 201, 1) va reproduir<sup>16</sup>. Segons la classificació del campaniforme mallorquí realitzada per Waldren, aquest individu s’inclou entre els estils intermedis (WALDREN, 1998: 223) que defineix un estadi de les tècniques decoratives caracteritzades per les bandes geomètriques disposades horitzontalment d’incisió lleugera (més aviat un gravat sobre l’argila, quan la pasta ja s’havia notablement assecat, abans de la cocción). La cronologia per datacions radiocarbòniques calibrades associades a d’altres fragments del mateix estil procedents de Son Matge oscil·la entre el 2100 i el 1800 aC (WALDREN, 1998: 212, làm. 31). El fragment lliis d’un vas troncocònic amb cordó sota la vora (VENY, 1968: Fig. 200, 13), aparegut al CM, podria ser també d’aquest moment, així com un altre exemplar del mateix tipus (VENY, 1968: Fig. 201, 6) i el vas de tipus ovoide amb cordó corregut sota la vora (VENY, 1968: Fig. 201, 5), trobats a la CB.

De finals d’aquest període o de l’immediatament posterior (Naviforme inicial, 1600-1400 aC) es poden caracteritzar vasos de formes globulars (VENY, 1968: Fig. 200, 9, 12, 14), hemisfèriques (VENY, 1968: Fig. 200, 10 i, tal vegada, 11) i troncocònics (VENY, 1968: Fig. 200, 15), amb suspensors verticals i horitzontals perforats procedents del CM, mentre que al naviforme mig (1400-1200 aC) podria correspondre un vas troncocònic amb cordó o ressalt marcant la carena de la CB, tot i que sembla evident que la secció publicada, comparada amb el dibuix del fragment, presenta problemes d’orientació (VENY, 1968: Fig. 201, 3).

Finalment, cal notar que alguns dels materials presentats per VENY (1968: Fig. 201, 2, 4, 7, 8), procedents de la CB, poden assimilar-se a materials de tipus tala-iòtic i baleàric, com els que ara presentem, pertanyents amb tota probabilitat a algun tipus d’olla (els números 2 i 7) o a bols còncavs o hemisfèrics d’època baleàrica (els números 4 i 8).<sup>17</sup>

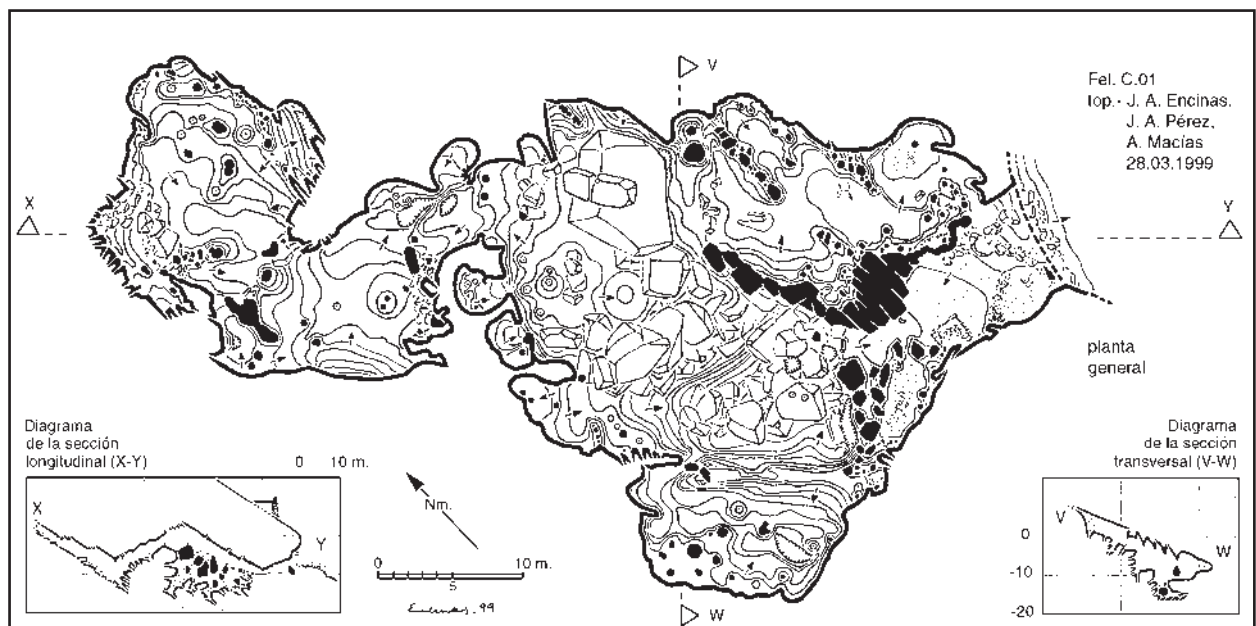


Figura 6: Topografia de la Cova Calenta segons ENCINAS (2007: 57).

Figure 6: Survey of the Cova Calenta, after ENCINAS (2007: 57).





Figura 7: Topografia de la Cova des Drac segons ENCINAS (e.p.).

Figure 7: Survey of the Cova des Drac, after ENCINAS (op. cit.)

## ELS MATERIALS INÈDITS DEL FC PROCEDENTS DE CM I CB

Entre el material del FC, existeixen materials enquadraables al segon quart del segon mil·lenni (cultura dolmènica i estadi inicial de la cultura naviforme) en el CM i també possiblement a la CB<sup>18</sup>. Una quantificació per número mínim d'individus (NMI) dels exemplars de cada fase cronològica recollits en el present treball a les dues cavitats es pot consultar a les figures 11a i 11b.

De la primera cova provenen un gran recipient ovoid (n.i. 6518), un altre amb petit mugró horitzontal i perforació vertical (n.i. 6523) i un altre d'aquests suspensors amb el n.i. 6528 (forma 16 de Pons 1999: 110, Fig. 28); un gran recipient hemisfèric de gran diàmetre de vora (31 cm) amb mugró sota el llavi i vora no diferenciada (n.i. 6514); un bol hemisfèric de mida petita (dià. 11'5 cm i n.i. 6516); un bol globular amb mugró, n.i. 6527; un vas troncocònic-globular amb vuit suspensors de perforació horitzontal (n.i. 6515), i un vas bitroncocònic amb coll, vora lleugerament exvasada i llavi arrodonit amb suspen-

sor horitzontal a la carena (n.i. 6522). Es tracta, doncs, de vasos de mida i forma diversa que cobreixen segurament funcions d'emmagatzematge, servei i consum. De la CB provenen vasos de mida mitjana, de tipus globular amb la vora planoconvexa més o menys invasada (n.i. 15244, amb desgriquant de calcita; 31681, amb desgriquant de calcita i superfície externa allisada, i 31687, amb desgriquant de quars i calcita). Malgrat la dificultat per adscriure cronològicament i també funcionalment aquest material de la CB, atès que no en coneixem la seva situació contextual, a nivell formal corresponen a bols grans, possiblement per beure o menjar, o a petits contenidors.

Pertany al Naviforme mig i final (1400-1050 aC), el gran contenidor de parets rectes, llavi planoconvex amb cordó sota la vora i mugró al dessota, aparegut a la CB (n.i. 15248 [Fig. 9]) i en el CM (n.i. 6524, 6529 i 6517), i que correspon a la forma 1 de CALVO i SALVÀ (1997).<sup>19</sup> Tots aquests vasos tingueren funció de contenidor de líquids o aliments o això és el que sembla desprendre's de la seva capacitat i morfologia, malgrat que no se'n coneix una sola analítica de residus. En aquest mateix

període cal situar els fragments de vora de paret recte i llavi planoconvex de la CB (n.i. 31683, amb desgredant de quars) i del CM (n.i. 6519 i 6520) i el vas de mida petita o mitjana de la CB (n.i. 31691 [Fig. 10], amb desgredant de quars i superfície polida (forma K de CAMPS *et al.*, 1969, LULL *et al.*, 2008: 65), que també recorda a formes prototalaiòtiques (LULL *et al.*, 1999: 69).

A les fases talaiòtica (850-550 aC) i baleàrica (550-100 aC)<sup>20</sup> corresponen la major part dels materials revisats procedents de la CB, mentre que en el CM són minoritaris. Atès el caràcter fragmentari del material i el fet que molts perfils de vores són simples i es reproduïen en moments diferents, una part dels materials no es pot classificar sense dubtes en una època o una altra. A més, l'aparició d'un nou tipus de desgredant, de natura vegetal, a l'època baleàrica no implica la desaparició del desgredant mineral, emprat a les ceràmiques indígenes des del 1600 aC (LULL *et al.*, 2008: 139). Malgrat tot, la presència d'un moment prototalaiòtic (1050-850 aC) no sembla il·lustrable i, per tant, s'hauria de considerar un hiatus en l'ocupació humana a inicis del primer mil·lenni aC a les coves de Felanitx.

Les formes que més possiblement es poden remuntar a una cronologia talaiòtica (LULL *et al.* 2008: 183) corresponen a un fragment de vora exvasada, girada, en forma de "C" invertida i engruixida per l'interior, pertanyent a una olla i localitzada al CM (n.i. 14711 [Fig. 10]),<sup>21</sup> i al vas de mida mitjana ovoide de tendència troncocònica i petits monyons triangulars i verticals en el punt d'unió entre el cos i l'espalla (n.i. 15245 [Fig. 9], amb desgredant de quars, i n.i. 15246, amb desgredant de calcita) (tipus 2 de LULL *et al.*, 2008: 183). Un monyó vertical ben diferenciat d'un contenidor del tipus pitòide a la CB (n.i. 15250) i dos més al CM (n.i. 14706 i 14707) s'haurien de datar també d'aquest moment, atès que les olles pitòides són característiques d'aquest període (PONS, inèdit; PALOMAR, 2005: 152; LULL *et al.*, 2008: 96-100).

Altres fragments d'època talaiòtica, també de la CB, pertanyen a vasos de mida mitjana-gran de perfil ovoide i vora girada, engruixida per l'interior (n.i. 15251 [Fig. 9], amb desgredant de calcita), olles de mida mitjana de perfil ovoide i vora girada (n.i. 31698 [Fig. 10]) i segurament els fragments amb desgredant de calcita n.i. 31688 i 31690 (Fig. 10), la funció dels quals degué ser la de contenidors o bé la d'olla per a la cocció d'aliments.<sup>22</sup> També s'hi ha localitzat un agafador de monyó horitzontal (n.i. 15242, amb desgredant de calcita), segurament d'un tassó del tipus 4 de LULL *et al.* (2008: 183).

Els vasos de mida petita-mitjana de perfils globulars estan representats a la CB (n.i. 15247 [Fig. 9], amb desgredant de quars i de calcita, n.i. 31686 [Fig. 10], amb desgredant de quars, i 31689, amb desgredant de calcita i acabat brunyit) i també al CM (n.i. 6525 [Fig. 10], amb un mugró a la panxa, 6526 [Fig. 10] i 6497 [Fig. 10]). Es tracta, segurament en tots els casos, de petites olles, assimilables al tipus 3 de LULL *et al.*, 2008: 183). Cal destacar l'absència de vasos de servei i de consum, com els bols, els gots –vasos troncocònics– o les copes, a excepció possiblement d'un fragment de vora de la CB que sembla correspondre a un vas de cos ovoide i vora exvasada (n.i. 15243 [Fig. 9], amb decoració de mugró i desgredant de calcita) i que podria correspondre a un tassó o a un vas, i d'un altre vas tronco-

cònic (n.i. 15288 [Fig. 9], amb desgredant de quars).

A l'època baleàrica semblen atribuir-se dos fragments de vora procedent de la CB, un corresponent a una vora invasada d'olla, engruixida per l'interior i amb secció en "D" (n.i. 31682 [Fig. 10]), i l'altre a un recipient ovoide de paret invasada, coll marcat i vora recta, engruixida per l'interior (n.i. 31693 [Fig. 10]). Totes dues formes estan ben representades en el repertori formal posttalaiòtic de Son Fornés (PALOMAR, 2005: 251). Existeixen recipients ovoides de paret invasada, coll marcat i vora recta, engruixida per l'interior de la CB que clarament es poden datar d'aquest moment, atesa la presència, junt al desgredant mineral (calcita), de desgredant vegetal (n.i. 31692 i 31704 [Fig. 10]).

Dos exemplars de grans contenidors apareguts a la CB podrien situar-se en aquesta època. Es tracta de dues vores de tenalla que presenten la vora engruixida per la part interior la qual ofereix una caiguda obliqua al llavi planoconvex que hauria funcionat com a topall i permès la col·locació d'una tapadora, tal vegada de fusta (n.i. 15240 [Fig. 9], amb desgredant mineral de calcita i n.i. 31685, amb calcita i desgredant vegetal), una dels quals deu correspondre al presentat per VENY (1968: Fig. 201, 8). Si bé aquesta forma és pròpia al tonell del Naviforme mig i final, les parets són més primes i la forma de la vora netament diferenciada. La presència de desgredant vegetal en un dels fragments és el que ens inclina a situar-la a la segona edat del ferro. El mateix tipus de vora apareix en vasos troncocònics-concaus de mida gran i en vasos troncocònics-rectilinis de mida gran i mitjana dels nivells posttalaiòtics de Son Fornés (PALOMAR, 2005: 277-278 i 280).

També de la segona edat del ferro, es daten els vasos de mida petita-mitjana de la CB, un dels quals, de perfil globular (n.i. 31718 [Fig. 10], amb desgredant mineral de quars i vegetal), i l'altre, de perfil ovoide i nansa d'orella, consistent en una cinta de pont semicircular i apèndix de botó a l'extrem inferior (n.i. 15249 [Fig. 9], pasta amb desgredant vegetal). Aquest tipus de nansa es localitza tant en jaciments baleàrics amb cronologies altes (de la primera meitat del s. IV a HPT1 de Son Fornés), com en nivells d'època tardana (s. II-I aC). Ha estat identificat en el jaciment talaiòtic que es troba sota els nivells romans de *Pollentia* (Alcúdia),<sup>23</sup> alguns dels quals procedents possiblement d'un santuari (FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1983) o els recuperats en el santuari de la Punta de Patró (Santa Margalida) (HERNÁNDEZ-GASCH i SANMARTÍ, 1999). Una altra nansa d'orella (amb cinta més ampla per l'extrem oposat al botó i desgredant vegetal) n.i. 15239 (Fig. 9) i la nansa anular simple (amb desgredant de quars) n.i. 15241 (Fig. 9), procedents de la mateixa cova, es poden considerar també d'edat del ferro (PONS, inèdit; PALOMAR, 2005).

Juntament amb aquest material indígena van aparèixer a la CB dos fragments ceràmics d'importació, que corresponen a un pivot i a una nansa d'àmfora púnica centro-mediterrània (n.i. 31684 [Fig. 10] i n.i. 31723), la cronologia genèrica dels quals en el context de les illes Balears s'ha d'establir entre els s. IV i I aC (GUERRERO, 1999).

D'altra banda, cal considerar breument la resta de materials arqueològics recollits i documentats per COLMINAS (1923: Fig. 257) i VENY (1968: Fig. 199): els instruments d'indústria òssia. Veny fou de l'opinió que els

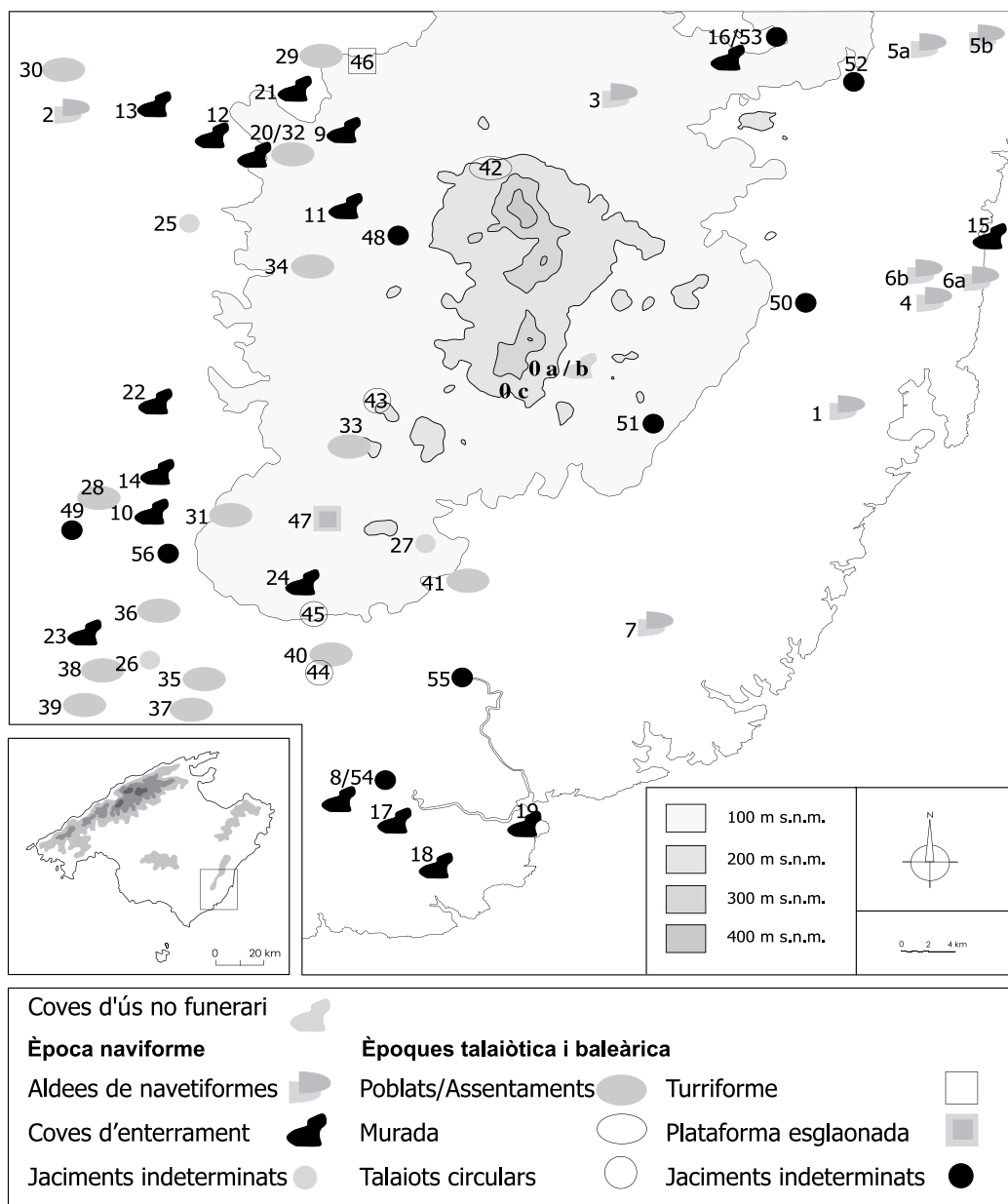


Figura 8: Mapa de situació dels jaciments naviformes, talaiòtics i baleàrics del Llevant de Mallorca (Fonts: ARAMBURU-ZABALA 2005a, PONS 1999, SALVÀ 2001). En el centre, la cinglera del Castell de Santueri

Figure 8: Location map of the Naviform, Talaiotic and Balearic localities from Eastern Mallorca (Source: ARAMBURU-ZABALA 2005a, PONS 1999, SALVÀ 2001). In the centre, the Castell de Santueri cliffs.

**Coves d'ús no funerari / Non-burial caves**

0 Coves del castell de Santueri (0a - Cova des Bous, 0b - Confessionari des Moros, 0c - Cova Calenta)

**ÈPOCA NAVIFORME / Naviform epoch**

**Aldees de navetiformes / Naviform constructions**

01 - Closos de can Gaià, 02 - Son Maiol-Son Roig nou, 03 - Es Corral des Morros, 04 - Sa Punta, 05 - S'Hospitalet vell (05a Es Velar, 05b), 06 - Sa Plana nova, 6a - Sementer des Claper, 6b - Sementer de dalt, 07 - Es Closet

**Coves d'enterrament / Burial caves**

08 - Sa Talaiola/Sa Tanca Llarga, 09 - Sa Mola d'en Bordoi, 10 - S'Aljub d'en Mel, 11 - Cova d'en Jordi Meravell, 12 - Sa Bassa, 13 - Son Solaret, 14 - Es Rossells II, 15 - Cala Murada, 16 - Es Fangar, 17 - Ses Valentines, 18 - Ses Mires, 19 - S'Amarador, 20 - Sa Mola s'en Blai, 21 - Can Carlos, 22 - Cova d'en Xamarri, 23 - Son Danús/Sa Marina gran, 24 - Talaia des Pi

**Jaciments indeterminats / Undetermined localities**

25 - Son Burguera/Can Ferrando, 26 - Son Danús vell/Sa Pleta des Cards, 27 - Son Llorenç/Cova de ses Genetes

**ÈPOQUES TALAÌÒTICA I BALEÀRICA / Talaiotic and Balearic epochs**

**Poblats/Assentaments / Villages/Settlements**

28 - Es Rossells, 29 - Es Velar de Son Herevet, 30 - Son Mesquidassa/Es Talaiot, 31 - Can Menut/Sa Galera, 32 - Sa Mola s'en Blai/Es Velar, 33 - Son Xina/Sa Costa des Moro, 34 - Son Ramonet/Ses Cases, 35 - Son Danús vell/Ses Cases, 36 - Son Danusset/Ses Talaies/Tancat de baix de ses Salines, 37 - Ses Talaies d'en Mosson, 38 - Son Danús nou/Ses Tancasses/Mal Any/Es Tancat de ses Moneies/Mitjà Socorrat, 39 - Sa Talaia d'en Clar, 40 - Ses Talaies/Ca l'Amo En Miquel Moll/Can Jordi, 41 - S'Alqueria Blanca/Es Clos des Moro

**Murada / Stone-walls**

42 - Puig Assegut

**Talaiots circulars / Circular Talaiots**

43 - Puig d'en Sull/Son Terrassa, 44 - Can Bennàsser/Tanca des Botigó/Son Pulla, 45 - Sa Talaia

**Turriforme / Tower-like construction**

46 - Es Puig Verd

**Plataforma esglaonada / Stepped platform**

47 - Sa Cova Rotja

**Jaciments indeterminats / Undetermined localities**

48 - Fidella, 49 - Son Bennàsser/Ses Serrarelles, 50 - Es Corralassos/Es Cuitor, 51 - S'Horta/Sa Talaia, 52 - S'Espinagar/Sa Casa Nova, 53 - Sa Mola des Fangar, 54 - Son Cosme Pons/Ses Talaies de Cas Saig, 55 - Son Tous, 56 - Sa Xarca/Can Joan Terrassa

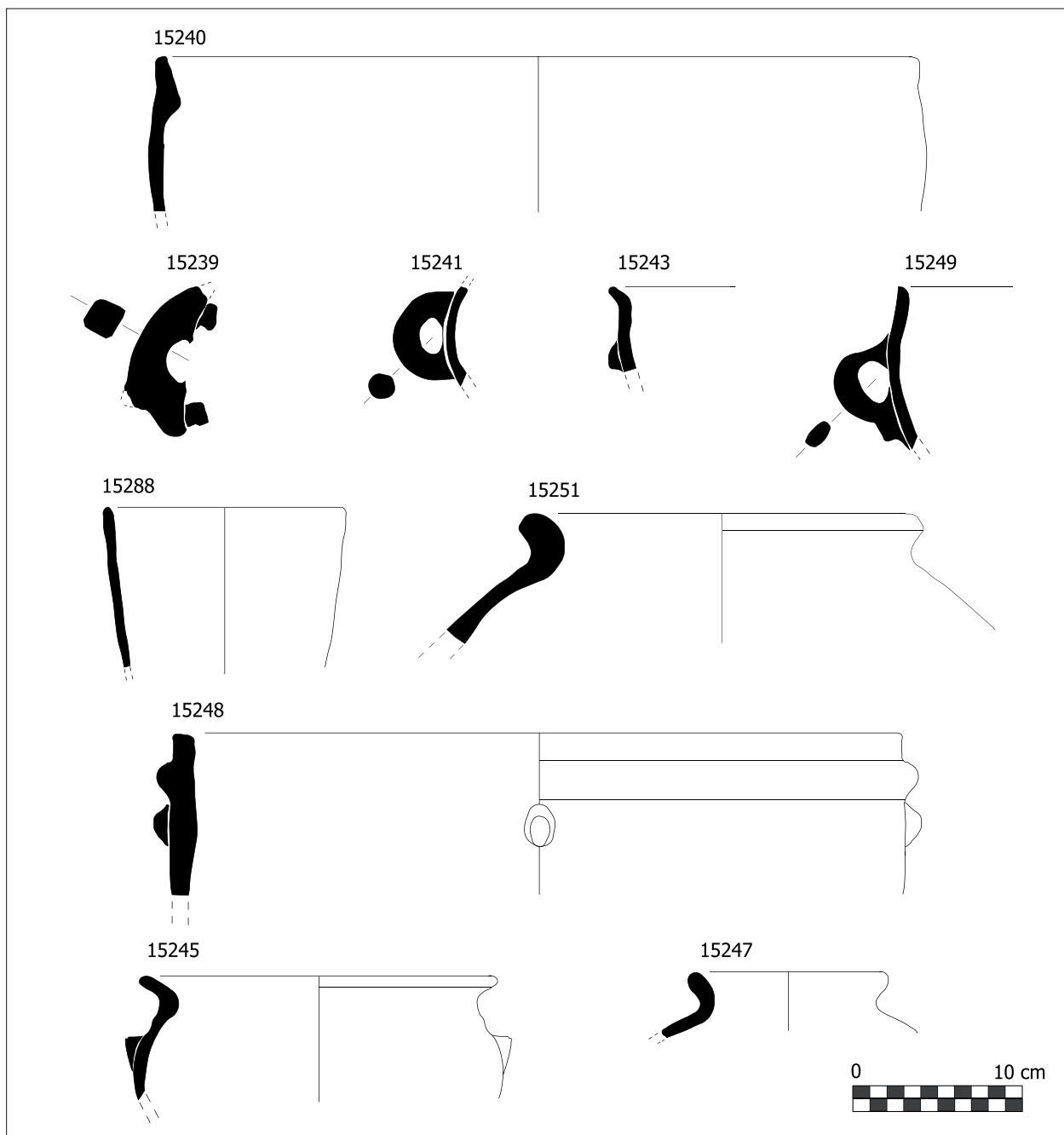


Figura 9: Materials de la Cova des Bous, per número d'inventari.

Figure 9: Materials from the Cova des Bous, by inventory number.

sis punxons documentats a la CM<sup>24</sup> eren d'època preta-laiòtica (o naviforme, en la periodització aquí emprada). Tanmateix, aquests punxons també podrien situar-se en el primer mil·lenni aC, ocupació que Veny mai va considerar. Les seves dimensions oscil·len notablement, entre els 8 i els 15 cm de longitud i entre els 2 i 4 cm d'amplada per la part de l'epífisi. Són de secció circular o ovoidal, tenen la superfície polida (VENY, 1968, làm. 199, 1-4), però conserven en tots els casos, en major o menor grau, el còndil. En època naviforme existeix una indústria òssia de botons i de punxons (CANTARELLAS, 1974; FERNÁNDEZ-MIRANDA, 1978; LULL *et al.*, 1999; MICÓ, 2005), que perdura sens dubte, però amb menor qualitat, durant els períodes subsegüents. Els diferents autors que han tractat el tema, i molt especialment CAN-

TARELLAS (1974), consideren que la indústria del se-gon mil·lenni és més treballada, sobretot pel que fa al polit de la superfície, i de més gran diversitat formal (pe-tits instruments completament desbastats), mentre que els elements més tardans, datables a l'edat del ferro, és a dir en el períodes talaiòtic i baleàric, semblen ser simples metacarpians amb un tall bisellat més o menys polits (GASULL *et al.*, 1984: 164, CASTRO-MARTÍNEZ *et al.*, 2003: 344, ARAMBURU-ZABALA i HERNÁNDEZ-GASCH, 2005: 6.4.1). Pertanyen a aquest darrers tipus els exemplars de CM núm. 6 i 7 de la Fig. 199. Tan-mateix, en les excavacions de finals de la dècada del noranta a la Cova des Mussol (Menorca) aparegué un exemplar molt similar datat de meitat del se-gon mil·lenni aC (LULL *et al.*, 1999: 83). Així, els quatre primers espè-

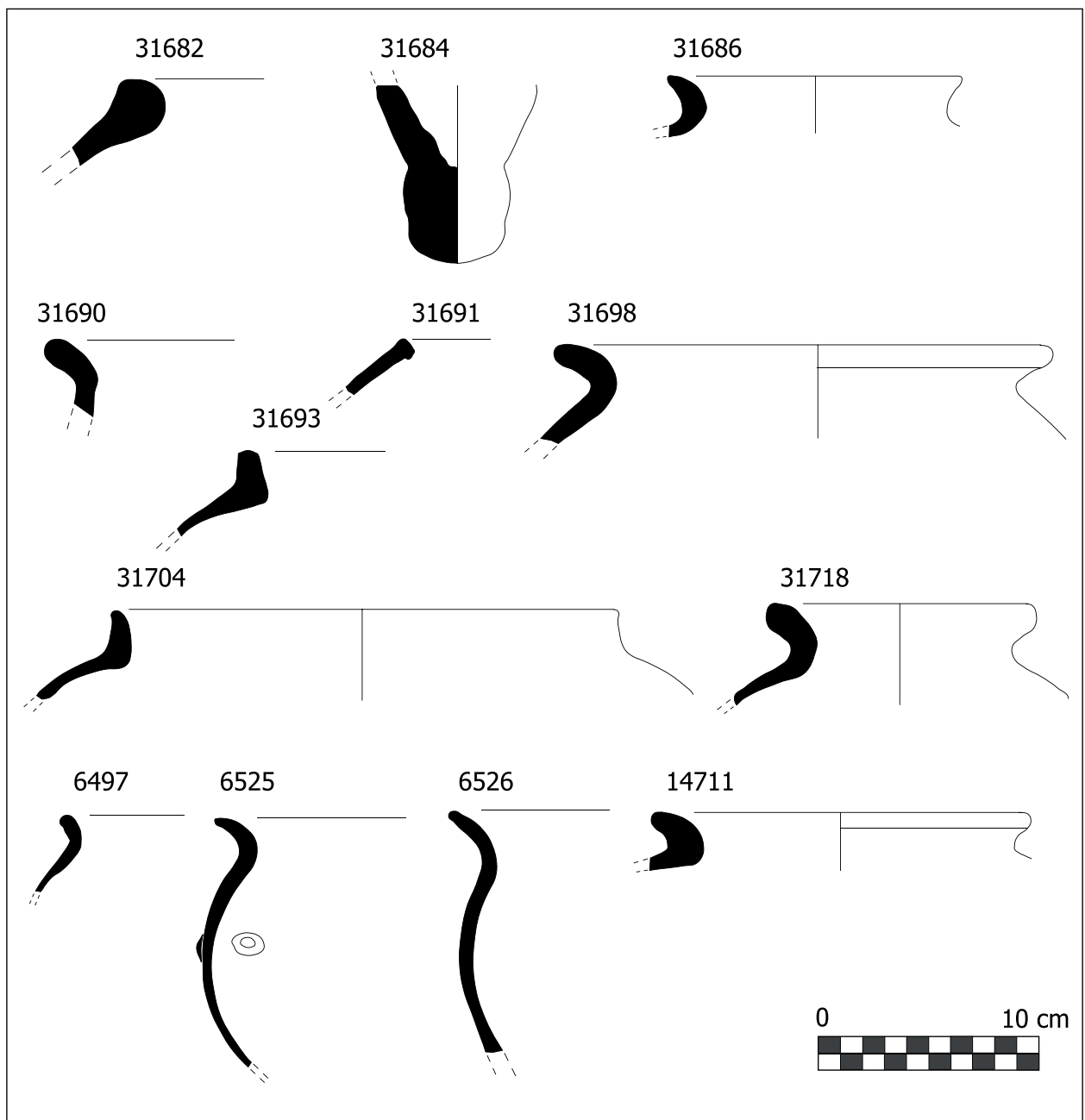


Figura 10: Materials de la Cova des Bous i de la Cova des Confessionari des Moros, per número d'inventari.

Figure 10: Materials from Cova des Bous and Cova des Confessionari des Moros, by inventory number.

cimens tal vegada s'hagin de datar en època naviforme, sinó ja talaiòtica, mentre que els dos darrers, de factura més descurada, en el baleàric.

### LA CARACTERITZACIÓ FUNCIONAL

No podem més que convenir amb Colominas sobre el caràcter no funerari de la cinglera del Castell de Santueri, atesa la manca de restes humanes en els sediments excavats en les seves coves. Precisar més el seu caràcter no deixa de ser controvertit, tot i que sens dubte hi ha evidències positives i negatives que poden ajudar a definir-lo. La ceràmica estudiada apunta a què, durant el període epicampaniforme-dolmènic i naviforme

inicial, existí una ocupació al CM (14 individus ceràmics) (Fig. 11a) i probablement un ús de la CB (3 individus) (Fig. 11b). En aquest primer moment es documenten vasos de mida petita, mitjana i gran que indicarien que al CM s'hi van emmagatzemar aliments i líquids (de manera versemblant aigua, atesa la necessitat de disposar-ne per beure i preparar aliments, però possiblement també llet, atenent el caràcter pecuari proposat per a l'ocupació), els hi van processar i, malgrat l'escassetat de vasos ceràmics de mida petita-mitjana o petita, també els hi van consumir. L'ocupació domèstica en abrics en aquest moment està ben documentada a Son Matge (WALDREN, 1982 i 2002).

En el següent període, que abasta el naviforme mig i final, existiren tant al CM com a la CB una freqüentació

semblant (5 i 4 individus ceràmics, respectivament) (Fig. 11a i 11b), marcada per la presència de contenidors i fins i tot grans contenidors, com els tonells. També existeixen vasos de mida mitjana a ambdues coves, però semblen estar-hi absents els vasos de mida petita. No obstant, els vasos de mida mitjana també haurien pogut constituir vaixel·la de consum, segons si les pràctiques de consum seguides haguessin estat comunitàries o individuals. A l'hora de valorar l'absència de la vaixel·la de consum individual, cal recordar també que en contextos excepcionals a les coves funeràries menorquines (Cova des Càrritx i una cova indeterminada de Cales Coves) s'han conservat vasos de mida petita de fusta, que cobreixen un arc temporal des del Naviforme final a les acaballes del Prototalaiòtic (1200-800 aC), per bé que en aquests casos vinculades a pràctiques funeràries (LULL *et al.*, 1999: 346). Aquest tipus de vas seria sens dubte més adient per a una població itinerant.

En el període talaiòtic el nombre de vasos és similar (7 al CM i 8 al CB) o clarament favorable a la CB, si hi afegim els vasos que no podem discriminar si són talaiòtics o baleàrics (13 respecte de 8 al CM) (Fig. 11a i 11b). Per primera vegada es documenta a la CB la presència de vasos de totes les mides, que suggereix una ocupació més estable. Al CM, en canvi, en aquest moment estan absents els vasos de mida petita.

Finalment, durant el període baleàric, sembla que el CM no s'empra (només hi ha un fragment estudiat

d'adscripció dubtosa), mentre que la CB experimenta un dels usos més intensos (11 individus de ceràmica indígena, més 1 individu importat, xifra que podria ser superior si s'hi hagués de sumar algun dels individus que no s'ha pogut adscriure amb claredat a aquest període o al precedent) (Fig. 11b). El repertori de nou inclou gran contenidors (fins i tot amfòrics), mentre que la presència d'olles assenyalen un ús com a contenidors i segurament com a estris de cuina. Els vasos de mida mitjana i petita, com les copes, il·lustren possiblement algunes activitats de processat, però sobretot de servei i consum.

L'aparició en les tres coves d'ossos d'animals i cendres podria assenyalar la manipulació i el consum de carn, si bé, en no recollir-se no es pot confirmar si presentaven traces d'esquarterament i, sobretot, de cuinat.

En qualsevol cas, la combinació d'aquestes evidències no acaba de definir l'ús específic de les coves i no assenyalen necessàriament un ús habitacional.

L'evidència més clara d'aquest ús la trobem en el CM on es documenta una indústria òssia.<sup>25</sup> No obstant, no s'ha de confondre ús habitacional amb ús domèstic. Aquest darrer s'associa a grup domèstic i encara que no inclogui relacions familiars entre tots els seus membres, sí que contempla la reproducció del propi grup. Un ús domèstic, doncs, encara que fos temporal, hauria anat unit a d'altres activitats, apart de les bàsiques de preparar el menjar, consumir-lo i dormir, per tal d'assegurar el manteniment del grup (JONHSON i EARLY, 2003: 113).

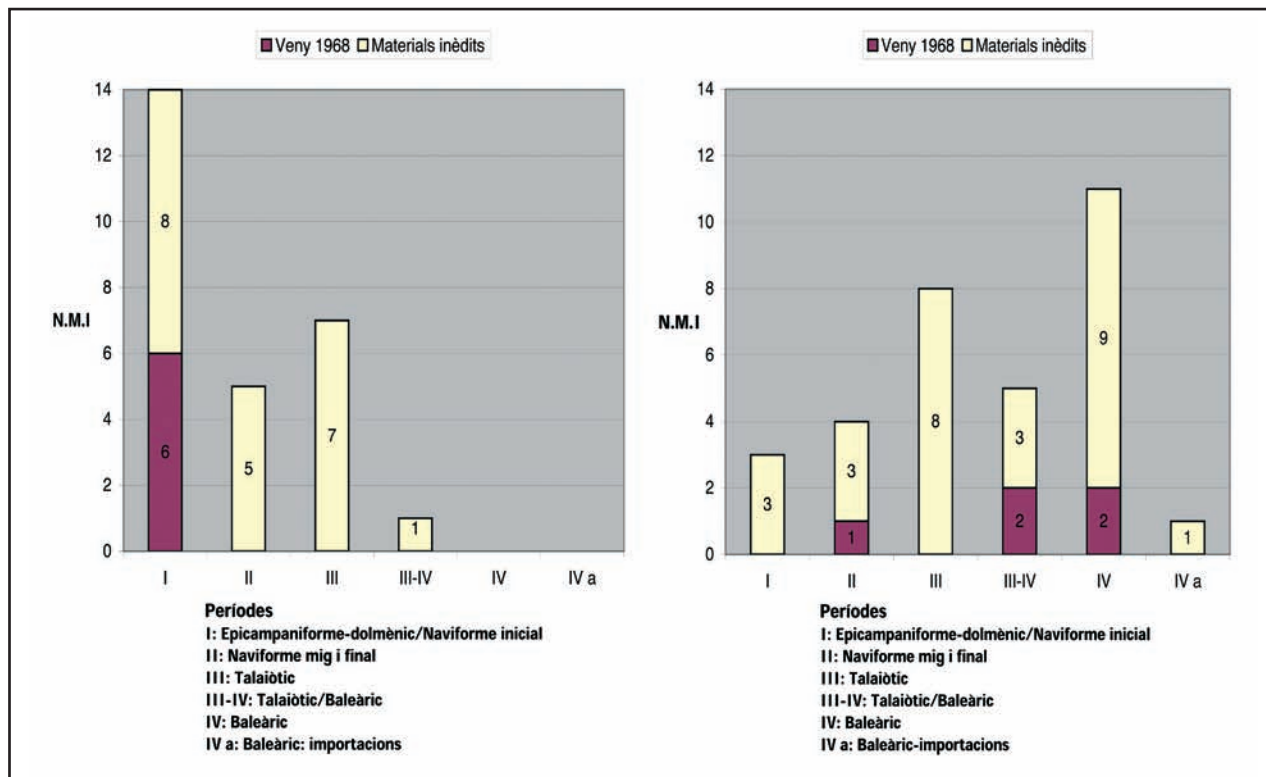


Figura 11: a) Materials procedents de la Cova des Confessionari des Moros per número mínim d'individus i adscripció cronocultural. La columna III-IV recull els materials que no s'ha pogut discriminar a quina de les dues fases pertanyen. b) Materials procedents de la Cova des Bous per número mínim d'individus i adscripció cronocultural. La columna III-IV recull els materials que no s'ha pogut discriminar a quina de les dues fases pertanyen.

Figure 11: a) Materials from the Cova des Confessionari des Moros by the minimum number of individuals and chrono-cultural assignment. The columns III-IV list the materials where it could not be determined to which cultural phase they belong. b) Materials from the Cova des Bous by the minimum number of individuals and chrono-cultural assignment. The columns III-IV list the materials where it could not be determined to which cultural phase they belong.

Així, segurament s'hi haurien associat àrees de treball per a la confecció o reparació de vestits, de calçat i d'instruments, la construcció o manteniment d'instal·lacions i l'elaboració d'artefactes a partir d'elements vegetals (p.e. cistelles o vaixella de fusta), de pedra (com molins, morters, percussors i projectils de bassetja; RISCH, 2003: 312), i d'argila. A més, s'hi haurien desenvolupat d'altres activitats que requeririen un espai i un temps, com pràctiques higièniques i socials (socialitzar, cura dels altres i educació dels infants). La possible fabricació d'objectes d'os, que podria documentar el fragment esmentat anteriorment (VENY, 1968: Fig. 199, 5), i el probable ús dels punxons com instruments emprats presumiblement en altres tasques productives il·lustren una part d'aquestes activitats auxiliars. Malgrat tot, part d'aquestes activitats també es donarien en un ús habitacional per part d'una part del grup domèstic segregat temporalment, sinó és que es tractava de part de la comunitat segregada permanentment. El caràcter més o menys permanent o temporal de l'ocupació queda òbviament molt lluny de l'abast interpretatiu d'aquestes restes escadusseres.

Finalment, és la CB la cavitat que amb vora de 60 m<sup>2</sup> a la sala principal, una boca d'entrada gran i il·luminació natural configura l'espai més apte per a l'establiment estacional o permanent (SALVÀ, 2001: 63).<sup>26</sup> En canvi, la CC, de la qual no existeixen materials, tot i que Colominas sembla que n'hi trobà (vid. nota 10), és una gruta que presenta una boca d'entrada de reduïdes dimensions que dona pas a una sala amb un espai útil molt escàs, la qual comunica per passadissos a d'altres espais encara més petits (SALVÀ, 2001: 64). El CM és com s'ha esmentat una balma de reduïdes dimensions (vid. nota 7).

## Conclusions

### OCUPACIÓ ESTACIONAL RAMADERA O ACTIVITAT RITUAL?

La localització geogràfica de la cinglera, envoltada de sols de tipus VIII, és a dir, amb una capacitat agrològica molt minsa (SALVÀ, 2001: 121, taula II), presenta una proximitat vital als punts d'aigua (una font a 200 m i un torrent a 300 m) (SALVÀ, 2001: 121, taula I). A més, gaudeix d'una visibilitat damunt els principals jaciments de l'àrea del Llevant mallorquí al llarg dels dos mil·lennis anteriors a la nostra era. Domina visualment durant el Naviforme les aldees de navetiformes dels Closos de can Gaià, Son Maiol-Son Roig nou, Es Corral des Morros, Sa Punta, S'Hospitalet, Sa Plana nova (Sementer des Claper i Sementer de dalt), Es Closet, el jaciment de Son Burguera i les coves d'enterrament de Sa Mola, S'Aljub d'en Mel, la Cova d'en Jordi Meravell, Sa Bassa, Son Solaret, Es Rossells II, Cala Murada, Es Fangar, Ses Valentines, Ses Mires i S'Amarador (SALVÀ, 2001: 121, taula VIII; PONS, 1999: cartografia 12 A-12). D'època talaiòtica i baleàrica té visió directa amb el gran poblat dels Rossells (SALVÀ, 2001: 121, taula VIII) i amb el jaciment de finals de l'edat del ferro i d'època romana de Es Corralassos-Es Cuitor (ARAMBURU-ZA-

BALA, 2005a) (Fig. 8).

Mentre que els poblats de plana s'envolten de terrenys fèrtils aptes per a l'agricultura (SALVÀ, 2001: 99), la qual cosa es constata clarament en el Naviforme (MICÓ, 2005: 553; LULL *et al.*, 1999: 53), l'ocupació de coves i abrics en zones muntanyenques tal vegada calgui relacionar-la a una activitat ramadera transhumant d'un grup o d'una part de la comunitat. Segurament es tracti d'espais d'hàbitat estacional i regular d'aquests grups humans dedicats a la ramaderia i de llocs per a l'establiment del seu bestiar, més que no pas de refugis ocasionals, atesa l'entitat de les restes localitzades. En aquest sentit, és suggestiu el nom mateix de la CB, que testimonia que en algun moment, com és obvi relativament recent, aquesta cova devia servir com a refugi pels animals, els guardes dels quals s'haurien pogut aixoplugar en algun dels covals propers.

Aquesta interpretació no és aliena al coneixement que tenim de l'abric de la Cova des Morts, també coneguda com a Mongofre nou (Maó, Menorca). La primera ocupació de la cova durant la primera meitat del segon mil·lenni aC, és a dir, en l'etapa epicampaniforme-dolmènica i a inicis del Naviforme, s'ha identificat com a hàbitat, mentre que els nivells corresponents a la segona meitat del segon mil·lenni corresponen a l'ús de l'abric com a espai d'establiment de bòvids i en menor mesura d'ovicàprids.<sup>27</sup> Periòdicament els diferents nivells d'ocupació van ser incendiats segurament amb finalitats sanitàries (BERGADÀ i NICOLÀS, 2005). Aquest podria haver estat l'origen dels nivells de cendres d'1,6 m i 0,7 m de potència localitzats a la CB i al CM, respectivament.

A Son Matge, la fase LBP (Late Beaker Phase), situada en el primer terç del segon mil·lenni, documenta una successió de nivells de cendres i carbons, que denoten un ús habitacional (WALDREN, 1982 i 2002) o més segurament el final d'una llarga etapa d'establiment a l'abric amb focs periòdics de sanejament (BERGADÀ *et al.*, 2005).

Finalment, en dates més recents, plenament talaiòtiques i baleàriques es documenta una ocupació en cova natural al litoral del port de Felanitx (Portocolom), precisament en una àrea propera a la cinglera del Castell de Santueri. Es tracta de la Cova des Garriguer, la Cova dels Ases, i la Cova de ses Figueres (SALVÀ, 1997; GRÀCIA *et al.*, 1997). Si bé la primera ha fornit, pel que sembla, fragments d'àmfora grecoitàlica, i la segona, fragments indígenes i ebusitans informes, la darrera d'aquestes coves té un repertori ceràmic indígena (olles pitoides, altres tipus d'olles, gerres, tassons, vasos troncocònics, bols i morters), junt a algunes importacions (àmfora ebusitana T-8.1.2.1 de primera meitat del s. III aC) dos molins de mà i quatre morters de pedra. Alguns exemplars poden adscriure's a època talaiòtica mentre que la major part són inequívocament d'època baleàrica. Junt al material ceràmic es recollí una quantitat important de fauna vertebrada (sembla que d'ovicàprids) i alguna copinya. La presència de molins i morters accentua el caràcter domèstic de l'ocupació, interpretada com a establiment estacional o permanent d'una comunitat que podria haver explotat recursos marítims al mateix temps que aprofitava la garriga per al manteniment de caps de bestiar (SALVÀ, 1997: 100).

No podem en qualsevol cas excloure un altre ús per

a les coves del Castell de Santueri, que podríem definir com a lloc sagrat i de culte.<sup>28</sup> Si bé el reconeixement d'aquests espais és difícil i, de fet, una proposta relativament nova per a la prehistòria balear, a nivell d'hipòtesi cal contemplar-la.

Per a la fase Naviforme de la prehistòria insular, s'ha destacat que a la Cova des Mussol (Menorca), s'hi realitzaren activitats cerimonials i oferents d'arrel simbòlica tònica, que a finals del període (entre els anys 1200 i 1000 aC) s'expressa amb una iconografia d'éssers híbrids sobrenaturals, meitat humans, meitat animals. La cova, en un penya-segat davant del mar, té un accés molt difícil i l'espai ritual de la sala 3c, emprat a finals del període, és de reduïdes dimensions i sembla que va ser restringit a poques persones (LULL *et al.*, 1999: 104-114). En els primers moments (1600-1400 aC), el dipòsit material de la sala 1 i 2 inclou vasos contenidors, un punxó d'os i un botó d'ivori, així com un percussor, que s'empraren per fragmentar estalactites. També s'hi localitzà una llar, amb fragments ceràmics i estalagmítics disposats horitzontalment, com a material refractari, i restes de fauna que no s'arribaren a cuinar, per la qual cosa no sembla que fos consumida (LULL *et al.*, 1999: 83-87). De manera sincrònica es documenta activitat ritual a les sales 3, 6 i 7 de la Cova des Càrritx: contenidors ceràmics, estalactites fragmentades apilades, àrea de combustió, fauna no consumida, digitacions parietals de la sala 4, una llar a la que s'associen estalactites i ossos humans a la sala 6 o el vas ceràmic col·locat en el punt més intern de la cova, a la sala 7 (LULL *et al.*, 1999: 168).

A la Cova des Moro (Manacor, Mallorca), situada també en un penya-segat arran de mar, l'ocupació del naviforme inicial documenta la concentració de troballes i indicis de combustió poc intensos en les àrees més recòndites (sector 3 de la sala 1 i fons de la sala 2). Aquestes fogaines, que no es poden anomenar, sense abusar del terme, estructures de combustió (CALVO *et al.*, 2001: 18-20), semblen evidenciar episodis curts d'il·luminació i/o d'aromatització de l'espai (CALVO *et al.*, 2001: 36). Ha estat provisionalment identificada com a lloc sacre amb funcions rituals, per bé que, com reconeixen els seus autors, sense una base empírica sòlida. A partir del 1400 aC es detecta un increment en el nombre de ceràmiques emprades a la cova i de finals del període naviforme es documenta la deposició d'una daga de bronze segurament com a ofrena (CALVO *et al.*, 2001: 38).

De l'edat del ferro, s'ha de datar la troballa de restes d'ovicàpid i un atuell a una gruta angosta del puig Gros de Bendinat (GUERRERO, 1983), interpretades com a ofrenes i/o subproducte d'un únic ritual iniciàtic (CALVO *et al.*, 2001: 36).

La cova natural de Roca Rotja, on van aparèixer dos bronzes de guerrers, un d'ofert i dos *simpula*, junt a ceràmica campaniana A, de parets fines, grisa ibèrica i ebusitana, va ser definida com a santuari per GUERRERO (1985: 122), encara que ENSEÑAT (1965), qui l'excavà, la qualificà d'amagatall i GUAL (1993: 56) s'inclinà a considerar-la com a "dipòsit cultural". En tot cas, la disparitat cronològica entre els materials dipositats implica que els bronzes, que en origen foren objectes de prestigi importats a través del comerç d'arrel mediterrània, fossin en el moment de la seva deposició antiguitats, tal

vegada relacionades amb els avantpassats.

Existeixen unes quantes evidències, fins i tot algunes de caire negatiu, que tal vegada es podrien interpretar en sentit ritual en els dipòsits materials de les coves del Castell de Santueri.

Així, la presència de contenidors i gerres, per bé que usual en els espais domèstics, està documentada també en contextos emprats per al culte. Presumiblement contenien els aliments i líquids, necessaris per realitzar les pràctiques rituals. Malgrat tot, a diferència del que seria d'esperar en ambients rituals, la ceràmica de consum (copes i bols essencialment) és molt escassa respecte als atuells de cuina i emmagatzematge recuperats.<sup>29</sup> Tanmateix, la mateixa absència de vasos de consum individual s'ha fet notar per al dipòsit de la Cova des Mussol (Menorca) d'època naviforme, relacionats amb les activitats rituals (LULL *et al.*, 1999: 83).

L'existència de gran quantitat de fauna i cendres disperses, a tenor de les sumàries descripcions de Colominas (vid. notes 7 i 9), unida a l'absència (o manca de reconeixement) de llars de foc, no sembla que pugui ser un element definidor de lloc de culte, atesa la presència d'una llar construïda a la Cova des Mussol (Menorca) i de focs de sanejament de l'estable de la Cova des Morts o de l'abric de Son Matge. En canvi, l'escassetat d'utilitatge, que evidencii altres activitats domèstiques, l'allunyaria d'aquesta caracterització. Llevat dels punxons d'os, no es van identificar ni morters ni molins ni d'altres instruments lítics, de ferro o de bronze. Això no obstant, cal tenir en compte que si s'hagués tractat d'un refugi temporal o bé circumscrit a un grup connotat pel gènere (com els pastors), moltes d'aquestes activitats domèstiques segurament no haurien tingut lloc.

L'absència d'objectes de bronze o ferro de caràcter cultural (figures votives), que apareixen a la segona edat del ferro,<sup>30</sup> no invalidaria una interpretació del possible caràcter ritual de les coves, com sigui que en alguns santuaris aquests elements hi són també absents.

Finalment, el fet que la CB tingui un accés ampli i una sala relativament gran i ben il·luminada, no s'adiu amb la morfologia de les coves que s'han interpretat com a llocs de culte, molt més estretes, recòndites o de difícil accés.<sup>31</sup> L'única de les coves examinades per Colominas que va fornir materials i que s'adiu amb aquestes característiques seria la CC, de la qual, com ja hem esmentat, no existeixen materials al MAC.

Atès que la CB, a diferència del CM, no es va excavar totalment, sinó que només s'hi realitzaren algunes cales, segurament encara seria possible de recolzar o rebutjar aquestes hipòtesis. Tanmateix, en l'actual estat del coneixement i a partir de les evidències examinades, penso que els arguments positius i negatius existents donen major solidesa a la consideració de les coves del Castell de Santueri com a refugi estacional d'un grup humà orientat a la ramaderia, segurament en règim de transhumància a petita escala.

## Agraïments

Volem mostrar el nostre agraïment al Dr. Ricard Batista, aleshores director del MAB, que ens atorgués per-



mís per accedir al FC i ens proporcionés tota classe de facilitats per realitzar la nostra recerca. També volem fer valer el nostre reconeixement al Dr. Joan Sanmartí que fos en aquella, com en d'altres circumstàncies, el nostre avalador i qui, en primera instància, ens va proposar un tema de recerca mallorquí, que ens va portar a conèixer i a estimar l'arqueologia balear i a trobar-hi el regal de tants i tan bons amics i amigues. Entre aquests hi haurà sempre en Miquel Seguí, qui ens va ajudar desinteressadament des dels inicis de la nostra recerca i amb qui vàrem compartir projectes, il·lusions pel futur, preocupacions i, per damunt de tot, una sincera amistat. Finalment, volem agrair a José Antonio Encinas que ens hagi facilitat les topografies de les coves que es reproduïen en aquest article i a l'actual director del MAC, Sr. Xavier Llovera, i a la conservadora de les sales de Balears del dit museu, Sra. Teresa Llecha, que ens hagin facilitat l'accés a la informació de la base de dades del fons de Balears realitzada en els darrers anys.

## Notes

- 1 Pel que fa a la Cova des Bous vàrem revisar una part significativa de les formes ceràmiques (31 exemplars), que representa el 42 % de les existents (74 exemplars). De la resta dels 303 números d'inventari presents a les actuals bases de dades del MAC, 225 corresponen a informes ceràmics i 3, a material lític. En canvi, pel que fa a la Cova des Confessionari des Moros, el percentatge va ser molt més alt, de l'ordre del 83 % del material existent (25, dels 30 números d'inventari, dels quals 1 és material lític i 6 indústria òssia). També es van estudiar alguns materials de la Cova Vernissa (Santa Margalida), la Cova Bennoc (Llucmajor) i els poblats talaiòtics d'Es Pedregar i Capocorb vell (ambdós a Llucmajor), que són una part desigual del material custodiat. Els materials de Capocorb vell del FC han estat objecte d'un altre treball (Hernández-Gasch, e.p.). A l'actualitat existeix un fitxer de totes les peces del FC que facilitarà la recerca futura d'aquest fons tan important per a l'arqueologia mallorquina.
- 2 Data de la conquesta romana de Mallorca, encara que COLOMINAS (1923: 573) va situar la intervenció militar de Quinti Cecili Metel a l'any 121 aC.
- 3 GUERRERO (1997: 63) ha assenyalat el caràcter poc original de la periodització de Colominas, ja que investigadors anteriors com Cartailhac i Watelin havien intuït una seqüència semblant. El mateix COLOMINAS (1923: 555), de fet, fa referència als "arqueòlegs, principalment estrangers, que havien intentat sistematitzar-la".
- 4 "Por causas que no es del caso explicar aquí, pocas veces es consignataria (això és, la llista de materials catalogats) de todo el material que inicialmente proporcionó cada yacimiento" (VENY, 1968: 15).
- 5 Cal notar que amb observacions sobre l'estratigrafia murària molt interessants.
- 6 Coordenades UTM (ED50Zone31), X: 516290 / Y: 4365230 / Z: 360
- 7 Atesa la brevetat de la notícia la reproduïm íntegrament: "Felanitx. Cova del Confessionari dels Moros.- Està situada a la cinglera del Castell de Santueri, sota mateix d'una de les torres del castell medieval anomenada Es Confessionari d'es Moros. Més que una cova, és una petita balma de 4 m. de fondària per 4,50 d'amplària (fig. 258). Fou excavada totalment.  
»El jaciment era format per una capa de terra negra de 70 centímetres, contenint gran quantitat de ceràmica feta a mà, de formes argàriques, i ossos tots d'animals. També hi recollirem cinc punxons d'os (fig. 257)." (COLOMINAS, 1923: 556-557).
- 8 Coordenades UTM (ED50Zone31), X: 516360 / Y: 4365070 / Z: 350
- 9 "Felanitx. Cova dels Bous.- A la mateixa cinglera, però a la part

oposada i de cara al mar. És una grandiosa cova formada per una sola nau d'uns 60 metres de diàmetre. S'hi feren cates, podent-se comprovar l'existència d'un jaciment de cendres de 1'60 metres que contenia ceràmica igual a la de la cova anterior, i ossos d'animals." (COLOMINAS, 1923: 557).

- 9 Coordenades UTM (ED50Zone31), X: 516460 / Y: 4365000 / Z: 350
- 10 "Felanitx. Cova Calenta.- Sota mateix de la cova dels Bous hi ha una petita cova formada per estalactites i estalagmites, tenint únicament jaciment a l'entrada. És una cambra de 5 metres quadrats. Hi recollirem el mateix que en les coves descrites, encara que amb molta escassetat." (COLOMINAS, 1923: 557). Tanmateix, cal aclarir que la cavitat coneguda com a Cova Calenta es troba prop de la pista d'accés al castell, de manera que és molt probable que Colominas errés en la ubicació de la cova, atès que, de banda d'aquestes tres cavitats, a la cinglera de Santueri només es coneix la Cova des Drac. No sembla que calgui considerar la possibilitat de coves colgades amb posterioritat a la intervenció de Colominas, puix que no n'existeix el record entre la pagesia de la zona (SALVÀ, com. pers.).
- 11 En la nota (l) de l'article de COLOMINAS (1923: 556) es diu al respecte dels materials de la CC: "Aparentment de l'eneolític, el Sr. Cabré en trobà, a la Cova Calenta de Felanitx, un fragment de ceràmica amb incisions de la cultura del vas campaniforme, però nosaltres havem excavat totalment la cova sense que ens n'hi sortís cap altre fragment: únicament ceràmica argàrica." De fet, al posterior inventari del propi MAC tampoc consta cap material com a procedent d'aquesta cova, ni tampoc de la Cova des Drac.
- 12 "Demés férem cates en totes les coves i balmes que existeixen en aquelles cingleres, totes amb resultats negatius.  
»L'abundància d'ossos d'animals, i la carestia absoluta d'ossos humans, demostren clarament que serviren d'habitació.  
»Encara que les troballes d'aquestes coves quedin reduïdes quasi exclusivament a ceràmica, sense que hi sortís res de metall, per les formes i tècnica argàrica dels vasos no donen lloc a dubte que pertanyen a la primera Edat del bronze." (COLOMINAS, 1923: 558).
- 13 Potser de manera excessivament literal, ja que cita que es recolliren cinc punxons d'os i a l'inventari i a la il·lustració n'apareixen set.
- 14 Aquest fragment ha esdevingut cèlebre per ser el primer de ceràmica campaniforme trobat a Mallorca. Colominas va atribuir la troballa a Cabré i la féu procedent de la CC (vid. nota 13); Veny, com hem vist, el va publicar el 1968 i el va situar entre els materials procedents de la CB, atribuint-ne la troballa a Darder i la publicació a Cabré (VENY, 1968: 351), encara que a la pàgina 408 es diu que va ser Bosch Gimpera qui el va publicar el 1920. A partir d'aquest moment, seguint a Veny, la procedència va quedar fixada a la CB, encara que l'autoria del descobriment va seguir comportant confusions. Així, Maluquer de Motes l'atribueix al mateix Colominas (WALDREN, 1998: 53) i FERNÁNDEZ-MIRANDA (1978), va tornar a considerar Cabré, com havia fet inicialment Colominas, l'autor de la troballa però, d'igual manera que Veny, com a procedent de la CB. Recentment WALDREN (1998: 53-54) torna al binomi Darder-Cabré, el primer per a la troballa i el segon per a la seva entrega al Museu de Historia Natural de Madrid, d'on finalment va desaparèixer. Encara que reconeix que la primera referència és de Colominas, es refereix a la discrepància sorgida més tard (i a com aquesta discrepància va afectar la credibilitat de la troballa), i s'inclina per considerar la CB com a lloc de procedència. En tot cas, molt sovint s'hi refereix com "als fragments de Felanitx" (quatre fragments d'un mateix individu) i cita els diversos autors que se n'ocuparen: Colominas, Bosch Gimpera i Castillo (WALDREN, 1998: 55).
- 15 Nogensmenys, l'exemplar aparegut a la làmina 201 amb el núm. 4, i no inventariat, té una secció que amb una orientació invasada, no del tot descartable, atès que es tracta d'un fragment petit amb una vora irregular, correspondria a un tipus que ha estat definit (CALVO i SALVÀ, 1997; SALVÀ *et al.*, 2002) com a forma l (que també rep el nom de tonell) d'un període transicional entre la cultura naviforme i la talaiòtica, que hauria de situar-se, entre el 1400 i el 1000 aC, període considerat per altres autors com a Naviforme mig i final (LULL *et al.*, 1999). Lamentablement, no el vàrem poder localitzar per tal de comprovar la seva orientació.
- 16 Atès el caràcter diverses vegades selectiu (per la recollida que en féu el propi Colominas, però també per la revisió incompleta del fons) i davant la migradesa d'exemplars analitzats de cada cronologia i tipologia, hem optat per desestimar la quantificació per tipus i categories, ja que el seu ús estadístic hauria estat molt sovint esbi-

aixat i en alguns casos inviable.

- 17 Aquest tipus ceràmic, que rep també el nom de tonell, apareixen en contextos naviformes més antics, com a la naveta Alemany, i en d'altres més recents, com Canyamell, Can Roig Nou, S'Hospitalet o Ca n'Amer, a Mallorca, i Clariana o Cala Blanca, a Menorca (CALVO *et al.*, 2001). A les relativament recents excavacions a l'Illa des Porros (HERNÁNDEZ-GASCH *et al.*, 1998), junt amb d'altres materials que cal situar en aquesta època, se n'han localitzat un bon nombre d'exemplars en estrats del naviforme mig i final, la cronologia dels quals ve recolzada per datacions de radiocarboni (STRYDONCK *et al.*, 2002: 40-41). A més de les característiques vores marcadament triangulars, alguns d'aquests grans contenidors de l'Illa des Porros presenten característiques arcaïtzants com és la presència de decoracions (digitacions, però també alguna incisió simple, en ziga-zaga i cercles incisos, i puntejats).
- 18 Estant essencialment d'acord amb les propostes que assenyalen una ruptura socioeconòmica i cultural al voltant de la meitat del s. VI aC respecte d'un món que la tradició historiogràfica ha denominat talaiòtic, ens resistim a adoptar el terme posttalaiòtic, per les mateixes raons que ja fa uns anys alguns autors han abandonat el terme de pretalaiòtic. Per això fem el terme baleàric, en la línia d'altres investigadors (ARAMBURU-ZABALA, 2005), com sigui que aquest va ser el nom amb que alguns autors grecs i els autors llatins van anomenar les dues illes de l'arxipèlag balear pràcticament de manera coetània (BLANES *et al.*, 1990: 21-28).
- 19 Tanmateix, les mateixes vores apareixen a la fase II2, datada de primera meitat del s. IV aC, de les habitacions posttalaiòtiques de Son Fornés (PALOMAR, 2005: 251-252).
- 20 A nivell fragmentari, coincideixen amb exemplars del període posttalaiòtic de Son Fornés (PALOMAR, 2005: 251-252).
- 21 Aquests materials, encara inèdits, provenen de les excavacions d'Arribas, Tarradell i Woods. Vam tenir ocasió d'examinar-los fa uns anys.
- 22 El setè presentat per VENY (1968: fig. 199, 5) està mancat de punxa, és més gruixut que els altres i sembla, de fet, un os, sinó trencat accidentalment, començat a desbastar i rebutjat. Els vam localitzar al MAC amb els números d'inventari: 15227 a 15231, 15237 i 31951.
- 23 És ben possible que no tots es recuperessin, ateses les circumstàncies de l'excavació exposades amb anterioritat.
- 24 A partir d'aquesta sala hi ha passadissos i diverticles que podrien adaptar-se a d'altres funcions o a activitats particulars segons el moment del dia o de la nit o de l'any.
- 25 Cal destacar, però, l'absència de qualsevol resta de fauna o de cultura material en aquests nivells, la qual cosa aparentment la distància de l'estratigrafia de la CB.
- 26 Reservem la paraula santuari per a les construccions d'època baleàrica de planta de ferradura o rectangular de caires arrodonits, que contenen ossos d'animals, cendres disperses sense llars de foc, bases de pilars, però sense subdivisions internes, i una vaixela en part comuna a la resta de contextos coetanis i en part especial (copes crestades). El terme santuari en cova, per l'ús restringit que fem del primer mot, és un contrasentit, i lloc de caràcter ritual potser massa vague, ja que el ritual impregna l'expressió cultural de la major part d'actes i espais de les comunitats prehistòriques (CARMICHAEL *et al.*, 1994). Tanmateix, per a la protohistòria balear, darrerament s'ha destacat que les característiques arquitectòniques d'un edifici o un tipus de material no es poden traduir automàticament a santuari (CASTRO-MARTÍNEZ *et al.*, 2003: 140-145), sinó que cal valorar diverses variables i l'associació que estableixen per tal de poder-ho afirmar.
- 27 No s'ha pogut identificar cap element segur de copa crestada, per bé que existí una ocupació de la cova en època baleàrica.
- 28 Amb anterioritat a aquest període, representacions antropomorfes de fusta han aparegut en els dipòsits naviformes extraordinàriament ben conservats de la Cova des Mussol, a Menorca (LULL *et al.*, 1999).
- 29 L'esmentada Cova des Mussol (Menorca) o la Cova des Moro, en època naviforme.

## Bibliografia

- ARAMBURU-ZABALA, J. (2005): Ager Pollentinus. El poblamiento de los alrededores de la ciudad de Pollentia (Mallorca). *Arqueobalea* [www.arqueobalea.es/articulos/AgerPollentinus.pdf](http://www.arqueobalea.es/articulos/AgerPollentinus.pdf) [Data de Consulta: 4 de juliol de 2007]
- ARAMBURU-ZABALA, J. (2005a): *Contribució a l'inventari de jaciments arqueològics de Mallorca*. CD-ROM. Consell de Mallorca. Palma
- ARAMBURU-ZABALA, J. & HERNÁNDEZ-GASCH, J. (2005): *Ses Païsses, 1999-2000*. Cd-rom. Palma
- BERGADÀ, M.M.; GUERRERO, V.M. & ENSENYAT, J. (2005): Primeras evidencias de establecimiento en el yacimiento de Son Matge (Serra de Tramuntana, Mallorca) a través del registro sedimentario. *Mayurqa*, 30. Palma, p. 153-180
- BERGADÀ, M.M. & NICOLÁS J.C. de (2005): Aportación de la micromorfología al conocimiento de las prácticas pastoriles de finales de la Edad de Bronce en el yacimiento de la Cova des Morts (Mongofre nou, Maó, Menorca). *Mayurqa*, 30. Universitat de les Illes Balears. Palma, p. 181-202
- BLANES i BLANES, C.; BONET i ROSSELLÓ, J.; FONT i JAUME, A.; ROSSELLÓ & CALLEJAS, A. M. (1990): *Les illes a les fonts clàssiques*. Col·lecció Alicorn, 5. Miquel Font Editor, Palma
- BOSCH GIMPERA, P. (1920): La arqueología preromana hispánica, Apèndix a A. Schulten, *Hispania (geografía, etnología, historia)*. Barcelona
- BOSCH GIMPERA, P. & COLOMINAS ROCA, J. (1937): *Les fouilles de Majorque et la préhistoire de les Îles Baléares, la culture sarde et ses relations méditerranéennes, Compte-rendu de la Conférence de Barcelone de la Commission Internationale pour la Préhistoire de la Méditerranée Occidentale*. Barcelona, p. 17-24
- CALVO, M.; GUERRERO, V.M. & SALVÀ, B. (2001): *La Cova des Moro (Manacor, Mallorca). Campanyes d'excavacions arqueològiques 1995-1998*. Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural, 4. Consell de Mallorca. Palma
- CALVO, M. & SALVÀ, B. (1997): *El bronze final a les Balears. La transició cap a la cultura talaiòtica*. Quaderns Arca, 13. Palma
- CAMPS COLL, J.; CANTARELLAS, C.; PLANTALAMOR, L.; ROSSELLÓ BORDOY, G.; MOLL, J. & VALLESPIR, A. (1969): Notas para una tipología de la cerámica talayótica mallorquina, *Mayurqa*, II, Palma, p. 60-82
- CANTARELLAS, C. (1974): La industria del hueso en Mallorca durante la edad del bronce, *Prehistoria y arqueología de las Islas Baleares. Symposium de Prehistoria Peninsular* (VI: Barcelona: 1972). Barcelona, p. 73-88
- CARMICHAEL, D.; HUBERT, J.; REEVES, B. & SCHANCHE, A. (1994): *Sacred Sites, Sacred Places*. One World Archaeology, 23. Routledge. London
- CASTRO-MARTÍNEZ, P.; ESCORIZA-MATEU, T. & SANAHUJA-YLL, E. (2003): *Mujeres y Hombres en Espacios Domésticos. Trabajo y Vida Social en la Prehistoria de Mallorca (c. 700-500 cal ANE). El Edificio Alfa del Puig Morter de Son Ferragut (Sineu, Mallorca)*. British Archaeological Reports, International Series, 1162, Oxford
- CASTILLO, A. del (1928): *La cultura del vaso campaniforme*. Barcelona
- CERDÀ, D. (2002): *Bocchoris. El món clàssic a la badia de Pollença*. Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural, 8. Consell de Mallorca. Palma
- COLOMINAS, J. (1923): L'Edat del Bronze a Mallorca. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 5. Barcelona, p. 555-573
- ENCINAS, J.A. (2006): *Relación inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears*. Colección Tarsilbet, IV. Pollença.
- ENCINAS, J.A. (2007): *La incidencia antròpica en las cavernas baleáricas*. Colección Tarsilbet, V. Pollença
- ENCINAS, J.A. (e.p.): *CCMallorca*. Palma.

- ENSEÑAT, B. (1965): Unos bronce griegos hallados en Sóller, *Pyrenae*, 2. Instituto de Arqueología y Prehistoria, Universitat de Barcelona. Barcelona, 77-80
- ENSEÑAT, C. (1981): *Las cuevas sepulcrales mallorquinas en la Edad del Hierro*. Excavaciones arqueológicas en España, 118. Madrid
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1978): *Secuencia cultural de la Prehistoria de Mallorca*, Biblioteca Prehistórica Hispánica, XV. Madrid
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1983): Pollentia (Mallorca). Las cerámicas talayóticas procedentes de la calle porticada, *Pollentia. Estudio de los materiales, I. Sa Portella, excavaciones 1957-1963*. Palma
- FONT OBRADOR, B. (1974): L'obra de Josep Colominas Roca en Mallorca, *Prehistoria y arqueología de las Islas Baleares. Symposium de Prehistoria Peninsular* (VI: Barcelona: 1972). Barcelona, p. 39-52
- GASULL, P.; LULL, V. & SANAHUJA, M. E. (1984): *Son Fornés: La Fase Talayótica. Ensayo de reconstrucción socioeconómica de una comunidad prehistórica de la isla de Mallorca*. British Archaeological Reports, International Series, 209. Oxford
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21. Palma, p. 5-36.
- GUAL, J. (1993): *Figures de bronze a la Protohistòria de Mallorca*. Conselleria de Cultura. Palma
- GUERRERO, V. (1983): Hallazgo de una ofrenda votiva talayótica en el "Puig Gros de Bendinat" (Calvià). *Bol. Soc. Arq. Luliana*, 39. Palma, p. 481-486
- GUERRERO, V.M. (1985): *Indigenisme i colonització púnica a Mallorca*. Ajuntament de Ses Salines. Ses Salines
- GUERRERO, V.M. (1997): *El pensamiento científico en la prehistoria balear. Fuentes bibliográficas para el estudio de la prehistoria balear*. Lleonard Muntaner Ed. Palma
- GUERRERO, V.M. (1999): La Cerámica Protohistórica a Torno de Mallorca (s. VI-I a.C.). *British Archaeological Reports International Series, 770-Western Mediterranean Series*, 3. Oxford
- HERNÁNDEZ GASCH, J. (Inèdit): La punta de l'iceberg. *Reexcavant materials talaiòtics del fons Colominas*
- HERNÁNDEZ GASCH, J. (e.p.): La punta de l'iceberg. *Reexcavant materials talaiòtics del fons Colominas* (quinze anys després). Materials del poblat talaiòtic de Capocorb vell. *Cypsela*, 18. Girona
- HERNÁNDEZ-GASCH, J. & SANMARTÍ, J. (1999): El santuari de Sa Punta des Patró a l'àrea cultural i funerària de Son Real (Santa Margalida, Mallorca). Avenç dels resultats, *Mayurqa*, 25. Universitat de les Illes Balears. Palma, p. 113-138
- HERNÁNDEZ-GASCH, J.; SANMARTÍ, J.; MALGOSA, A. & ALESÁN, A. (1998): La necròpoli talaiòtica de S'Illot des Porros, *Pyrenae*, 29. Universitat de Barcelona. Barcelona, p. 69-95
- JONHSON, A. W. & EARLY, T. (2003): *La evolución de las sociedades humanas. Desde los grupos cazadores-recolectores al estado agrario*. Ariel Prehistoria. Ed. Ariel. Barcelona
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C. & RISCH, R. (1999): *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca*. Consell Insular de Menorca. Barcelona
- LULL, V.; MICÓ, R.; PALOMAR PUEBLA, B.; RIHUETE HERRADA, C. & RISCH, R. (2008): *Cerámica talayótica. La producción alfarera mallorquina entre ca. 900 y 550 antes de nuestra era*. Universitat autònoma de Barcelona. Ed. Bellaterra. Barcelona
- MICÓ, R. (2005): *Cronología absoluta y periodización de la prehistoria de las islas baleares*. British Archaeological Reports, International Series, 1373. Oxford
- PALOMAR, B. (2005): *La ceràmica posttalaiòtica de Mallorca. Significació econòmica i social dels canvis en el procés productiu enter c. 450-250 cal ANE: El cas de Son Fornés, Montuïri*. Tesi doctoral (Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona: 2005). URL: HYPERLINK "http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0221107-122929/" \l "documents"http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0221107-122929/#documents [Data de consulta: 1 de setembre de 2008]
- PONS, G. (1991): *Les ceràmiques d'imitació al talaiòtic final*. Quaderns de Ca la Gran Cristiana, 10. Museu de Mallorca, Govern Balear. Palma
- PONS, G. (1999): *Anàlisi espacial del poblament al Pretalaiòtic Final i Talaiòtic I de Mallorca*, Col·lecció de Deixa, 2. Monografies de Patrimoni Històric. Consell de Mallorca. Palma
- PONS, G. (inèdit): Estudi de les ceràmiques indígenes del període talaiòtic final. Memòria de llicenciatura. Palma
- RISCH, R. (2003). Los artefactos macrolíticos del yacimiento del Puig Morter de Son Ferragut, P. CASTRO, T. ESCORIZA, E. SANAHUJA, *Mujeres y Hombres en Espacios Domésticos. Trabajo y Vida Social en la Prehistoria de Mallorca (c. 700-500 cal ANE). El Edificio Alfa del Puig Morter de Son Ferragut (Sineu, Mallorca)*. British Archaeological Reports, International Series, 1162. Archaeopress. Oxford, p. 306-319
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1960): La facies "cueva natural" en la cultura pretalayótica mallorquina. *Ampuries*, 22-23 (1960-61). Barcelona, p. 263-276
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1974): Los ajueres metálicos mallorquines como elemento cronológico, *Prehistoria y arqueología de las Islas Baleares. Symposium de Prehistoria Peninsular* (VI: Barcelona: 1972). Barcelona, p. 115-128
- ROSSELLÓ BORDOY, G. & CAMPS COLL, J. (1972): *Excavaciones en el complejo noreste de "Es Figueral de Son Real" (Santa Margalida, Mallorca)*, Noticiario Arqueológico Hispánico-Prehistoria, I. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid
- ROSSELLÓ BORDOY, G. & CAMPS COLL, J. (1976): *Excavaciones en Canyamel (Capdepera, Mallorca)*, Noticiario Arqueológico Hispánico-Prehistoria, V. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, p. 237-329
- SALVÀ, B. (1997): Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps, *Endins*, 21. Palma, p. 93-101
- SALVÀ, B. (2001): *El Pretalaiòtic al Llevant Mallorquí. (1700-1100 AC) Anàlisi territorial*. Palma
- SALVÀ, B.; CALVO, M. & GUERRERO, V.M. (2002): La Edad del Bronce balear (c. 1700-1000/900 BC). Desarrollo de la complejidad social, *Complutum*, 13. Madrid, p. 193-219
- STRYDONCK, M. VAN; LANDRIE, M.; BOUDIN, M.; GROOTES, P.M.; NADEAU, M.-J.; SPARKS, R. & KEPPENS, E. (2002): *Radiocarbon dates*, XVIII. Royal Institute for Cultural Heritage. Brussel·les
- VENY, C. (1968): *Las cuevas sepulcrales del Bronce Antiguo en Mallorca*. Biblioteca Prehistórica Hispánica, IX. Madrid
- WALDREN, W.H. (1982): *Balearic Prehistoric ecology and culture: the excavation and study of certain caves, rock shelters and settlements*. British Archaeological Reports, International Series, 49. Oxford
- WALDREN, W.H. (1998): *The Beaker Culture of the Balearic Islands. An inventory of evidence from caves, rock shelters, settlements and ritual sites*. British Archaeological Reports, International Series, 709. Oxford
- WALDREN, W.H. (2002): Links in the chain: evidence of sustained prehistoric contact and cultural interaction between the Balearic Islands and Continental Europe, W. H. WALDREN & J. ENSENYAT (eds.), *World Islands in Prehistory. Inter-*

# LES DESCOBERTES SUBQUÀTIQUES A LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca): HISTÒRIA I DESCRIPCIÓ DELS DESCOBRIMENTS, HIDROLOGIA, ESPELEOTEMES, SEDIMENTS, PALEONTOLOGIA I FAUNA

per Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup>, Joan J. FORNÓS <sup>2</sup>, Pere GAMUNDÍ <sup>1</sup>, Bernat CLAMOR <sup>1</sup>,  
Jaume POCOVÍ <sup>1</sup> i Miquel Àngel PERELLÓ <sup>3</sup>

## Resum

El desenvolupament topografiat actual de la cova és de 62.066 m i l'actual recorregut subaquàtic de la cavitat és de 10.200 m, fet que suposa que estigui inclosa entre una de les més importants de l'Estat Espanyol i d'Europa. Les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera presenten hidrològicament un perfil estratificat, amb 3 capes de salinitat diferent. A les zones submergides estudiades, la presència de zones de la cova que es desenvolupen dins les fàcies de front d'escull (molt poroses) i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern (molt uniformes i estratificades i amb poca porositat) condicionen la diferent distribució dels espeleotemes. Els dipòsits sedimentaris de granulometria fina de les zones sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera són molt poc importants des del punt de vista volumètric i són de característiques molt peculiars si es comparen amb els que es troben a altres cavitats litorals de Mallorca. Així i tot són importants i característiques algunes acumulacions i estructures sedimentàries que es donen a una part de les galeries sotaiguades, com són els caramells allargats, les vermiculacions dendrítiques i l'existència de sediments amb presència de manganès que se suposa que estan associats a fenòmens d'hidrotermalisme. Des del punt de vista faunístic s'han trobat 3 espècies de crustacis estigobionts, 2 de les quals són endèmiques.

## Abstract

Up to now, the surveyed development of Cova des Pas de Vallgornera totalizes 62.066 m including 10,200 m of underwater extensions; these figures situate this locality among the most important submerged cave systems known in Spain or even in Europe. The phreatic waters of this cave present a well-stratified hydrological profile, comprising 3 layers of different salinities. In the explored underwater passages, the zones of the cave developed within the Upper Miocene reef-front facies (very porous) and those developed in the outer lagoon facies (more massive and less porous) show a quite diverse speleothems distribution that is controlled by the mentioned lithological differences. The fine-grained sediments in the underwater passages of Cova des Pas de Vallgornera are not very important from the volumetric point of view, but they present peculiar characteristics if compared with the sedimentation existing in other littoral caves of Mallorca. In this respect, some sedimentary structures found in the submerged galleries of the cave are remarkable, embracing elongated sediment accumulations near the cave-walls, abundant dendritic vermiculations as well as Manganese-rich deposits presumably related to hydrothermal phenomena. From the faunistical point of view, 3 stygobiont crustacean species have been collected till to now, 2 of them being endemic.

## Introducció

La cova des Pas de Vallgornera està situada a la marina de Llucmajor, a la urbanització de Vallgornera. L'entrada artificial es localitza a 22 m sobre el nivell del mar a una distància aproximada a la mar de 400 m, amb coordenades UTM (ED-50): 489205 / 4357710. La cavitat és un Lloc d'Interès Comunitari (LICs), amb

el còdi ES5310049, conforme als criteris generals establerts per el Consell d'Europa, a la convenció de Berna sobre la conservació dels hàbitats naturals. La cavitat representa un exponent paradigmàtic de la diversitat d'hàbitats subterranis existents en el sud i llevant de Mallorca. A més de les consideracions ecològiques que varen sustentar aleshores la seva proposta com a LIC, l'interès geològic i geomorfològic d'aquest fenomen hipogeu és molt remarcable, sobretot pel que fa a l'estudi de l'endocartificació dins els materials calcaris del Miocè superior de l'illa (GINÉS *et al.*, 2008a).

1 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença.  
email: xescgracia@yahoo.es

2 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears (UIB).  
email: joan.fornos@uib.cat

3 Grup Espeleològic de Llubi (GELL).



Figura 1: Bussos del CAS TRITON a l'antiga porta d'entrada a la cavitat l'any 1991. D'esquerra a dreta: Toni Felani, Anibal Alonso i Marga Sastre. (Foto J. Serra).

Figure 1: Divers from CAS TRITON at the ancient entrance gate to the cave, in 1991. From left to right: Antonio Felani, Anibal Alonso i Aina Escarrer. (Photo J. Serra).

La cova es va descobrir l'any 1968 de forma casual en excavar-se la fossa sèptica d'un hotel avui en dia en estat ruïnós. Es tracta d'una successió de sales d'esfondrament (sector Antic) que assoleixen el nivell freàtic i que a finals de 1993 suposaven menys de 2 km de recorregut. Aquestes sales comuniquen amb un espectacular conjunt de galeries i passatges aquàtics (sector Noves Extensions), descobertes l'any 1994 per en Miquel Àngel Barceló i en Pere Riera. Aleshores la cavitat passà a tenir 6.435 m. En un d'aquests àmbits, després d'anys de recerca de possibles continuacions seguint el rastre dels corrents d'aire, l'any 2004 s'efectua la troballa de noves galeries i sales per part d'en Guillem Mulet, Antoni Mulet i Antoni Merino. Posteriorment s'afegeixen als equips d'exploració i topografia a més del Grup Espeleològic de Llubí, el Grup Espeleològic Voltors i el Grup Nord de Mallorca, aquest darrer s'encarrega de l'estudi de les zones sotaiguades de la cavitat. Actualment, la cova s'estructura en els següents sectors: sector Antic, sector Noves Extensions, sector de les Grans Sales, sector de Gregal, sector Subaquàtic de Gregal, sector Tragus, sector Nord, Sector F (laberint superior) i sector del Clypeaster. El recorregut actual és de 62.066 m a data d'avui i encara està en fase d'exploració. Actualment representa la setena cova de més recorregut de l'Estat Espanyol (la primera com a cavitat litoral) i la segona cavitat amb més recorregut subaquàtic d'Europa.

La cavitat, segons GINÉS *et al.* (2008b; 2009b) s'obre dins del complex d'Escull del Miocè superior, observant-se al llarg del seu desenvolupament les diferents fàcies que corresponen als subambients deposicionals que el caracteritzen. Ja des de l'entrada de la cavitat i comprnent la major part del sector Antic, sector de les Grans Sales i sector del Clypeaster hi afloren les fàcies del front coral·lí, on són presents per tot arreu les bioconstruccions de coralls buidats pels mecanismes de dissolució preferencial. Estan integrades per calcàries i calcarenites de color blanc molt ben cimentades. Els materials tenen gran porositat de tipus primari i també de tipus motlle. En contraposició, les grans galeries i zones laberíntiques adjacents, corresponents als sectors

interns de la cavitat (sector del Tragus, sector Nord, sector de Gregal) es desenvolupen dins la fàcies de lagoon extern del Complex d'Escull. Aquí els materials calcaris són de caràcter bastant massiu i uniforme i presenten una baixa permeabilitat però mostren una fracturació regularment espaiada, en la que predominen les direccions SW-NE. Aquestes llargues galeries mostren també morfologies de col·lapse que, en ocasions, determinen importants eixamplaments relacionats amb la presència de construccions coral·lines aïllades (*patch reefs*) distribuïdes dins del conjunt del lagoon extern. El final de les grans galeries que integren el sector Tragus, sector de Gregal i sector Subaquàtic de Gregal semblen correspondre amb un altre canvi litològic, concretament amb la presència dels dipòsits atribuïbles a les fàcies de lagoon intern del Complex d'Escull. En aquestes parts terminals el rocam perd el caràcter massiu que ha presentat tot al llarg d'aquests importants passatges, mostrant una disposició de materials més calcisiltítics, de potència entre decimètrica i mètrica i ben estratificats (GINÉS *et al.*, 2008b; 2009b).

Les tasques d'exploració i documentació sota l'aigua s'han pogut realitzar en una primera fase d'estudi gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008.

## Història de les Exploracions Subaquàtiques

En aquest apartat ens centrarem de forma exclusiva en la història dels descobriments efectuats mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica. Les descobertes realitzades a les zones aèries, ja han estat profusament detallades a COLLIGNON, 1982; MERINO, 1993, 2000, 2002, 2006, 2007a, 2007b, 2008; MULET, 2006; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009; GINÉS *et al.*, 2008b, 2009a, 2009b. A la història que passam a relatar breu-

Figura 2: Primeres immersions de membres del CAS TRITON (Toni Felani i Juan Pablo Pradillo) al sector Antic equipats amb monotanc. (Foto J. Serra).

Figure 2: Early immersions of some CAS TRITON divers (Toni Felani i Juan Pablo Pradillo), equipped with mono-cylinders, in the Sector Antic. (Photo J. Serra).



Figura 3: Adolfo Triay i Ana M<sup>a</sup> Abril, a una immersió efectuada a la cova l'any 1992. Crida l'atenció la gran llanterna col·locada mitjançant brides al casc. (Foto J. Serra).

Figure 3: Adolfo Triay and Ana M<sup>a</sup> Abril, photographed during an immersion in the cave the year 1992. It is quite remarkable the big light fixed to the helmet. (Photo J. Serra).



ment, tampoc no hi hem inclòs totes aquelles immersions efectuades al sector Antic per diferents grups estatals i estrangers que no han aportat novetats significatives en el coneixement de la cavitat.

**1991 - 1992** - Els bussos del CAS Triton, assabentats i induïts per en Miquel Salom de l'ANEM, realitzen les primeres immersions d'exploració i topografia de les galeries inundades del Sector Antic. Són bussejadors d'aigües obertes, amb poca experiència en cavitats inundades. En declaracions verbals efectuades per un dels bussos pioners, en Jaume Serra, afirma que els espeleòlegs belgues del *Groupe Spéléo Namur-Ciney*, que els precediren no varen instal·lar cap fil-guia sota les aigües, endemés de no fer constar a la topografia publicada (COLLIGNON, 1982) cap zona subaquàtica, per la qual cosa són els bussos del CAS Triton els que inicien el coneixement d'aquesta part de la cavitat, al llarg dels anys 1991 i 1992 (Fig. 1, 2 i 3). Sembla que els belgues únicament feren feines d'espeleologia aèria. Els bussos que participen a les tasques d'espeleobusseig són:

Adolfo Triay, Jaume Serra, Carlos Huerta, Patricio Anguera, Aníbal Alonso i José Guindos (MERINO, 1993). Les tècniques i el material que empen són monotancs portats a l'esquena sense armilla hidrostàtica per facilitar la progressió per galeries i passos angosts, llanternes dutes a la mà o fermades al casc i vestimentes de goma. Exploren principalment dues branques, el sector Occidental, d'uns 250 m de longitud i direcció predominant NE i el sector Oriental que s'atura en una ampla zona molt decorada, als 70 m de distància respecte al llac d'entrada. La topografia realitzada per ells es publica de forma separada a la topografia de la resta de la cavitat a MERINO (1993). El recorregut total subaquàtic, incloent-hi altres ramificacions, és d'uns 600 m. El desenvolupament total de la cavitat és de 2.000 m.

**1995 - 1996** - Miquel Àngel Barceló, descobridor juntament amb en Pere Riera de les Noves Extensions, l'any 1994, proposa fer l'exploració de les zones subaquàtiques a Xisco Gràcia, del GNM. Al llarg de quatre dies de finals del 95 i començament del 96, es revisen



Figura 4: El llac de na Gemma (sector Noves Extensions), descobert l'any 1994. (Foto M.A. Perelló).

Figure 4: The Llac de na Gemma pool (Sector Noves Extensions), discovered in 1994. (Photo M.A. Perelló).

les Noves Extensions, mentre es prenen imatges subaquàtiques per a la realització de la pel·lícula "El Laberint Subterrani", dirigida per Paco Alburquerque i que obtindria el premi al Millor Film d'Exploració al Festival Internacional de Cinema Espeleològic Spéleovision 2000, de La Chapelle-en-Vercors. El llac de na Gemma i el laberint Inferior són les zones a on es fan més indagacions, amb resultats molt pobres (Fig. 4). El desenvolupament total de la cavitat és en aquests moments de 6.435 m (MERINO, 2000).

**1997** - El GNM explora en dos dies un llac de la zona SW de la sala de les Arrels (sector Antic) i apareixen continuacions que, de forma paral·lela a la pista Americana, connecten amb la sala Max. Uns 400 m de guies instal·lades i encara no topografiades. Els bussos són Bernat Clamor, Xisco Gràcia i Peter Watkinson.

**2001** - El GNM revisa el sector Antic en tres sessions d'immersions. S'agafen les poligonals de la branca oriental del sector Antic, aprofitant les guies originals que tenen els números marcats en bon estat. El final de la guia instal·lada pels bussos del CAS Triton l'any 1991, a 70 m del llac d'entrada, està fermat a una estalagmita i sembla que més enllà, darrera les formacions que oculten el pas, la galeria prossegueix. Sorprenentment, sense trencar massa estalactites resulta molt fàcil continuar endavant per una zona bellament decorada i d'aigües d'una gran netedat, encara que la visibilitat es veu afectada en remenar l'haloclina. La galeria continua, després d'una

dràstica reducció de les seves dimensions, per un espaiós àmbit on les morfologies de corrosió constitueixen la principal característica. Després condueix a una sala molt espaiosa i farcida d'estalagmites i estalactites fistuloses que pengen del sostre. Una vegada superada la barrera, la sala perd fondària i segueix, amb aire al sostre, per una galeria que condueix fins a un esfondrament recobert de colades que barren el pas dins l'aigua. Es veuen possibilitats de continuació, però com cal sortir de l'aigua es decideix deixar-ho per més endavant. Desconeixen que, a pocs metres de l'obstacle que obliga a sortir de l'aigua, es troba la sala Que No Té Nom, que serà descoberta pels espeleòlegs terrestres 3 anys més tard, accedint des de la sala de na Bàrbara. Tanmateix han descobert la connexió directa entre la platja des Fòssils (llac d'entrada) i la sala Que No Té Nom que serà molt útil per transportar el material a zones més allunyades. També es revisen alguns petits llacs de la Pista Americana. Els bussos són Bernat Clamor, Juanjo Lavergne i Xisco Gràcia, tots pertanyen al GNM.

**2007** - Un grup de bussos de la península, encapçalats per en Miguel Romans i guiats i ajudats per espeleòlegs locals, al llarg d'una visita, transporten tot l'equipament a través del llac de na Gemma fins al llac Quadrat, a on exploren més de 200 m de galeries del sector de les Grans Sales. També, en un altre viatge a la cavitat, exploren uns 200 m a la galeria *Stargate*, passada la galeria dels Espeleotemes. D'ambdues ocasions no consten dades topogràfiques que documentin

els resultats aconseguits. Els membres del GNM reprenen les exploracions a diferents zones de la cavitat al llarg de 14 dies i exploren més de 2.500 m. Els resultats són grans penetracions al sector de les Grans Sales, on troben també trams de galeries aquàtiques aèries. Al nord del llac Quadrat, descobreixen l'inici de la galeria Miquel Àngel Barceló, travessen la galeria del Quilòmetre i prossegueixen més enllà. En resum, més de 450 m explorats en una sola jornada. La primera immersió es realitza només amb 2 bombones de 6 l, amb la qual cosa ja es veu que les dimensions són molt majors de l'esperat i caldrà incrementar la capacitat dels tancs per poder fer-hi feina. A cada nova jornada d'exploració es transporten tancs de més volum i també en major nombre. S'acaba l'exploració de la galeria Miquel Àngel Barceló i algunes galeries laterals que parteixen d'aquesta. També es descobreix la galeria Grup Nord de Mallorca. S'explora una galeria lateral a l'oest de la galeria Miquel Àngel Barceló, que connecta amb la plaça de Toros, zona aèria de la cavitat. La topografia de les zones explorades no es deixa de banda i es va fent al mateix ritme que les noves exploracions. El desenvolupament total a finals d'any és de 47.000 m. Els bussos són Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Francesc Gràcia, tots pertanyen al GNM.

**2008** - Al llarg de 24 dies d'immersions es prossegueix amb les tasques de topografia i s'exploren 4.082 m de noves galeries (total subaquàtic 6.582). Com a principals fites aconseguides es descobreix la sala de la Fadrina Vella, la galeria Endavant les Atxes (que connecta amb la sala Joan Max), la galeria i sala Jaume Damians, les galeries de l'Extremunció, la galeria Collonuda Nord, la galeria Collonuda Sud, la galeria Hidrotermal i continuen les exploracions en el sector de les Grans Sales. El recorregut de la cavitat ja arriba als 55.736 m. Els bussos són Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Francesc Gràcia, tots pertanyen al GNM.

**2009** - S'han fet tasques exploratòries, topogràfiques i de documentació fotogràfica de la cavitat al llarg de 32 dies. El total explorat ha estat d'uns 700 m, ja que s'ha dedicat la major part dels esforços a la realització de tasques topogràfiques i a la realització de fotografies i recollida de mostres. Els bussos del GNM són Pere Gamundí, Bernat Clamor, Francesc Gràcia i Jaume Pocoví. S'han incorporat a les tasques de topografia i exploració del sector Antic els bussos del GELL Miquel Àngel Perelló, Miquel Vives i Carlos Bernat.

En resum, des del punt de vista exploratori, en total s'ha aconseguit l'exploració i topografia de 10.200 m de galeries sotaiguades al llarg de 79 dies d'ençà de l'any 1995. Tanmateix, han estat especialment els darrers tres anys, 2007, 2008 i 2009, els que han suposat el gruix de la feina feta fins ara pel GNM i ha tingut com a recompensa l'autèntica sorpresa de trobar la gran quantitat de galeries inundades i únicament practicables amb tècniques del busseig espeleològic. El total d'hores invertides sota l'aigua ha estat de 636, repartides al llarg de 139 immersions i la suma total dins la cavitat, entre transports terrestres i feines subaquàtiques, supera les 1.600 hores.

## Aspectes tècnics

La poca fondària és un dels trets més característics del busseig a la cavitat, ja que habitualment la profunditat està entre 2 – 6 m, encara que la màxima s'assoleix als 10 m. Aquest fet facilita les tasques sota l'aigua, ja que el consum d'aire és menor en funció de la fondària. També l'absència de sediments és una altra bona aliada dels bussos. Només algunes poques galeries presenten sediments llimosos vermells de procedència al·lòctona. Els sediments carbonatats, de gènesi autòctona, són més habituals i es troben presents en molt poca quantitat de manera que no suposen grans distorsions de la visibilitat. La existència d'una haloclina que pertorba la visió és una particularitat del busseig a la cova des Pas de Vallgornera i dificulta especialment la presa d'imatges. De totes maneres, la visibilitat torna a recuperar-se al poc temps. Els grups de més de tres bussos no són recomanables, ja que els darrers de l'agrupació no veuen gairebé res per la distorsió causada pels que van al davant. És preferible separar-se en diversos grups per diferents zones o bé deixant un temps de marge entre ambdós perquè l'aigua recuperi la claredat.



Figura 5: Transport de material de busseig fins al llac que permet l'accés al sector Antic subaquàtic. (Foto M.A. Perelló).

*Figure 5: Transportation of diving equipment to the pool that gives access to the underwater part of Sector Antic. (Photo M.A. Perelló).*



Figura 6: Les cadenes humanes faciliten el transport de l'equipament d'immersió. (Foto M.A. Perelló).

*Figure 6: The human-chains facilitate the transportation of diving equipment. (Photo M.A. Perelló).*



Els tancs que s'han emprat s'han fet servir de forma diferent en funció de les necessitats exploratòries, ja que de cada cop les distàncies es feien més llunyanes. Al començament s'han fet servir 2 x 6 l, per passar després a 2 x 10 l, a 2 x 10 l + 2 x 6 l, a 2 x 10 l + 2 x 18 l. En algunes ocasions s'han emprat aparells de circuit tancat, però la poca fondària fa que no siguin massa operatius. El fet de constituir una xarxa molt laberíntica fa que sigui el principal perill la desorientació dins la cavitat, així com saber quin és el camí correcte per arribar al lloc adequat. Els temps de durada dels busseig és molt llarg, ja que les distàncies a les puntes del sector de Gregal superen els 1.728 m de distància lineal, des del llac Quadrat (des de l'entrada 2.275,5 m). El temps de permanència dins la cavitat a les puntes més allunyades superen les 12-14 h, per mor d'haver-se d'equipar i desequipar-se en dues ocasions en sentit d'entrada i el mateix de sortida i portejar l'equip de busseig fins a les zones d'immersió. Així, primer s'ha de davallar fins al llac, superar el primer sífó (sector Antic), posteriorment desequipar-se per travessar la sala Que No Té Nom fent diversos viatges de tancs i equipament i tornar-se a equipar després per vestir el sector de les Grans Sales o el sector Subaquàtic de Gregal (Figs. 5 i 6). En travessar el llac Quadrat, les segones immersions al darrer sector mencionat representen unes 3-6 hores de feines.

## Descripció de la cavitat

Les zones descobertes sota l'aigua han suposat, per raons pràctiques, la divisió actual de la cavitat, des del punt de vista subaquàtic en tres sectors diferents (Fig. 7). El sector Antic, és la primera zona que es va bussejar parcialment l'any 1991 i coincideix amb el nom de la part terrestre antiga, ja que una part important de les galeries ja es coneixien de llavors ençà. Està separat dels altres dos sectors per la sala Que No Té Nom, per la qual cosa és necessari sortir de l'aigua per passar d'aquest sector als altres dos. El recorregut total actual és d'uns 600 m. Una vegada travessada la sala Que No Té Nom, el sector de les Grans Sales està situat a l'oest del llac Quadrat i posseeix 1.611 m de recorregut topografiat. Aquest sector està unit pel llac Quadrat amb l'anomenat sector Subaquàtic de Gregal, que és el de major importància des del punt de vista mètric, ja que suposa actualment 8.300 m de recorregut. No és necessari sortir de l'aigua per anar d'un sector a l'altre. La conjunció de totes aquestes tasques ha suposat incrementar en més de 10 km el desenvolupament topogràfic de la cova que totalitza en aquests moments els 62.066 m. Les actuals dades, amb 10.200 m subaquàtics situen la cova des Pas de Vallgornera gairebé a la par de la cova de sa Gleda, la major d'Europa i ja entra a formar part del llistat de principals cavitats sota l'aigua del món.

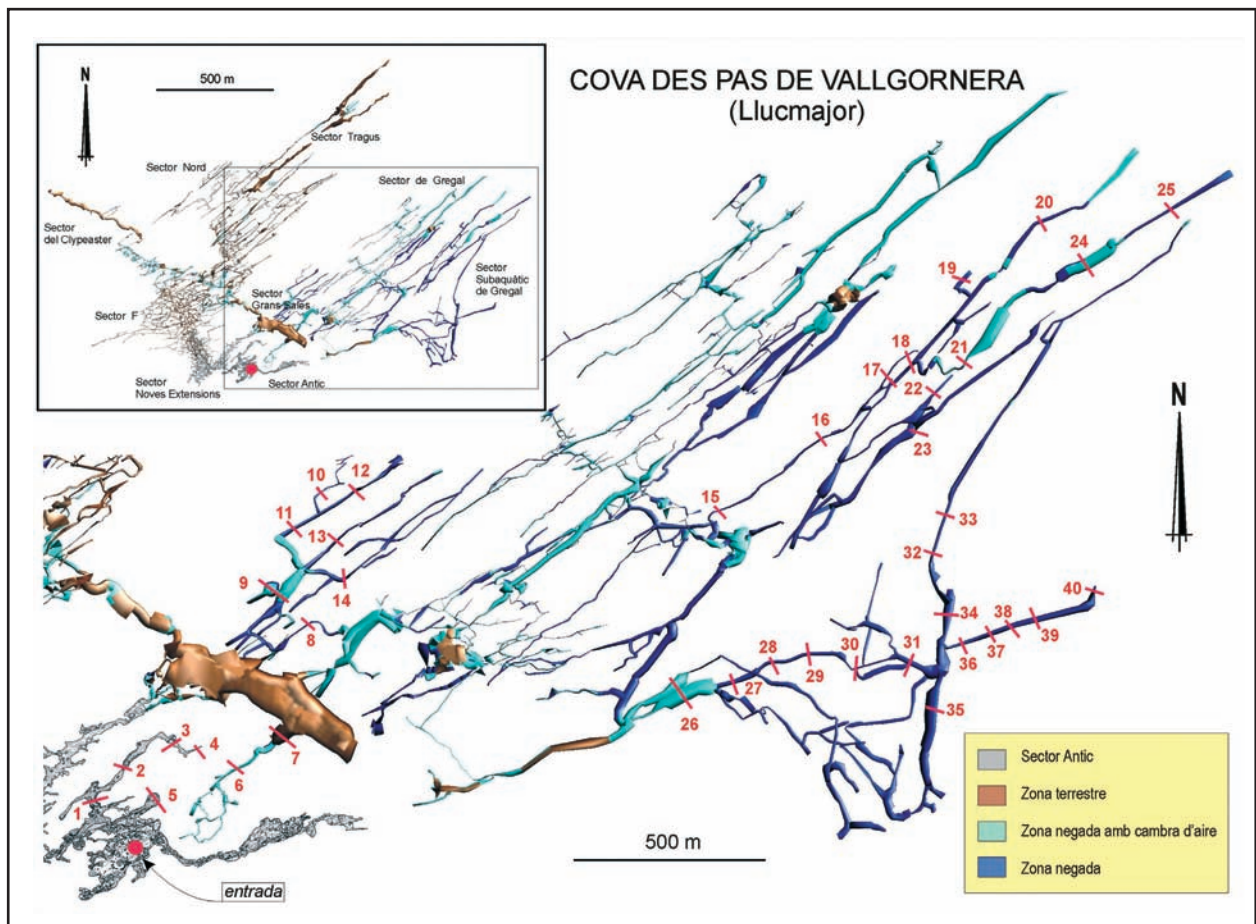


Figura 7: Localització de les seccions realitzades al mapa de la cavitat.

Figure 7: Location of the cross-sections on the cave survey.

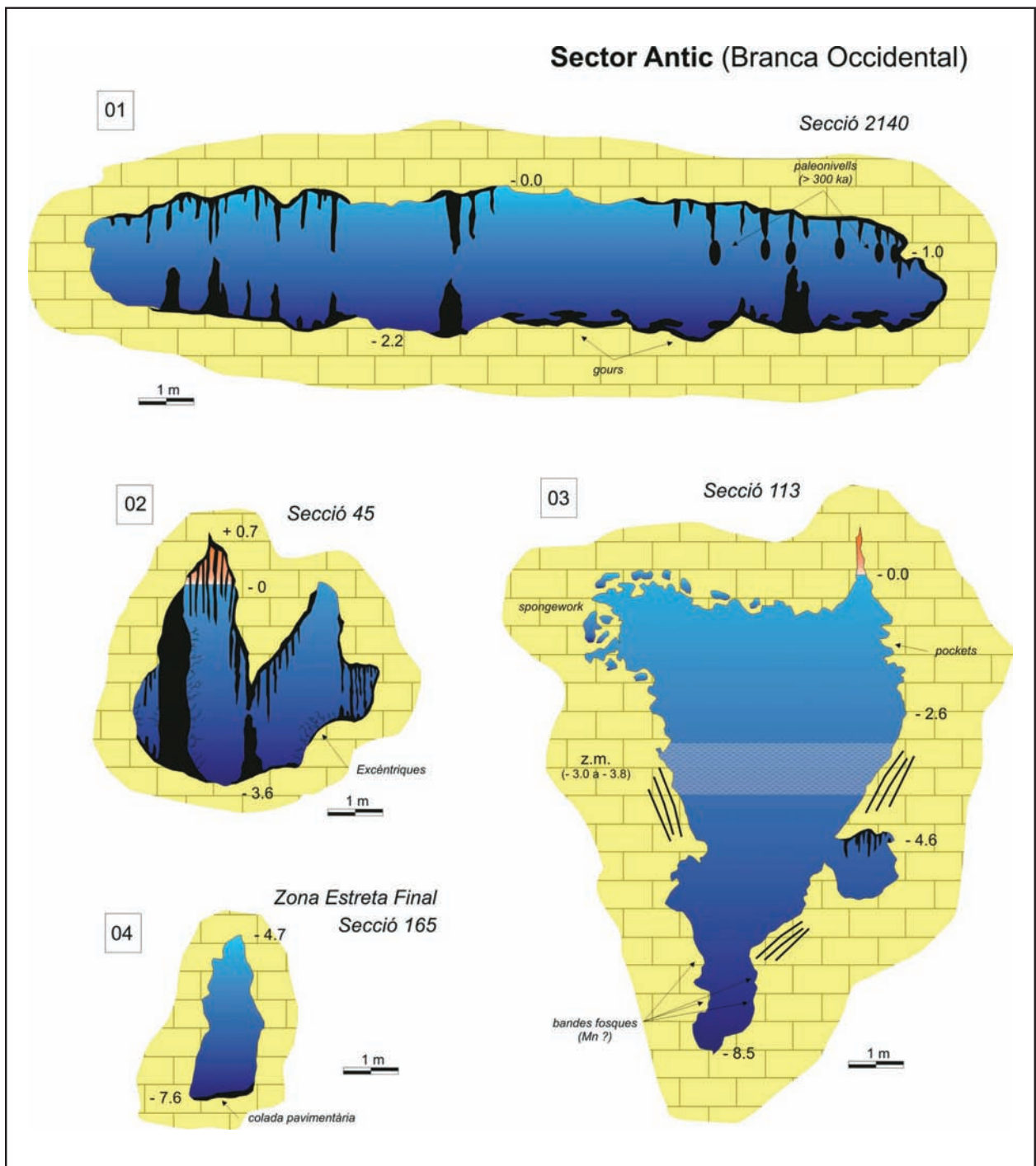


Figura 8: Seccions de la branca Occidental (sector Antic).

Figure 8: Cross-sections of the Occidental branch (Sector Antic).

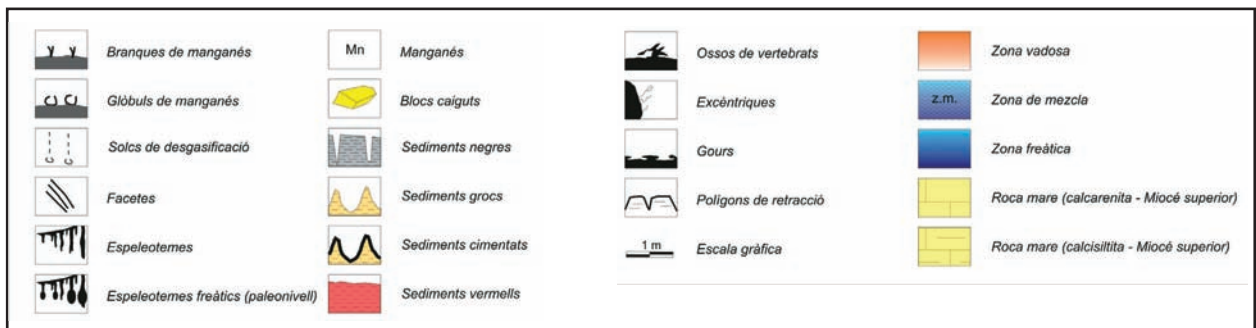


Figura 9: Llegendada utilitzada a les seccions.

Figure 9: Key of symbols used in the cross-sections.



Figura 10: Galeries de la branca Occidental (sector Antic). (Foto M.A. Perelló).

Figure 10: Passages in the Occidental branch (Sector Antic). (Photo M.A. Perelló).

## SECTOR ANTIC

Per arribar al llac d'entrada s'ha de superar el sector Antic terrestre, per la qual cosa cal recórrer primer, carregats amb el material d'immersió, els 54 m que separen la base del pou d'entrada fins al llac, entre formacions i blocs caiguts que formen alguns desnivells i obstacles incòmodes de superar. Actualment podem dividir el sector Antic subaquàtic en dues grans branques separades per una galeria de control estructural tectònic. Si es pren la branca més occidental, als 27 m es bifurca, i parteix en direcció NE l'estreta galeria abans esmentada, molt estreta, de direcció NE i de 82 m lineals. El seu primer tram és més còmode, amb amplàries d'uns 7 a 3 m, i direcció  $27^\circ$ , per després d'uns 35 m fer-se més angosta i prendre una direcció de  $53^\circ$  els darrers 47 m. L'amplària d'aquest darrer tram oscil·la entre els 0,6 i 1 m, essent una progressió realment difícil. Tornant a la branca Occidental principal, aquesta té uns 220 m de recorregut lineal i direcció predominant també NE. Presenta un aspecte molt variat, ja que malgrat transcorre tot el seu itinerari per les fàcies de front d'escull, comença amb sales molt amples, que superen els 25 m i uns 2 m d'alçària; són galeries freàtiques de control estructural estratigràfic i profusament decorades per espeleotemes especialment de degoteig i subaquàtics. Posteriorment, segueix en forma de galeria freàtica de control estructural tectònic, amb alçàries en ocasions de més de 8 m per finalment fer-se molt estreta, a uns -7,6 m de profunditat (Figs. 8, 9, 10 i 11).

La branca oriental, representa 275 m d'itinerari lineal,



Figura 11: Galeria estreta a la branca Occidental (sector Antic). (Foto M.A. Perelló).

Figure 11: Narrow gallery in the Occidental branch (Sector Antic). (Photo M.A. Perelló).

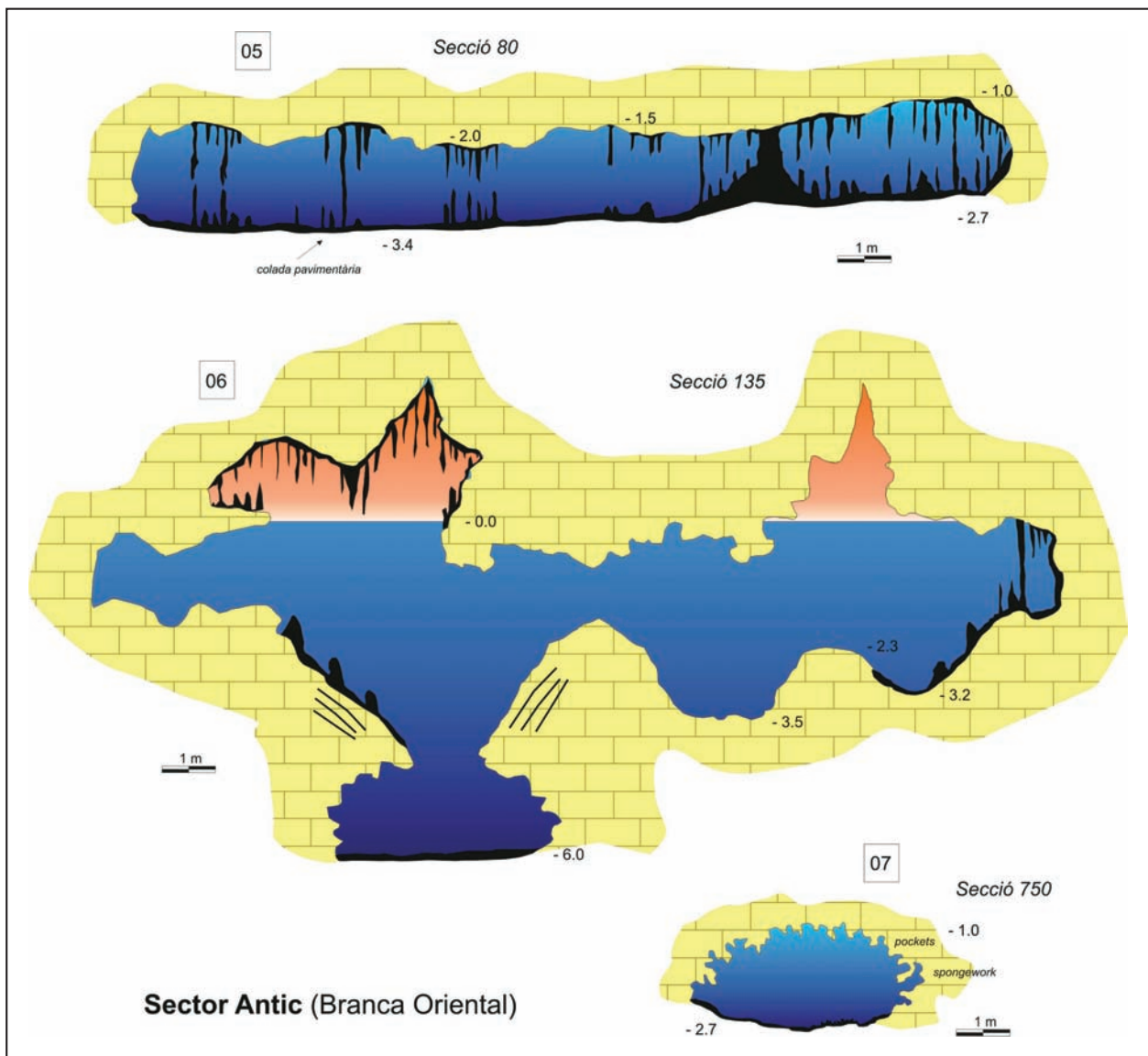


Figura 12: Seccions de la branca Oriental (sector Antic).

Figure 12: Cross-sections of the Oriental branch (Sector Antic).

entre galeries i sales dins les fàcies de front d'escull que li atorguen un aspecte amb moltes morfologies de dissolució i generalment decorades per espeleotemes de forma espectacular (Fig. 12). El primer tram, que transcorre entre galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, amb una alçària d'uns 2,4 m (amb valors de -1 i -3,4 m de fondària del sostre i del terra respectivament), està molt danyat per la ruptura de formacions provocada pel pas dels bussos, que al llarg d'aquests lustres han realitzat immersions a la cova. Una vegada superada la zona dels descobriments de l'any 2001 l'estat dels espeleotemes, per no haver estat exposats, millora molt. La part més espectacular és una sala voluminosa, a la qual s'accedeix després de superar un pas angost i continuar per una voluminosa galeria que permet accedir a aquest espai amb nombroses estalactites fistuloses que penjen del sostre. El sostre és aeri, un parell de metres per damunt el nivell freàtic i el fons està generalment a uns -6 m. D'aquí es pot seguir tot dret, ascendint fins a fer-se aèria, o bé prosseguir per un lateral que, mitjançant una

galeria sinuosa amb abundants morfologies esponjiformes emergeix a un lateral de la Sala Que No Té Nom, en un petitíssim llac. Recentment s'han descobert noves galeries que s'han de documentar encara.

## SECTOR DE LES GRANS SALES

Una vegada situats a la sala Que No Té Nom, cal desequipar-se i creuar-la transversalment fins assolir el llac Quadrat, per la qual cosa s'han de sortejar 71 m entre blocs i colades estalagmítiques (Fig. 13). Finalment, tornar-se a equipar i nedar 94 m fins a arribar, en un lateral, a l'W de la sala a una galeria que sifona. D'aquí s'obre una xarxa de galeries de direccions predominants entre 50 i 60° i amb fondàries que solen estar compreses entre -3,8 i -7 m; el sostre està entre valors positius i -2,5 m. Les amplàries de la major part del sector estan compreses entre 1,5 m i 7 m. El primer tram, un pic dins la galeria sotaiguada és de 104 m i direcció SW, ja que



Figura 13: Transport de material per superar la sala Que No Té Nom. (Foto M.A. Perelló).

Figure 13: Transporting material to surpass the Sala Que No Té Nom chamber. (Photo M.A. Perelló).

s'agafa una galeria en direcció contrària. Després, 41 m de cap al NW, mentre es deixen altres quatre galeries que s'obren a la mateixa direcció SW i que comuniquen amb la sala Que No Té Nom directament o bé s'aturen a l'esfondrament que impedeix sortir a fora. També es deixen algunes galeries que s'obren al NE. Un pic al final de la galeria abans esmentada, 145 m després d'haver iniciada la immersió, se segueix per un tercer tram en direcció NE, el qual als 68 m (213 m des de l'inici) es torna aeri i aquàtic per després de 53 m amb aire girar al NW uns altres 53 m fins assolir un gran esfondrament que impedeix la progressió en aquest sentit (Fig 15). El total del tram aeri és de 106 m, formant un llarg llac amb illetes de blocs caiguts del sostre que per poc no barren el pas. Als 266 m s'obren tres possibilitats, ja que ens trobam a un entreforc de galeries. Per una part està la direcció NW, amb els 53 m abans esmentats fins a l'esfondrament per després prosseguir en un cinquè tram 173 m més de galeria lineal que encara segueix, però un esfondrament impedeix la continuació. En total s'han recorregut 465 m des de l'inici al llac Quadrat (Figs. 14, 16 i 17). En aquest tram s'obre al NW uns 126 m lineals de galeria, molt estreta, amb el sostre a uns -3 m i el terra entre -3,8 i -4,2 m i amb algunes ramificacions. Si tornam enrera a l'entreforc de galeries del tram aeri i se segueix dret, en direcció NE es poden recórrer 196 m. La tercera possibilitat és agafar la galeria al SE i seguir per entre un laberint de galeries paral·leles que s'entrecreuen i que després d'uns 200 m connecten amb zones explorades pels terrestres prop de la galeria d'en Navarrete.



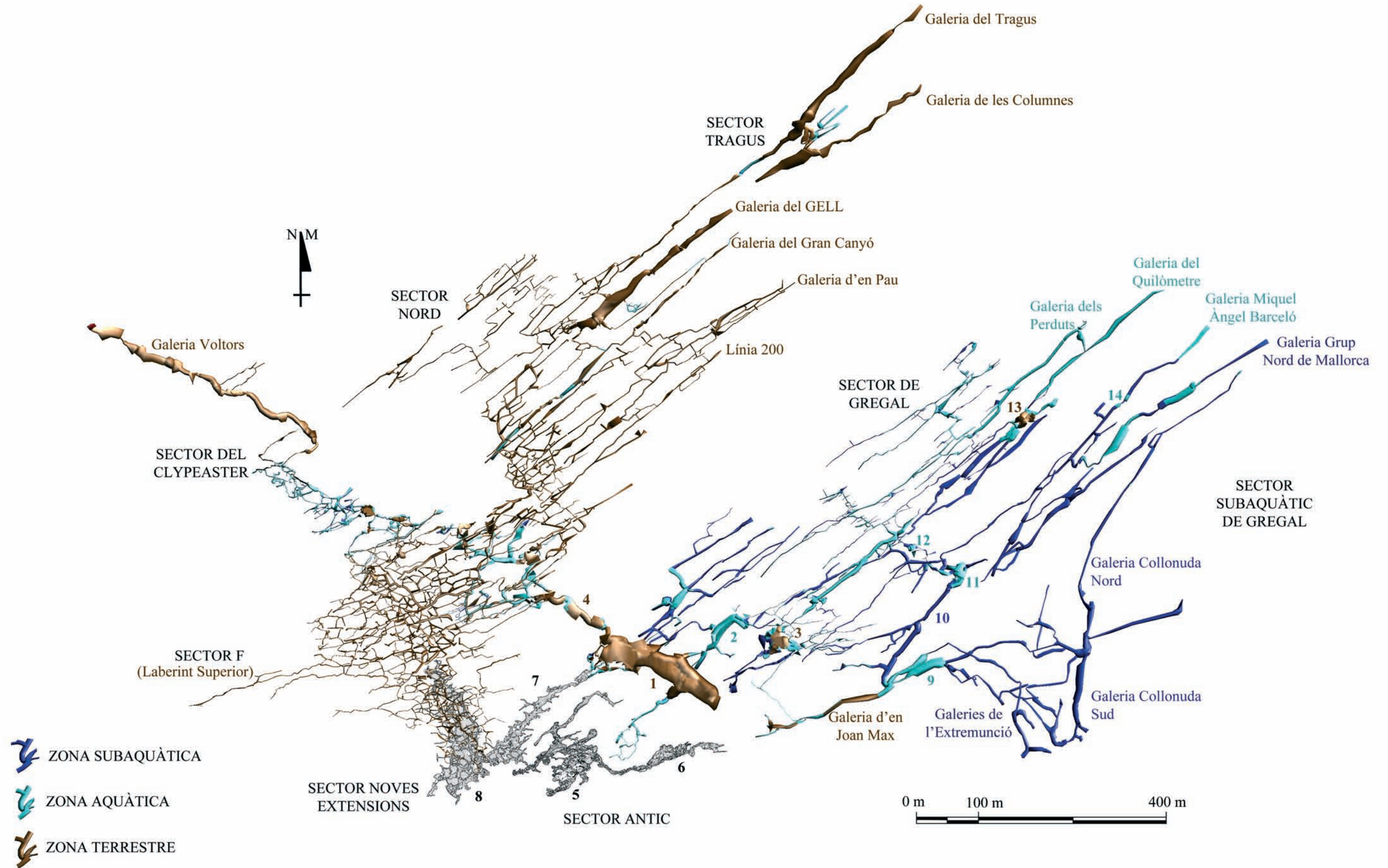
Figura 14: Sector de les Grans Sales. (Foto M.A. Perelló).

Figure 14: Grans Sales sector. (Photo M.A. Perelló).

# COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)

TOPOGRAFIA SECTOR ANTIC	
M. SALOM	A. MERINO
P. VEGA	M. RODRIGUEZ
EST - ANEM	
5-1-91 / 1-1-92	
TOPOGRAFIA NOVES EXTENSIONS	
A. MERINO	P. CIFRE
P. VEGA	E. BELMONTE
G. MULET	M. A. BARCELO
T. CROIX	B. CABANELLAS
J. MIR	M. FERNANDEZ
M. SALOM	J. RAMIREZ
ANEM - GEL 11-12-94 / 27-11-99	
TOPOGRAFIA SUBAQUÀTIC SECTOR ANTIC	
A. TRIAN	J. SERRA
C. HUERTA	P. ANGERA
A. ALONSO	J. GUINDOS
ANEM - TRITON 6-91 / 11-92	
TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA SECTOR GREGAL I G. SALES	
F. GRÀCIA	P. GAMUNDI
M. FEBRER	B. CLAMOR
GNM 2007 - 2009	
TOPOGRAFIA DESCOBRIMENTS 2004 - 2009	
A. MERINO	J. MATEU
A. MULET	A. KRISTOFERSSON
F. MARTI	M. SANCHEZ
G. MULET	M. LUQUE
T. CROIX	P. CALAFAT
D. MAYORAL	B. AMER
T. MATEU	G. JORDÀ
G. MATEU	M. J. ORELL
GELL - VOLTORS - GNM	

- 1 - Sala Que No Té Nom
- 2 - Llac Quadrat
- 3 - Sala Blanca
- 4 - Galeria dels Espeleotemes
- 5 - Sala d'Entrada
- 6 - Pista Americana
- 7 - Llac de na Gemma
- 8 - Laberint Inferior
- 9 - Sala Jaume Damians
- 10 - Galeria Endavant les Atxes
- 11 - Sala Fadrina Vella
- 12 - Sala Menorquina
- 13 - Plaça de Toros
- 14 - La Maressera



RECORREGUT TOTAL: 62.066 m



Figura 15: Zona aèria al sector de les Grans Sales. (Foto M.A. Perelló).

Figure 17: Aerial zone in the Sector de les Grans Sales. (Photo M.A. Perelló).

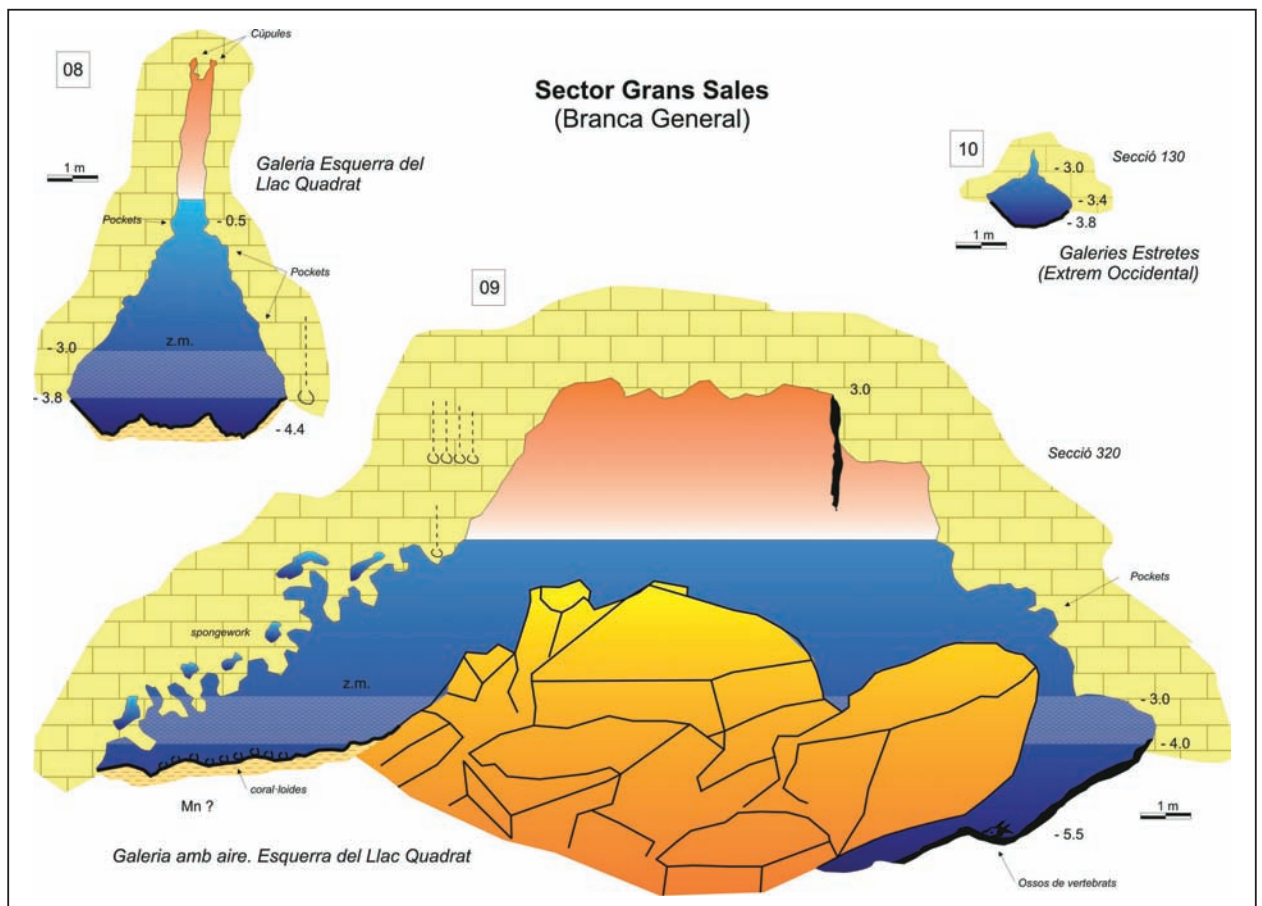


Figura 16: Seccions de les Grans Sales.

Figure 15: Cross-sections of the Sector de les Grans Sales.

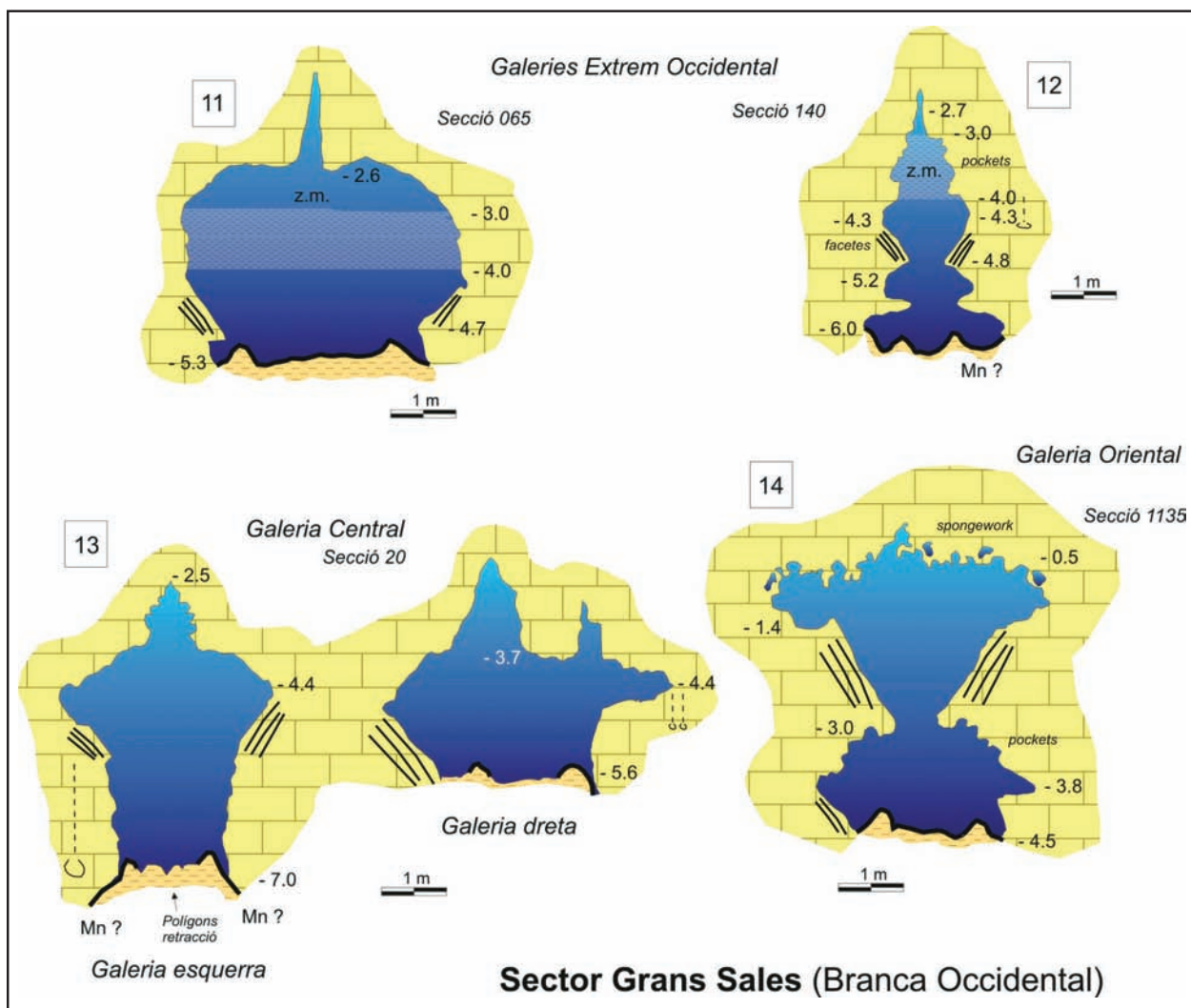


Figura 17: Seccions de les Grans Sales.

Figure 16: Cross-sections of the Sector de les Grans Sales.

## SECTOR SUBAQUÀTIC DE GREGAL

Galeria Miquel Àngel Barceló. Des de la sala Que No Té Nom, en direcció al llac Quadrat, s'ha de nedar 147 m de llac fins que s'arriba a la galeria Miquel Àngel Barceló, a on es torna a sifonar. Fins aquí s'han recorregut linealment un total de 547 m des de l'entrada de la cavitat. Per raons pràctiques i exploratòries es denomina galeria Miquel Àngel Barceló a la galeria subaquàtica formada per la unió de diverses galeries successives que s'enllacen linealment (Fig. 18). El primer tram s'inicia a l'extrem NE del llac Quadrat i supera diversos blocs inestables al sostre i alguns passos estrets que fan que aquesta sigui una zona d'accés perillosos i delicada de transitar. Consta de dues parts, la primera de 78 m i direcció variable que enllaça amb la zona d'accés aeri i el segon tram de 185 m i 61° de direcció que talla a la galeria del Quilòmetre. En aquest segon tram hi ha abundants zones amb el sostre aeri. En total suposen 283 m de galeria (llac Quadrat – galeria del Quilòmetre). Actualment constitueix l'accés més còmode, sense haver de sortir a la sala Blanca per prosseguir després sota l'aigua. Una vegada a la galeria del Quilòmetre, a la

qual creua transversalment, s'ha de tornar a submergir-se en una galeria relativament estreta que considerem per raons pràctiques la continuació de la galeria Miquel Àngel Barceló. Aquí s'avancen 173 m en diverses direccions, encara que amb tendència E, per a després seguir 655 m generalment per una àmplia i profunda galeria, amb valors de fondària del sostre entre +1,5 i -1,5 m normalment i valors de fondària del pis sovint entre -4 i -8 m. Les amplàries estan compreses generalment entre uns 1,5 m i 2 m els primers centenars de metres i entre 4 i 7 m gairebé els 500 m darrers. Uns 200 m abans del final de la galeria s'arriba a un esfondrament profusament decorat d'espeleotemes sota les aigües, que fa tornar la galeria aèria i que per poc no tanca el pas (Fig. 19). La cambra aèria presenta el sostre pla i escalonat a mesura que han caigut blocs que han seguit els plans d'estratificació. S'anomena com "La Maressera", ja que recorda una pedrera de marès. A la mateixa cambra aèria s'ha de seguir entre uns blocs caiguts sota les aigües, per superar la barrera de blocs i tornar més endavant a fer-ser subaquàtica. Una vegada superat el col·lapse, la galeria torna a agafar mesures d'amplària considerables, especialment a les zones a on s'uneix



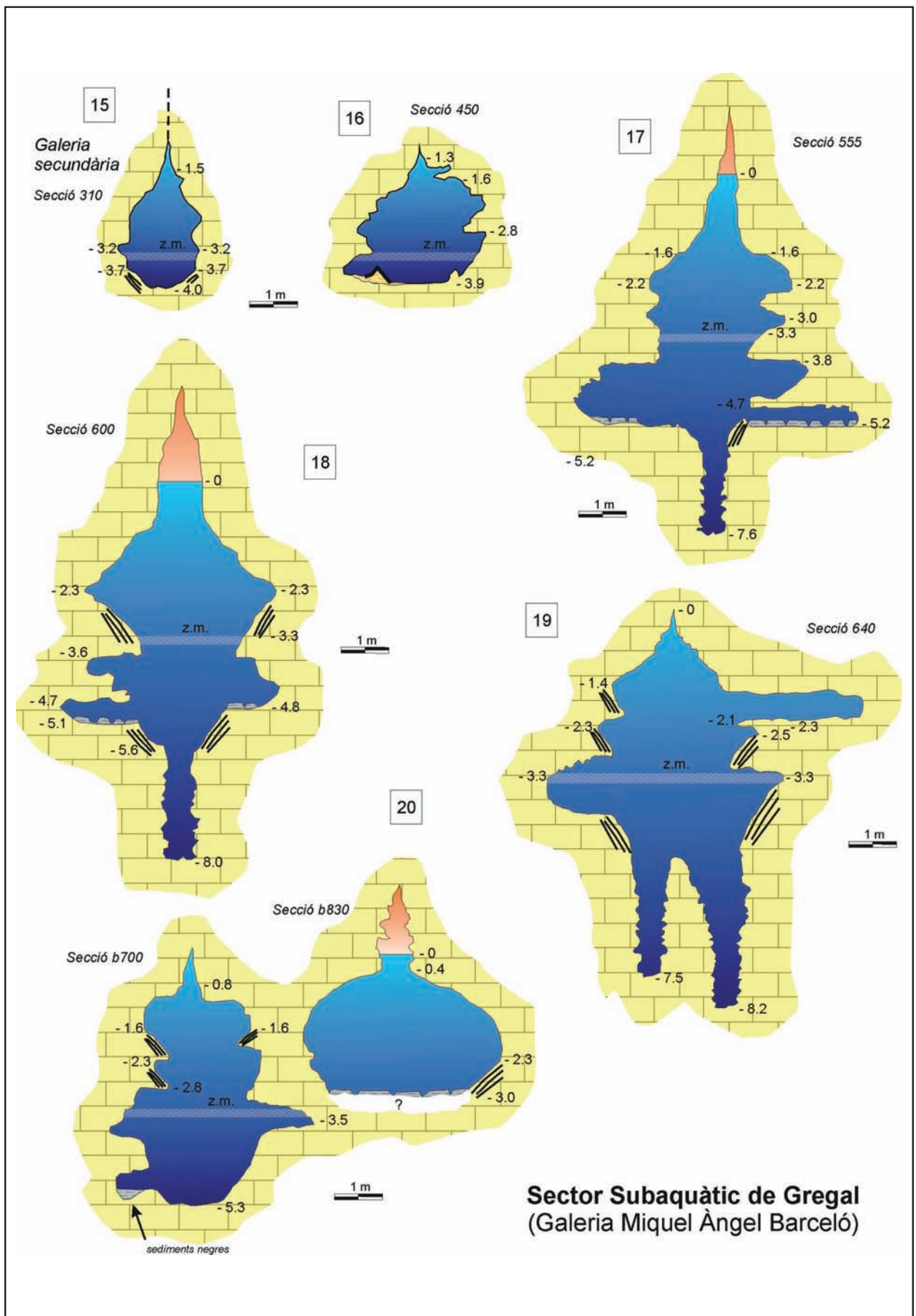


Figura 18: Seccions la galeria Miquel Àngel Barceló.

Figure 18: Cross-sections of the Miquel Àngel Barceló gallery.



Figura 19: Galeria Miquel Àngel Barceló, just abans de la cambra d'aire anomenada la Marassera. (Foto A. Cirer).

Figure 19: Miquel Àngel Barceló gallery, just before the air-chamber known as La Marassera. (Photo A. Cirer).



Figura 20: Cambra aèria al final de la galeria Miquel Àngel Barceló. Sector Subaquàtic de Gregal. (Foto A. Cirer).

Figure 20: Aerial chamber at the end of Miquel Àngel Barceló gallery. Sector Subaquàtic de Gregal. (Photo. A. Cirer).

## Sector Subaquàtic de Gregal (Galeria Grup Nord de Mallorca)

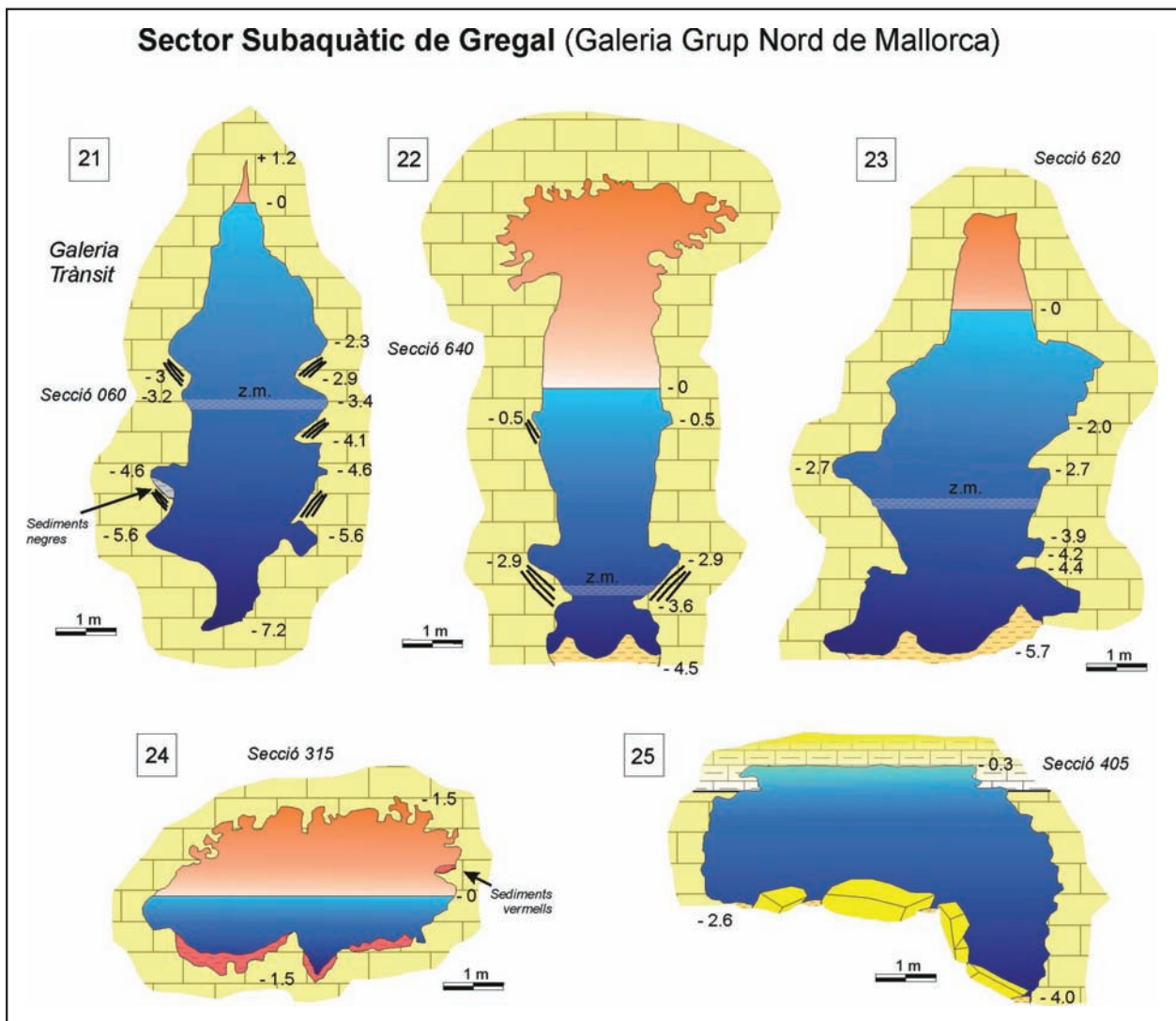


Figura 21: Seccions de la galeria Grup Nord de Mallorca.

Figure 21: Cross-sections of the Grup Nord de Mallorca gallery

amb altres galeries laterals. La galeria finalitza en una zona bellament concrecionada, després de passar una llarga cambra aèria (Fig. 20). El recorregut lineal total és de 1.091 m partint des del llac Quadrat fins al final de la galeria Miquel Àngel Barceló. Si es comptabilitzen els 547 m des de l'inici de la cavitat, el recorregut lineal total dins la cavitat suposa 1.638 m.

Galeria Grup Nord de Mallorca (GNM), recorre 709 m en direcció aproximada de 50°, fins a finalitzar en una zona d'esfondrament, de sostre pla i amb margues al sòtil. Al llarg de la galeria, de control clarament estructural, se succeeixen diverses morfologies, amb predomini de les formes de corrosió, essent molt més escasses les de precipitació (Fig. 21). Al llarg de diversos trams de la galeria, presenta zones aèries i aquàtiques a la vegada, que en ocasions superen els 150 m de longitud. La distància lineal des del llac Quadrat fins al final de la galeria GNM es de 1.119 m, la penetració màxima si es comptabilitzen els 547 m inicials assoleix els 1.666 m. La galeria connecta amb la galeria Miquel Àngel Barceló per dos llocs diferents. Al costat oriental de la galeria GNM es localitza una altra galeria de menor longitud (uns 300 m) i també d'aspecte molt variable al llarg del

seu recorregut, en la qual se succeeixen zones amb abundants morfologies esponjiformes, que corresponen a clapes d'escull, i altres de paret llises de les fàcies de lagoon extern. Localment també presenta abundants espeleotemes, especialment subaquàtics i colades estalagmítiques.

El costat oriental de la galeria del Quilòmetre té una galeria paral·lela que s'inicia en un gir de la galeria Miquel Àngel Barceló, als 60 m d'haver creuat la galeria del Quilòmetre. La distància lineal és d'uns 400 m. Els primers centenars de metres, en una galeria d'amplada escassa, són especialment decorats per espeleotemes. Posteriorment la galeria es bifurca augmentant molt les dimensions. S'arriba a la sala Plaça de Toros per dues vies diferents i un ramal S arriba a un altre esfondrament de sostre baix que barra el pas.

La sala de la Fadrina Vella és una sala aèria, amb predomini aquàtic de més de 50 m de longitud i 20 m d'amplària que presenta les típiques característiques d'una sala d'esfondrament, amb abundants blocs, alguns dels quals sobresurten fora de l'aigua i permeten l'existència de petites zones terrestres separades entre sí. En algunes zones hi ha presència d'espeleotemes,

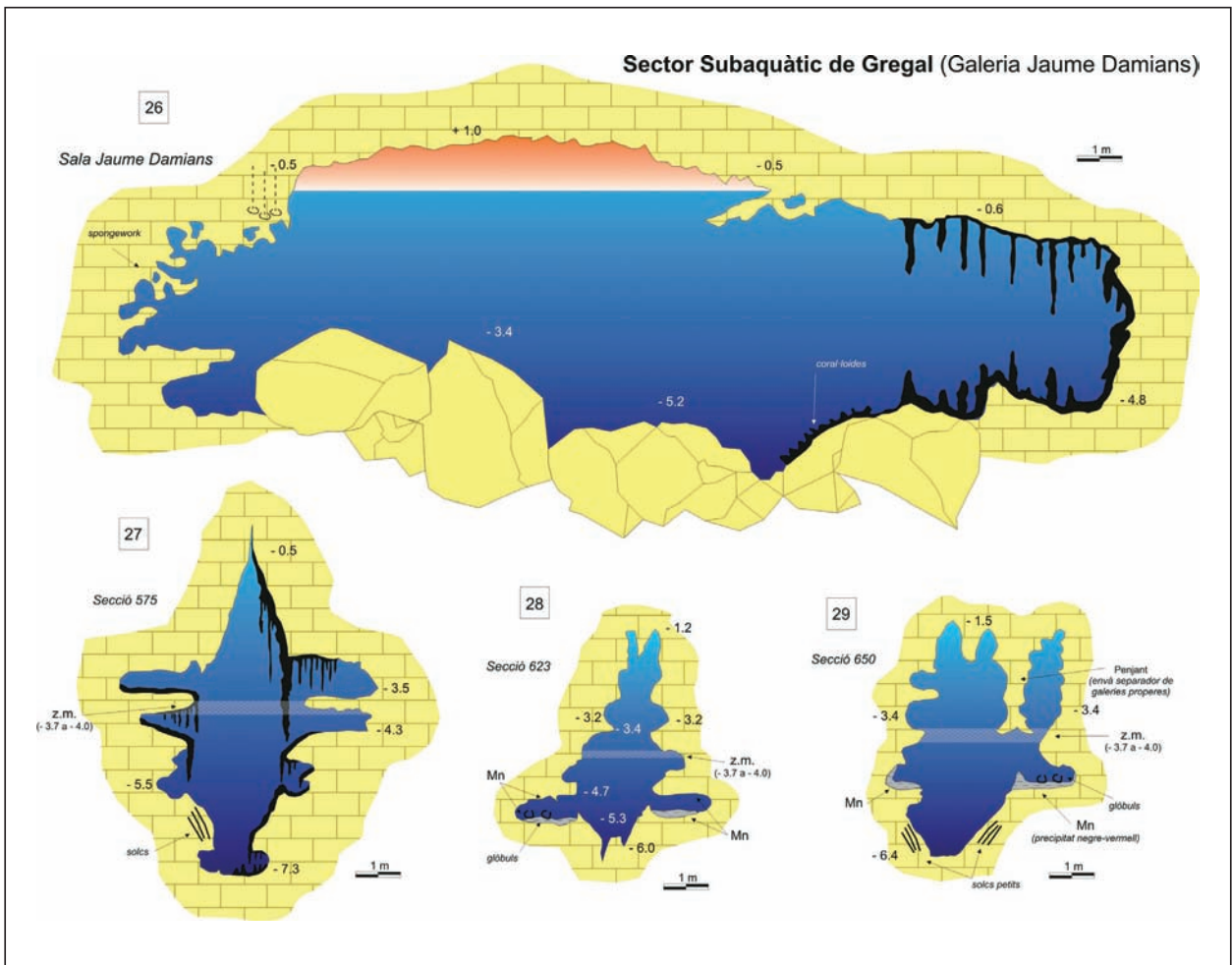


Figura 22: Seccions de la galeria Jaume Damians.

Figure 22: Cross-sections of the Jaume Damians gallery

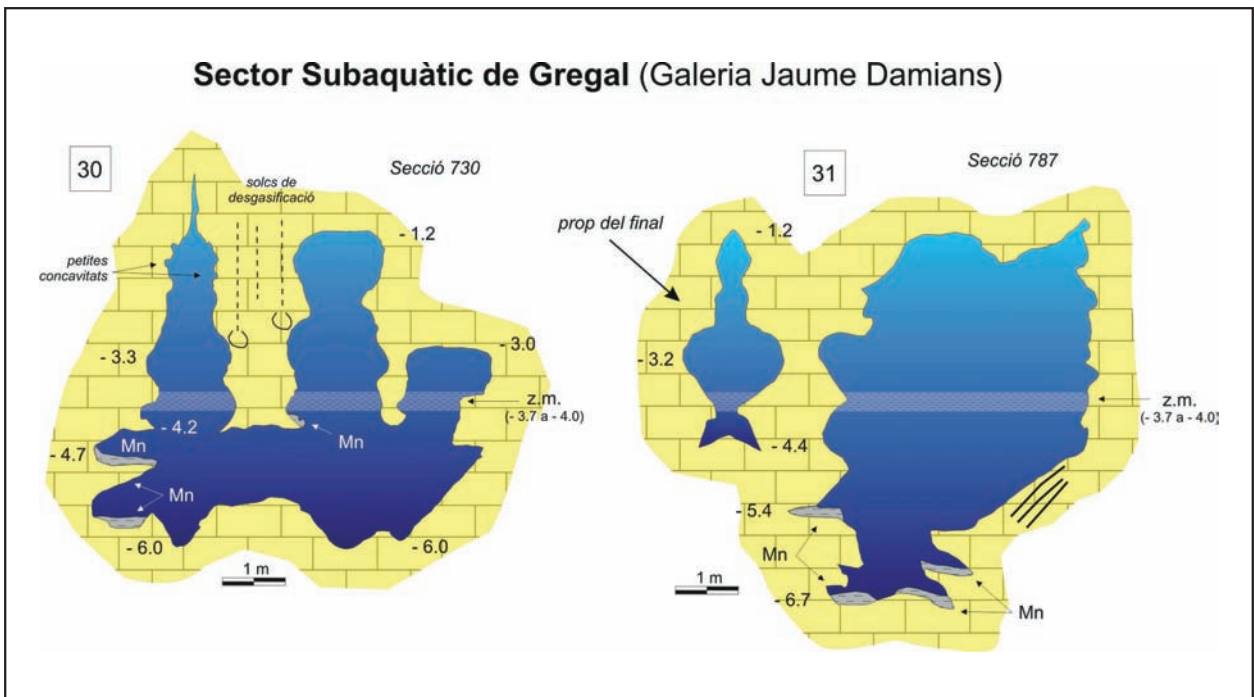


Figura 23: Seccions de la galeria Jaume Damians.

Figure 23: Cross-sections of the Jaume Damians gallery



Figura 24: Galeria Hidrotermal a on s'aprecien els dipòsits de manganès (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto J. Pocoví).

Figure 24: Passage known as Galeria Hidrotermal, where it is possible to observe the manganese deposits (Sector Subaquàtic de Gregal). (Photo J. Pocoví).

especialment estalactites i algunes banderes. La part més decorada és la zona subaquàtica situada al N de la sala i que precedeix a la zona aèria.

De la sala de la Fadrina Vella, en direcció SW (215°) es prossegueix per una ampla galeria de 229 m de longitud, la galeria Endavant les Atxes, amb abundants ramificacions pendents d'exploració o topografia que connecta amb la galeria Joan Max pel seu extrem terminal.

De la galeria Joan Max parteixen dues possibles vies sota l'aigua, la més important va en direcció 70°, que després de 59 m emergeixen a la sala Jaume Da-

mians (Figs. 22 i 23). És la darrera sala aèria coneguda del sector Subaquàtic de Gregal. La longitud de la zona amb aire és d'uns 60 m, i l'amplària és d'uns 10 m, encara que els marges sota l'aigua, especialment al N, representen una amplària total que supera els 20 m. Al final i seguint la mateixa direcció (70°) la galeria Jaume Damians es torna a fer subaquàtica i continua a uns 153 m fins que es produeix un canvi de direcció, per prosseguir 125 m més i arribar a un creuament que connecta amb una important i voluminosa galeria (la galeria Collonuda). Aquesta galeria pràcticament és de direcció N-S (8°), amb un volum important. El ramal N a partir del creuament prossegueix un centenar de metres i presenta diverses continuacions. Als 23 m de la intersecció, en direcció N, parteix la galeria Hidrotermal (Figs. 24 i 25), de gairebé 200 m lineals i direcció 73°, es tracta d'una galeria que no presenta cap ramificació al llarg del seu recorregut i és la localització sota l'aigua on es fan més visibles les evidències sedimentàries de possible origen hidrotermal (GINÉS *et al.*, 2009a). El més característic són els precipitats negres presents al terra de tota la galeria i que li donen un aspecte fosc i les morfologies de corrosió associades.

Tornant a la intersecció de les galeries Jaume Damians i Collonuda Nord, i en direcció N la cavitat prossegueix uns 67 m més (90 m en total) fins a tancar-se. Si s'agafa un lateral, quasi al final, es pot continuar 309 m per una àmplia i còmoda galeria fins a fer-se més estreta. Des d'aquest lloc, la galeria Collonuda Nord prossegueix uns 230 m més, fins arribar a una petita cambra d'aire, amb el sostre i parets amb presència de margues pròpies del lagoon intern. En resum, la galeria Collonuda representa linealment 614,5 m des de l'inici

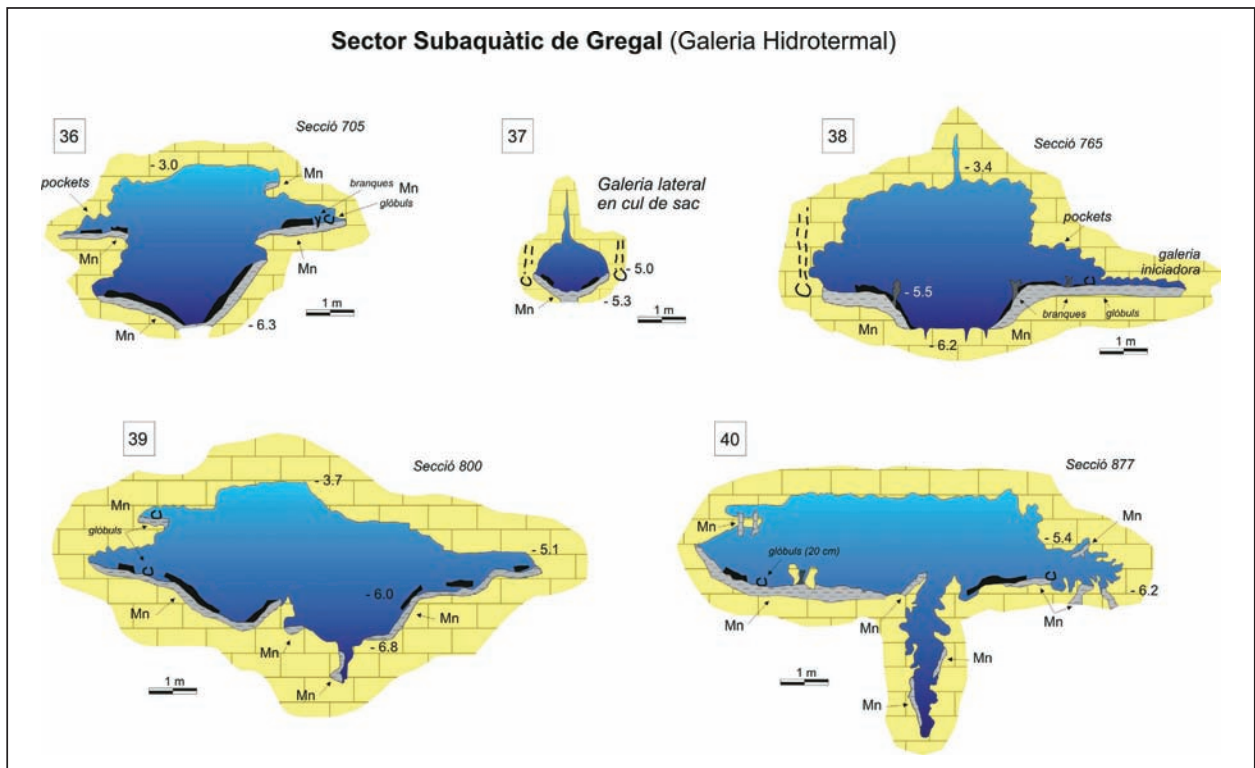


Figura 25: Seccions de la galeria Hidrotermal.

Figure 25: Cross-sections of the passage named Galeria Hidrotermal.

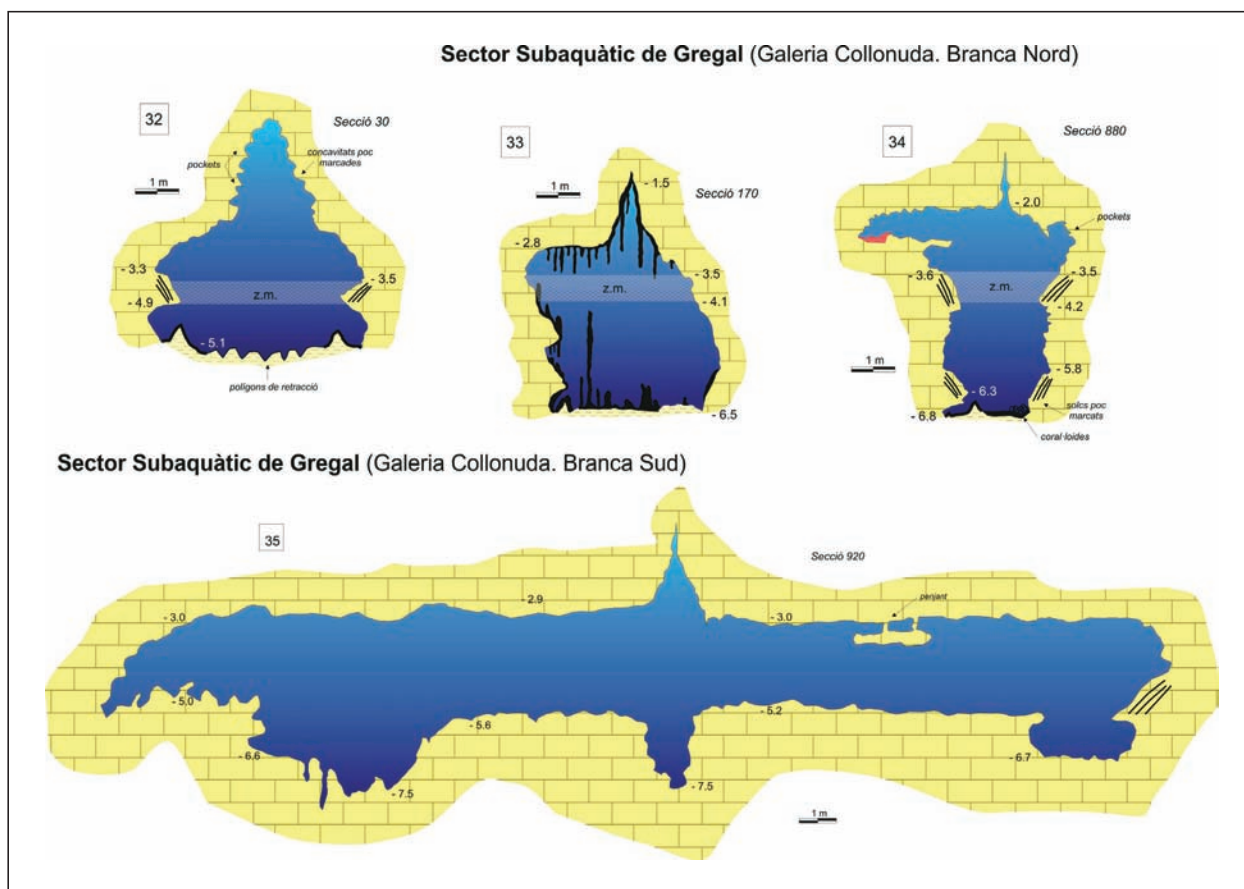


Figura 26: Seccions de les galeries Collonuda Nord i Collonuda Sud.

Figure 26: Cross-sections of the Collonuda Nord and Collonuda Sud galleries.

del creuament (1728,5 m des de l'inici del busseig al final del llac Quadrat).

Tornant a la galeria Joan Max, es pot seguir al N de la galeria Jaume Damians, en una mateixa direcció 70°, un centenar de metres fins a fer-se estreta. Tota aquesta zona ve a ésser l'extrem N de la sala Jaume Damians. D'aquí segueix 43 m cap endavant on es produeix un canvi de direcció (120°), per als 42 m creuar la galeria Jaume Damians i prosseguir més enllà 119 m més (120°) fins a canviar la direcció S, en una galeria paral·lela a la galeria Collonuda, que avança 74 m més. En aquesta darrera, es visualitzen diverses continuacions a ambdós costats de les parets. Tota la zona compresa entre el final de la sala Jaume Damians, al S i fins al creuament amb la galeria Collonuda Sud constitueix un laberint de galeries que s'entrecruen i que encara està en una fase inicial d'exploració i topografia. Aquesta zona l'hem batejada com a galeries de l'Extremunció, per la perillositat que suposen en referència a l'orientació.

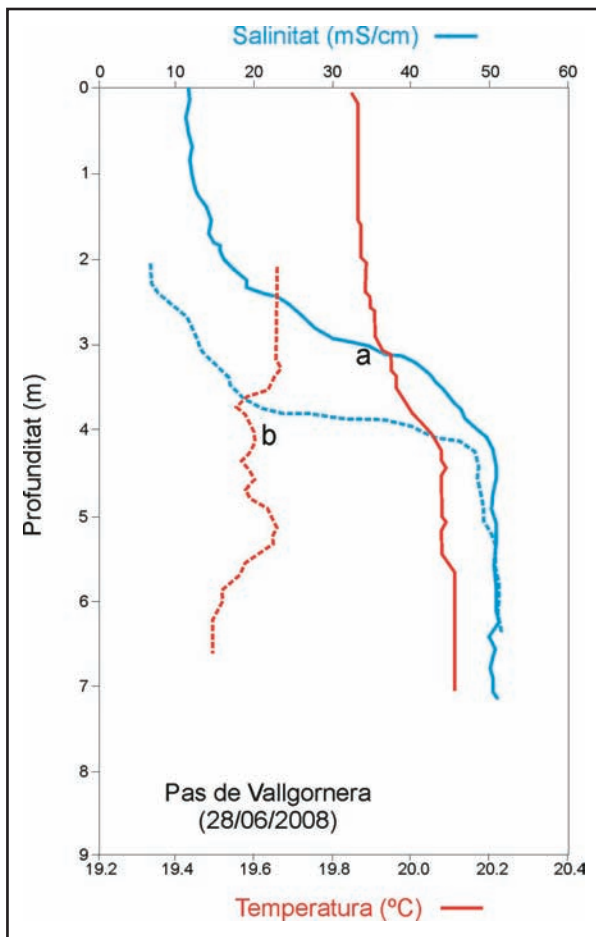
## Hidrologia

Les dades de salinitat, temperatura i fondària s'han mesurat mitjançant l'aparell CTD-Diver transportat per un bussejador fins als llocs a on s'han pres els paràme-

tres. Les mesures corresponen al dia 28-VI-2008 (Fig. 27). Els dos indrets de la cavitat on s'han pres les mesures són la galeria Collonuda Nord (sector de Gregal), entre -2,5 i -7 m i al sector Antic, entre 0 i -7 m.

Les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera presenten des del punt de vista hidrològic un perfil estratificat, amb 3 capes de salinitat diferent, disposades en un ordre de menor a major salinitat, a causa de la diferent densitat. La primera capa té uns valors gairebé constants de 12 mS/cm des de 0 m fins als 1,5 m de fondària. Una segona capa de transició (picnoclina), entre -1,5 m i -3 m i augmenta la salinitat dels 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. La darrera franja hídrica amb valors de 52 mS/cm abraça dels 3 m fins als 10 m de fondària i correspon ja a valors de salinitat quasi marina. Si es comparen els valors per als dos perfils, la galeria Collonuda Nord, en estar a les zones més internes presenta una menor salinitat de la capa superior, encara que assoleix els valors de la picnoclina a la mateixa cota. Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions a escala centimètrica de les franges de picnoclines en funció de les estacions i del règim de precipitacions.

La temperatura de l'aigua és força homogènia en tot el perfil mesurat, anant dels 19,8°C a 0 m als 20,1°C a partir dels 4,5 m de fondària, per tant, les oscil·lacions de temperatura mesurades no superen els 0,3°C en tot el perfil hídric de 10 m. Curiosament, hi ha devers 0,5°C de diferència entre les dues galeries mesurades.



## Els espeleotemes

La cova des Pas de Vallgornera és una excepcional localitat, situada a les calcarenites del Miocè superior, que destaca per la gran varietat i riquesa dels espeleotemes presents (Fig. 28). Aquests han estat tractats de forma continuada a les zones aèries de la cavitat a diferents articles (MERINO, 2006, 2007a, 2007b, 2008).

A les zones submergides estudiades, la presència de zones de la cova que es desenvolupen dins les fàcies de front d'escull (molt poroses) i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern (molt massives i de poca porositat) condicionen la diferent distribució dels espeleotemes. Així són extraordinàriament abundants al sector Antic i al començament del sector de les Grans Sales (encara dins les fàcies de front d'escull), mentre que a la resta del sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal (fàcies de lagoon extern) la seva presència es pot considerar tan sols molt ocasional.

Per a la descripció dels espeleotemes hem considerat oportú seguir els criteris formulats per SWEETING (1972), HILL & FORTI (1997) i GINÉS (1995) que permeten diferenciar els següents tipus genètics:

Figura 27: Perfil hidric de dues localitzacions de la cavitat. a) Branca Oriental del sector Antic, entre 0 i -7 m; b) Galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal), entre -2,5 i -7 m.

Figure 27: Hydrological profiles from two locations within the cave. a) Eastern branch of the Sector Antic, between 0 and -7 m; b) Collonuda Nord gallery (Sector Subaquàtic de Gregal), between -2.5 and -7 m.



Figura 28: Algunes zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera són extraordinàriament riques en espeleotemes. Branca Occidental del sector Antic. (Foto M.A. Perelló).

Figure 28: Some of the underwater parts of Cova des Pas de Vallgornera are exceptionally rich in speleothems. Occidental branch of the Sector Antic. (Photo M.A. Perelló).



Figura 29: Espeleotemes de degoteig. Branca Oriental del sector Antic.  
(Foto M.A. Perelló).

Figure 29: Dripping-water speleothems. Oriental branch of the Sector Antic. (Photo M.A. Perelló).



## ESPELEOTEMES DE DEGOTEIG

Es espeleotemes més comuns formats per aigües de degoteig són les estalactites i les estalagmites. Es tracta d'espeleotemes extraordinàriament abundants a la majoria de les coves de Mallorca. La seva gènesi és ben coneguda, l'aigua, que arriba al sòtil de la cova després de recórrer les fissures de la roca, roman suspesa en forma de gota durant un curt espai de temps abans de caure en terra. Mentre la gota està penjant del sòtil es produeix una pèrdua de diòxid de carboni cap a l'atmosfera de la cova, per la qual cosa precipita una petita quantitat de carbonat càlcic que va construint un anell al voltant de la gota (formant-se estalactites). Quan aquesta cau al sol de la cova continua el desprendiment de diòxid de carboni i la deposició de carbonat càlcic (formant-se estalagmites), fins que cessa la sobresaturació. Les columnes no són més que el resultat del creixement d'estalactites i estalagmites, que acaben connectant entre si, per la qual cosa són també espeleotemes força abundants (GINÉS, 1995).

Les formacions litoquímiques més abundants als sectors sotaguats de la cova des Pas de Vallgornera són també les de degoteig (estalactites, estalactites fistuloses, estalagmites, columnes i massissos estalagmítics). Són especialment nombroses al sector Antic (Fig. 29), on formen autèntics boscos d'estalactites en alguns indrets, especialment a les zones de galeries freàtiques de control estructural estratigràfic. En aquests llocs determinats genèticament pels plans d'estratificació, i de secció horitzontal, la galeria té amplades importants, que en alguns llocs superen els 25 m i estan farcits per espeleotemes de degoteig principalment. De fet, es va trobar la comunicació amb la sala Que No Té Nom després de forçar el pas entre espeleotemes de degoteig que tancaven la progressió. Al sector de les Grans Sales només s'hi troben gairebé a la zona que pertany litològicament a les fàcies de front d'escull, més propera a les grans Sales, ja que a poca distància desapareixen per complet. Al sector Subaquàtic de Gregal es troben espeleotemes de degoteig en clapes molt concretes, abans de la sala de la Fadrina Vella, passat la sala Jaume Damians, alguns llocs molt puntuals de la galeria Collonuda Nord i també Collonuda Sud. A un tram de la galeria paral·lela i en direcció oest, de la galeria Miquel Àngel Barceló hi són també presents. Aquestes clapes normalment tenen una longitud aproximada d'entre 15 i 50 m. Al darrer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la presència d'una àrea farcida d'aquestes formacions secundàries ens indica la proximitat d'un esfondrament, i la sortida a un tram amb aire. Més endavant, i després de més galeria subaquàtica, la part final de la mateixa galeria, ja en gran part fora de l'aigua, constitueix una recompensa per a la vista gràcies a la decoració que presenta destacant-ne una columna central; comunica amb una sala final farcida principalment d'estalactites fistuloses.

Les columnes, encara que són abundants a la cavitat, en general no presenten dimensions molt grans, el mateix passa amb els massissos estalagmítics que no són especialment freqüents.

## ESPELEOTEMES DE FLUX

Les aigües d'infiltració que flueixen per les parets o pel trespol de les coves, mantenint-se sobresaturades al llarg del seu recorregut, donen lloc a aquest tipus d'espeleotemes que es denominen colades. El seu creixement es realitza a partir del flux de petits corrents d'aigua que es generen freqüentment al peu de formacions estalagmítics o a llocs on es van col·lectant aigües de degoteig. Les colades parietals solen presentar morfologies mimètiques que semblen arbres, cascades i orgues.

A la cova des Pas de Vallgornera són especialment abundants pertot arreu a les fàcies de front d'escull, i fins i tot freqüents, a llocs on no es troben espeleotemes de degoteig (Figs. 30 i 31). Fins i tot a zones on la roca presenta les fàcies de lagoon extern es troben importants colades pavimentàries, com és el cas de la galeria Collonuda Sud (sector Subaquàtic de Gregal), amb longituds importants. Semblen en ocasions rius al terra i caracteritzen les galeries a on es troben. Les colades pavimentàries són molt més abundants en comparació amb les colades parietals, que constitueixen una espeleotemes quantitativament poc importants a la part subaquàtica de la cavitat. Al sector Antic es troben recobrint el terra de gran part de les galeries i sales, formant un trespol pla només interromput per *gours* i estalagmites. En el sector de les Grans Sales gairebé no hi són presents. Al sector Subaquàtic de Gregal també n'hi ha coincidint amb les clapes a on hi ha formacions de degoteig però són especialment abundants a la galeria

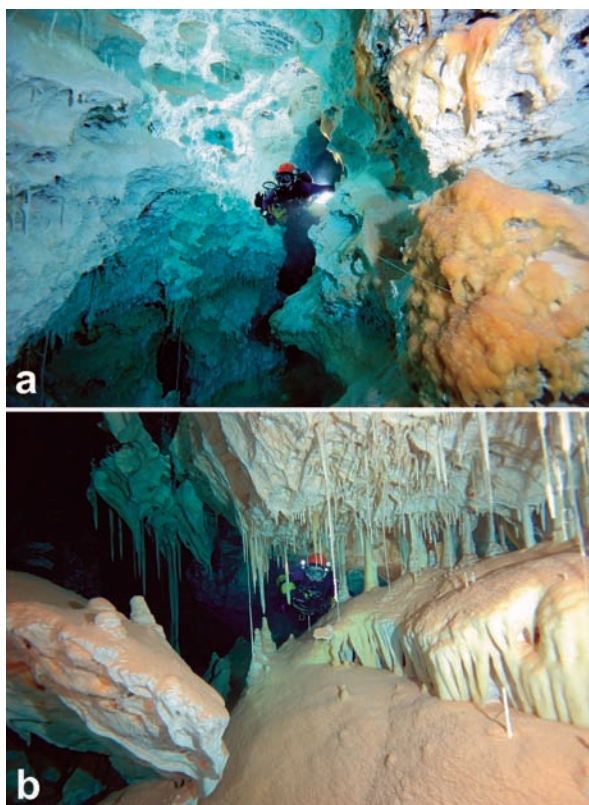


Figura 30: Espeleotemes de flux: colades parietals. a) Branca Occidental (sector Antic); b) Llac Quadrat. (Foto M.A. Perelló).

Figure 30: Flowstone parietals. a) Occidental branch (Sector Antic); b) Llac Quadrat pool. (Photo M.A. Perelló).

Collonuda Sud. S'ha d'especificar que a molts d'indrets el terra de les galeries es troba cimentat per uns precipitats de molt poca gruixa que no arriben a formar una autèntica colada, però que ha consolidat els sediments presents a la base de les galeries.

### ESPELEOTEMES DE TRASPUAMENT

Les aigües de percolació que traspuen molt lentament a través dels petits porus i intersticis de les parets són les causants d'aquest conjunt d'espeleotemes tan característics. A causa de les condicions locals de porositat de la roca i la influència de factors micro-climàtics, aquests espeleotemes poden mostrar una gran complexitat. La interferència d'altres processos, incloent-hi el flux per capil·laritat i els esquitxos d'aigua de degoteig, poden contribuir a complicar-ne encara més la seva gènesi. Al-

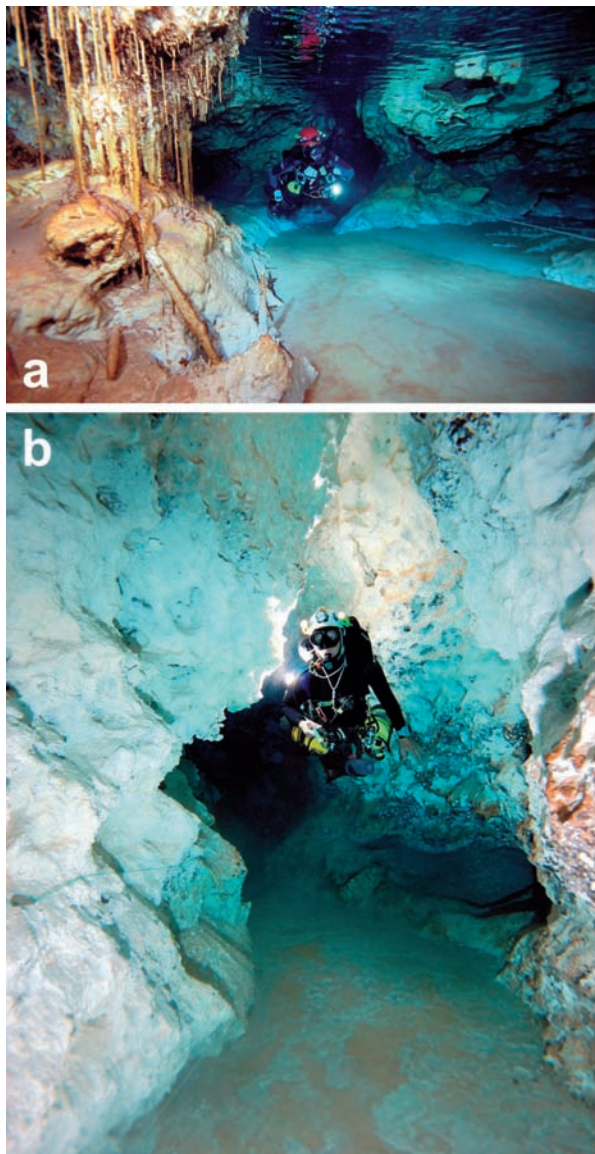


Figura 31: Espeleotemes de flux: colades pavimentàries. a) Branca Occidental (sector Antic); b) Llac Quadrat. (Foto M.A. Perelló).

Figure 31: Flowstone pavements. a) Occidental branch (Sector Antic); b) Llac Quadrat pool. (Photo M.A. Perelló).

guns autors suggereixen que minúscules polvoritzacions poder ser atrapades pels vèrtecs de certes formacions, col·laborant en el seu creixement (GINÉS, 1995).

Els precipitats de percolació són molt representatius d'algunes zones de la cavitat des Pas de Vallgornera (Figs. 32, 33 i 34). Les excèntriques es localitzen al sector Antic, especialment a la branca occidental. Es troben tant a les parets formant en ocasions formacions atapeïdes com al terra. També s'han desenvolupat sobre estalactites i columnes. Els escuts o discos, alguns de bona mida, són formacions molt poc abundants a les cavitats de Mallorca, amb l'excepció de les coves d'Artà (GINÉS, 1995); també es troben a la branca occidental del sector Antic. Creixen a partir d'aportacions fissurals que formen estructures concèntriques (GINÉS, 1995). Alguns exemplars es troben recoberts per altres espeleotemes, com són les helictites i també d'ells sorgeixen espeleotemes de degoteig. Un espeleotema que s'ha de destacar per la seva abundància són les formacions coral·loides. Aquestes es troben especialment al sector Subaquàtic de Gregal, encara que també n'hi ha de forma puntual al sector de les Grans Sales. Al primer sector abans mencionat es localitzen al primer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes i al començament de la galeria Jaume Damians. En ocasions, als llocs on es troben, hi són extraordinàriament abundants i recobreixen en gran part el terra de les galeries.

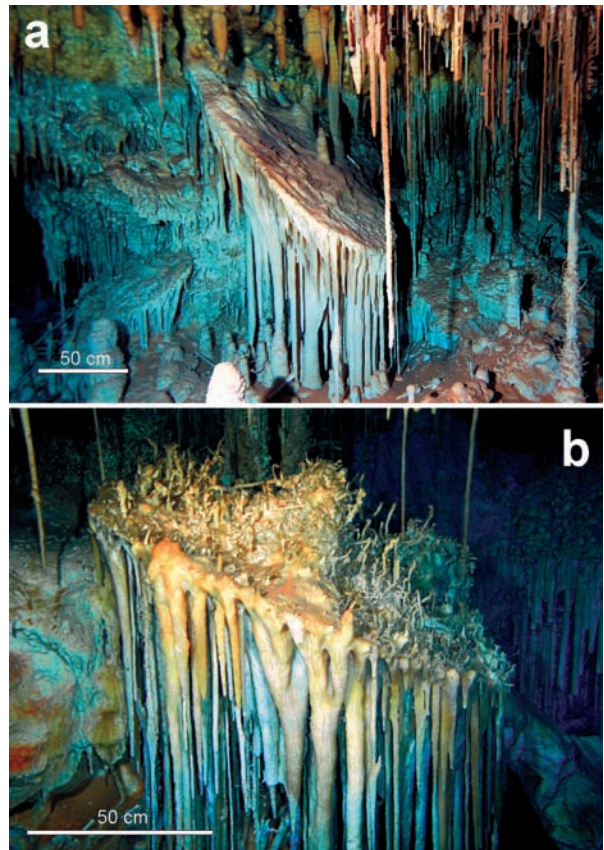


Figura 32: Espeleotemes de traspuament: discs al llac de na Gemma (sector Noves Extensions). (Foto M.A. Perelló).

Figure 32: Seeping-water speleothems: shields in the Llac de na Gemma pool (Sector Noves Extensions). (Photo M.A. Perelló).

## ESPELEOTEMES SUBAQUÀTICS

Aquest tipus d'espeleotemes, formats originalment sota la làmina d'aigua, són molt freqüents dins de la part actualment submergida de la cova des Pas de Vallgornera. Entre els més característics hi podem diferenciar dos grans grups, els subaquàtics vadosos i els freàtics.

### Espeleotemes subaquàtics vadosos

Dins d'aquest grup d'espeleotemes hi trobam els *gours* (Fig. 35). Es tracta d'espeleotemes còncaus que tenen una paret subvertical, o extraplomada a contrapendent, on es pot embassar l'aigua que flueix amb lentitud sobre el paviment de les coves. Les seves dimensions són extremadament diverses, ja que abracen des de minúsculs *microgours* de menys d'un centímetre de longitud fins a *gours* gegants que amiden varis metres. En el seu interior, el fons i les parets apareixen recoberts



Figura 33: Espeleotemes de traspuament: coral·loides. Galeria Endavant les Atxes (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto F. Gràcia).

Figure 33: Seeping-water speleothems: coralloids. Endavant les Atxes gallery (Sector Subaquàtic de Gregal). (Photo F. Gràcia).

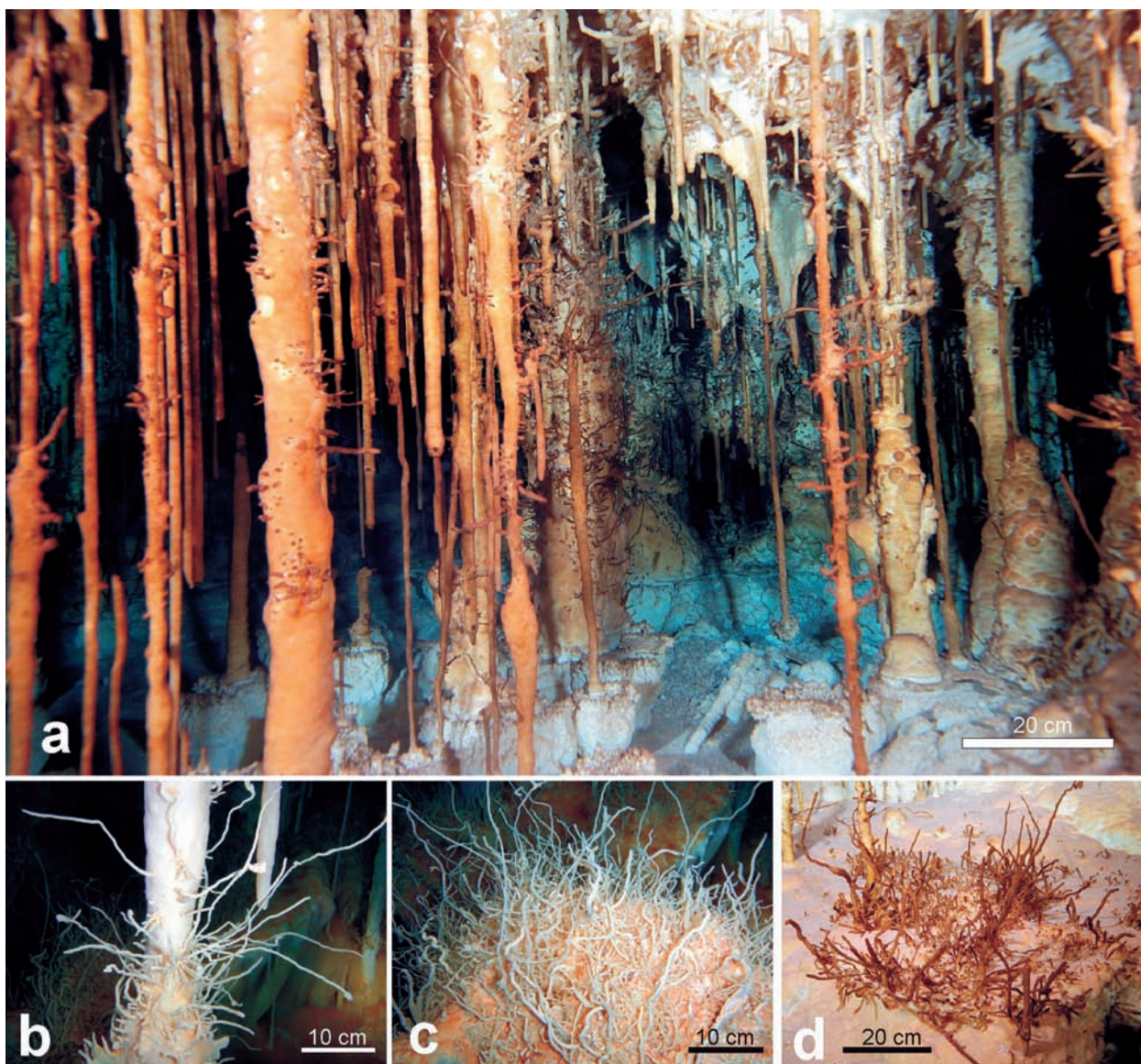


Figura 34: Espeleotemes de traspuament: helictites. Branca Occidental (sector Antic). (Fotos M.A. Perelló i F. Gràcia).

Figure 34: Seeping-water speleothems: helictites. Occidental branch (Sector Antic). (Photos M.A. Perelló and F. Gràcia).

per espeleotemes subaquàtics d'aspecte coral·loide. Molts de *gours* estan associats amb la formació i desenvolupament de colades pavimentaries. El flux de primes làmines d'aigua i les oscil·lacions del règim amb que aquestes circulen sobre la superfície de les colades són els factors determinants per a la seva formació (BATLLE, 1973).

La importància quantitativa que tenen els *gours* a les galeries sotaiguades del sector Antic de la cavitat, desenvolupades dins les fàcies de front d'escull, és notòria. N'hi ha de tota mida i amb decoracions i tipologies molt riques i diverses. El sector a on són molt abundants és sense cap dubte el sector Antic. Curiosament però, els *gours* de majors dimensions i fondàries localitzats

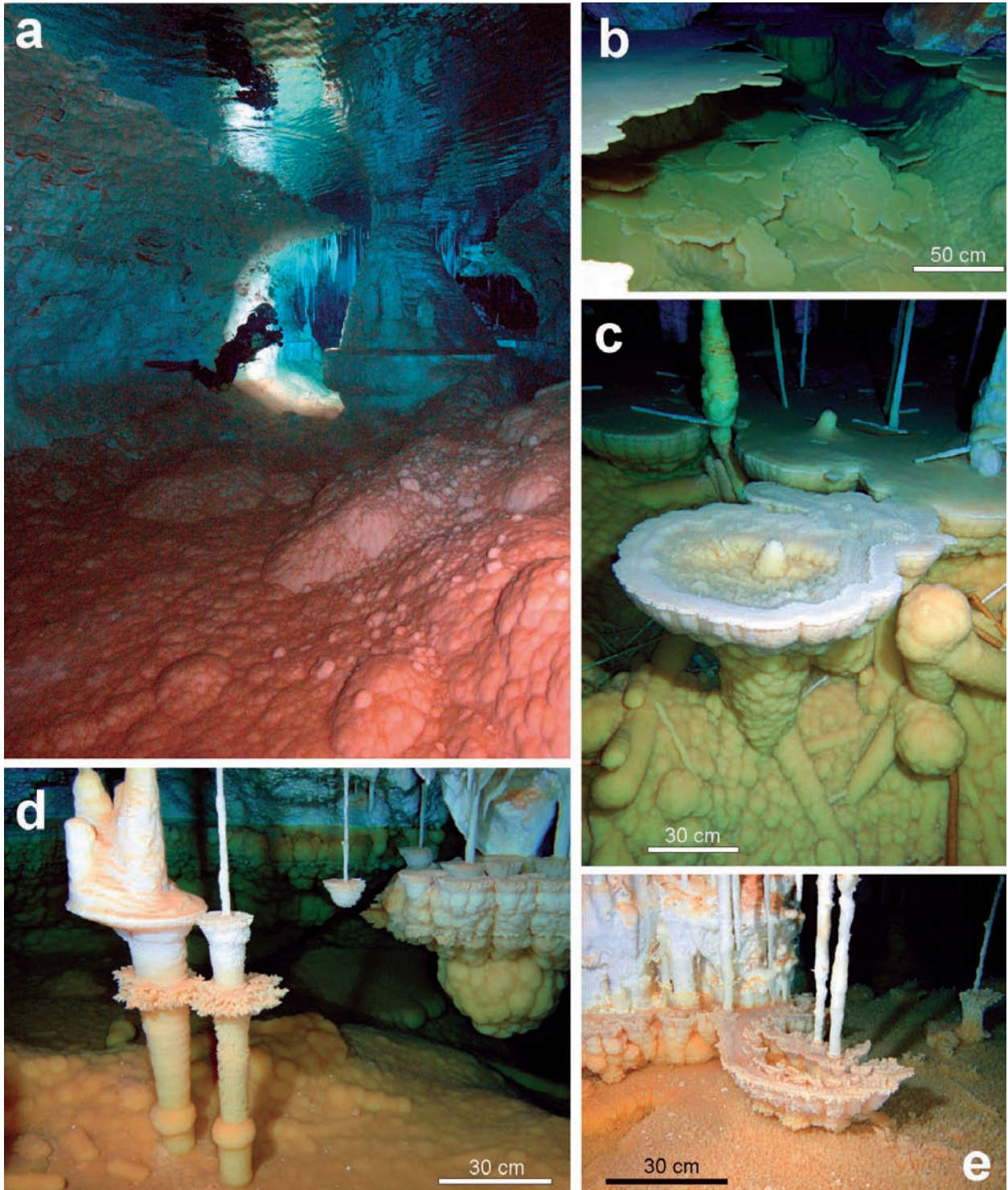


Figura 35: Espeleotemes subaquàtics vadosos: gours i formacions subaquàtiques associades (sector Subaquàtic de Gregal). Fotos: J. Pocoví i F. Gràcia.

Figure 35: Vadose subaqueous speleothems: rimstone pools and associated underwater crystallizations. (Photos J. Pocoví and F. Gràcia).

fins ara, es troben dins les galeries ubicades a les fàcies de lagoon extern, com és el cas per exemple, de la part final de la galeria Miquel Àngel Barceló, abans de sortir a la darrera sala amb aire. Es tracta d'un *gour* de més de 50 m de longitud, amb les voreres i la gran columna central que marquen un antic nivell d'aigua molt clar. També el terra i parets estan recobertes de formacions subaquàtiques. Un altre *gour* important és el que es troba abans de la sala de sa Fadrina Vella, on destaca per les gruixudes plaques de calcita flotant dipositades a les voreres i al terra.

La calcita flotant és poc important als sectors subaquàtics i gairebé només hi ha algunes evidències testimonials, no funcionals, de la seva presència (Fig. 36).

### Espeleotemes freàtics

Aquests tipus d'espeleotemes precipiten dins les aigües salobroses i estan relacionats amb antics nivells d'estabilització de la superfície de les aigües subterrànies, controlats a la vegada per les oscil·lacions negatives del nivell marí durant el Quaternari (GINÉS, 2000b). Aquests estan presents en forma de revestiments de cristalls damunt parets i espeleotemes vadosos formant sobrecreixements els més característics dels quals es disposen en forma anular, envoltant estalactites, estalagmites i columnes. Aquests indicadors dels nivells assolits per les aigües freàtiques de la cova es troben tots al sector Antic, ja que als altres sectors subaquàtics hi són absents per complet (Fig. 37). Llevat dels paleonivells situats a cotes per damunt del nivell freàtic actual, i també dels que corresponen al nivell subactual que presenten una mineralogia aragonítica, es troben altres de calcita a un nivell de -1 m de fondària. La datació d'aquests darrers per mitjans isotòpics els hi atorguen una antiguitat que surt dels límits de les tècniques cronològiques del U/Th i que de totes maneres superen amb escreix els 300.000 anys. Es troben a la branca Occidental del sector Antic, concentrats en unes poques zones.

### ESPELEOTEMES MIXTS

En aquest apartat incloem les banderes, que combinen el degoteig i el flux, regalimant pel sostre i parets de sales i galeries. Estan presents, sense ésser molt abundants ni de grans dimensions, a diferents llocs de les zones subaquàtiques de la cova, especialment pel sector Antic, el sector de les Grans Sales i més esporàdicament en alguns indrets del sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 38).

## Sales d'esfondrament

Les sales d'esfondrament o *collapse chambers* constitueixen uns dels fenòmens més característics dins l'evolució morfogènica del carst del llevant i migjorn de Mallorca (GINÉS, 2000a; GINÉS i GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2006, 2007).



Figura 36: Calcita flotant que envolta una estalactita fistulosa. (Foto M.A. Perelló).

Figure 36: Calcite rafts surrounding a soda-straw stalactite. (Photo M.A. Perelló).

Als sectors subaquàtics de la cova des Pas de Vallgornera, els esfondraments, encara que molt presents i característics d'algunes zones, quantitativament són molt menys importants que les galeries que no presenten fragments de roca ni blocs caiguts. Són centenars els metres de galeries que no presenten cap evidència de processos d'esfondraments, o bé quan hi són tenen poca importància (Fig. 39).

Al sector Antic, a la branca occidental només apareix un esfondrament recobert de colades. A la branca oriental no n'hi ha cap fins a topar-se amb la sala Que no Té Nom, per emergir. Al sector de les Grans Sales, s'emergeix a un tram important aeri per mor d'aquests processos. També una de les galeries del sector es veu closa per mor dels enderroc que no permeten la progressió. Al sector Subaquàtic de Gregal, els inicis de la galeria, abans de connectar amb la galeria del Quilòmetre, presenta abundants blocs inestables que fan molt delicada la superació d'alguns passos estrets. S'han de sortejar blocs caiguts i posar especial esment en alguns blocs inestables situats al sostre de la galeria. Alguns trams de la galeria Miquel Àngel Barceló es veuen afectats per enderroc que generen zones aèries, especialment als darrers centenars de metres. La galeria subaquàtica paral·lela i a l'oest de la Miquel Àngel Barceló, també conflueix amb la sala de Toros i abans surt a una cambra aèria, molt decorada que recobreix blocs caiguts. La galeria Grup Nord de Mallorca, acaba litològicament dins les fàcies de lagoon intern, on es veu l'enderroc dels estrats més tous del sostre, que ha seguit els plans d'estratificació. La sala de sa Fadrina Vella, juntament amb la sala Jaume Damians, ambdues parcialment aèries, constitueixen les principals zones generades per aquest procés. La galeria Endavant les Atxes, que comunica les dues sales abans esmentades, presenta també alguns grans blocs caiguts. A la part més meridional de la galeria Collonuda Sud es troba un esfondrament important que a més de tancar surt a una minúscula cambra d'aire que, amb un rost de pendent acusada, remunta el nivell freàtic més de 10 m. Algunes de les galeries de l'Extremunció acaben també en diversos esfondraments.

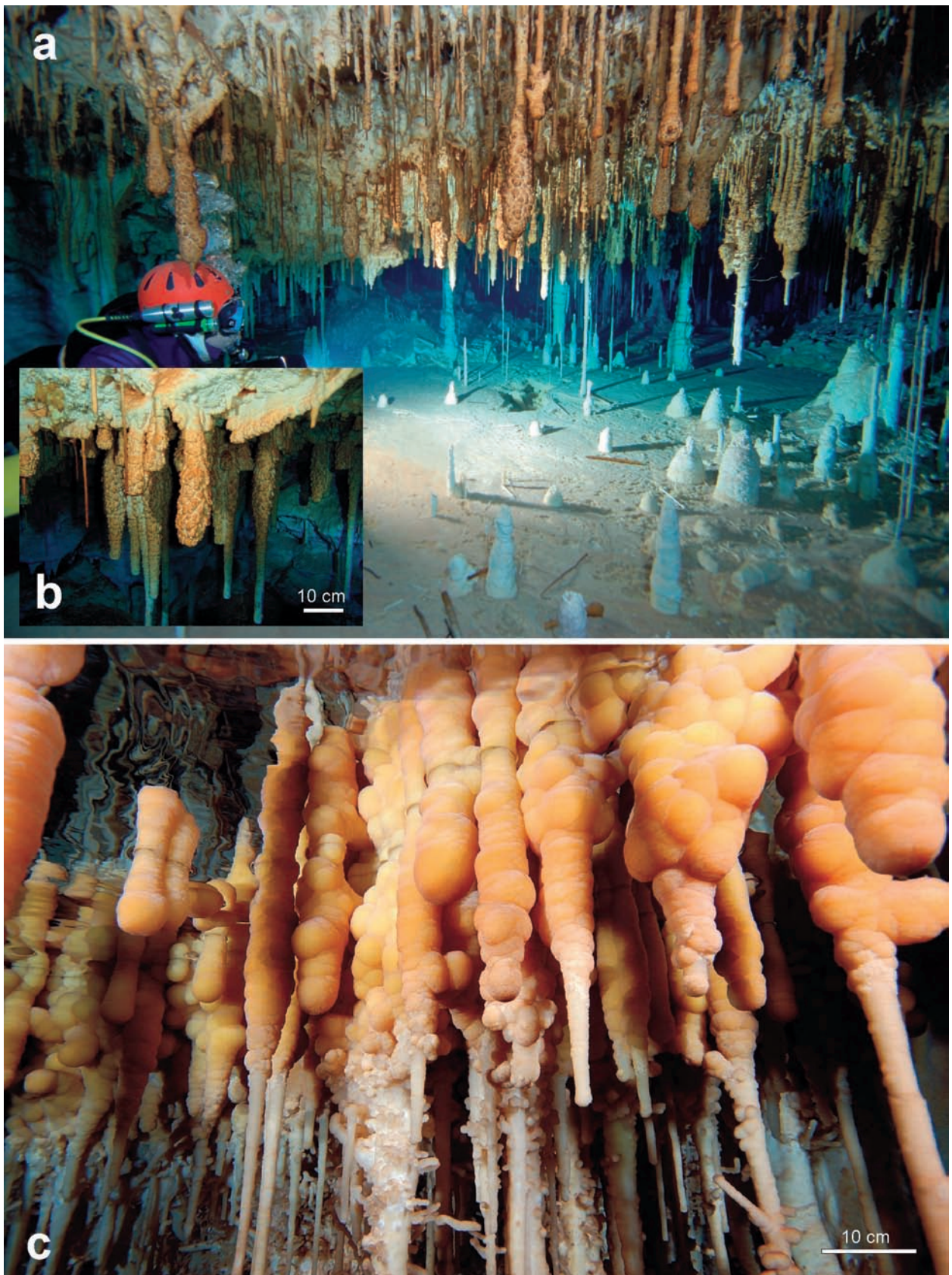


Figura 37: a i b) Espeleotemes freàtics de calcita situats a 1 m de fondària d'una antiguitat que supera els 300.000 anys. c) Espeleotemes freàtics d'aragonita subactuals. Ambdues fotos del sector Antic. (Fotos M.A. Perelló).

Figure 37: a and b) Phreatic speleothems of calcite located 1 m below the current sea level, whose age is older than 300,000 years. c) Subactinal phreatic speleothems of aragonite. Both pictures correspond to the Sector Antic. (Photos M.A. Perelló).



Figura 38: Banderes a la branca Occidental (sector Antic). (Foto M.A. Perelló).

Figure 38: Draperies in the Occidental branch (Sector Antic). (Photo M.A. Perelló).



Figura 39: a) Blocs al terra del començament de la galeria Miquel Àngel Barceló. b) Cambra d'aire la Maressera, generada per processos d'esfondrament a la galeria Miquel Àngel Barceló. c) Blocs de gran mida al llac Quadrat. (Fotos M. A. Perelló).

Figure 39: a) Rock boulders on the floor of the starting section of Miquel Àngel Barceló gallery. b) Air chamber named La Marassera, generated by breakdown processes in the Miquel Àngel Barceló passage. c) Large rock blocks in the llac Quadrat. (Photos M. A. Perelló).

## Sediments

Els dipòsits sedimentaris de granulometria fina de les zones sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera són molt poc importants des del punt de vista volumètric i són de característiques molt peculiars si els comparem amb els que es troben a altres cavitats litorals de Mallorca. Només puntualment poden arribar a tenir una certa

rellevància. Aquest fet, forma part de les característiques que defineixen i diferencien aquesta cavitat en comparació, especialment a les del Llevant de Mallorca que solen presentar dipòsits que en ocasions poden superar el metre de potència (GRÀCIA *et al.*, 2006; FORNÓS *et al.*, 2009). Malgrat que una de les possibles explicacions podria ésser la de presentar una entrada artificial, s'han trobat indicis de tota una sèrie d'antigues entrades, avui en dia rebuides i impracticables, per les quals probable-

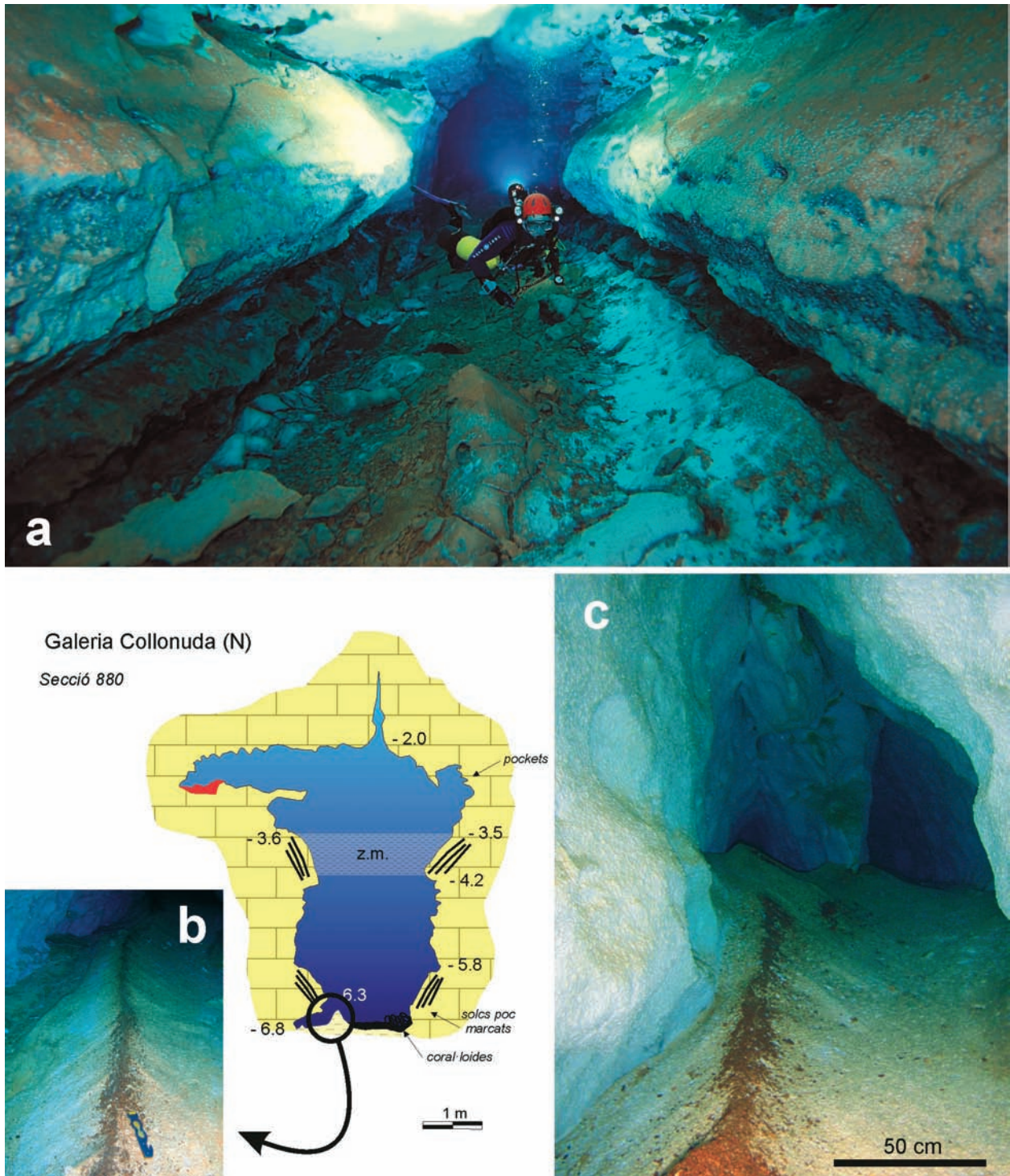


Figura 40: Caramulls allargats al terra de la galeria. (Fotos M.A. Perelló i F. Gràcia).

Figure 40: Elongated mounds at the floor of a gallery. (Photos M.A. Perelló and F. Gràcia).



ment s'hagués pogut produir l'entrada de sediment llimós de composició silícica i coloració vermella (GRÀCIA *et al.*, 2007). Per altra banda la presència de llims groguencs carbonatats, resultat de l'acumulació deguda a la descomposició granular de la roca calcarenítica miocena tampoc s'hi observa, en quantitats importants, en tot cas tan sols en forma d'una polsina superficial. Així i tot són importants i característiques algunes acumulacions i estructures sedimentàries que es donen a una part de les galeries que ara passam a detallar.

### CARAMULLS ALLARGATS

Es tracta d'una morfologia d'origen sedimentari molt particular, no documentada abans a cap cavitat de les Balears i que és molt freqüent a la cova des Pas de Vallgornera. Es tracta d'uns caramulls allargats acabats en forma d'aresta, amb una alçada que oscil·la entre 8 i 25 cm i una amplària similar però que pot assolir valors una mica més grans, fins i tot arribar als 50 cm. Se solen trobar a ambdós costats de les galeries de forma paral·lela a les parets de les quals estan separats, de forma que sembla una espècie de camí senyalitzat (Fig. 40). En ocasions, especialment a galeries estretes, es pot trobar només un caramull allargat, presentant una clara relació genètica amb la fractura generadora de la galeria que s'observa al sostre. Es troben a tots els sectors subaquàtics i gairebé a totes les galeries, encara que no sempre de forma continuada. La seva gènesi sembla tenir relació amb la disposició de les facetes i en altres ocasions amb diàclisis del sostre per les quals caigui sediment. Les facetes en aquest cas podrien tenir la funció d'acumuladores del sediment fins que cauria arran de les voreres de les facetes acumulant-se al terra. La peculiaritat és que, malgrat tenir la gènesi per acumulació de sediments caiguts a partir de les facetes, aquests es troben cimentats per processos posteriors que no semblen tenir cap relació amb el seu procés genètic, per la qual cosa pot donar lloc a una interpretació errònia i semblar fins i tot una morfologia de dissolució. S'han trobat a tots els sectors Subaquàtics, encara que són

més abundants al sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal.

### POLÍGONS DE RETRACCIÓ

Corresponen a un tipus d'estructura formada en condicions vadoses, a partir de sediments que han sofert un procés de dessecació amb la conseqüent pèrdua de volum, moment en el qual es creen les esquerdes de retracció. A les galeries sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera s'han format al llarg de pulsacions fredes, moment en el qual el nivell baix de les aigües freàtiques deixaria les galeries eixutes i es produiria la dessecació dels sediments i la pèrdua de volum amb la formació dels polígons. En algunes ocasions es troben associats amb la marca d'impactes de gotes al terra que han foradat els sediments (Fig. 41). A la cavitat s'han localitzat zones amb polígons de retracció al sector de les Grans Sales, a diverses galeries i al sector Subaquàtic de Gregal, a la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes, a la galeria Jaume Damians i a la galeria Collonuda Nord. La fondària a on s'acostumen a trobar oscil·la entre els -3 i els -5 m.

La seva presència està documentada a altres cavitats litorals, com és el cas del sistema Pirata-Pont-Piqueta, curiosament també a la cota de -4 m, en una àrea de 500 m<sup>2</sup> (GRÀCIA *et al.*, 2006).

### VERMICULACIONS DENDRÍTIQUES

Les vermiculacions són dipòsits molt superficials, irregulars i discontinus de materials sedimentaris de granulometria molt fina que es troben sovint a les parets, sostres i al terra de les cavitats. Aquests dipòsits tenen l'aparença de cucs i reben per tant, la denominació de vermiculacions. D'entrada sembla que qualsevol material incoherent, no només l'argila i el fang, pot ésser potencialment apte per formar vermiculacions, amb la condició de que es compleixin certes condicions físiques. S'han indicat diferents orígens per als materials

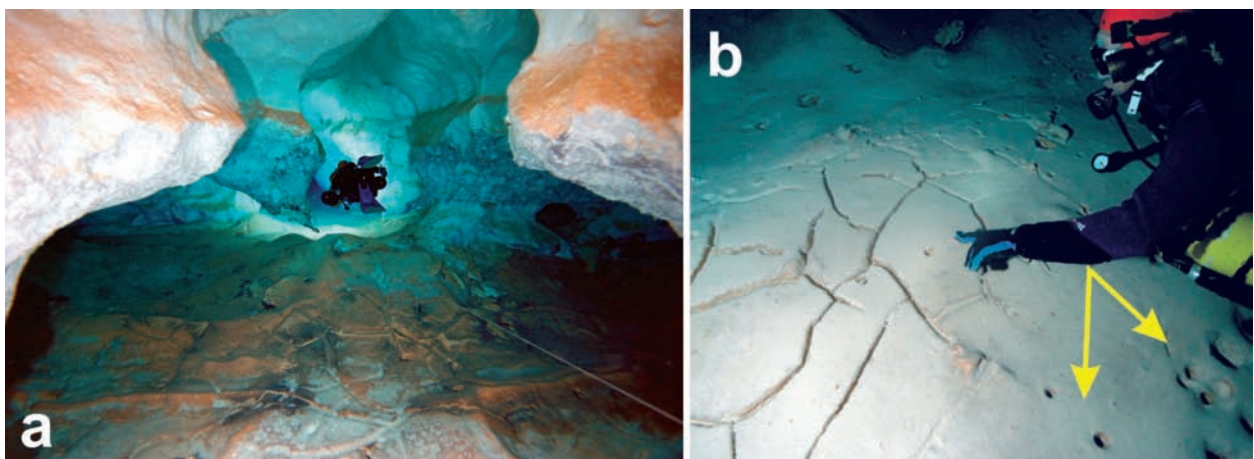


Figura 41: a) Polígons de retracció del sector de les Grans Sales. b) Polígons de retracció i marques d'impacte de gotes a la galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal). (Fotos M.A. Perelló i J. Pocovi).

Figure 41: a) Desiccation polygons in the Sector de les Grans Sales. b) Desiccation polygons and dripping impact marks in the Collonuda Nord gallery (Sector Subaquàtic de Gregal). (Photos M.A. Perelló and J. Pocovi).

que formen les vermiculacions: generats per la descalcificació de la roca, o transport produït per les aigües d'infiltració, entre d'altres. Les pel·lícules d'aigua segons siguin permanents o temporals, poden generar en cada cas diferents tipus de dipòsits (HILL & FORTI, 1997).

La mida de les vermiculacions està compresa entre menys d'1 mm i 10 mm d'espessor i a partir de 1-2 mm fins a desenes de mil·límetres d'amplària i longitud, de manera que hi ha una gran variació de dimensions. Aquestes formacions sedimentàries també s'han trobat, amb graus de diferenciació com d'abundància i aspecte, en coves de roca no calcària i fins i tot a galeries artificials. Segons BINI *et al.* (1978) poden ser trobats pràcticament a qualsevol cavitat si se cerquen detingudament. No totes les vermiculacions que s'observen, segons aquests autors són encara actives i continuen el seu desenvolupament. Moltes d'elles estan absolutament seques o fins i tot fossilitzades; aquest és el cas de les que estan cobertes per una capa de precipitat de calcita. N'hi ha que són actives alguns períodes de l'any i la resta inactives. La majoria de les vermiculacions publicades pertanyen a cavitats de clima temperat i humit, però la temperatura, per sí mateixa, no sembla ésser un factor que controli la formació de les vermiculacions, sempre i quan aquesta es trobi per damunt dels zero graus.

Les vermiculacions solen seguir fractures, solcs i forats, especialment a on aquestes irregularitats faciliten la formació inicial de dipòsits que passen a desenvolupar-se posteriorment en forma de vermiculacions.

Degut a la gran heterogeneïtat en l'aspecte de les vermiculacions, molts autors han intentat explicar el seu origen de formes molt diverses. Les principals teories proposades són: reblits fòssils, deposició químic-genètica, formació biològica, deposició mecànica per moviments de l'aigua o aire, processos d'asseccament de la capa d'argila (hipòtesi de MONTORIOL-POUS, 1958). Una interessant classificació morfològica, de fins a 8 categories, va ésser publicada per PARENZAN (1961). Aquest autor diferencia maculacions (agregacions petites i més individualitzades) de les vermiculacions. Entre aquestes darreres, la categoria que més s'ajusta a les que es troben a les galeries submergides de la cova des Pas de Vallgornera són les vermiculacions dendrítiques

(*dentritic vermiculations*), que corresponen a la vuitena categoria de PARENZAN (1961). La seva mida comprèn entre alguns mil·límetres fins a centímetres.

Els materials fins que formen les vermiculacions restaran inicialment en suspensió dins de l'aigua pel·licular adherint-se finalment a les parets, al sostre, al terra o damunt les superfícies dels blocs caiguts. La procedència de l'aigua seria tant de les infiltracions a partir del sostre de la cavitat, la condensació com de les periòdiques inundacions. Si l'aigua i l'argila (o qualsevol material equivalent) estan presents en quantitats considerables, es produeix una massa fangosa, totalment saturada d'aigua (tipus I). En aquest cas les vermiculacions no es poden produir, almenys fins que no tenguí lloc l'evaporació. Aquest procés implica a més, una disminució del contingut d'aigua i un increment simultani de les càrregues elèctriques que poden accelerar l'agregació de les partícules.

Per altra banda, si es forma una capa prima d'aigua, quasi constant, llavors es produeix una suspensió (tipus II) amb gairebé totes les característiques d'un col·loide. Aquesta suspensió pot provocar la deposició dels ions de calci. En aquest segon cas, els agregats tenen tendència a augmentar en alçària i superfície. Això és principalment degut a l'evaporació però la deposició també pot ser afectada per altres factors com són la temperatura, pH, etc. El resultat final serà la formació de vermiculacions fines, ramificades o arborescents. Aquestes estan envoltades generalment per un halo clar. Qualsevol solc o fractura que afecti al substrat pot accelerar òbviament el procés. Després dels primers processos d'eixugada, el procés es pot repetir indefinidament; el nou material es precipitarà de forma preferent sobre la vermiculació iniciada i incrementarà així la mida. S'han observat taxes elevades d'evaporació on el flux d'aire és considerable i per tant és més fàcil trobar-se una major concentració de vermiculacions de tipus II a les entrades de les coves, a les parets adjacents a fluxos localment forts, o a llocs on la secció de la galeria canvia bruscament les seves dimensions. Per contra, les vermiculacions de tipus I es troben normalment enfora de les entrades. Les vermiculacions s'han documentat a coves de gairebé tots els continents.

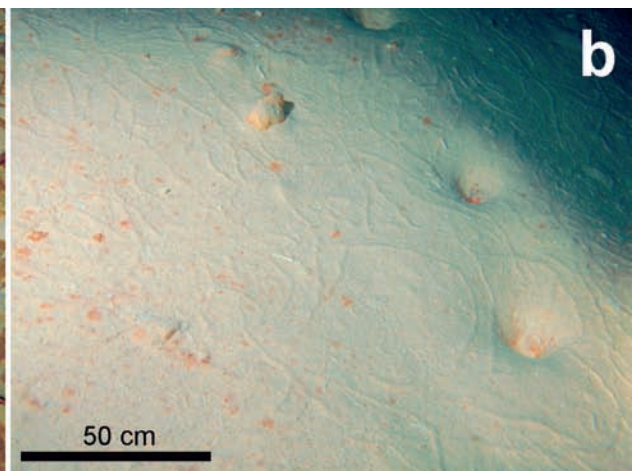
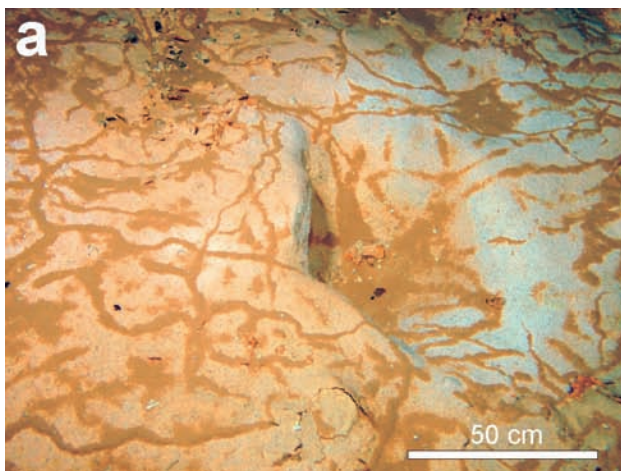


Figura 42: a) Vermiculacions de sediments llimosos silíceus vermellósos. b) Vermiculacions de sediments carbonatats. Galeria Endavant les Atxes. (Fotos F. Gràcia).

Figure 42: a) Vermiculations made up of reddish siliceous silty sediments. b) Vermiculations of carbonate sediments. Endavant les Atxes gallery. (Photo F. Gràcia).

A la cova des Pas de Vallgornera estan documentats per MERINO (2008), uns dipòsits fins i irregulars d'un material d'aspecte argilós poc gruixuts que es troben als sostres i parets. Es troben distribuïts de manera discontinua sobre la superfície d'una capa de roca alterada amb aspecte de *moonmilk* d'uns 2 cm de gruix. Sembla, a partir de les característiques que es tracta de vermiculacions de tipus I de BINI *et al.* (1978), i estudiades per primer cop per MONTORIOL-POUS (1958), que corresponen de la classificació de PARENZAN (1961) als números entre el 4 (màcules irregulars, el·lipsoides o allargades) i 5 (vermiculacions grosses, "pell de lleopard"). A les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera han aparegut un altre tipus de vermiculacions al terra del sector Subaquàtic de Gregal i concretament a les galeries Miquel Àngel Barceló, galeria Endavant les Atxes, galeria Jaume Damians i galeria Collonuda Sud (Fig. 42). Ocupen extenses superfícies de galeries i sales, a fondàries d'uns 4 m. Si s'atenen als criteris bibliogràfics abans esmentats podrien correspondre al número 8 de la classificació de PARENZAN (1961), és a dir vermiculacions dendrítiques i a la tipologia II de BINI *et al.* (1978).

## CALDERES

Seria el cas contrari a l'anterior formant-se una espècie de microdoline. Es tractaria d'un procés de disminució de volum i formació d'una depressió. En aquest cas donen lloc a la formació d'esquerdes de dessecació concèntriques. En alguns casos s'han trobat perforats per pouets de dissolució (Fig. 43). Han aparegut alguns exemplars entre 30 i 65 cm de diàmetre al sector Subaquàtic de Gregal.

## TÚMULS

Són acumulacions de sediments que han estat recoberts per una capa de precipitació i que posteriorment han sofert un increment de volum, provocant una deformitat convexa amb trencament de la capa que els recobreix, en un procés similar a la formació dels diàpirs. Correspon, per tant, al procés oposat al que genera els polígons de retracció. S'han localitzat escampats a diferents indrets del sector de les Grans Sales i del sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 44).

## SEDIMENTS AMB PRESENCIA DE MANGANÈS

GINÉS *et al.* (2008b; 2009a) ja feien menció de la presència de sediments específics, com a possible evidència d'espeleogènesi hipogènica de la cavitat. Aquests sediments no han estat, de moment, observats a d'altres cavitats del Migjorn. Consisteixen en dipòsits de coloracions negres que apareixen com una pàtina cobrint tant les parets d'algunes galeries com reomplint l'interior de les fractures del rocam Miocè o, fins i tot, dels sediments detrítics vermellosos que abunden en determinats passatges. Aquests materials presenten elevats continguts de Mn i en menor quantia de Fe, elements que són moderadament solubles en les aigües anòxi-



Figura 43: Caldera a la galeria Jaume Damians. (Foto F. Gràcia).

Figure 43: Kettle-shaped hollow in the Jaume Damians gallery. (Photo F. Gràcia).



Figura 44: Túmul al sector de les Grans Sales. (Foto F. Gràcia).

Figure 44: Tumuli in the Sector de les Grans Sales. (Photo F. Gràcia).

ques profundes i que, en assolir els aqüífers oxigenats més superficials, poden precipitar en forma d'hidròxids i òxids (PALMER, 2007).

A més dels sectors aeris de la cova s'han localitzat als sectors Subaquàtic de Gregal i al sector de les Grans Sales, encara que estan ocupant una superfície molt més ampla i poden assolir gruixos superiors al centímetre en forma d'acumulació sedimentària. Al sector Subaquàtic de Gregal han estat localitzats a la galeria Miquel Àngel Barceló, galeria Jaume Damians i especialment a la galeria Hidrotermal (Figs. 45 i 46). A la galeria Hidrotermal es troben abundants recobriments al terra d'aquests materials al llarg de gairebé 200 m, estant especialment dipositats a ambdós costats del terra de la galeria. Fins ara és el lloc de la cavitat a on s'han

trobat més ben representats. Les acumulacions, estan recobertes en part per una capa de colada estalagmítica sovint afectada per processos de dissolució. Sembla que la colada ha recobert, en èpoques de funcionament vadós, els sediments per complet i que aquests han contribuït en dissoldre les colades generant abundants

espais descoberts o amb forats de diferents mides per on actualment afloren els sediments. L'aparença és de que els forats s'han generat a manera de bombolles reventades que formen crostes, glòbuls i branques a partir d'aquests materials, probablement per processos de desgasificació. En alguns indrets del sostre i parets es

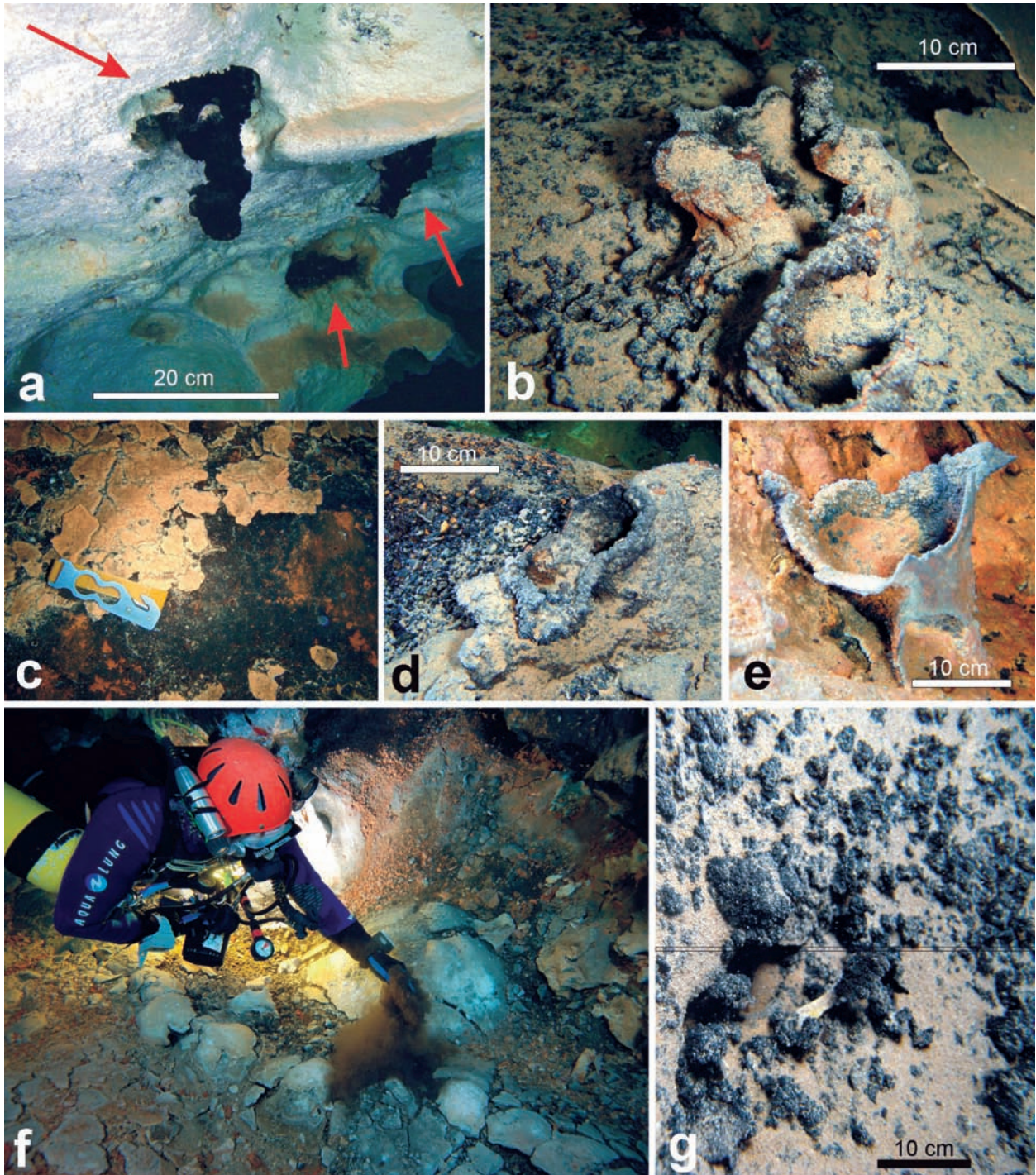


Figura 45: Sediments amb presència de manganès i en menor quantia de ferro. Una de les possibles evidències d'espeleogènesi hipogènica de la cavitat. a) Formes arborescents que sobresurten de la roca al sostre i parets; b), d) i e) Bombolles reventades que formen crostes, glòbuls i branques probablement per processos de desgasificació; c), f) i g) Dipòsits de coloracions negres que cobreixen amplies zones. Sector de les Grans Sales i sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia i M.A. Perelló).

Figure 45: Sediments including abundant manganese and also iron in smaller amounts. It is one of the possible evidences about the hypogenic origin of the cave. a) Branching morphologies that protrude from the rock in the walls and ceilings; b), d) and e) Burst bubbles that form crusts, globules and branches, probably related to degassing processes; c), f) and g) Blackish deposits covering extensive zones. Sector de les Grans Sales and Sector Subaquàtic de Gregal. (Photos F. Gràcia and M.A. Perelló).

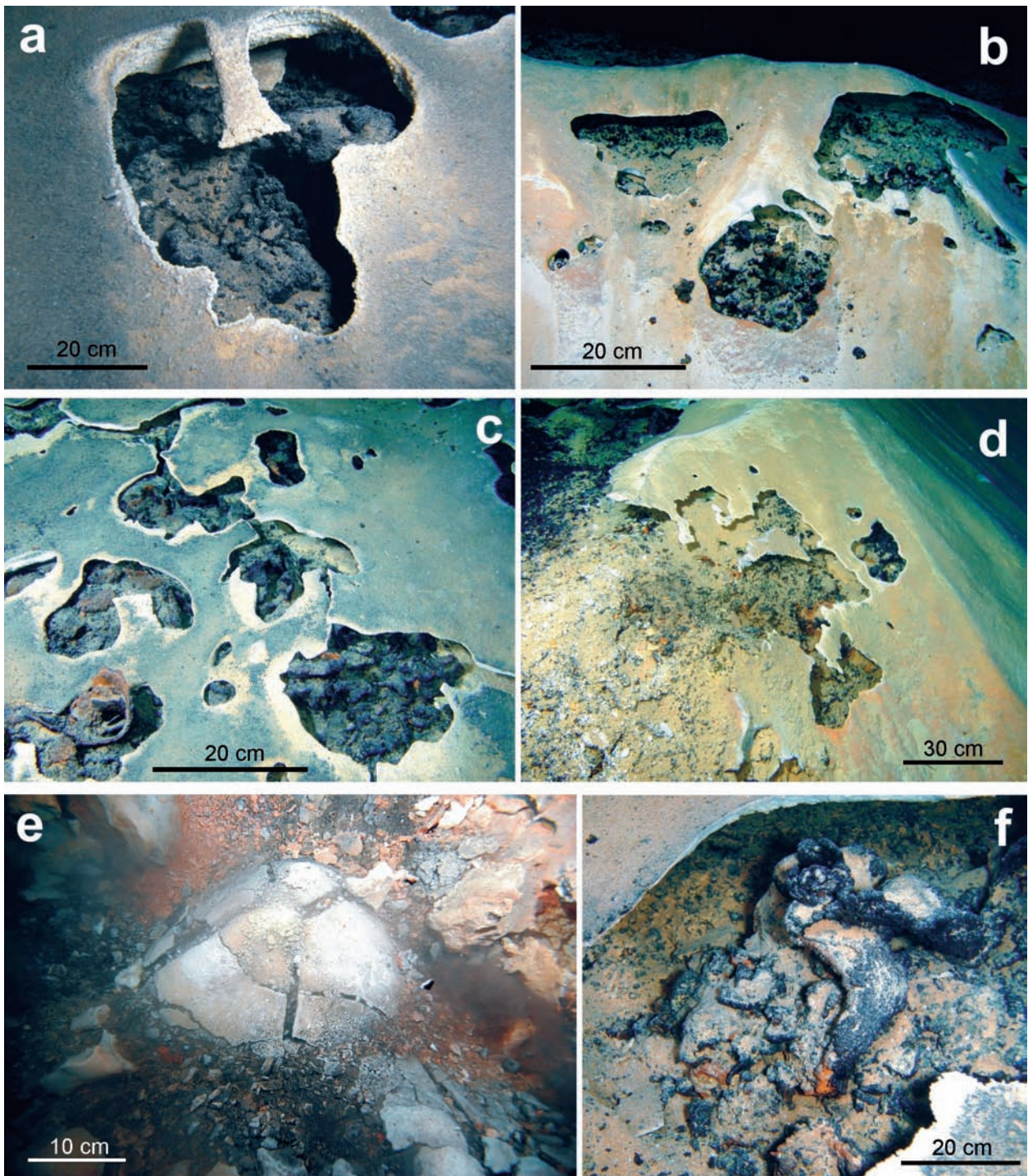


Figura 46: a), b), c), d) i f) Acumulacions de sediments amb Mn i Fe recoberts per una capa de colada estalagmítica sovint afectada per processos de dissolució. Sembla que la colada ha recobert, en èpoques de funcionament vadós, els sediments per complet i que aquests han contribuït en dissoldre les colades generant abundants espais descoberts per on afloren els sediments, de vegades sobresortint generant bombolles rebentades que formen crostes, glòbuls i branques. g) Túmulus, acumulació de sediments recoberts per una capa de precipitació i que posteriorment ha sofert un increment de volum. (Fotos F. Gràcia i J. Pocovi).

Figure 46: a), b), c), d) and f) Accumulations of Mn- and Fe-rich sediments covered by a layer of flowstone frequently affected by dissolution processes. It seems that flowstone has completely covered the sediments, corresponding to previous vadose conditions, being later the flowstone dissolved producing abundant holes that show the underneath sediments, sometimes generating burst bubbles which protrude as crusts, globules and branches. g) Tumulus, sediment accumulation covered by a layer of carbonate precipitation that afterwards has experienced a volume increasing. (Photos F. Gràcia and J. Pocovi).

troben formes més aviat arborescents que sobresurten de la roca, a la qual han travessat de baix a dalt. Els processos de dissolució han incidit especialment a la roca calcària i no gens als materials negres del precipitat. A altres galeries estan més localitzats o recoberts

i són més fàcils de localitzar. En alguns casos puntuals s'han observat que sobresurten de forats minúsculs i han dipositat al terra un petit ventall de sediments de color fosc. La fondària a on s'han trobat generalment està compresa entre els -4 i -7 m.



## Aspectes Paleontològics

A les galeries i sales sotaigüades de la cova s'han trobat a dues localitats restes del vertebrat endèmic extint *Hypnomys morpheus* (Figs. 47 i 48). Abans de l'arribada dels humans a Mallorca, Menorca i Cabrera hi vivia aquesta espècie de rata cellarda que no es trobava enlloc més arreu del món (ALCOVER *et al.*, 2000). Va ser descrita per Miss Dorothea Minola Bate el 1918. Era més grossa que la rata cellarda actual de les Gimnèsies (introduïda pels humans en època prehistòrica). La llargària del seu cap i cos se situava entorn dels 17-18 cm i el seu pes era d'uns 250 g. Al llarg de la seva evolució no varen canviar gaire, sembla que només varen incrementar lleugerament la talla corporal i modificaren un poc la seva dentició. Es va extingir després de l'arribada

Figura 47: Esquelet d'*Hypnomys morpheus* trobat a 3 m de fondària sota les aigües, a un lateral del fons del llac de na Gemma. Se n'han trobat altres restes en pitjor estat al sector de les Grans Sales. (Foto M.A. Perelló).

Figure 47: Skeleton of *Hypnomys morpheus* found in a lateral part of the Llac de na Gemma pool's bottom, at a depth of 3 m underwater. Some other remains, but in worse conditions, have also been found in the Sector de les Grans Sales. (Photo M.A. Perelló)

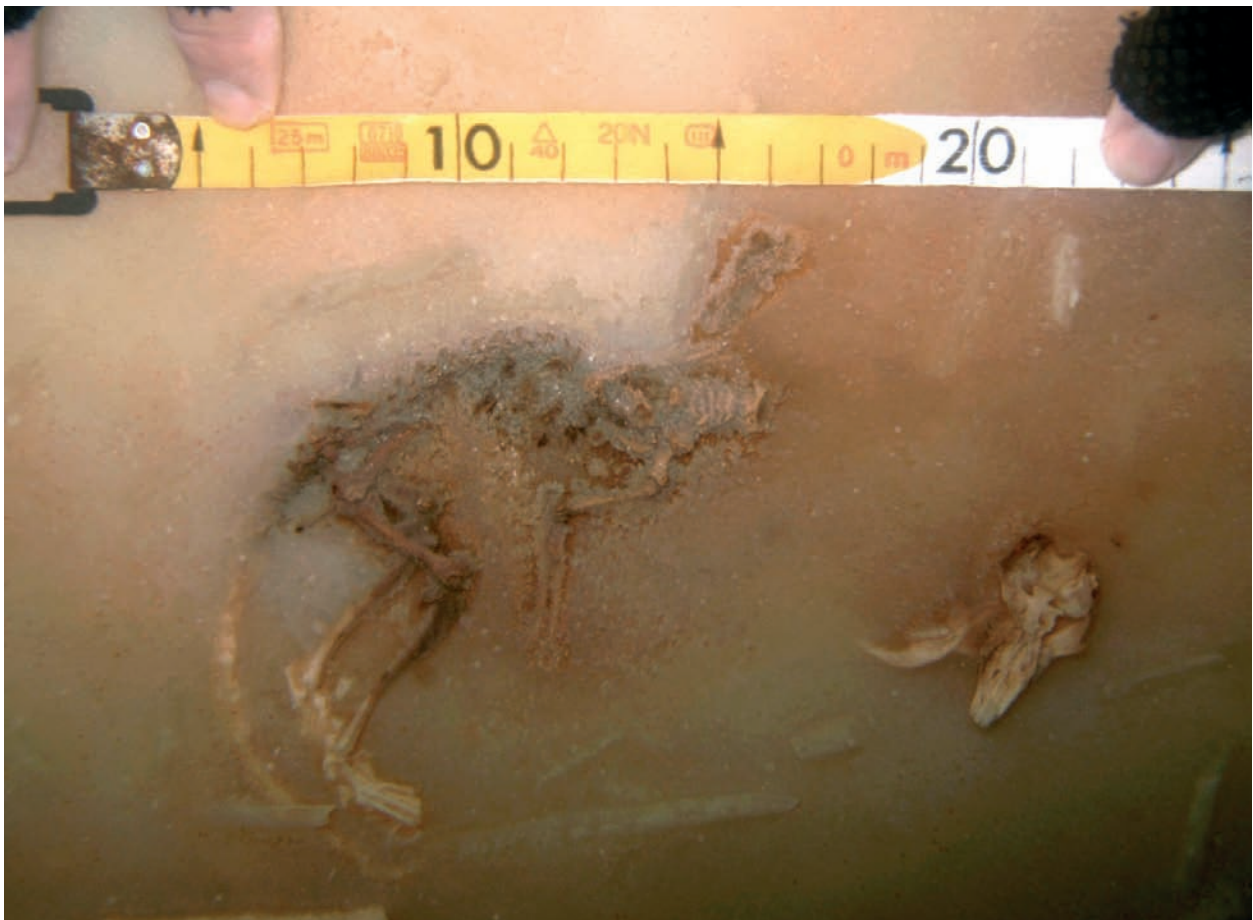


Figura 48: Esquelet d'*Hypnomys morpheus* en posició anatòmica i parcialment concrecionat per colada pavimentària. (Foto M.A. Perelló).

Figure 48: Skeleton of *Hypnomys morpheus* in anatomical position and partially covered by paving flowstone. (Photo M.A. Perelló).

dels humans. El seu depredador principal era l'òliba gegant, *Tyto balearica*.

La primera localitat de les galeries inundades a on s'han descobert restes òssies és a prop d'una sala aèria del sector de les Grans Sales, a una fondària de -3,5 m. Són restes sense connexió anatòmica i en mal estat de conservació. La segona localitat és troba al bell mig del llac de na Gemma (sector de les Noves Extensions), a una fondària de -3 m i coberts parcialment per una capa de colada estalagmítica que ha cimentat i consolidat les restes al llarg d'una pulsació climàtica freda, per posteriorment pujar el nivell de la mar i de les aigües freàtiques i deixar les restes sota l'aigua. Són restes òssies que es troben en bon estat i en connexió anatòmica, fet que li atorga un valor afegit (Fig. 48).

## Fauna Aquàtica

S'ha mostregat el contingut faunístic de les galeries inundades emprant dues tècniques de captura: per una part amb pesques efectuades activament amb xarxes de plàncton confeccionades amb teixit de nytal de 64 µm de llum de malla amb les quals es filtra l'aigua mentre es busseja; per altra part s'han emprat nanses confeccionades amb pots de plàstic i malla de nytal, utilitzant embotit (fuet) o formatge com a esquer, que s'han deixat a la cavitat normalment entre una i dues setmanes. Les pesques s'han efectuat entre 0 i -9 m, és a dir, a la totalitat de la columna d'aigua de la gruta. El material recollit s'ha identificat al laboratori de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (UIB-CSIC), mitjançant lupa binocular i microscopi equipat amb contrast diferencial. S'han efectuat 8 dies de pesques amb xarxes i nanses. Encara que localment són abundants, únicament s'han trobat 3 espècies de crustacis estigobionts, 2 de les quals són endèmiques. A les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm s'han capturat la major part d'exemplars de l'amfípode *Salentinella angelieri* i del termosbenaci *Tethysbaena scabra*. L'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, espècie molt eurihalina, s'ha localitzat a qualsevol zona de la columna d'aigua. Per sectors, el que presenta una major densitat de crustacis és el sector Antic. El sector més pobre, encara que és el de major recorregut, és el sector Subaquàtic de Gregal. S'ha de puntualitzar que les espècies de crustacis estigobiontes d'aigües de major salinitat no s'han trobat a la cavitat, malgrat que a partir dels 3-4 m de fondària les aigües de la cova des Pas de Vallgornera presenten una salinitat amb valors molt propers als de la mar.

### Phylum CRUSTACEA

#### Classe Malacostraca

#### Ordre Amphipoda Latreille, 1816

*Salentinella angelieri* Ruffo & Delamare, 1952

Amfípode estigobiont, únic representant a les illes dels Salentinellidae, família estrictament estigobiont

i circummediterrània (Fig 49). L'espècie viu en aigües moderadament salabroses o fins i tot totalment dolces de pous i coves; es coneix també de sediments no consolidats de rius. Presenta una àmplia distribució per zones litorals de la regió mediterrània, on és l'habitant més comú de les coves anquihalines; està present a totes les illes de l'Arxipèlag Balear. Relativament freqüent a les capes superiors de la columna d'aigua de la cova Genovesa. Ateny a la cova des Coll densitats poblacionals importants localment i estacional, depenent de les zones on flueix aigua de menor salinitat. Al sistema Pirata-Piqueta es va localitzar a les zones superiors, excepte a la franja de més salinitat. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha pescat i observat preferentment a les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm.

#### Ordre Isopoda Latreille, 1817

*Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905

Isòpode cirolànid estigobiont endèmic balear (citat únicament a Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera). Va esser descrit a principis del segle passat a partir de material capturat a les coves del Drac de Portocristo (RACOVITZA, 1905). Comú a la galeria dels Myotragus de la cova Genovesa, on sovint se l'ha observat nedant. Ha estat vist freqüentment a la cova des Coll, a totes les profunditats, entre 8 i 37 ‰ de salinitat. Al sistema Pirata-Piqueta es va localitzar a totes les franges d'aigua. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha localitzat a qualsevol fondària, especialment al sector Antic (Fig. 50).

#### Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927

*Tethysbaena scabra* (Pretus, 1991)

Espècie estigobiont de l'ordre de crustacis peracàrids. Endemisme gimnèsic s'ha citat a Mallorca i illots pròxims (Cabrera, sa Dragonera), així com també a Menorca. Es coneix una altra espècie ibèrica del gènere a la península. A Mallorca únicament es localitza a les aigües subterrànies de les regions costaneres influenciades per la mar. És típica de les picnoclines dels llacs anquihalins, on neda activament. S'ha trobat a la cova Genovesa on es concentra en abundància a la picnoclina d'una sala a on probablement s'alimenta dels floculs de bacteris en suspensió que enllà es desenvolupen per aportacions d'aigües residuals d'un pou negre. Pot resistir concentracions molt baixes d'oxigen dissolt. A la cova des Coll ha aparegut als sectors més interiors, amb salinitats compreses entre el 8 i el 34 ‰. Al sistema Pirata-Piqueta es va localitzar també preferentment a les zones de la columna d'aigua, properes a la picnoclina. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha pescat preferentment entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. S'han localitzat habitualment al sector Antic i també és freqüent observar-los al sector de les Grans Sales. També s'han observat exemplars de l'espècie per damunt d'escars deixats dins zones de salinitat marina al sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 51).

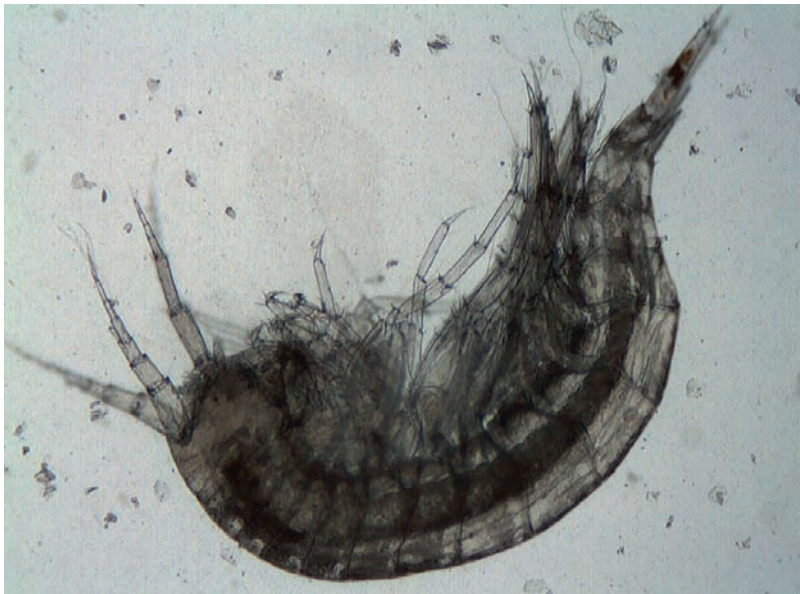


Figura 49: *Salentinella angelieri*, amfipode esti-gobiont. Viu en aigües moderadament salabroses o fins i tot totalment dolces. (Foto M. Vadell).

Figure 49: *Salentinella angelieri*, *stygo-bite* amphipod. It lives in slightly brackish waters or even in freshwaters. (Photo M. Vadell).

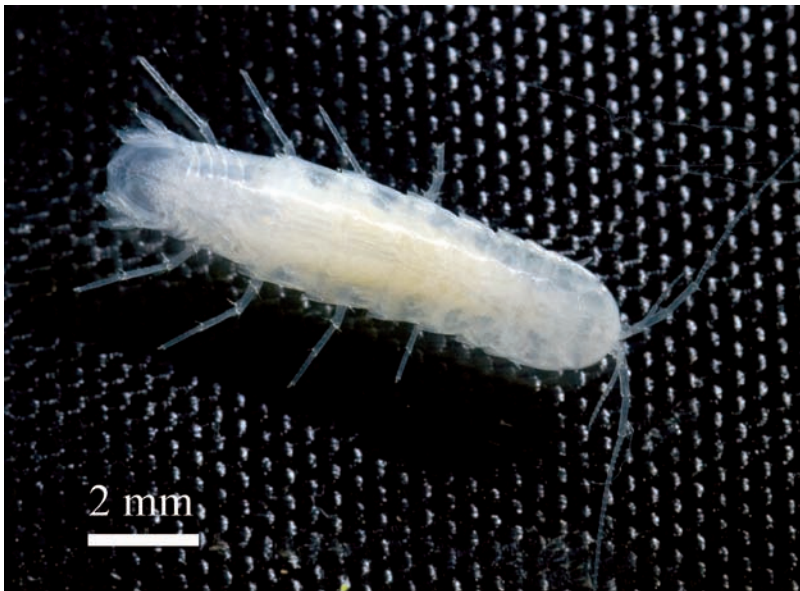


Figura 50: *Typhlocirolana moraguesi*, isòpode estigobiont endèmic balear. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha localitzat a qualsevol fondària, especialment al sector Antic. (Foto M. Vadell).

Figure 50: *Typhlocirolana moraguesi*, *stygo-bite* isopod endemic from the Balearic Islands. In the Cova des Pas de Vallgornera, it has been observed at whatever depth especially in the Sector Antic. (Photo M. Vadell).



Figura 51: *Tethysbaena scabra*, espècie estigobiont endèmica de l'ordre de crustacis peracàrids. Localitzat preferentment a la franja de picnoclina. (Foto M. Vadell).

Figure 51: *Tethysbaena scabra*, endemic *stygo-bite* species belonging to the order of peracarida. It is preferentially found at the pycnocline horizon. (Photo M. Vadell).



## Agraïments

Els treballs subaquàtics han estat finançats parcialment gràcies als projectes de la Obra Social de SA NOSTRA, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Antoni Sorà, al Sr. Bartomeu Tomàs i a la Sra. Isabel Mozo de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears la seva bona disposició i professionalitat.

Cal consignar que bona part de les tasques desenvolupades s'emmarquen dins del projecte d'investigació del *Ministerio de Ciencia e Innovación* - FEDER CGL2006-11242-C03-01/BTE.

Als bussos de coves que en més o manco ocasions han vingut a la cavitat i també han contribuït d'alguna manera a les feines realitzades o que han fet més agradable l'estada a la cavitat: Mateu Febrer, Peter Watkinson, Miquel Vives, Carlos Bernat, Hugo Doyle, Xavier Alemany, Franck Brehier, Guillaume Tixier, José López, Enrique Ballesteros, Hilari Moreno, Jean-marc Belin, Gabriel Soler, Thomas Baum, Jean-Pierre Montseny, Antoni Cirer, Gian Ameri, Miquel Romans i Juanjo Lavergne.

Als companys, espeleòlegs no bussos, anomenats amistosament per nosaltres com "els terrestres", que han ajudat en múltiples ocasions a transportar tancs de busseig i demés equipament pesat fins al llac d'entrada: Antoni Croix, Anders Kristophersson, Antoni Mulet, Guillem Mulet, Antoni Merino, Miquel Àngel Barceló, Pedro Riera, Paco Albuquerque, Miquel Dot, Pere Cifre, Tòfol Monserrat, Vicente Villalonga, Santi García, Manolo Luque i molts d'altres, en ocasions de visita puntual a la cavitat, que ens han alleugerat una mica en la feixuga feina del transport. Els hem enyorat molt en travessar la sala Que No Té Nom i a la tornada a l'exterior una vegada acabades les immersions.

A Joaquín Ginés, a qui volem agrair la revisió atenta de l'article i la traducció a l'anglès del resum i dels peus de figures.

A les intenses activitats exploratòries i topogràfiques portades a terme pels equips d'espeleòlegs del Grup Espeleològic de Llubí i de l'Agrupació Voltors, els quals han treballat de forma continuada en la cova des Pas de Vallgornera d'ençà de l'any 2004.

A Antoni Cirer "Chirino", per la seva excel·lent tasca fotogràfica i professionalitat.

A Mateu Vadell, per fotografiar les espècies de crustacis aquàtics.

A Jaume Serra per proporcionar-nos fotografies i informació oral de les primeres immersions a la cavitat par part del club CAS Triton.

## Bibliografia

ALCOVER, J. A.; LLABRÉS, M. & MORAGUES, LL. (2000): *Les Balears abans dels humans*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 8: 78 pàgs. Palma. Edit. SA NOSTRA-SHNB.

BINI, A.; CAVALLI GORI, M. & GORI, S. (1978): A critical review of hypotheses on the origin of vermiculations. *Int. Jour. Speleol.*, v. 10, 1, pàgs: 11-33.

COLLIGNON, M. (1982): Une première des spéléos namurois a Majorque (Espagne). *Au Royaume d'Hades. Groupe Spéléo Namur-Ciney*, 2: 15-26. Bouge, Bèlgica.

FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2009): Present-day sedimentary facies into the coastal karst caves of Mallorca island (western Mediterranean). *Journal of Cave and Karst Studies*, 71(1): 86-99.

GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca. Endins*, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 87-97. Palma de Mallorca.

GINÉS, A. (2000a): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148. Ljubljana.

GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.

GINÉS, J. (2000b): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.

GINÉS, J.; GINÉS, A.; MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2008a): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). Una localitat excepcional del punt de vista del patrimoni geoespeleològic. In: PONS, G. X. (edits.). *V jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 39-40. Palma de Mallorca.

GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008b): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma de Mallorca.

GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.

GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, U.S.A.

GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma de Mallorca.

GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i FORNÓS, J.J. (2007): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G.X. & VICENS, D. (eds.) *Homenatge a Juan Cuerda*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.

HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society. 463 pp.

MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23. Palma de Mallorca.

MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21. Palma de Mallorca.

MERINO, A. (2002): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boletín SEDECK*, 3. Madrid.

MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49 - 70. Palma de Mallorca.

- MERINO, A. (2007a): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observacions. *Endins*, 31: 111-116. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2007b): Solutional sculpturings and uncommon speleothems found in the Cova des Pas de Vallgornera, Majorca, Spain. *NSS News*, 65 (9): 14-20. Huntsville, USA.
- MERINO, A. (2008): Nueva aportación al conocimiento de les espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 32: 43 - 48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A. i MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29 - 48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topografiado *Endins*, 31: 101-110. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca) alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, U.S.A.
- MONTORIOL-POUS, J. (1958): Sobre el origen de las vermiculaciones arcillosas. *Proc. 2nd Int. Cong. Speleology, Bari*, 1: 389-395.
- MULET, G. (2006): Cova des Pas de Vallgornera. In: MAYORAL, D. & MATEU, T. (eds.) *Mallorca, bellezas en la oscuridad. Guía práctica y visual de la espeleología en Mallorca*. Espeleo Mallorca S.C. 249-266. Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton.
- PARENZAN (1961): Sulle formazioni argillose-llimose dette vermicolari. *Atti Int. Symp., Varenna*, v. 1, p. 120-125.
- RACOVITZA, E.G. (1905): *Typhlocirolana moraguesi* n. g. n. sp. isopode aquatique cavernicole des grottes du Drach (Baléares). *Bull. Soc. Zool. de France*, 30: 72-80.

# MORFOLOGIES DE CORROSIÓ A LA PART SUBMERGIDA DE LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA. SECTOR ANTIC, SECTOR DE GREGAL I SECTOR DE LES GRANS SALES (Llucmajor, Mallorca)

per Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup>, Joan J. FORNÓS <sup>2</sup>, Pere GAMUNDÍ <sup>1</sup>,  
Bernat CLAMOR <sup>1</sup> i Jaume POCOVI <sup>1</sup>

## Resum

La part submergida de la cova des Pas de Vallgornera, concretament als sectors explorats, sector Antic, sector Subaquàtic de Gregal i sector de les Grans Sales, presenten una gran variabilitat de formes de corrosió que són catalogades en quatre grans grups en funció de les seves dimensions i processos genètics. La gran variabilitat i contrast observats a les morfologies presents venen condicionats per l'existència d'importants diferències litològiques de caràcter textural dins les calcarenites del Miocè superior a on es desenvolupa la cova, degudes a la variació ambiental amb fàcies de front d'escull i fàcies de lagoon.

## Abstract

The submerged part of the Cova des Pas de Vallgornera, specifically in the recently explored sectors, the Antic Sector, the Gregal Subaquatic Sector and the Grans Sales Sector, have a great variety of corrosion forms that are catalogued in four large groups according to their dimensions and formation processes. The great variety and observed contrasts of the morphologies found is conditioned by the existence of important lithological differences of a textural character within the calcarenites from the Upper Miocene where the cave is developed, related to variations in the environmental conditions that include reef front and lagoon facies.

## Introducció

Una vegada més, s'intenta incrementar la informació sobre les morfologies de dissolució de les cavitats litorals del Miocè superior de Mallorca lligades a la zona de mescla d'aigües. El catàleg de formes de corrosió de la cova des Pas de Vallgornera és especialment atractiu per una sèrie de motius. En primer lloc per la seva espeleometria, es tracta de la cavitat, amb diferència, de més recorregut de les Balears i que ocupa la sisena posició a l'Estat Espanyol, actualment amb més de 62 km de recorregut. Al mateix temps és la cavitat litoral més important de l'Estat i que tinguem referències d'Europa. En segon lloc pel contrast i la variabilitat que presenten les morfologies presents condicionades litològicament i associades a les diferències texturals que presenten les diferents fàcies esculloses del Miocè superior (front d'escull, escull en clapes, lagoon) on s'hi troben situades dins la mateixa cavitat. El tercer motiu és la bellesa i claredat de les morfologies de corrosió presents, que constitueixen una riquesa natural de primer ordre.

El treball se centra exclusivament en les morfologies de dissolució que es troben situades a les zones submergides de la cavitat, als tres sectors actualment considerats: sector Antic, sector Subaquàtic de Gregal i sector de les Grans Sales. Tradicionalment s'ha dedicat sempre molta d'atenció i reconeixement a les formacions litoquímiques que es troben a les cavitats com a conseqüència dels mecanismes de precipitació i s'han menyspreat les formacions primàries, generades pels mecanismes de dissolució de la zona de mescla d'aigües principalment. S'ha de tenir present que el seu estudi i anàlisi pot permetre comprendre i valorar la gènesi i evolució de l'endocarsit litoral i que són les formes generadores de les pròpies cavitats. El seu estudi a Mallorca s'ha anat incrementant progressivament gràcies a les recerques i aportacions efectuades per l'equip d'espeleòlegs subaquàtics del Grup Nord de Mallorca a les coves del Migjorn i Llevant mallorquí (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2003b, 2005, 2006a, 2006b, 2007) i a l'equip d'espeleòlegs que exploren i documenten la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 1993, 2000, 2006, 2007; MERINO *et al.*, 2006, 2008, 2009; GINÉS *et al.*, 2008, 2009a i 2009b) amb tasques que encara continuen.

1 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença.  
email: xescgracia@yahoo.es

2 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears (UIB).  
email: joan.fornos@uib.cat

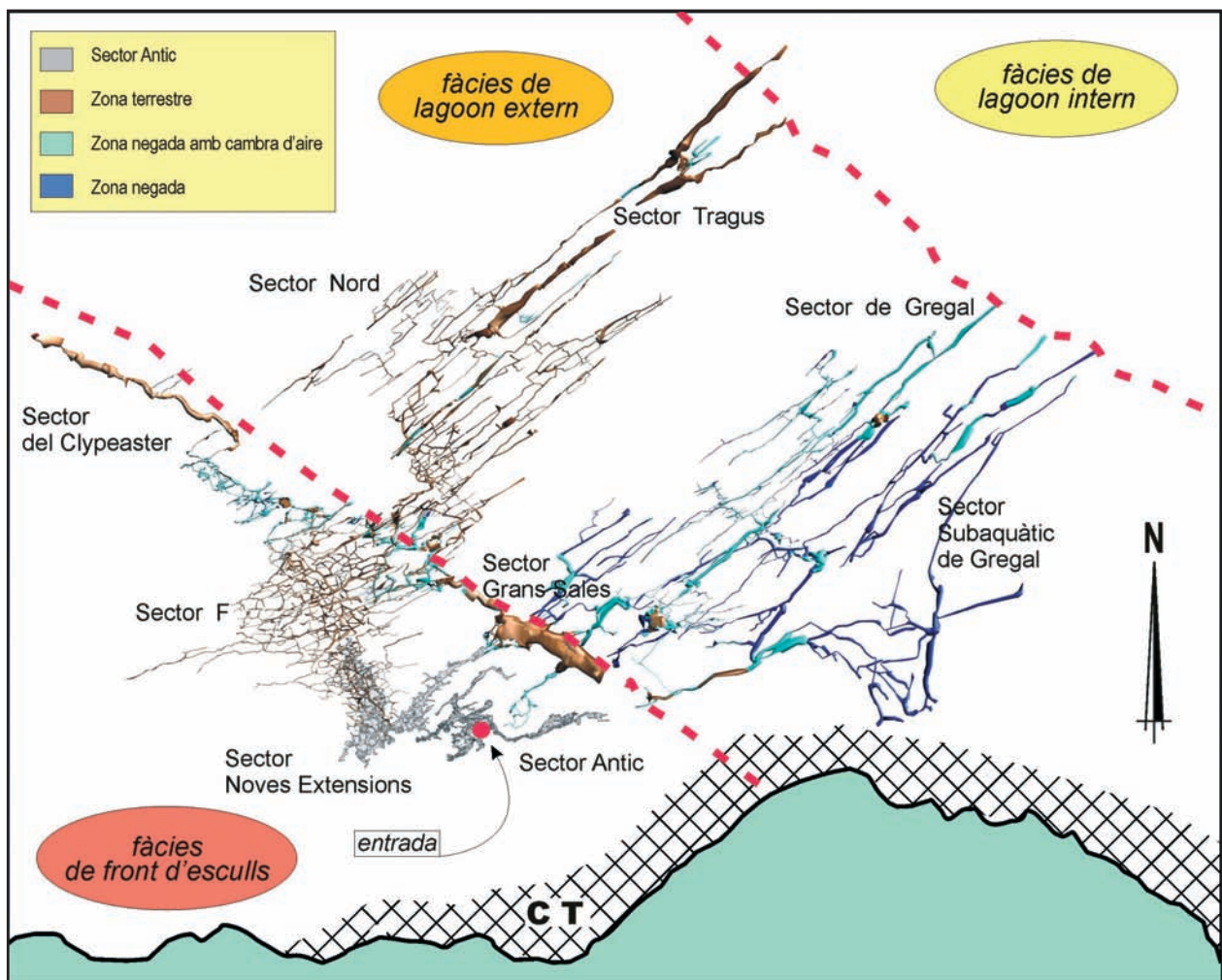


Figura 1: Topografia de la cavitat, amb la cartografia de fàcies litològiques del Complex d'Esculls del Miocè superior (modificat de GINÉS *et al.* 2008).

Figure 1: Survey of the cave, with a map of the lithological facies of the Upper Miocene "Reef Complex".

Antigament, i encara ara, és habitual parlar de morfologies espongiformes de forma global per incloure gran part de les morfologies de dissolució presents. Però creiem que és important intentar anar més enllà d'aquesta generalització i aprofundir en la riquesa de les formacions primàries. És com si tots els espeleotemes no es tractessin més que de forma global, sense entrar en la gran riquesa de tipologies que existeixen.

D'ençà de les exploracions iniciades l'any 1994 a la cova des Coll, amb la troballa d'una gran riquesa de formes de corrosió, es va veure la pobresa dels termes que empràvem i la necessitat d'aclarir i aprofundir en l'estudi d'aquest aspecte de l'endocarst. Les dificultats per catalogar i sistematitzar les morfologies primàries rau molt sovint, en la dificultat d'atribuir les morfologies de corrosió a una determinada tipologia, ja que es presenten juxtaposicions de diferents classes, amb formes intermèdies i diferents gradacions d'intensitat en el procés de la dissolució. També les variacions de mida de les morfologies suposa un increment de la dificultat de classificació. Alguns dels termes inicialment emprats corresponen a BRETZ (1942), NÚÑEZ (1967), FORD i WILLIAMS (1989) i SLABE (1995). El primer intent de sistematització de les morfologies de corrosió presents a

Mallorca es va fer a GRÀCIA *et al.* (2005) i va ser incrementat i perfeccionat per noves aportacions a MERINO (2006) i GRÀCIA *et al.* (2006a, 2007), essent el present treball un intent de millorar i aprofundir en el coneixement i la classificació de les morfologies de corrosió de les cavitats litorals associades a la zona costanera de mescla d'aigües.

## Catàleg de morfologies de corrosió de la cavitat

La cova des Pas de Vallgornera constitueix una excel·lent i rica font d'informació en referència a aquestes formacions primàries, a la vegada que permet la comparació i l'anàlisi de la importància de la litologia, en quant a la seva variabilitat textural, en la gènesi de les morfologies. La presència de zones de la cova que es desenvolupen associades a diferents fàcies esculloses, com són les fàcies de front d'escull o també dins de fàcies d'escull en clapes (dins la fàcies de lagoon extern), i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern

i intern ho fan possible (GINÉS *et al.*, 2008; 2009b). La roca, en el primer cas, és molt porosa (amb gran porositat primària i mòldica), en comparació amb la de la fàcies de lagoon extern, i sobretot la del lagoon intern amb aspecte més massiu, molt poca porositat primària i només amb permeabilitat secundària deguda a la porositat de fracturació. Aquest contrast litològic dins la mateixa cavitat, constitueix un excel·lent motiu d'estudi. A més a més, la gran quantitat de quilòmetres de galeries i sales fan que hi hagi gran quantitat de formes per estudiar i comparar. S'ha de valorar el fet de que, a les zones subaquàtiques, les galeries i sales afectades per processos d'esfondrament són percentualment molt baixes, en comparació amb altres cavitats del litoral mallorquí. Només de forma local afecten i han generat sales o galeries a on aquests processos siguin predominants. A continuació exposam seguint inicialment un criteri dimensional, el catàleg de formes trobades als sectors subaquàtics estudiats de la cova tot fent, quan això és possible, una comparació amb altres cavitats litorals de Mallorca:

## MEGAFORMES

Corresponen a aquest grup les morfologies de corrosió d'ordre quilomètric a hectomètric i que poden ser considerades com a organització de les xarxes endocàrstiques

## Sistemes de cavitats laberíntiques (*irregular mazes*)

La cavitat presenta una direcció predominant NE-SO. Compartim plenament la interpretació exposada per GINÉS *et al.* (2008 i 2009b) sobre el control que la litologia exerceix en l'organització de la xarxa subterrània, ja que es pot extrapolar a les galeries i sales sotaiguades de la cova (Fig. 1). Als tres sectors que estudiam en aquest treball podem diferenciar les sales i galeries a on s'observen poques directrius estructurals clares que controlin el seu desenvolupament, tal com passa a molts de llocs dins la fàcies de front d'escull (sector Antic i una petita part del sector de les Grans Sales). Les galeries i sales d'aquests dos sectors són preferentment galeries freàtiques de secció circular o irregular, amb abundants sales i cambres freàtiques circulars. Aquestes no tenen direccions molt clares, tractant-se de galeries sinuoses i estan ramificades formant un autèntic aspecte espongi-forme, a més de la multitud de morfologies de corrosió que presenten a nivell de mesoformes i microformes, especialment morfologies espongi-formes. Són escasses al sector Antic i al de les Grans Sales les galeries amb un clar control estructural i les formes de dissolució són molt més abundants.

Els sectors de la cavitat més ramiformes, en el sentit emprat per PALMER (1991 i 2007), corresponen a la fàcies de lagoon; en canvi al sector Subaquàtic de Gregal predominen les galeries rectilínies de centenars de metres sense canvis de direcció importants i amb poques



Figura 2: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic al sector Antic, dins les fàcies d'escull. Es veu clarament la secció horitzontal de la galeria que aprofita els plans d'estratificació. (Foto M. A. Barceló).

Figure 2: Phreatic gallery of a stratigraphic structural control in the Antic Sector, within the reef facies. The horizontal section of the gallery, which has taken advantage of the bedding planes, can be clearly seen. (Photo M. A. Barceló).

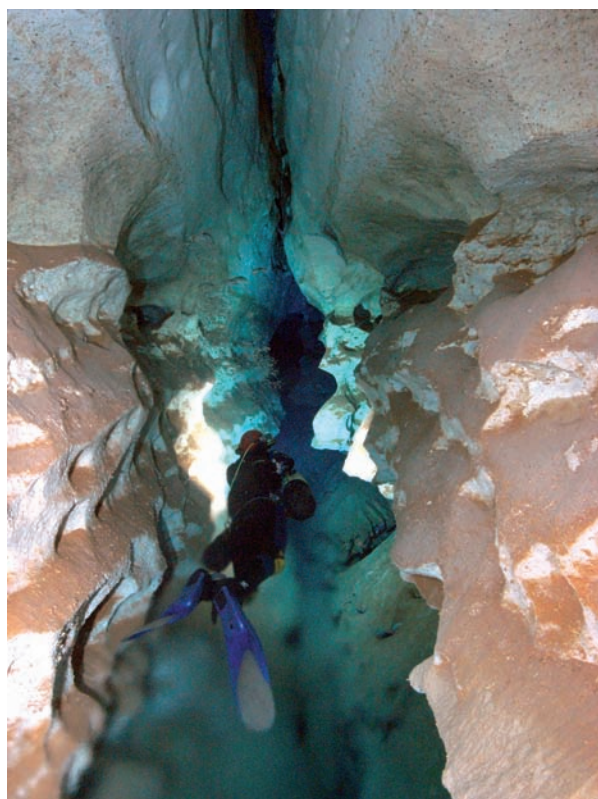


Figura 3: Galeria freàtica de control estructural tectònic a partir de fractures que generen seccions verticals. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto J. Pocovi).

Figure 3: Phreatic passage showing a tectonic structural control following fractures which generate vertical sections. Galeria Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). (Photo J. Pocovi).

continuacions laterals. Les galeries que predominen són principalment galeries freàtiques de control estructural tectònic i presenten habitualment regates de corrosió i facetes com a morfologies associades. A algunes zones dins les fàcies de lagoon es troben fàcies amb clapets d'escull que formen una espècie de "illes litològiques i morfològiques" amb les mateixes característiques i morfologies que les primerament esmentades, però de menor extensió i perfectament delimitades.

## MACROFORMES

Considerem com a macroformes a totes aquelles morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric.

### Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic (*phreatic networks*)

En aquestes, la corrosió aprofita els plans d'estratificació, i genera seccions horitzontals, en ocasions d'amplades importants (Fig. 2). A la cova des Pas de Vallgornera hi ha importants galeries d'aquest tipus, dins la fàcies de lagoon extern, al sector Subaquàtic de Gregal, especialment a la galeria Collonuda Sud, a on

les amplades són molt importants (en alguns llocs superen els 25 m) i deixen abundants columnes de roca entremig. La part final de la galeria Grup Nord de Mallorca, a on entra ja dins el lagoon intern presenta el sostre totalment pla i també les podem incloure en aquesta tipologia. A la fàcies de front d'escull, al sector Antic, també hi són presents, formant sales d'uns 2 m d'alçària i molt espaioses, que superen els 16 m i subdividides per una impressionant riquesa d'espeleotemes.

A altres cavitats litorals de Mallorca, com per exemple la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), formen sales com la sala GNM. Encara són més importants a la cova de sa Gleda, els plans d'estratificació generen galeries o sales baixes i àmplies (sala dels Paleonivells, laminadors prop del pas de l'Apocalipsi, part de les galeries de les Haloclines). A la cova de sa Gleda es localitzen a distints nivells d'espeleogènesi. D'aquesta manera, a les galeries dels Paleonivells el nivell del sostre està a -13,4 m i el terra a -15,8 m; a les galeries de les Haloclines entre -17 m i -18,3 m. En el cas de la cova des Coll localitzada a Felanitx, al Llevant de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2005) formen una part important de les galeries del sector del Poble, sector del Descobriment, sector del Patatús i sector dels Autèntics.

### Galeries freàtiques de control estructural tectònic (*phreatic networks*)

Són les galeries a on predomina el control estructural tectònic, a partir de fractures que generen seccions verticals (Fig. 3). Les diàclasis serveixen de línia de menor resistència per a la corrosió dins la zona de mescla i donen lloc a les galeries que en secció transversal tenen una tendència normalment vertical. L'alçària d'aquestes galeries arriba a assolir els 10 m a la galeria Miquel Àngel Barceló. En algunes galeries, especialment també a la galeria Miquel Àngel Barceló, a la part inferior, la galeria es troba molt encaixada, amb uns valors d'amplada que va dels 0,5 a 1 m i una fondària que parteix a partir dels -5 fins als -8,2 m. Les parets d'aquestes zones inferiors presenten una coloració més fosca i recoberta de morfologies que recorden les espongiformes a escala de microformes. Aquestes galeries solen tenir associades regates de corrosió i facetes, sovint a diferents nivells. A les zones subaquàtiques de la cova, les galeries de control estructural tectònic són majoritàries i es troben a les galeries de les Grans Sales, alguns trams del sector Antic i la major part de la galeria Miquel Àngel Barceló, trams de la galeria Grup Nord de Mallorca, galeria Endavant les Atxes, part de les galeries de l'Estremunció i galeria Collonuda Nord. Les cotes de fondària van entre alguns metres per damunt del nivell freàtic fins a -10 m. Constitueixen una part important, en proporció, de les galeries sotaiguades de la cavitat. És molt freqüent que, en moltes zones es trobin disposades vèries galeries en forma paral·lela, associades a la equidistant distribució de les diàclasis també paral·leles, i que presentin fenòmens de coalescència.

Comparant amb altres cavitats, en el cas de la cova des Coll localitzada a Felanitx, a la part oriental de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2005) aquestes formen la majoria de galeries del sector del Poble, sector del Des-



Figura 4: Galeries freàtiques de control estructural tectònic-estratigràfic a la galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal). A la foto es pot apreciar la secció horitzontal-vertical. (Foto J. Pocovi).

Figure 4: Phreatic network with a tectonic-stratigraphic structural control in the gallery Collonuda Nord (Gregal Subaquatic Sector). In the photograph the horizontal-vertical section can be appreciated. (Photo J. Pocovi).

cobriment, sector del Patatús i sector dels Autèntics. A la Cova de sa Gleda, les galeries de control estructural tectònic es troben a alguns trams de les galeries de les Haloclines i galeries laterals a la galeria Cinc-cents, entre -12 i -18,5 m.

#### **Galeries freàtiques de control estructural tectònic-estratigràfic** (*phreatic networks*)

Els dos grans grups de galeries de control estructural poden combinar-se alhora i generen seccions horitzontals-verticals (Fig. 4). És freqüent que una ampla galeria de control estructural estratigràfic fusioni dues, tres o més galeries de control estructural tectònic. Al sector Antic de la cavitat es veu a la branca dreta que condueix des del llac d'entrada a la sala Que No Té Nom, a un lloc en que la galeria s'obri espectacularment. En aquest tram es produeix una combinació d'un important control estructural estratigràfic i almenys dues galeries de control estructural tectònic. També la galeria Collonuda Sud és majorment de component estructural estratigràfic i afectat per almenys dues galeries estructurals tectòniques. A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) es troben sobretot a l'Oceà de Fang (sector del Descobriment) i a la sala de la Panxa (sector del Patatús).

#### **Galeries freàtiques de secció circular** (*tubular passages*)

Presenten generalment seccions circulars, semicirculars o el·líptiques, encara que n'hi ha que tenen una secció més irregular, sense una forma clara (Fig. 5). En la seva gènesi no ha intervingut de forma tan activa el control estructural tectònic o estratigràfic, encara que és freqüent que hi siguin presents les diaclasis. En els casos de l'existència de galeries paral·leles molt properes solen presentar també morfologies de coalescència. S'ha d'anar amb cura de no confondre aquestes galeries amb galeries d'esfondrament, a on en secció també s'aconsegueix la mateixa forma però el procés és totalment diferent. Es tracta d'un mecanisme de reajustament gravitacional i no de dissolució.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben especialment al sector Antic, de secció generalment irregular i que no segueixen una direcció clara, no presenten trams molt rectes i allargats, com és el cas de les galeries de control estructural tectònic i presenten abundants galeries laterals. Les galeries situades més al NW de les Grans Sales, són de secció circular i de diàmetre molt escàs, fins a fer-se impracticables. La fondària de les galeries està compresa entre -3 m al sostre i -3,7 i -4 m al terra. Les mides en secció donen uns valors generals

Figura 5: Galeria freàtica de secció circular o irregular, sense una forma clara. En la seva gènesi no ha intervingut de forma tan activa, o bé es del tot independent, el control estructural tectònic o estratigràfic. Sector de les Grans Sales. (Foto M. A. Perelló).

Figure 5: Irregular rounded phreatic passage without a clear form. In its genesis the tectonic or stratigraphic structural control have not actively intervened, or perhaps it is independent of them. Grans Sales Sector. (Foto M. A. Perelló).

d'alçària entre 0,8 i 1,5 m; el quocient entre amplària i alçària de les seccions és de 1,3 i 1,8. A la cavitat es troben especialment a les fàcies de front d'escull i, a les fàcies amb clapes d'escull dins les fàcies de rere escull o de lagoon extern, com és el cas d'algunes zones de la galeria Grup Nord de Mallorca, a on s'assoleixen els 2,5 m d'alçària i els 5 m d'amplària. Al sector Antic, dins la fàcies d'escull, l'alçària és de 1,7 m i l'amplària entre 3,5 i 4 m.

A la cova des Coll estan localitzades a les galeries Laberíntiques del sector dels Espectres i a les galeries Corcades del sector del Patatús i en gran part de galeries del sector dels Autèntics (GRÀCIA *et al.*, 2005). Les mides en secció agafades al sector dels Espectres donen uns valors generals d'alçària entre 0,9 i 1,8 m; el quocient entre amplària i alçària de les seccions és de 1,4 i 1,8 (sense tenir en compte els valors de galeries fusionades).



Figura 6: Galeries freàtiques de secció circular i control estructural tectònic. Presenten una morfologia mixta a on es veu bé la fractura generadora. Sector de les Grans Sales (Foto M. A. Perelló).

Figure 6: Phreatic tubular passage showing a tectonic structural control. It has a mixed morphology where the generating fracture can be seen. Grans Sales Sector (Photo M. A. Perelló).





Figura 7: Sales freàtiques, unitats de dissolució que en planta tenen forma irregular o més o menys circular que es generen per la dissolució a les fàcies de front d'esculls i, a les fàcies de clapes d'esculls, dins les fàcies de lagoon extern. Presenten morfologies espongiformes i de corrosió per tot arreu. Els processos d'esfondrament gairebé no s'han iniciat. Sector Subaquàtic de Gregal. (Foto M. A. Perelló).

Figure 7: Globular chambers, dissolution units which have irregular circular floor plans and are formed by the dissolution both of the reef front facies as well as the coral patches within the outer lagoon facies. They have spongework and corrosion morphologies. The breakdown processes have hardly started. (Gregal Subaquatic Sector). (Photo M. A. Perelló).

A la cova de sa Gleda es localitzen, especialment les de secció irregular, en algunes zones del circuit dels Pirates, galeries dels Gemecs i galeries de les Haloclines. A la cova Genovesa la galeria que permet comunicar amb la sala Bermudacarís.

#### **Galeries freàtiques de secció circular i control estructural tectònic**

En aquesta categoria es poden incloure algunes de les galeries que es donaven com a galeries freàtiques de secció circular a la cova des Coll i a la cova de sa Gleda i que, malgrat una predominant dissolució és clara, també es veu bé la fractura generadora (Fig. 6). A la cavitat es troben alguns trams de la Miquel Àngel Barceló, i al sector de les Grans Sales.

#### **Sales freàtiques circulars (globular halls)**

Venen a esser unitats de dissolució semi-independents que en planta tenen forma irregular o més o menys circular (Fig. 7). En aquesta classificació incorporam les que superen els 10 m d'eix. A la cova des Pas de Vallgornera es localitzen especialment a les fàcies de front

d'escull i, a les fàcies amb clapes d'escull, dins les fàcies rere escull i de lagoon extern, com és el cas d'algunes zones de la galeria Grup Nord de Mallorca, laterals de la galeria Miquel Àngel Barceló i al sector Antic, encara sense topografiar.

A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005), algunes de les sales estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estretes galeries freàtiques de secció circular (corredors). El diàmetre arriba a assolir els 25 m (sala del Cap Buit al sector Final), les descrites a la cova des Coll són de sostre baix.

#### **MESOFORMES**

Englobam dins d'aquest gran grup a totes les morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric.

#### **Cambres freàtiques circulars (phreatic chambers, globular chambers)**

Són unitats de dissolució semi-independents de forma circular i de sostre generalment baix. En aquesta tipologia incloem les que es troben entre 2 i 10 m de diàmetre. Es presenten sovint fusionades o associades

a altres morfologies de corrosió, com són galeries freàtiques de secció circular o irregular. A la cova des Pas de Vallgornera també es localitzen als laterals del sector Antic i algunes zones del sector Subaquàtic de Gregal, preferentment lligades a les fàcies de front d'escull o a on hi ha clapes de creixement coral·lí dins la fàcies de lagoon extern.

A la cova de sa Gleda es localitzen escampades a diferents indrets, com és el cas de les galeries de les Haloclines (GRÀCIA *et al.*, 2007). A la cova Genovesa es troben presents als laterals de la galeria Myotragus i a la sala Final. Les descrites en aquesta cavitat són de sostre baix i coincidents amb la primera cota d'espeleogènesi (entre les cotes -9,5 i -10 m i -9 i -10,3 m). El diàmetre de les cambres està comprés entre 6 i 11 m. Algunes de les cambres estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estrets corredors freàtics (GRÀCIA *et al.*, 2007).

### **Columnes de roca (rock pillars)**

Es tracta de morfologies de corrosió formades per roca mare que connecten sostre i pis (Fig. 8). Sovint són formes que s'han generat a partir d'envans en avançat estat d'evolució. Són molt abundants i es troben repartides pels diferents sectors. De totes formes, són molt més espectaculars i abundants a les fàcies de front d'escull de la cavitat, com a conseqüència de la gran quantitat de galeries que s'obren pertot arreu, fet



Figura 8: Columna de roca generada dins les fàcies d'escull de la cavitat. Sector Antic. (Foto F. Gràcia).

Figure 8: Rock pillar within the reef facies of the cave. Antic Sector. (photo F. Gràcia).

que provoca que quedin romanents de roca mare que constitueixen les columnes, de diàmetre molt variable. A la cova des Pas són especialment abundants a les galeries de l'Extremunció i a la galeria Collonuda Sud. També al sector Antic són freqüents.

### **Envans de dissolució (rock spans)**

Són les parets que separen galeries o cambres paral·leles, que a mesura que avança la dissolució de la roca es van tornant més primes, fins que es van desdibuixant en subdividir-se, foradar-se o bé caure en perdre sustentació (Fig. 9). Mostren, per tant, segons l'estadi evolutiu diferents estadis de dissolució i es presenten associades a altres morfologies de corrosió com ara ponts i arcs que permeten veure o passar d'una galeria a l'altra, columnes de roca, penjants, pinacles i esperons. Aquestes altres morfologies als primers estadis tenen formes molt allargades, per posteriorment anar-se'n desdibuixant l'antic envà original.

A la cova des Pas de Vallgornera els envans són extraordinàriament abundants, a causa de la gran quantitat de galeries paral·leles que es troben, especialment les de control estructural tectònic, que originen envans verticals. Es troben especialment a les galeries de les Grans Sales (sector Grans Sales) i al sector Subaquàtic de Gregal, pràcticament a totes les galeries. Són més escasses al sector Antic, possiblement per tractar-se d'unes fàcies d'escull. També a les zones de clapes d'escull disminueixen molt quantitativament.

Han estat citades a gairebé totes les cavitats subaquàtiques del llevant de Mallorca, especialment a la cova des Coll, cova Genovesa i cova de cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000, 2003b, 2005).

### **Ponts (bridges)**

Són restes de la massa rocosa d'ordre mètric a decamètric que abans separava àmbits pròxims (Fig. 10). En ocasions procedeixen d'envans, bé verticals, comunicant dues galeries paral·leles, o bé horitzontals, permetent l'accés entre pisos diferents. Si es troben en una cota a on es produeix la dissolució de la roca, se seguiran eixamplant o bé cauran per inestabilitat contribuint a l'increment del buit. El seu desmantellament per corrosió origina esperons. Són abundants tant a la fàcies de lagoon extern, com a les fàcies de front d'escull com quant hi ha clapes de creixement coral·lí dins la fàcies de rere escull i de lagoon.

A la cova de sa Gleda són especialment freqüents a les galeries dels Gemecs i s'han format per la destrucció del pis que separava dos nivells superposats de galeries (GRÀCIA *et al.*, 2007). La cova des Coll presenta també aquesta morfologia repartida arreu de la cova (GRÀCIA *et al.*, 2005).

### **Facetes (solution facets)**

Associades generalment a les regates de corrosió de les quals parteixen i constitueixen el seu límit infe-

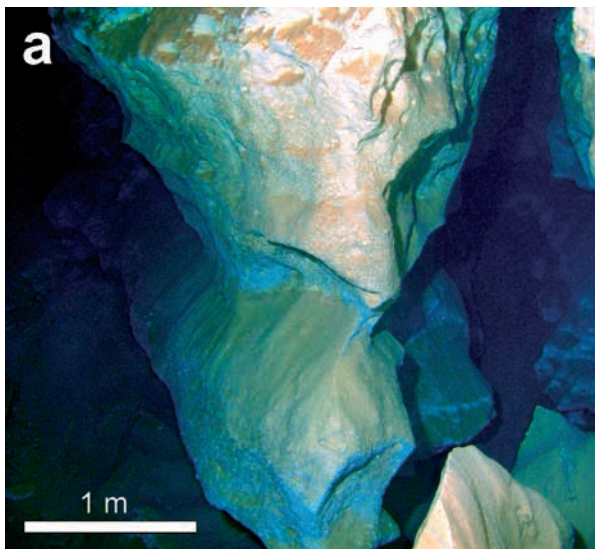


Figura 9: a) i b) Envans que separen galeries paral·leles, molt abundants a la cova des Pas de Vallgornera. A mesura que avança la dissolució i els processos d'esfondrament es poden acabar unint-se les galeries properes i formar àmbits de major volum. a) Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal) i b) sector de les Grans Sales. (Fotos F. Gràcia i M.A. Perelló).

Figure 9: a) and b) Rock spans that separate parallel galleries, very abundant in the Cova des Pas de Vallgornera. As the dissolution and breakdown processes advance they can join together in true galleries and become passages of large volume. a) Galeria Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector) and b) Grans Sales Sector. (Photos F. Gràcia i M.A. Perelló).

rior (Fig. 11). Longitudinalment segueixen les galeries freàtiques estructurals i les galeries freàtiques de secció circular i es disposen a ambdós costats formant superfícies inclinades (*facets*), generalment entre 35 i 50°. La seva alçària està compresa entre 0,5 i 2 m, encara que el més habitual és de 0,5 i 1 m. La gran longitud que poden arribar a assolir, la qual pot superar els centenar de metres, fa que estiguin incloses dins les mesoformes. Es poden trobar a diferents nivells, essent molt freqüent trobar dos o tres a diferents fondàries, associades generalment a regates de corrosió. Són més abundants i marcades, així com molt més clares les que es formen a les galeries freàtiques estructurals tectòniques. Es localitzen a galeries de qualsevol amplada, algunes de molt angostes fins a d'altres que superen els 15 m, encara que s'han pogut generar dins una galeria més estreta i per unió de vèrtebrals formant una galeria molt més ampla, amb els laterals que presenten facetes.

A la cova des Pas de Vallgornera és una de les morfologies de corrosió més característiques, localitzades a qualsevol fàcies, encara que molt més abundants i marcades a les galeries estructurals tectòniques de les fàcies de lagoon extern. S'han trobat a les galeries subaquàtiques a fondàries compreses entre -1,5 i -2 m; -1,5 i -3 m; -2,3 i -2,8 m; -2,3 i -3,6; -3,1 i -3,6 m; -3,7 i -4 m; -2,6 i -4,6 m; -4,2 i -4,7 m; -4,2 i -5m; -4,9 i -5,4; -5 i -5,6 m i -6 i -6,7 m.

La cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005) va ser la primera localitat a on es van detectar sota l'aigua. Les facetes de la cova de sa Gleda, localitzades fins ara a les galeries de les Haloclines, no presenten canals subverticals de dissolució. La separació de les parets de les galeries on es troben sol estar entre 6 i 15 m. L'alçària de les facetes està compresa entre -13,5 m i -14 m. A un lateral de la galeria Cinc-cents es troben facetes entre -7,5 m a la part superior i -8.5 m al límit inferior (GRÀCIA *et al.*, 2007).

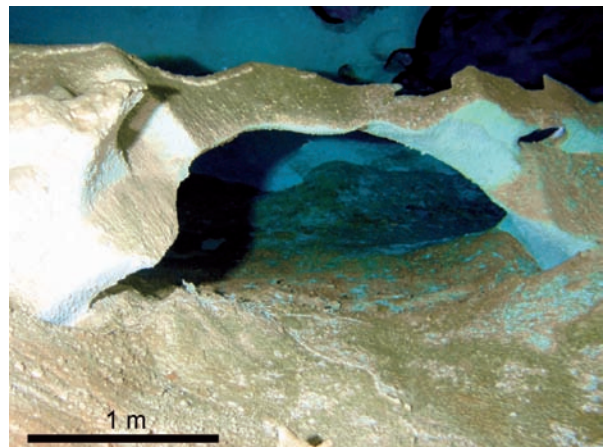


Figura 10: Pont generat dins les fàcies d'escull de la cavitat. Sector Antic. (Foto F. Gràcia).

Figure 10: Bridge within the reef facies of the cave. Antic Sector. (Photo F. Gràcia).

### Regates de corrosió (*corrosion notches*)

Es tracta de solcs horitzontals a les parets de roca, que s'han format per la corrosió a una zona d'haloclines (Fig. 12). El fet de que no coneixem cap cova litoral de Mallorca a on aquest fenomen es produeixi actualment en superfície, juntament amb l'observació de regates actualment actives a diferents cavitats, fa que pensem que es generen principalment a les zones de mescla d'aigües.

A les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera es troben regates a -0,5; -1,4; -1,6; -2,2; -2,3; -2,7; -2,9; -3; -3,2; -3,3; -3,4; -3,5; -4,3; -4,4; -4,6; -5,4; -5,6 m.

A la cova Genovesa se n'han observat als -7,8 m i als -10,5 m associades a facetes i pentinades de roca

(GRÀCIA *et al.*, 2003). També estan citades a la cova des Moro a +23,5 i +23,9 m (TRIAS, 2000). Se n'han trobat a la cova des Coll aproximadament a uns -3 m respecte del nivell actual de la mar; altres cotes de regates menys importants s'han localitzat a -0'5 m (galeria de les Formacions i galeria del Segon Pou) i a -2'2 m (galeria dels Encomanats a Déu), ambdues pertanyen al sector del Patatús. Estan associades amb les morfologies

anomenades canals subverticals de dissolució o "pen-tinades de roca" (GRÀCIA *et al.*, 1997; GRÀCIA *et al.*, 2005; MERINO, 2006). A la cova de sa Gleda algunes de les existents són regates ben marcades i molt clares (GRÀCIA *et al.*, 2007). És un dels llocs més evidents pel que fa la seva importància en la gènesi de les cavitats litorals. La localització més bona és la que es troba al llarg de més de 150 m de la galeria més central de les



Figura 11: Facetes associades generalment a les regates de corrosió. Segueixen les galeries longitudinalment fins assolir centenars de metres. Sector de les Grans Sales. (Foto M. A. Perelló).

Figure 11: Solution facets generally associated with corrosion notches. They follow the galleries lengthwise reaching hundreds of metres in length. Grans Sales Sector. (Photo M. A. Perelló).

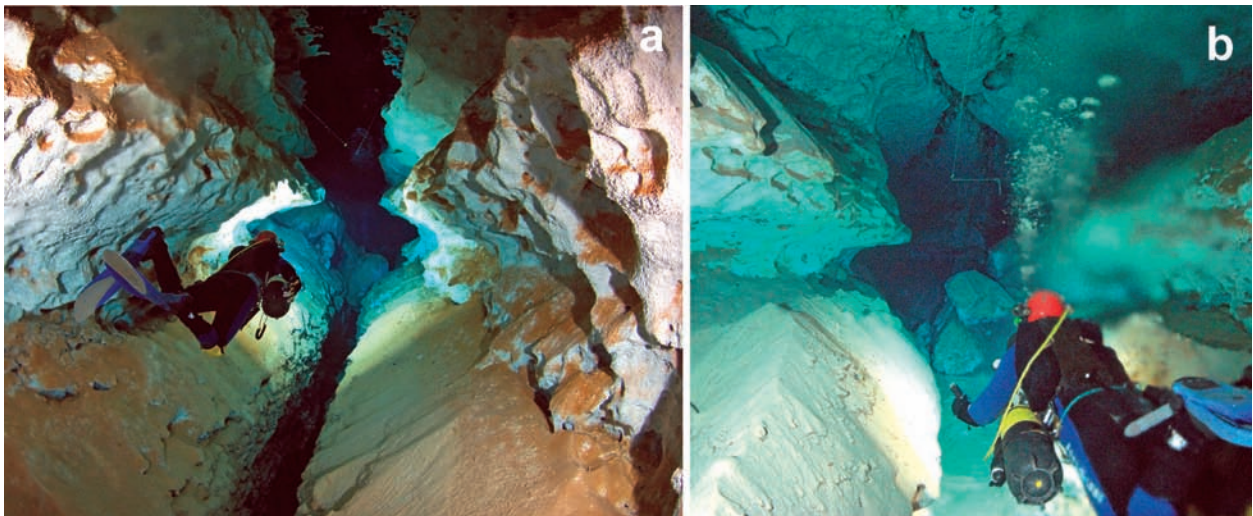


Figura 12: Regates de corrosió a la part inferior d'una galeria de control estructural tectònic. Sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos Antoni Cirer i J. Pocovi).

Figure 12: Corrosion notches in the upper part of a tectonic structural-controlled gallery. (Gregal Subaquatic Sector). (Photos J. Pocovi).

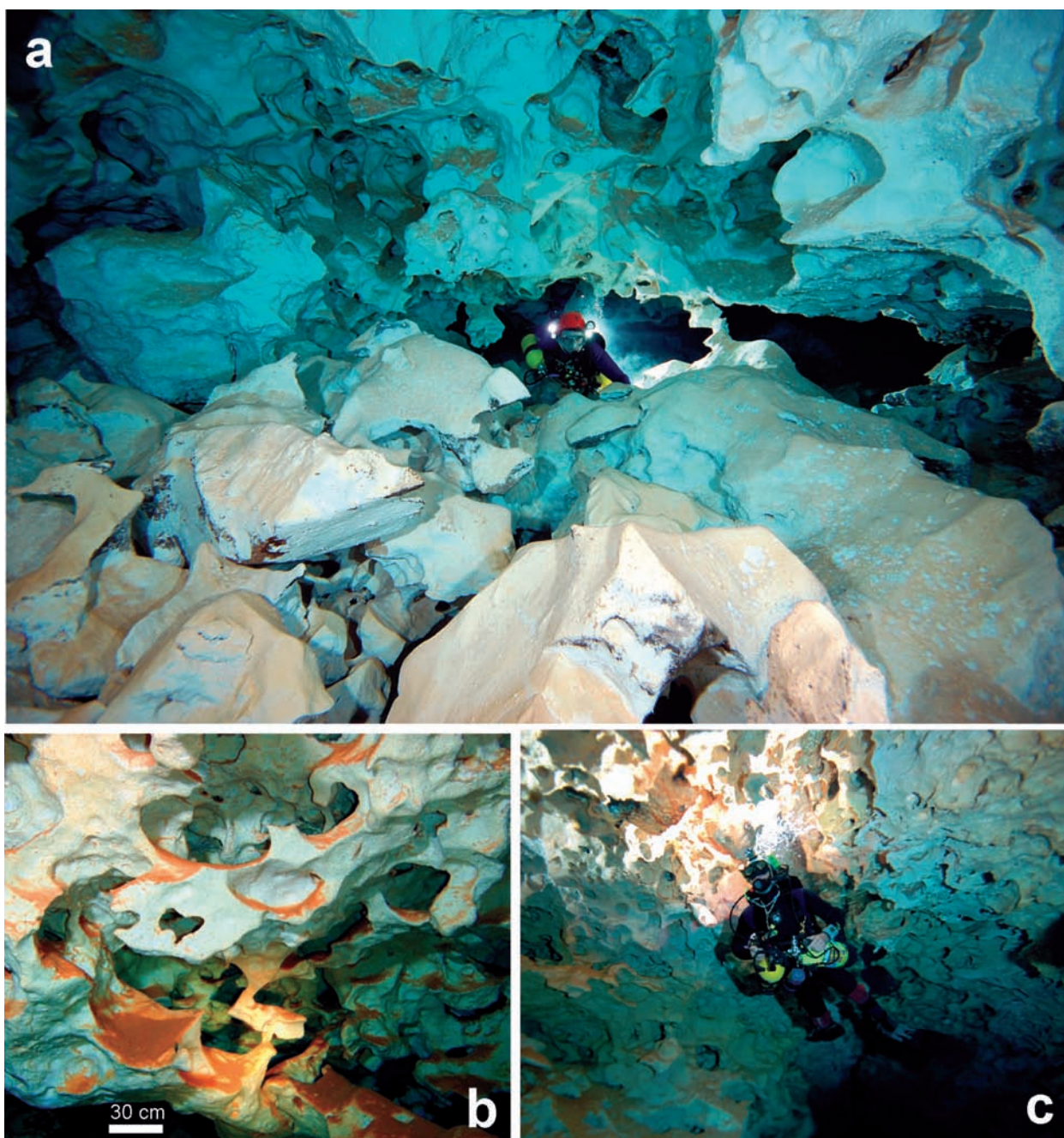


Figura 13: Morfologies esponjiformes que generen un aspecte caòtic, de roca corcada, plena de sortints i forats, de molt diferents mides i formes. a) i b) Sector Subaquàtic de Gregal. c) Sector Antic. (Fotos M. A. Perelló).

Figure 13: Spongework which show a chaotic aspect, full of edges and holes, with many different forms and sizes. a) and b) Gregal Subaquatic Sector. c) Antic Sector. (Photos M. A. Perelló).

galeries de les Haloclines, a la cota d'entre -13,5 i -14 m, i penetra a les parets i espeleotemes entre 0,3 m i 1 m. La regata, molt marcada i horitzontal, ha afectat per igual a la roca mare de les parets i als espeleotemes. Vàries columnes han estat seccionades per la dissolució de l'aigua a la franja corresponent a aquesta regata. També han afectat entre d'altres espeleotemes un gran massís estalagmític, envoltat per aquest solc perfecte. La regata continua per les dues parets d'una àmplia galeria, estant associada a la gènesi d'alguns tupins i galeries iniciadores. En alguns llocs se situen per davall facetes associades. Curiosament la roca rogenca de tota la galeria és de gran duresa i presenta molt poques

morfologies de corrosió llevat de les que ara comentam. Per contra, les altres galeries veïnes, amb profusió de morfologies de dissolució, tenen la roca en avançat estat de corrosió i no posseeixen regates.

#### Morfologies esponjiformes (*spongework*)

A escala de mesoformes, denominam morfologies esponjiformes a les zones de les galeries o sales amb elevada densitat de morfologies de corrosió de mida més petita, com són els penjants, esperons, columnes de roca, tupins de paret i sostre, pinacles, conductes se-

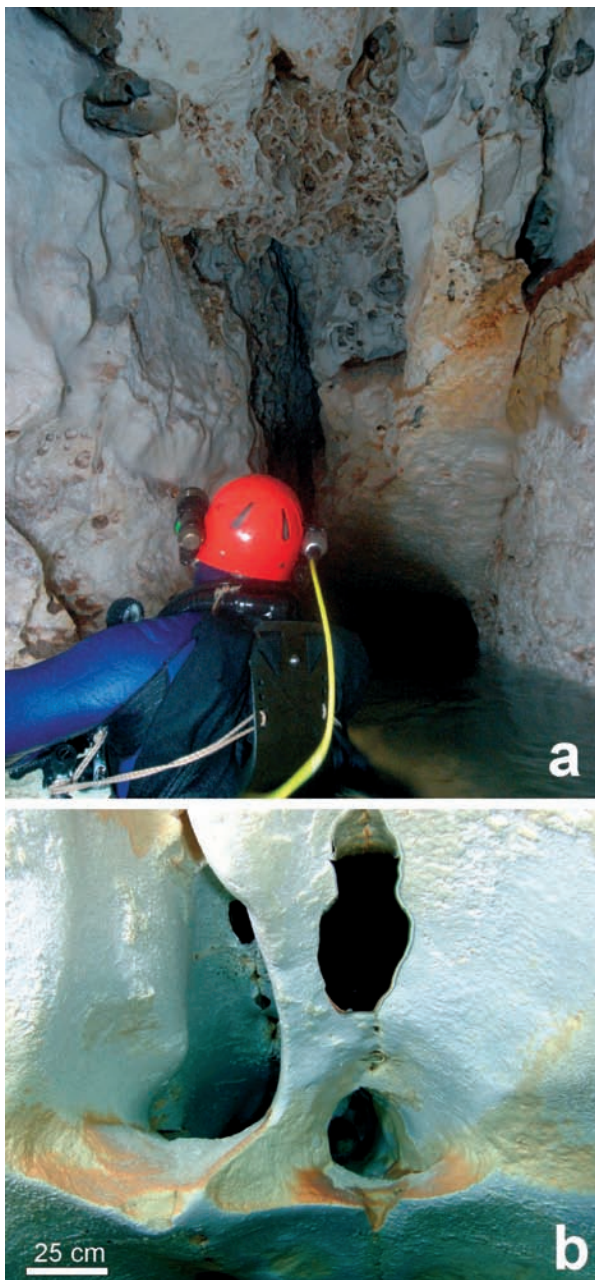


Figura 14: Conductes seminals o iniciadors, amb una amplària de reduïdes dimensions que impedeixen la penetració, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables. a) galeria Miquel Àngel Barceló. b) galeria Jaume Damians. (Sector Subaquàtic de Gregal). (Fotos J. Pocoví i F. Gràcia).

Figure 14: Nascent or initiator conduits, with a width of reduced dimensions that impede penetration, although they can reach lengthwise considerable development. a) gallery Miquel Àngel Barceló. b) gallery Jaume Damians. (Gregal Subaquatic Sector). (Photos J. Pocoví i F. Gràcia).

minals, envans de dissolució, arcs o altres mesoformes i microformes (Fig. 13). Globalment adquireixen així un aspecte caòtic, ple de sortints i forats, de molt diferents mides i formes. La seva localització és molt general, ja que pot trobar-se per tot arreu, sigui sostre, parets o terra de galeries i sales. En el cas de la cova des Pas de Vallgornera presenta zones amb gran riquesa de morfologies espongiformes, de forma general sempre a les zones de fàcies de front d'escull o amb clapes de

creixement coral·lí dins les fàcies de lagoon extern. En funció d'aquesta distribució, el sector Antic i les zones més properes a la sala Que No Té Nom són els llocs a on són més presents, en molts de casos recobertes i amagades per espeleotemes. Als llocs delimitats amb clapes de coralls dins el lagoon extern són també molt abundants i la seva existència és una de les evidències de que ens trobam precisament dins d'una clapa d'aquestes característiques. La seva gènesi està relacionada amb la dissolució diferencial que presenten les masses de coralls d'aragonita en relació a la calcita constituent de la matriu calcarenítica envoltant, de forma que es generen gran quantitat de forats intercomunicats de diferents mides. En aquests casos la importància de la dissolució i desmantellament d'envans és totalment secundària. La galeria Grup Nord de Mallorca o alguns laterals al Nord de la galeria Jaume Damians i Miquel Àngel Barceló presenten zones amb clapes de coralls i morfologies espongiformes.

En algunes galeries de control estructural tectònic, la part superior pot presentar morfologies espongiformes. Tanmateix, com a concepte d'unió i abundància local d'altres morfologies a escala de mesoformes i microformes, es poden definir com a morfologies espongiformes dins la fàcies de lagoon extern, especialment a una zona d'elevada presència de penjants, arcs, envans de dissolució, ponts, pinacles i esperons producte de la destrucció i desmantellament progressiu d'envans.

A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007), algunes zones de les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemecs i alguns indrets de la galeria de les Còniques i de la galeria Cinc-cents es poden incloure en aquesta tipologia. Curiosament, algunes galeries presenten aquestes morfologies mentre que en altres galeries molt properes hi falten totalment. A la cova des Coll es troben repartides a molts d'indrets de tots els sectors (GRÀCIA *et al.*, 2005). Al sistema Pirata-Pont-Piqueta, a les zones subaquàtiques, poc afectades per processos d'esfondrament són abundants (GRÀCIA *et al.*, 2006).

## MICROFORMES

Englobam dins del grup de microformes a totes aquelles morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric.

## Conductes seminals o iniciadors

Els conductes seminals o iniciadors corresponen a tot aquell conjunt de formes amb una gran variabilitat que corresponen a l'estadi previ a la formació d'autèntiques galeries, fet que es produeix per la continuació dels processos de corrosió i coalescència de conductes. L'aparença és de galeries freàtiques de control estructural o bé galeries freàtiques de secció circular però, per les seves reduïdes dimensions no són penetrables per a l'home, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables (Fig. 14). A la cova es poden observar repartides per tots els sectors. A les altres cavitats de la part oriental de Mallorca són també molt abundants, excepte als llocs a on es troben les sales i galeries d'esfondrament.

### Morfologies espongiformes (*spongework*)

Estan formades per un conjunt pròxim d'irregularitats (forats, concavitats, protuberàncies, anells, tubs i altres) presents a la volta, parets o pis i que de vegades formen una vertadera randa de pedra. Aquestes microcavitats intercomunicades de diferents mides i formes es produeixen per la diferent dissolució de la roca en aigües estancades (BRETZ, 1942).

La zona sotaiguada de la cova des Pas de Vallgornera és molt pobre en aquestes morfologies a escala de microformes. A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) es troben a la galeria del Flux, entre -9 i -11 m, segurament amb una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de salinitat inferior que circula per la zona. A la galeria del Flux és molt marcat el contrast entre zones del terra i el sostre amb *spongework* i d'altres sense morfologies de corrosió destacables. Llocs a on es troben abundants morfologies espongiformes en aquesta escala és a noves zones de la cova d'en Bassol. A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007) es troben a zones molt concretes de la galeria dels Degotissos, galeries de les Haloclines i de la galeria Cincents (en aquest cas sobre blocs caiguts). A la cova d'en Bassol (GRÀCIA *et al.*, 2007) són molt abundants i espectaculars a una zona de control estructural estratigràfica que ha estat trobada en temps recents. La cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b) presenta aquesta morfologia molt desenvolupada en zones concretes de la sala d'Entrada i començament de la galeria Negra. A la cova de s'Abisament, les morfologies espongiformes són les formes de corrosió més característiques de la sala dels Alveòls (que afecten al sostre, parets i trespol) i de la sala dels Degotissos i únicament es troben un cop passat el pas de l'Haloclina (GRÀCIA *et al.*, 2006).

### Arcs (*archs*)

Els arcs són de mida més petita que els ponts. Es generen per la dissolució progressiva d'altres morfologies, com són els envans de dissolució, penjants, esperons, columnes de roca, pinacles, nínxols de paret, entre

d'altres (Fig. 15). Per coalescència d'arcs es poden arribar a convertir en arcs més grans o fins i tot en ponts. Són especialment abundants als sectors de la cavitat de fàcies de front d'escull o d'escull en clapes. És freqüent la presència d'arcs propers entre ells.

És una morfologia molt freqüent a la cova des Pas de Vallgornera. S'han localitzat abundants arcs a la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005), al Sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006) i a la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007).

### Pinacles (*Cers*)

Equivalen a l'invers dels penjants, ja que parteixen del terra i ascendeixen de cap al sostre (Fig. 16). Solen ésser molt menys freqüents que no pas els penjants. Es generen a partir de la corrosió dels envans i de les columnes de roca, en quedar-se aïllats del sostre per dissolució progressiva. Als primers estadis evolutius, en cas de procedir d'envans, tenen forma allargada, en ocasions de longitud considerable. També poden provenir d'altres morfologies, com arcs i ponts.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben per tot arreu, encara que són espectaculars alguns del que es troben a la galeria Jaume Damians. N'hi ha a les fàcies de front d'escull i també a les fàcies de lagoon extern. En general són molt més espectaculars i de majors dimensions els que es troben a les fàcies de lagoon extern. A altres coves litorals de Mallorca com la cova de sa Gleda són poc habituals i n'hi ha alguns exemplars a les galeries de les Haloclines i a les galeries dels Gemecs (GRÀCIA *et al.*, 2007). A la cova des Coll són relativament abundants en llocs molt diversos de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2005).

### Esperons (*rocky jags*)

Podem incloure'ls dins el mateix grup que els penjants i pinacles, de fet es tracta de protuberàncies laterals d'ordre mètric. Es tracta per tant de prominències

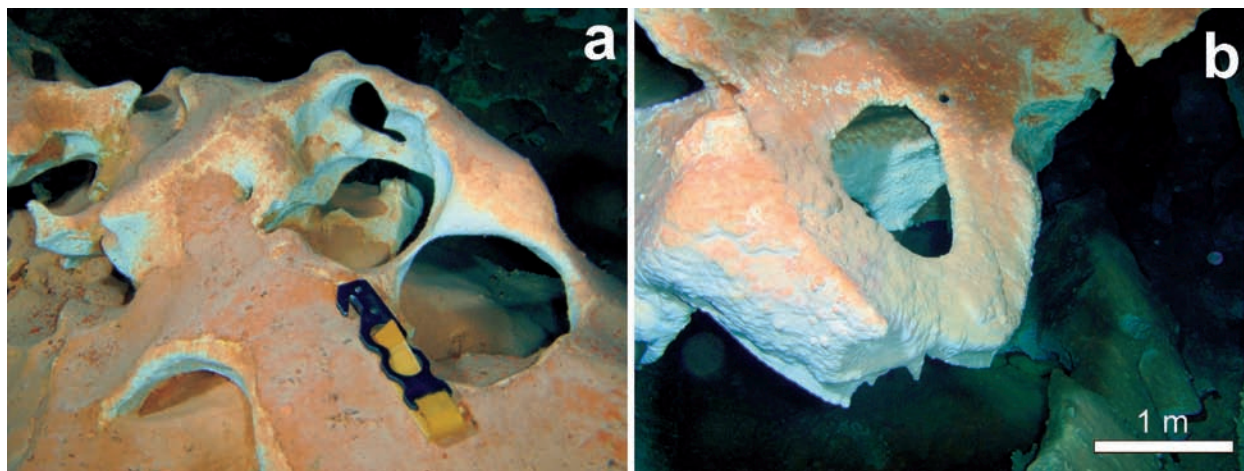


Figura 15: Els arcs són de mida més petita que els ponts i es generen per la dissolució progressiva d'altres morfologies. a) Galeria Jaume Damians (Sector Subaquàtic de Gregal). b) Sector Antic. (Fotos F. Gràcia).

Figure 15: Arches are smaller than bridges being generated by the progressive dissolution of other morphologies. a) Gallery Jaume Damians (Gregal Subaquatic Sector). b) Antic Sector. (Photos F. Gràcia).

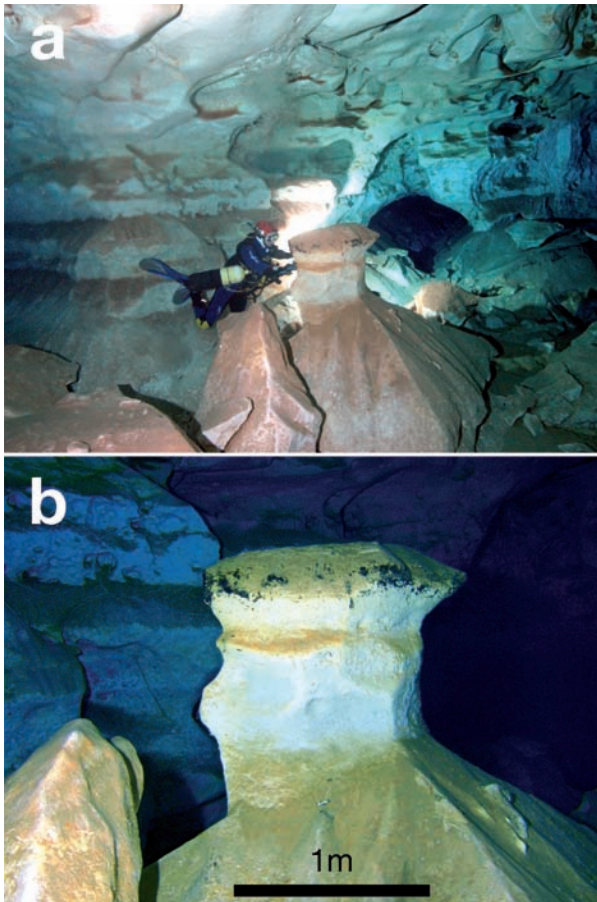


Figura 16: a) Pinnacle de la galeria Collonuda Sud. Sector Subaquàtic de Gregal. b) Detall del pinacle. S'aprecien restes de la regata i les facetes i solcs subverticals a la seva base. (Fotos J. Pocoví i F. Gràcia).

Figure 16: a) Cer (pinnacle-like rock projection) in the gallery Collonuda Sud. Gregal Subaquatic Sector. b) Detail of the cer. The remains of the corrosion notch and solution facets with sub-vertical grooves can be appreciated at its base. (Photos J. Pocoví i F. Gràcia).



Figura 17: Esperó del sector Subaquàtic de Gregal. Són prominències laterals generades sovint a partir de l'evolució de la dissolució progressiva de ponts, arcs i envans desmantellats parcialment o total. (Foto J. Pocoví).

Figure 17: Rocky jag in the Gregal Subaquatic Sector. They are lateral prominences often due to the evolution and progressive dissolution of bridges, arches and partitions partially or totally dismantled. (Photo J. Pocoví).



Figura 18: Penjants de la galeria Jaume Damians procedents d'antics envans separadors de galeries paral·leles (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto J. Pocoví).

Figure 18: Rock pendants in the gallery Jaume Damians originating from old partitions between parallel galleries (Gregal Subaquatic Sector). (Photo J. Pocoví).

laterals generades sovint a partir de l'evolució de la dissolució progressiva de ponts, arcs i envans desmantellats de forma parcial o totalment (Fig. 17).

A la cova de sa Gleda s'han observat també generats per corrosió diferencial a partir de bretxes. Són freqüents a totes les galeries, encara que abunden a les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemecs, laterals de la Galeria Cinc-cents i de la galeria de les Còniques (GRÀCIA *et al.*, 2007). A la cova des Coll són molt més abundants i generalment relacionades amb antics envans (GRÀCIA *et al.*, 2005).

### Penjants (rock pendants)

Les seves mides van de dimensions d'ordre de centímetres a metres, i tal com indica el seu nom pegen del sostre (Fig. 18). Hi ha diferents mecanismes generadors de penjants. Per una banda hi ha els penjants procedents d'antics envans que són de forma allargada. També n'hi ha producte de la dissolució i separació de columnes de roca. Un altre tipus de mecanisme formatiu és la corrosió diferencial al sostre de sales i galeries.



Dins aquest darrer mecanisme n'hi ha relacionats amb corrents d'aigua, en ocasions de diferents densitats. En general, aquest tipus de penjants és de dimensions més reduïdes i se solen presentar associats.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben a les dues fàcies repetidament esmentades, tant de front d'escull i com d'escull en clapes, com a les fàcies de lagoon extern. En el segon cas procedeixen gairebé sempre d'envans desmantellats. La seva mida és de majors dimensions que els que es formen dins la fàcies de front d'escull. Són molt abundants a la galeria Jaume Damians i a la galeria Collonuda Sud. Alguns d'ells es veuen afectats per regates de corrosió, que en alguns casos han tallat horitzontalment el penjant de forma espectacular. N'hi ha que es troben paral·lels a una mateixa secció de la galeria per procedir d'envans dissolts parcialment i dels quals només en queden alguns vestigis.

En altres coves de Mallorca com la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) s'han trobat a la galeria del Flux, amb una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de salinitat inferior que circula per la zona. Els penjants més comuns, són també molt característics en altres galeries, com la galeria dels Espectres, que rep aquest nom precisament per la presència de penjants procedents d'antics envans, a on la silueta de la formació, vista d'enfora, adquireix un aspecte fantasmagòric.

A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007) n'hi ha alguns de gran mida, que superen els 1,5 m, que semblen restes de columnes de roca o envans al circuit dels Pirates. Els més espectaculars, producte de dissolució diferencial, es localitzen a la galeria Cinc-cents, uns 50 m passada la galeria de les Plomes. Altres zones amb abundants penjants, entre d'altres moltes morfologies de corrosió, es troben a les galeries de les Haloclines en forma de punxes llargues i esmolades a una zona que per la posició de les haloclines i l'estat de la roca semblen en procés actiu de formació. A la cova de sa Gleda hem observat que abunden els penjants generats a zones localment de bretxes, a partir de clastos d'ordre de centímetres i mètrics, els quals per corrosió diferencial sobresurten de forma molt marcada del sostre. Aquest tipus de penjants generats per la presència de bretxes són habituals a la galeria més oriental de les Haloclines i a les galeries dels Gemecs i part final de la galeria Cinc-cents, a on assolixen mides espectaculars.

### Concavitats poc marcades (*subdued pockets*)

Es tracta de depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars centimètriques que s'endinsen poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat (Fig. 19). Es presenten recobrint superfícies extenses de les parets i sostres de galeries i sales. Tal i com diu en MERINO (2006), en secció vertical la forma s'assembla a una mitja lluna, amb la part còncava més inferior, amb fort pendent, coberta de fins dipòsits de sediment, que li donen un típic color vermellós. Es poden considerar un estadi evolutiu previ als tupins. Per evolució aquestes formes de corrosió poden entrar en coalescència, i s'arriben a individualitzar estretes seccions de roca, que a mode de cresta separen concavitats majors. En alguns indrets s'observa una evi-

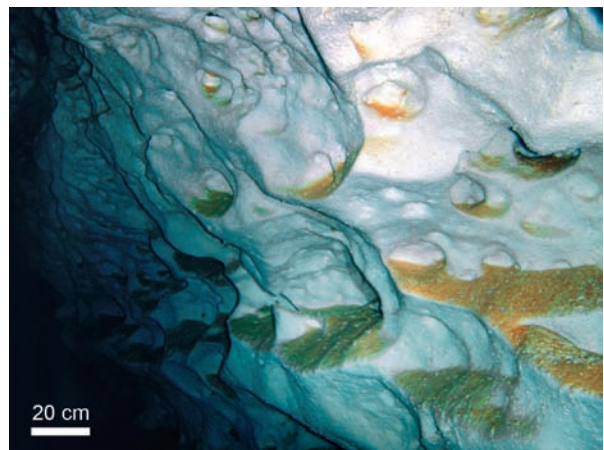


Figura 19: Concavitats poc marcades. Es tracta de depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars centimètriques que s'endinsen poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. (Foto F. Gràcia).

*Figure 19: Subdued pockets. They are shallow centimetric semi-spheric, elliptic or irregular depressions. Their width is always greater than their depth. (Photo F. Gràcia).*

dent alineació horitzontal de les files de concavitats que podria ésser conseqüència d'una estabilització d'una zona d'haloclines que originés aquestes formes de dissolució. Segons MERINO (2006), aquesta s'assembla per la morfologia a les facetes, de les quals podria representar un primer estadi evolutiu.

A la cova des Pas de Vallgornera són especialment abundants, encara que la seva presència sol ésser habitual a totes les coves litorals del Llevant i Migjorn de Mallorca, per la qual cosa no feim menció especial.

### Tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)

Petits clots semiesfèrics circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilin-



Figura 20: Tupí de paret del sector de les Grans Sales. Són petits clots semiesfèrics circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilindres. (Foto F. Gràcia).

*Figure 20: Wall pocket in the Grans Sales Sector. They are small centimetric semi-spheric depression that sometimes form cylinders following the rock. (Photo F. Gràcia).*

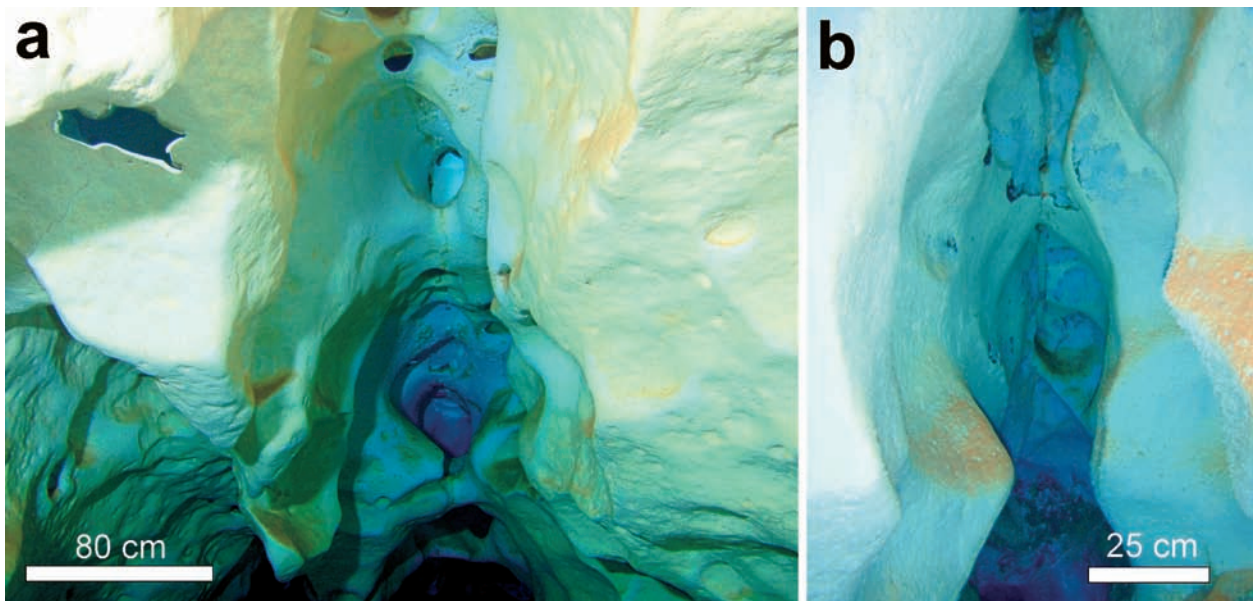


Figura 21: Cúpules de corrosió. Depressions situades al sostre de la cavitat, de formes semiesfèriques, circulars o allargades. Poden penetrar en forma de tubs dins la roca o també es troben superposades entre sí, formant figures complexes. a) i b) Sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia).

Figure 21: Solutional cupolas. Depressions in the cave roof of semi-spherical or irregular forms. They can hollow tubes in the rock or they are also found superimposed, forming complex features. a) and b) Gregal Subaquatic Sector. (Photos F. Gràcia).

dres (Fig. 20). És freqüent que presentin coalescències o dependències (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). Segons la localització espacial a les sales i galeries cal puntualitzar si són de parets, sostre i pis (*wall pockets*, *ceiling pockets* i *floor pockets*). Es troben escampats per tots els sectors de la cavitat, tant terrestres com subaquàtics. També hi són, tant a les fàcies de front d'escull com de lagoon, encara que són molt més nombroses a la primera, possiblement per la dissolució preferencial de les masses de corall de composició aragonítica, per la qual cosa serien generats en

quedar buida la zona ocupada per una colònia de corall. És freqüent observar el buit del tupí, del qual sorgeixen mol·luscs perforadors de la roca, com és el cas de *Lithophaga*, els quals es trobaven a l'interior dels coralls. Són morfologies abundants a totes les cavitats.

#### Cúpules de corrosió (*cupolas*)

Depressions situades al sostre de la cavitat, de formes semiesfèriques, circulars o allargades. La seva mida va de decímetres a metres, i poden penetrar en forma de tubs dins la roca o també es troben superposades entre sí, formant figures complexes (Fig. 21). Les diaclasis poden condicionar la gènesi d'associacions de cúpules de secció d'arc gòtic. En la seva gènesi se suposa que tenen un paper important les aportacions d'aigua zenital que en contacte amb l'aigua freàtica condicionaria una zona corrosiva o bé la d'una gènesi hidrotermal. A les galeries sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera es localitzen algunes puntualment, encara que no són especialment abundants.

A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007) es troben encara de forma més esporàdica al sostre de la galeria de les Còniques, la galeria Cinc-cents, entre d'altres llocs. Tanmateix s'han de documentar i estudiar la seva presència a les cavitats més intensament.



Figura 22: Nínxols de paret a la galeria Miquel Àngel Barceló (Sector Subaquàtic de Gregal). Són concavitats de mida superior als tupins, amb el pis generalment pla o lleugerament irregular, d'ordre mètric a centimètric situades a les parets de les galeries o sales. (Foto J. Pocovi).

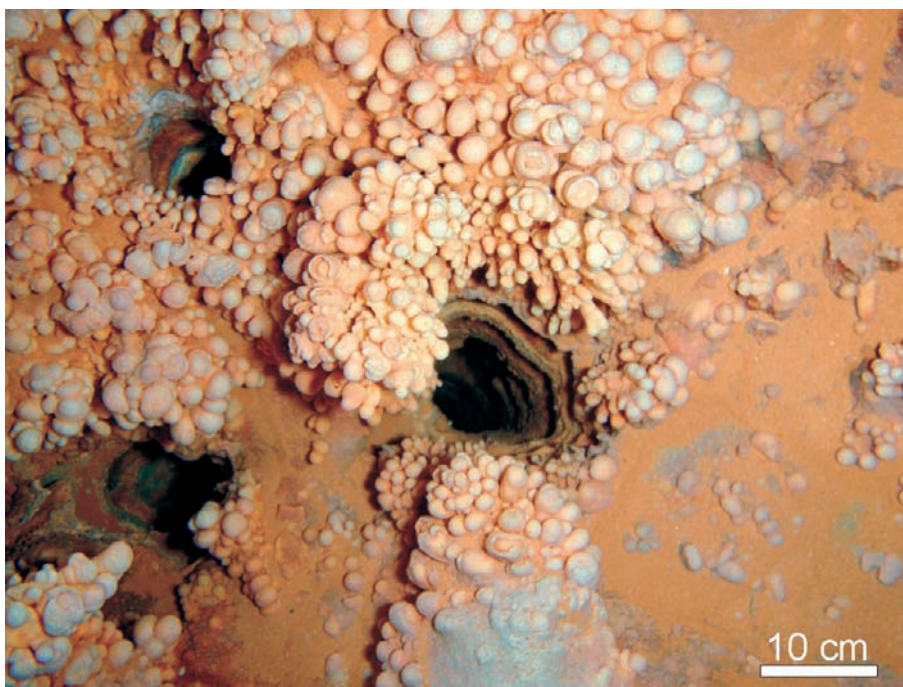
Figure 22: Wall niches in the gallery Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). They are concavities larger than wall pockets, with a generally flat or slightly irregular floor, of a metric to centimetric order situated in the walls of the galleries or chambers. (Photo J. Pocovi).

#### Nínxols de paret (*wall niches*)

Són concavitats amb el pis generalment pla o lleugerament irregular, d'ordre mètric a centimètric situades a les parets de les galeries o sales. En ocasions es poden confondre amb els tupins (Fig. 22). Nosaltres som partidaris de limitar aquest nom de nínxols de paret, a les morfologies que assolixen una mida superior als 60

Figura 23: Pouets de dissolució de la galeria Endavant les Atxes a on són extraordinàriament abundants (sector Subaquàtic de Gregal). La seva morfologia és de pous cilíndrics, que semblen perforacions artificials, que es presenten al terra de galeries i sales. (Foto F. Gràcia).

Figure 23: Dissolution pits in the gallery Endavant les Atxes where they are unusually abundant (Gregal Subaquatic Sector). Their morphology is of cylindrical pits that resemble artificial perforations, which are found on the floors of galleries and chambers. (Photo F. Gràcia).



cm d'amplària i almenys 40 cm de fondària i alçària, amb el pis de tendència plana i a les altres incloure-les als tupins, ja que a nivell pràctic és molt difícil distingir-les. Els nínxols, en superar unes certes dimensions (uns 2 m de diàmetre) entrarien ja en la categoria de cambres freàtiques circulars.

Es troben a les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera escampades en diferents zones i a tots els sectors, encara que són més abundants dins la façies de front d'escull. Han estat localitzades a gairebé totes les cavitats amb importants continuacions subaquàtiques de Mallorca.

### Pouets de dissolució

Segons MERINO (2006), aquestes morfologies són unes estructures a modus de pous marcadament cilíndrics, tant que semblen perforacions artificials, que es presenten al terra de galeries i sales (Fig. 23). Els pous arriben a adquirir fondàries excepcionals en relació al diàmetre. Així, es va mesurar per un de 12 cm de diàmetre, una fondària de 3,80 m. S'ha de remarcar que l'alçària del sostre en aquests llocs generalment és relativament petita.

A les zones subaquàtiques se n'han trobats amb alçàries inferiors als 2 m. La gènesi d'aquesta morfologia està relacionada amb aigües molt agressives sota-saturades que dissolen la roca. Com és evident s'han generat en un període vadós de les galeries. Al voltant de les voreres del pouets i degut a un procés de percolació, se solen formar espeleotemes coral·loides.

Els pouets localitzats per davall de les aigües freàtiques es presenten generalment en grups de dos a deu pouets, separats per distàncies que van dels pocs mil·límetres fins als 60 cm, encara que s'han observats conjunts que superen les 20 unitats situades en una superfície de 4 m<sup>2</sup> i el terra entapissat per gran quantitat de coral·loides. Tanmateix la distribució, en funció

del degoteig de l'aigua que prové del sostre, és anàrquica, ja que fins i tot se n'han trobat en diversos llocs pouets fusionat entre si, o separats per envans de pocs mil·límetres. També els pouets trobats sota l'aigua estan associats generalment amb espeleotemes coral·loides que els envolten, en ocasions molt ramificats. Aquest tipus d'espeleotema sembla generar-se amb més facilitat just a les voreres dels pouets. Algunes de les zones a on són més abundants estan associats amb la presència de vermuculacions. En alguns casos s'observa que els pouets poden arribar a travessar blocs caiguts, per prosseguir la seva progressió vertical cap al terra.

A la cova des Pas de Vallgornera se n'han trobat sota l'aigua pràcticament per tots els sectors, encara que són especialment abundants al sector Subaquàtic de Gregal, i dins aquest a les galeries Miquel Àngel Barceló, galeria Endavant les Atxes i galeria Jaume Damians.

És una morfologia que no ha estat documentada d'altres cavitats subaquàtiques de Mallorca, encara que és abundant també a les zones terrestres de la cova des Pas de Vallgornera.

### Canals subverticals de dissolució (rock combs)

Són morfologies associades i sobreposades, encara que no sempre presents, a les facetes (Fig. 24). A les coves litorals de Mallorca varen esser anomenades per primera vegada a GRÀCIA *et al.*, (1997) com a "pentinades de roca". També varen esser descrites per MERINO (2000) que les definia com a canalets en forma de ventall. Amb l'objecte d'homogeneïtzar i sistematitzar la morfologia es va decidir emprar el terme de canals subverticals de dissolució per englobar els dos subtipus, encara que les pentinades de roca presenten els canals més amples i pregons, mentre que els canalets en formacions de ventall són poc profunds i la distància entre crestes és menor.

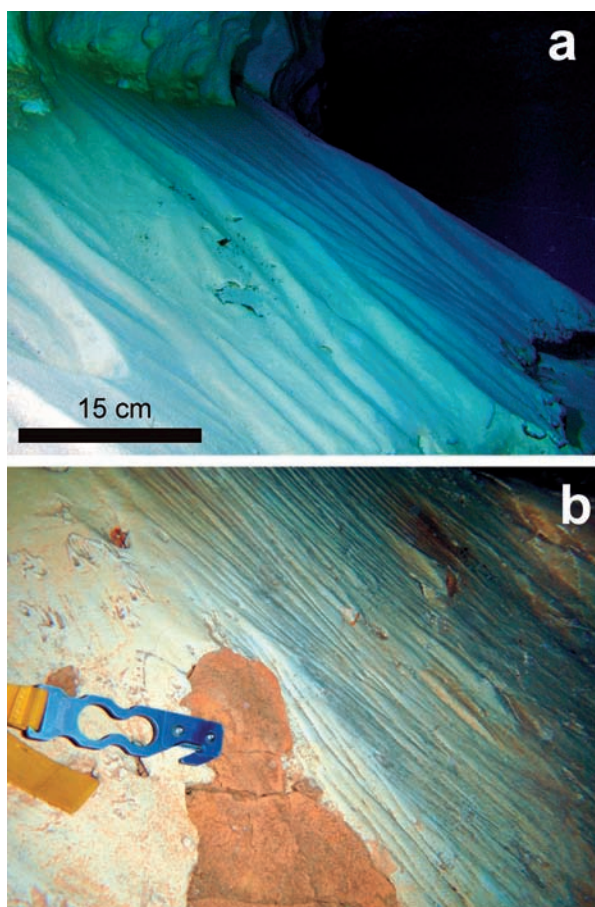


Figura 24: Canals subverticals de dissolució de diferents mides al sector Subaquàtic de Gregal. Es troben associats i sobreimposats a les facetes. (Fotos F. Gràcia).

Figure 24: Rock combs of different sizes in the Gregal Subaquatic Sector. They are found joined to or superimposed with solution facets. (Photos F. Gràcia).

A les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera són freqüents els canalets, mentre que les "pentinades de roca" són molt poc presents.

A la cova des Coll les crestes són especialment marcades i no superen els 20 cm d'alçària entre les valls i les crestes. A la cova Genovesa se n'han observat a diferents sales i galeries, desenvolupades entre -7,8 i -8,7 m (alçada facetes 0,9 m) i entre -10,5 i -11,1 m (alçada facetes 0,6 m). A la cova des Coll es troben localitzades a la galeria de les Formacions, galeria del Segon Pou i molt poc evidents a la galeria dels Encomanats a Déu (sector del Patatús). A la cova estan en una cota de fondària que va dels -3 a -4'3 m (les regates de corrosió es troben entre -2'5 i -3 m). En pocs casos es troben en dos nivells superposats (entre -0'7 i -1'2 m).

#### Solcs de desgasificació (*bubble trails, rising wall channels*)

Són canals ascendents de dissolució de tipus hipogènic, en el sentit que KLIMCHOUK (2007) dona a aquest terme en relacionar-lo amb una recàrrega d'origen profund, no meteòric (Fig. 25). Es tracta

d'evidències que apunten cap a la implicació de processos d'espeleogènesi hipogènica com tracta GINÉS *et al.* (2008 i 2009a) per a les zones internes de la cavitat: en les galeries del sector de Gregal, així com en altres parts de la cova, sovintegen uns curiosos canals ascendents de molt diverses mides que fins a alguns decímetres d'amplada, i en ocasions de fins i tot més d'un metre de longitud, que discorren verticalment per les zones sobrepomades de les parets de les galeries. Freqüentment tenen el seu inici en petitíssims orificis o esclatxes de la paret situades dins concavitats alveolars de centímetres a decímetres o, en el cas dels canals més grans, arrenquen d'estrets conductes de tan sols alguns centímetres que semblen correspondre's amb fenòmens de dissolució freàtica antigravitatòria, en la línia dels *rising wall channels* documentats per KLIMCHOUK (2007) en descriure l'associació de formes que aquest autor denomina sota el terme *Morphological Suite of Rising Flow*. Les morfologies observades consisteixen en canals de dimensions que van des del mil·límetre fins a diversos centímetres de diàmetre; cap a dalt, aquestes formes ascendents van perdent de forma gradual amplada i fondària, fins a la seva total extinció.

Els solcs observats a les zones sota les aigües dels sectors estudiats es troben en ocasions disposats en forma paral·lela. Sovintegen els que parteixen de tupins o concavitats poc marcades de les parets, encara que també n'hi ha que sorgeixen de petits porus de la roca assolint densitats molt elevades per una determinada superfície de paret. Freqüentment presenten fenòmens de coalescència de forma lateral o més sovint per captura ascendent d'un altre solc. Els més espectaculars parteixen de fractures de gairebé dos metres de les quals sorgeixen nombrosos canals, en ocasions amb fenòmens de coalescència dels solcs, especialment poc després de la sortida de la fractura. La seva localització a les parets pot trobar-se a qualsevol cota i posició, ja que n'hi ha que sorgeixen de la base de la paret, per damunt de les facetes o bé a les zones més properes al sostre. A les galeries sotaiguades s'han detectat solcs als propis penjants, el que ens situaria l'activitat dels solcs en un període anterior a la dissolució de l'envà.

Algunes d'aquestes morfologies són similars als *bubble trails* descrits per PALMER (2007) consistents en canals originats per l'alliberament de gasos ( $\text{CO}_2$  o  $\text{H}_2\text{S}$ , per exemple), que contribueixen a l'agressivitat de les aigües freàtiques seguint trajectòries ascendents; de moment, no existeixen indicis de que l'oxidació de  $\text{H}_2\text{S}$  sigui un procés actiu en aquesta cova. Segons GINÉS *et al.* (2008 i 2009a), els mecanismes espeleogènics concrets que podrien estar involucrats abraçarien des del refredament d'aigües termals, fins a l'aportació d'aigües amb elevats continguts de  $\text{CO}_2$  hipogènic, passant també per l'agressivitat derivada dels fenòmens de mescla entre l'aqüífer meteòric som i la recàrrega profunda hipogènica (DUBLYANSKY, 2000; KLIMCHOUK, 2007; PALMER, 2007). Un altre mecanisme geoquímic implicat podria ser la generació de  $\text{CO}_2$  com a resultat de l'oxidació de metà ( $\text{CH}_4$ ) d'origen profund; gas que ha estat reportat en pous amb aigües termals de la zona meridional de Mallorca (LÓPEZ, 2007). Precisament, l'existència d'anomalies geotèrmiques a l'aqüífer lliure de la plataforma de Lluçmajor, on s'han documentat

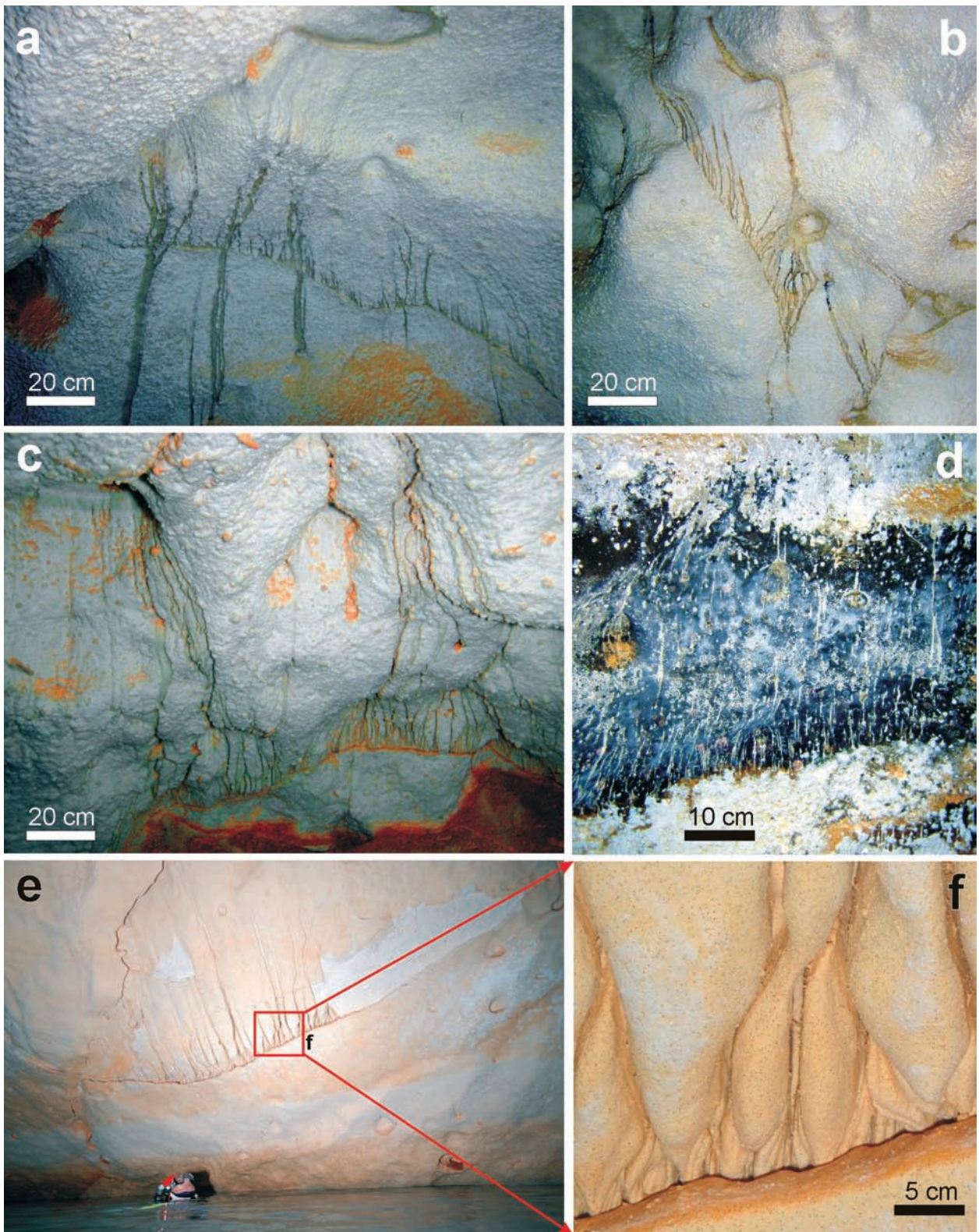


Figura 25: Solcs de desgasificació ascendents de gènesi hipogènica que van perdent amplada i fondària, fins a la seva total extinció. La seva amplària va de pocs mil·límetres fins a alguns decímetres i la longitud està compresa entre uns 20 cm i gairebé 2 m. Discorren verticalment per les zones extraplomades de les parets de les galeries. a), c), e) i f) solcs que tenen el seu inici en esclatxes. b) i d) solcs que parteixen de petitíssims orificis gairebé inapreciables. c), e) i f) solen presentar fenòmens de coalescència. Als sectors subaquàtics de la cavitats s'han trobat al sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia i M. A. Perelló).

Figure 25: Bubble trails or rising wall channels of a hypogenic origin which lose both width and depth upwards until they totally disappear. Their width ranges from a few millimetres to some decimetres and their length ranges from 20 cm to almost 2 m. They run vertically on the overhanging walls of galleries. a), c), e) and f) grooves that start in cracks. b) and d) grooves that start in almost inappreciable holes. c), e) and f) they usually are the result of merging individual forms. In the subaquatic sections they have been found in the Grans Sales Sector and the Gregal Subaquatic Sector. (Photos F. Gràcia i M. A. Perelló).

aigües termals amb temperatures de fins a 51,6° C (LÓPEZ *et al.*, 2004; LÓPEZ & MATEOS, 2006), vendria a sustentar la probable participació de l'espeleogènesi hipogènica en la configuració d'aquest gran sistema endocàrstic. Així mateix, les recents observacions efectuades a la cova Nova de Son Lluís (Porreres) apuntarien també al possible origen hipogènic d'aquesta cova, situada al límit septentrional de la plataforma de Lluçma-

jor però ja en materials calcaris del Mesozoic (GINÉS & GINÉS, 2006).

A les zones situades sota les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera s'han trobat els solcs de desgasificació al sector Subaquàtic de Gregal i al sector de les Grans Sales. Al primer dels sectors esmentats abunden a la galeria Jaume Damians i a la galeria Hidrotermal.

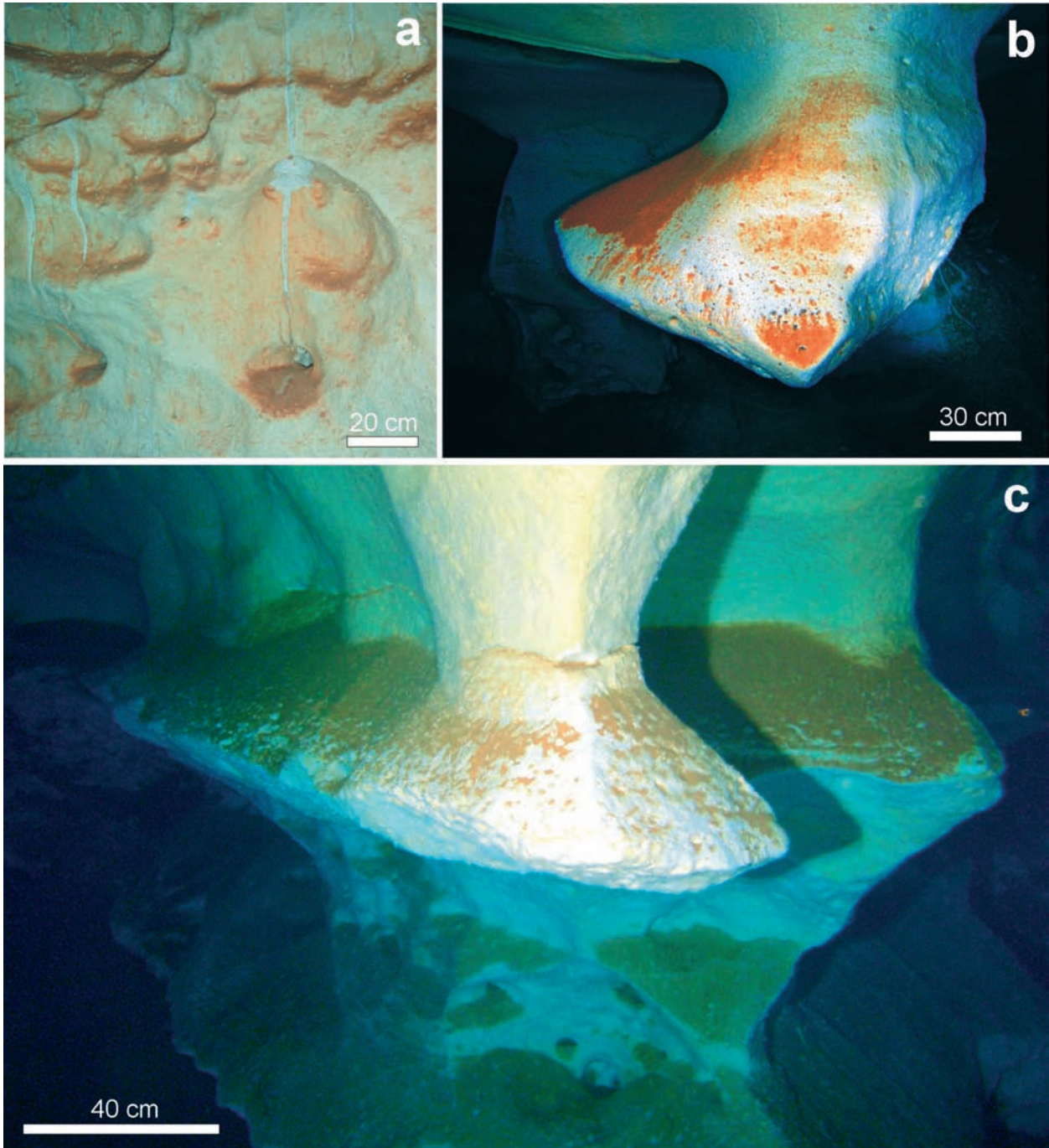


Figura 26: Exemples de la complexitat i superposició de morfologies de corrosió. a) Solcs de desgasificació, d'origen hipogènic que sorgeixen de concavitats poc marcades, comuns de morfologies generades a la zona de mescla d'aigües. b) Penjant a on s'aprecia una regata de corrosió i a la part superior alguns estrets solcs de desgasificació. c) Envà amb dos nivells de regates de corrosió i facetes. (Fotos F. Gràcia).

Figure 26: Examples of the complexity and superimposition of corrosion morphologies. a) Bubble trails, of a hypogenic origin, starting from small concavities that are common morphologies generated in the water-mixing zone. b) Rock pendants where corrosion notches are appreciable together with some narrow bubble trails carved in its upper part. c) Partition with two levels of corrosion notches and solution facets. (Photos F. Gràcia).

Figura 27: La litologia és en gran part responsable del tipus de galeries i morfologies presents a cada zona de la cavitat. a) Galeries sinuoses i de poc control estructural tectònic al sector Antic, que correspon a la fàcies de front d'esculls. b) Clapes d'escull, construccions coral·lines aïllades distribuïdes dins la fàcies de lagoon extern que determinen el mateix aspecte que les anteriors galeries. Galeria Jaume Damians (sector Subaquàtic de Gregal). c) Llargues i rectilínies galeries estructurals tectòniques dins les fàcies de lagoon extern. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto a M. A. Perelló, fotos b i c A. Cirer).

Figure 27: The lithology is mainly responsible for the types of galleries and morphologies found in each zone of the cave. a) Sinuous galleries of feeble tectonic structural control in the Antic Sector, which correspond to the reef front facies. b) Coral patches distributed within the external lagoon facies which determine an appearance similar to the reef facies galleries. Gallery Jaume Damians (Gregal Subaquatic Sector). c) Long and rectilinear tectonic-structural galleries within the external lagoon facies. Gallery Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). (Photo a M. A. Perelló, photos b i c A. Cirer).



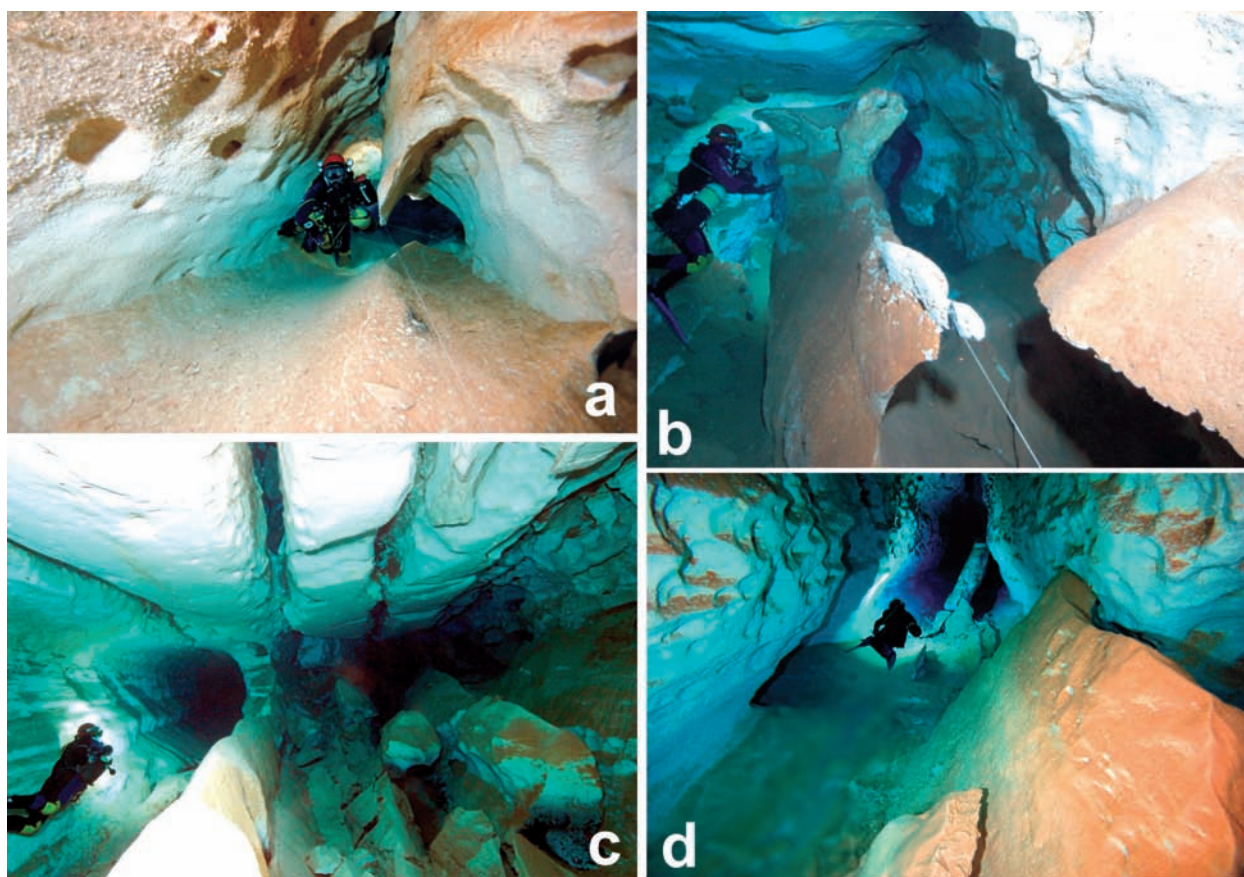


Figura 28: Evolució de galeries per coalescència d'envans. a) Galeria freàtica de secció circular a on s'aprecien les restes d'un envà que separava dues galeries de menor secció. Fàcies d'escull al sector Antic. b) Pinnacle i esperó generats per un antic envà dissolt a la part superior. Fàcies de lagoon extern. Galeria Jaume Damians (sector Subaquàtic de Gregal). c) Àmbit de gran volum procedent de la unió de galeries paral·leles per dissolució dels envans. Fàcies de lagoon extern. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). d) Restes d'envans caiguts al sector de les Grans Sales. Fàcies de lagoon extern. (Fotos a i d M. A. Perelló i b i c J. Pocovi).

Figure 28: Evolution of galleries following the merging of partitions. a) Circular cross-section phreatic gallery where the remains of a partition that separated two smaller galleries are appreciable. Reef facies in the Antic Sector. b) Cer and rock jag generated by an old partition dissolved in its upper part. External lagoon facies. Gallery Jaume Damians (Gregal Subaquatic Sector). c) Area of large volume following the merging of parallel galleries after the dissolution of partitions. External lagoon facies. Gallery Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). d) Remains of falling partitions in the Grans Sales Sector. External lagoon facies. (Photos a and d M. A. Perelló and b and c J. Pocovi).

## FORMES COMPLEXES I DISCUSSIÓ

Les diferents formacions primàries es presenten sovint imbricades i superposades a diferents escales de mida i de gènesi diferent (Fig. 26). Des del punt de vista de l'escala, globalment podem pensar que la cavitat, per ella mateixa correspon a la forma principal de corrosió; en aquest cas a escala quilomètrica, seria la *megaforma* (d'ordre quilomètric a hectomètric). En aquest cas aquesta megaforma, la cavitat, estaria formada per un conjunt de diferents galeries i sales que les podríem agrupar dins la consideració de *macroformes* (d'ordre hectomètric a decamètric). La galeria, considerada ella mateixa una forma de dissolució, podria presentar, a tall d'exemple, a ambdós costats, regates i facetes que serien considerades com a *mesoformes* (d'ordre decamètric a mètric) i que podrien estar situades sovint a diferents nivells. Les facetes a la seva vegada podrien presentar solcs subverticals sobreposats, en aquest cas parlariem de les *microformes* (d'ordre mètric a centimètric).

Un altre aspecte molt important en el desenvolupament de les formes de corrosió correspon a la litologia. La litologia, i més concretament donada la naturalesa

calcarenítica de la roca, la seva textura, és en gran part la responsable del control en el tipus de galeries i morfologies presents o predominants (GINÉS *et al.*, 2008 i 2009b) i de la seva distribució al llarg de les diferents zones de la cavitat (Taula 1). Podem generalitzar en el cas de la cova des Pas de Vallgornera dient que les galeries sinuoses, molt ramificades i de poc control estructural tectònic que es troben al sector Antic, van associades a la presència de les fàcies de front d'escull (Fig. 27). Les clapes de coralls, construccions coral·lines aïllades distribuïdes dins la fàcies de lagoon extern i de rere escull poden condicionar un aspecte similar a les anteriors galeries, però de forma aïllada com seria el cas que es dona en zones concretes del sector Subaquàtic de Gregal. La fàcies de lagoon extern amb una quasi nul·la porositat primària i travessada per un conjunt de diàclasis determina de la mateixa manera llargues i rectilínies galeries estructurals tectòniques al sector de les Grans Sales i sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 29).

L'excepcionalitat de la cova des Pas de Vallgornera amb el seu gran recorregut, associat a la variabilitat de fàcies de la roca mare on s'ha desenvolupat, possibilita la troballa de molts exemples que mostren i per tant,



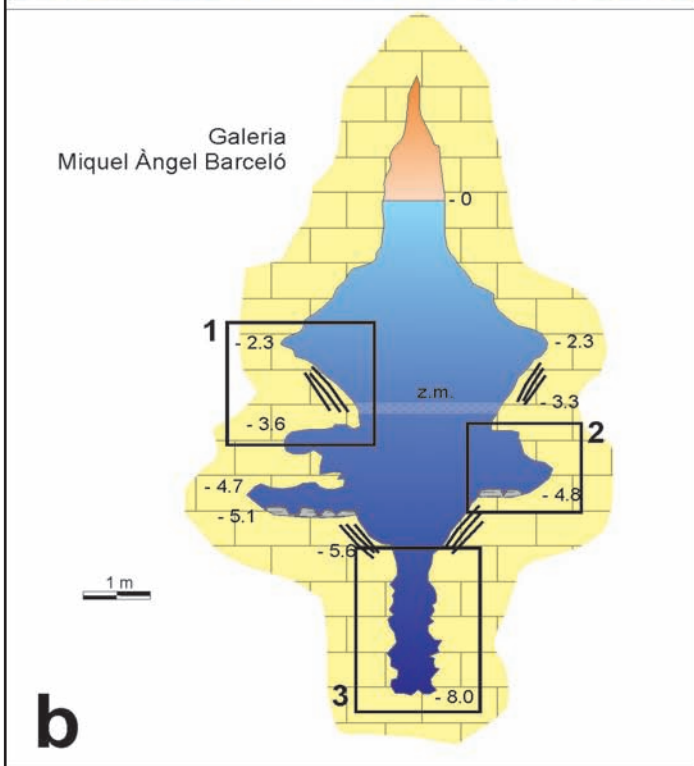


Figura 29: a) Galeria estructural tectònica de la galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). b) secció de la galeria a on estan assenyalats tres detalls que s'observen a la dreta: 1) Facetes i solcs subverticals als costats de la galeria. 2) Regata de corrosió amb presència de polígons de retracció. 3) Zona inferior de la galeria, molt estreta, que correspon a la part inferior de la fractura amb presència de morfologies espongiformes amb coloracions fosques. (Fotos J. Pocovi).

Figure 29: a) Tectonic-structural passage in the Miquel Àngel Barceló gallery (Gregal Subaquatic Sector). b) section of the gallery where the three enlarged details are shown. 1) Solutional facets and sub-vertical grooves on the sides of the gallery. 2) Solution notch with retraction polygons. 3) Very narrow lower zone of the gallery that corresponds to the lower part of the fracture with the presence of darkly coloured spongeworg morphologies. (Photos J. Pocovi).

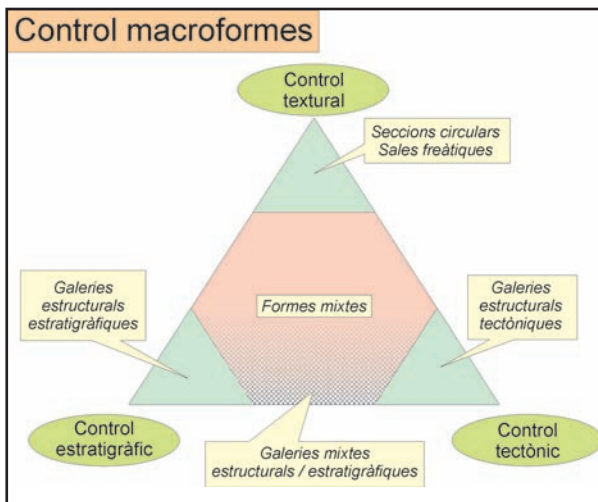


Figura 30: Esquema interpretatiu de les macroformes en funció de les tres variables que controlen el seu desenvolupament.

Figure 30: Interpretative scheme of the macroforms according to the three main variables which control their development.

permeten estudiar, gran quantitat d'estadis evolutius diferents. Aquests van des de galeries poc evolucionades fins a d'altres a on s'han ajuntat galeries paral·leles fins a formar volums importants, especialment dins la fàcies de lagoon extern (Fig. 28). Les grans sales es troben especialment a la fàcies de front escullós per dissolució de gran

masses de coralls i també per processos d'esfondrament associats com a conseqüència de la presència de buits volumètricament molt considerables que provoquen un greu debilitament de l'estructura rocosa.

A tall de conclusió, podem exposar que la gran variabilitat observada amb coalescència de formes a la vegada que la variabilitat dimensional de diverses morfologies, dóna lloc a una complicació per tal de poder fer un clar reagrupament que permeti la correcta i fàcil classificació de les formes. En aquests casos s'haurà de tenir present a més la possible intervenció de diverses variables que condicionaran el seu desenvolupament. Per tant, encara que podem definir determinades morfologies amb una certa variabilitat, en alguns casos amb uns "end members" ben definits, això sempre no serà possible, donant-se en la majoria dels casos una continuïtat des d'unes formes a les altres. Per tant, es fa necessari estudiar en cada cas quines són les variables que ens condicionaran cada una de les formes. A manera d'exemple podem veure el que passa amb les macroformes (Fig. 30). En aquest cas, per a les formes observades a la cova des Pas de Vallgornera, estan força clares les tres variables que controlen el seu desenvolupament i forma final. Aquestes són el control litològic textural, el control estratigràfic i el control tectònic. En funció del grau d'implicació de cada un d'ells podem establir una sèrie de camps amb unes formes ben definides (Fig. 30) mentre que en d'altres casos, en funció del grau d'implicació de cada variable podem parlar de formes mixtes.

Fàcies *	Descripció	Formes	Espeleotemes
Front escullós	Textura framestone pel creixement de colònies de coralls ( <i>Porites</i> ), <i>rudstone</i> i <i>grainstones</i> , amb una important porositat primària interpartícula i secundària tipus motlle. Estratificació poc marcada, sense laminació	<b>Macroformes:</b> galeries freàtiques control estructural estratigràfic, galeries freàtiques secció circular, sales freàtiques circulars; <b>Mesoformes:</b> cambres freàtiques circulars; <b>Microformes:</b> morfologies espongiformes.	Abundància general d'espeleotemes de tot tipus.
Rera escull (lagoon amb clapes d'escull)	Textura <i>rudstone</i> - <i>packstone</i> amb fragments de mol·luscs i clapes amb textura <i>framestone</i> amb coralls. Porositat primària abundant. Estratificació incipient	<b>Macroformes:</b> galeries freàtiques control estructural estratigràfic, galeries freàtiques secció circular, sales freàtiques circulars; <b>Mesoformes:</b> cambres freàtiques circulars.	Ocasionalment presència d'espeleotemes de qualsevol tipus.
Lagoon extern	Textura <i>packstone</i> amb foraminífers, equinodermes i algues vermelles. Baixa porositat primària; permeabilitat per fracturació. Bona estratificació	<b>Macroformes:</b> galeries freàtiques control estructural tectònic; <b>Mesoformes:</b> envans de dissolució, regates, facetes; <b>Microformes:</b> Formes derivades de l'evolució degradativa d'envans: penjants, pinacles, esperons, etc.	El més habitual és l'absència total d'espeleotemes al llarg de centenars de metres de galeries, encara que localment es poden presentar els següents: Espeleotemes de flux: colades pavimentàries localment abundants; espeleotemes de transpuament: coral·loides molt abundants localment; espeleotemes subaquàtics: <i>gours</i> de gran longitud.
Lagoon intern	Alternança de textura <i>wackestone</i> amb foraminífers, peloids i <i>packstone</i> amb foraminífers, briozous i mol·luscs. Molt baixa porositat. Estratificació i laminació ben visibles	<b>Macroformes:</b> galeries freàtiques control estructural tectònic.	En alguna galeria abundància d'espeleotemes de degoteig.

\*) Complex d'Esculls (Pomar et al., 1996). Edat: Tortonià superior - Messinià inferior.

Taula 1: Distribució de les principals formes de corrosió i presència d'espeleotemes en relació a les fàcies sedimentàries d'ambient escullós a les calcarenites del Miocè superior on es desenvolupa la cova des Pas de Vallgornera

Table 1: Distribution of the main corrosion forms and the presence of speleothems in relation to the sedimentary facies within the Upper Miocene reef rocks where the Cova des Pas de Vallgornera is developed.

## Agraïments

A les intenses activitats exploratòries i topogràfiques portades a terme pels equips d'espeleòlegs del Grup Espeleològic de Llubí i de l'Agrupació Voltors, els quals estan treballant de forma continuada en la cova des Pas de Vallgornera d'ençà de l'any 2004. En especial, cal agrair la col·laboració en les tasques de transport del material de busseig fins al llac d'entrada dels següents companys: Toni Croix, Andreas Kristofersson, Guillem Mulet, Toni Mulet i Antoni Merino. Juntament amb molts d'altres companys, i visitants ocasionals de la gruta, ens han facilitat multitud de dies les feixugues tasques de transport. Els hem enyorat molt en travessar la sala Que No Té Nom i a la tornada a l'exterior una vegada acabades les immersions.

Volem també agrair, molt especialment les tasques efectuades en documentar fotogràficament les parts submergides per part dels companys espeleobussejadors Jaume Pocoví (GNM), Antoni Cirer (GNM) i Miquel Àngel Perelló (GELL). A Peter Watkinson agraiem la traducció a l'anglès del resum i els peus de figures. Al Dr Joaquim Ginés per la revisió atenta de l'article.

Els treballs subaquàtics han estat finançats parcialment gràcies als projectes de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Antoni Sorà, al Sr. Bartomeu Tomàs i a la Sra. Isabel Mozo de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears la seva bona disposició i professionalitat. S'ha de destacar l'ajut i el suport de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear i en especial la tasca efectuada per na Margalida Femenía, a la qual agraiem l'interès de cap als treballs efectuats a la cavitat, així com les seves intervencions i inestimable ajuda en la protecció de la cova des Pas de Vallgornera.

Finalment, cal consignar que bona part de les tasques desenvolupades s'emmarquen dins del projecte d'investigació del *Ministerio de Ciencia e Innovación* - FEDER CGL2006-11242-C03-01/BTE.

## Bibliografia

- BRETZ, J. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns. *The Journal of Geology*, 50 (6).
- DUBLYANSKY, Y. (2000): Hydrothermal speleogenesis: its settings and peculiar features. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 292-297. Huntsville, USA.
- FORD, D. i WILLIAMS, P. (1989): *Karst geomorphology and Hydrology*. U. Hyman, 601 pàgs. London.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, U.S.A.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i WATKINSON, P. (1998a): La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. i WATKINSON, P. (1998b): La cova des Drac de cala Santanyi (Santanyi, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FEBRER, M.; JAUME, D. i VICENS, D. (2006): La cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca). *Endins*, 30: 101-108.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i FORNÓS, J.J. (2007): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G.X. & VICENS, D. (eds.) *Homenatge a Juan Cuerda*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. i URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M.; PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P. i DOT, M.A. (2003a): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M.; PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D. RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; VADELL, M. (2003b): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La cova Genovesa o cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86. 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). *Endins*, 21: 5-36. Palma de Mallorca.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper 1. 106 pàgs. Carlsbad, New Mexico.
- LÓPEZ, J.M. (2007): *Las manifestaciones hidrotermales del sur de Lluçmajor, Mallorca*. Memòria d'Investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 132 pàgs. Inèdita.

- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Llucmajor y la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países Mediterráneos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 17: 607-613. Madrid.
- LÓPEZ, J.M.; MATEOS, R.M. & BALLESTER, A. (2004): Aportaciones del sondeo de investigación geotérmica Lluís Mogaques al modelo de funcionamiento hidrogeológico de las aguas termales de la plataforma de Llucmajor (Mallorca). *VIII Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49 - 70. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2007a): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observacions. *Endins*, 31: 111-116. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2007b): Solutional sculpturings and uncommon speleothems found in the Cova des Pas de Vallgornera, Majorca, Spain. *NSS News*, 65 (9): 14-20. Huntsville, USA.
- MERINO, A.; MULET, A. i MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29 - 48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topografiado *Endins*, 31: 101-110. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca) alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, U.S.A.
- NÚÑEZ JIMENEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de las Ciencias de Cuba.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton.
- POMAR, L., WARD, W.C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene reef complex of the Llucmajor area, Mallorca, Spain. In *Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of the Mediterranean regions*, FRANSEEN, E., M. ESTEBAN, W.C. WARD, and J.M. ROUCHY (Eds.) SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology 5, 191-225.
- SLABE, T. (1995): *Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance*. Znanstvenoraziskovalni Center SAZU. Ljubljana. Pàgs 128.
- TRIAS, M. (2000): La Cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 73-77. Palma de Mallorca.

# DATOS PRELIMINARES SOBRE LA MINERALOGÍA DE LOS PRECIPITADOS ASOCIADOS A LOS RESPIRADEROS Y TOBERAS EXISTENTES EN LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Mallorca)

per Antoni MERINO<sup>1,2</sup>, Joan J. FORNÓS<sup>1</sup>, Bogdan P. ONAC<sup>3,4</sup>

## Resumen

La Cova des Pas de Vallgornera, situada en la isla de Mallorca, es una cavidad excepcional por su desarrollo topográfico, presencia de espeleotemas y rasgos morfológicos. El conjunto de morfologías existentes ilustra el papel jugado por los distintos factores geológicos en su génesis. Contiene evidencias de procesos espeleogenéticos complejos, que incluyen a parte de la típica karstificación costera ligada a los procesos de corrosión en la zona de mezcla de aguas, una marcada recarga de aguas meteóricas juntamente con una posible recarga basal profunda de origen hipogénico, apoyada por la presencia de abundantes canales ascendentes de disolución, *rising solutional channels* en distintas zonas de la cavidad. Una serie de morfologías descritas como respiraderos (*vents*) muestran un conjunto de espeleotemas asociados como son las toberas (*cave rims*) y costras minerales. Las toberas se presentan alrededor de los agujeros y grietas presentes en el suelo de las galerías. Su génesis está relacionada con su posición en el nivel superior de la cavidad, por encima del nivel freático. La circulación de aire desde el nivel inferior (en contacto con el nivel freático que aporta la humedad al aire) al superior podría haber causado el desarrollo de estas morfologías. Parte de la composición química además de la variada mineralogía observada, apuntan a una influencia hipogénica en la génesis de las toberas y costras minerales relacionadas con los respiraderos. Aparte de los minerales carbonatados comunes presentes en las cuevas de Mallorca, se han identificado otros que en su gran mayoría son raros (monohidrocalcita, estroncianita, celestina, todorokita y varios minerales del grupo de las arcillas), u otros completamente inesperados (baritina, nordstrandita, maghmita y paralstonita). Debido a la monótona geología de la superficie alrededor de la cueva, creemos que fluidos ascendentes de origen hipogénico ricos, en Sr y Ba, reaccionaron con la roca encajante para formar este conjunto mineral único hasta el momento en el entorno de Mallorca.

## Abstract

Located in the southern part of the island of Mallorca, on upper Miocene limestones, the Cova des Pas de Vallgornera is an exceptional coastal cave because of its length, presence of speleothems, and particular morphological features. Its morphological assemblage illustrates the key-role of geological factors in its genesis. It contains evidences of complex speleogenetic processes including besides the typical coastal karstification, a noticeable meteoric water recharge along with a possible basal, deep recharge of hypogenic origin. Related to the latter one there are some conspicuous upwards rising solutional channels. A series of morphologies interpreted as vents show associated and related speleothems such as crusts and cave rims. Rims occur around the lips of the holes and cracks on the galleries' floor. The genesis of these speleothems closely relates to their location in the upper maze area of the cave, just above the water table level. Air-flow from the lower level (in contact with the water table which supplies moisture to that air) to the upper level can cause the development of these rims. The chemical composition as well as a diverse mineralogy observed, point to a hypogenic influence into the crusts and cave rims genesis related to the vent morphologies. Apart from the common carbonate minerals present in the mallorcan cave environment, the vast majority are rare (monohydrocalcite, strontianite, celestite, siderite, todorokite, and various clay minerals) or completely unexpected (barite, nordstrandite, maghmita, and paralstonite). Given the monotonous surface geology around the cave we suspect that ascending Sr and Ba, hypogene solutions react with the host rock to form this unique mineral assemblage. Iron can be leached from surface or from the limestone.

1 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, España  
2 Federació Balear d'Espeleologia, C/ Margarida Xirgú, 16. 07011 Palma de Mallorca, España

3 Department of Geology, University of South Florida, 4202 E. Fowler Ave., SCA 528, Tampa, FL 33620, USA  
4 "Babeş-Bolyai" University Cluj/"Emil Racoviţă" Institute of Speleology, Clinicilor 5, 400006 Cluj, Romania

## Introducción

La cueva des Pas de Vallgornera es un extenso laberinto de galerías y salas, parcialmente cubierto por aguas freáticas salobres, cuya extensión supera en estos momentos los 63 km de desarrollo topográfico. Hasta fechas recientes, la espeleogénesis de la cavidad estaba casi exclusivamente relacionada con los procesos de disolución que se producen en la zona de mezcla de aguas debido a las morfologías presentes en la parte conocida de la cavidad (GINÉS & GINÉS, 1992; GRÀCIA *et al.*, 2006). En 2004 se descubre un importante conjunto de nuevas galerías y salas de hundimiento, algunas de ellas de excepcionales dimensiones. El desarrollo que tenía en aquellos momentos la cavidad, 6.400 metros, pasa a más de 59.000 m a finales de 2008 (MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008). A raíz de estos descubrimientos se han hallado nuevas y complejas evidencias de una génesis mucho más compleja en una confluencia de procesos. Además del clásico proceso de la corrosión relacionada con la zona de mezcla de aguas, se han localizado grandes cantidades de rellenos alóctonos que están relacionados con la influencia de la recarga de aguas superficiales. Por otra parte, las nuevas características morfológicas presentes en estas secciones de la cavidad como los canales ascendentes de disolución (*solutional rising channels*), canales de techo (*ceiling channels*), o *feeders*, son una evidencia tangible de la implicación de procesos de tipo hipogénico (GINÉS *et al.*, 2008). En fechas recientes, MERINO (2006), describió por primera vez en Mallorca las toberas, en aquel trabajo ya se dejaba clara la relación de estos espeleotemas con movimientos convectivos del aire entre diferentes niveles de la cueva.

El objeto de este trabajo es describir los respiraderos y toberas presentes en la Cova des Pas de Vallgornera junto con los minerales asociados. Uno de los principales objetivos de este estudio es el análisis mineralógico de las muestras mediante difracción de rayos X, y las observaciones llevadas a cabo mediante EDX y SEM.

La investigación a pesar de estar en una fase inicial, sugiere que la presencia de estos espeleotemas representa un registro importante sobre la génesis y evolución de la cavidad, y por lo tanto debe ser metódicamente analizada.

## Respiraderos y toberas

Los respiraderos y las toberas asociadas a los mismos han sido de momento localizados en el Sector F, Galería de les Toveres, Galería d'en Pau, Sector Nord y Galería del Tragus, la mayoría en el nivel superior de la cueva. Al mismo tiempo se han hallado ejemplares aislados de respiraderos a nivel freático en la Galería del Tragus, Galería del Gran Canyó (Fig. 1). La morfología de las toberas está caracterizada por la existencia de una proyección con aspecto de concha, cuyas dos caras muestran notables diferencias. Mientras que el lado



Figura 1: Aspecto general de una tobera asociada a un respiradero. Sector F, Cova des Pas de Vallgornera.

Figure 1: General aspect of a rim along with the associated vent. Sector F, Cova des Pas de Vallgornera.

orientado hacia la galería es rugoso y con textura algo coraloides, el situado en dirección hacia el respiradero es liso, mostrando su superficie claras evidencias de corrosión. Las toberas que se desarrollan alrededor de los orificios y grietas en el suelo de las galerías, presentan un color blanquecino y un espesor variable entre 1 y 4 cm. Las toberas se desarrollan normalmente sobre la parte superior de otra morfología que denominamos respiradero. En general éste consiste en un tubo estrecho y casi siempre impenetrable que une dos niveles diferentes de galerías. Las paredes de los respiraderos son lisas y están cubiertas de caliza muy alterada y diversos precipitados minerales. Las zonas adyacentes a los respiraderos muestran costros minerales de diversa consideración sobre el lecho de roca. Parece razonable considerar que este espeleotema, localizado principalmente en el nivel superior de la cavidad justo sobre otro que está a nivel freático, está claramente relacionado con alguna fase de la génesis de la cueva.

El respiradero que se describe en este trabajo (Fig. 2) se localiza en el lado NW de la Galería del Tragus. Para facilitar la documentación y distribución de los distintos minerales a lo largo de esta morfología, se levantó una planta y perfil topográfico del mismo. A grandes rasgos se trata de una galería estrecha e irregular de techo bajo, orientada en dirección NE-SW, de unos 9 m de longitud y una anchura máxima de unos 2 m. La galería ha sido excavada sobre una fractura estrecha que se puede observar a lo largo del suelo. Normalmente las paredes están caracterizadas por una superficie muy irregular,

la situada en el lado NW tiene una repisa de pequeñas dimensiones sobre la que se han depositado algunos sedimentos y minerales. El techo muestra unos rasgos peculiares, en primer lugar una bóveda lisa y alargada que a modo de acanaladura pone en contacto la parte más interna del respiradero con la sección más exterior, cercana a la galería principal. En segundo lugar, la parte central del techo tiene una bóveda más alta que está cubierta de *ceiling pockets* de pequeñas dimensiones. Sobre la entrada de acceso al respiradero existe un conducto estrecho, como una chimenea, que conecta la galería principal con unos conductos o tubos que pudieran alcanzar el techo de la bóveda antes mencionada.

## Composición química y mineralogía

Los análisis realizados sobre las toberas revelan una composición química compleja e interesante. Aparte de los componentes químicos más comunes hallados en otras cuevas de Mallorca ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{P}^{5+}$ ) hay otros que no habían sido documentados hasta la fecha en ninguna otra cavidad de la isla. La presencia



Figura 2: Vista general del respiradero estudiado con la localización de los principales depósitos asociados. Galería del Tragus, Cova des Pas d Vallgornera.

Figure 2: General view of the investigated vent, with indication of the main associated deposits. Galería del Tragus, Cova des Pas de Vallgornera.



Figura 3: Depósitos multicolor de composición férrico-mangánica. Ver localización en Fig. 2.

Figure 3: Ferro-manganese deposits. See location in Fig.2.

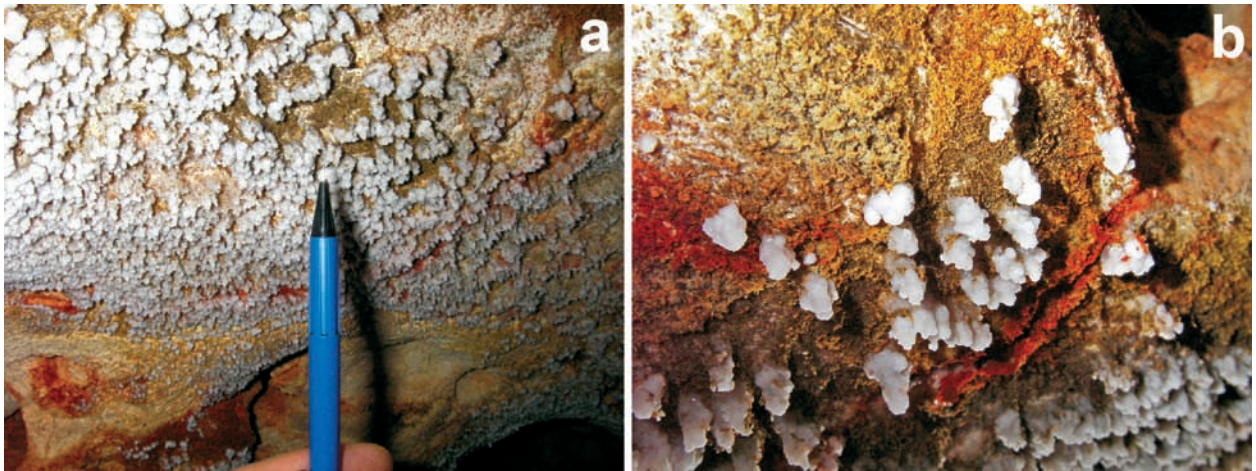


Figura 4: a) Excrecencia mineral carbonatada de color blanco; b) las mismas excrecencias rodeadas de depósitos multicolores. Ver localización en Fig. 2.

Figure 4: a) White carbonate mineral excretion; b) same excretions surrounded by multicolored deposits. See location in Fig.2.

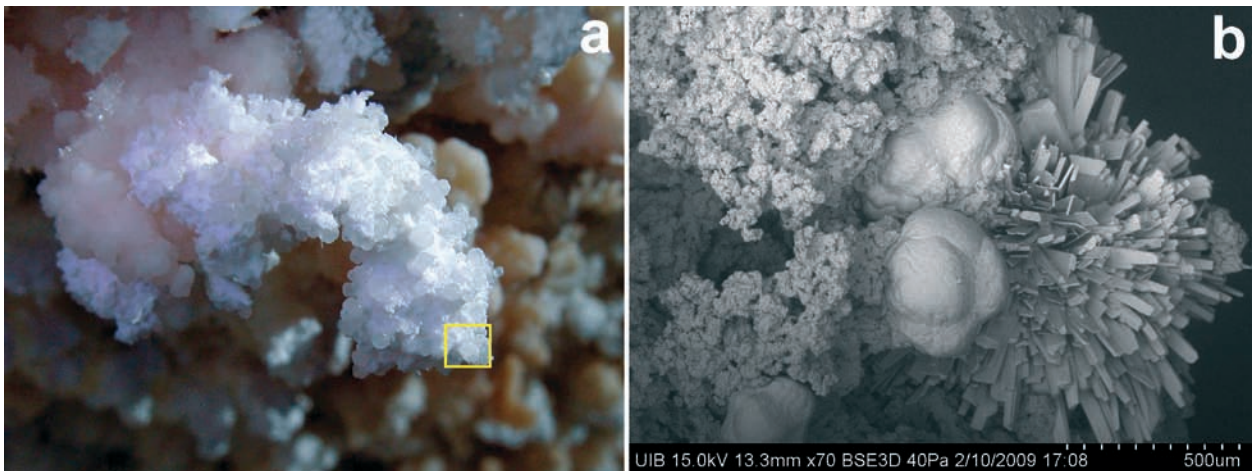


Figura 5: a) Precipitados esféricos característicos de la huntita; b) observación al microscopio electrónico (SEM) de las esferas de huntita y precipitados asociados de aragonito.

Figure 5: a) Typical spherical precipitates of huntite; b) SEM image of huntite spheres associated with aragonite precipitates.

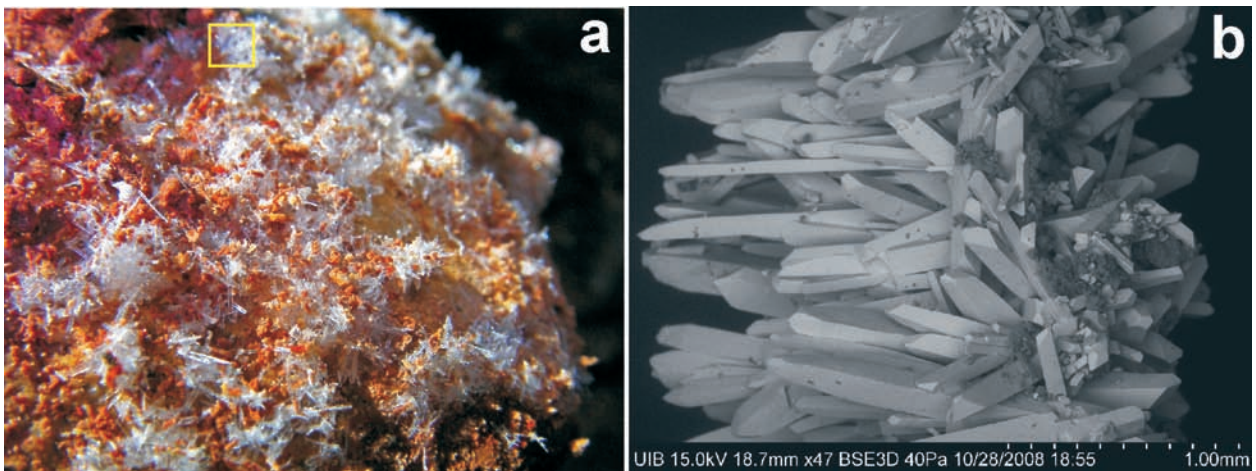


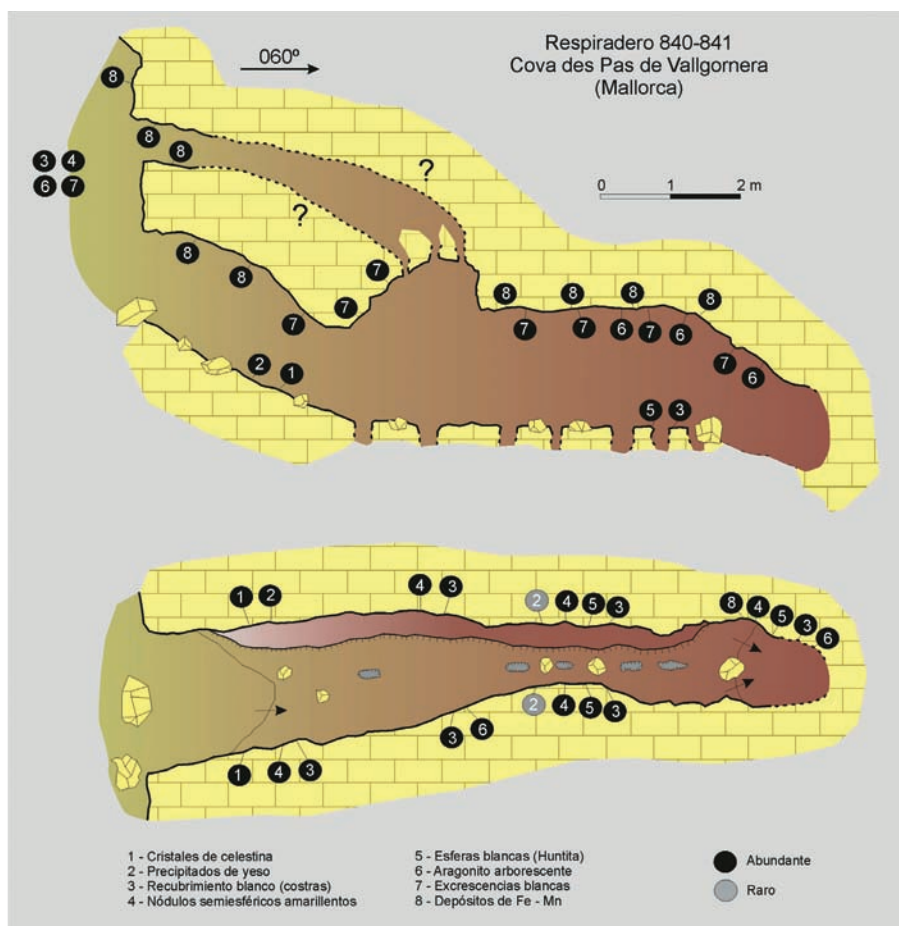
Figura 6: a) Agregados cristalinos de celestina (ver localización en Fig. 2); b) observación al microscopio electrónico (SEM) de la forma acicular de los cristales.

Figure 6: a) Crystalline aggregates of celestine (see location in Fig. 2); b) SEM image of acicular crystals.



Figura 7: Representación esquemática del respiradero de la Fig. 2 con la distribución de los principales depósitos minerales presentes.

Figure 7: Vent sketch with the distribution of the main mineral facies present observed on Fig. 2.



de los poco habituales  $S^{3+}$ ,  $Si^{4+}$ ,  $K^+$ ,  $Sr^{2+}$ , e incluso  $Ti^{4+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zr^{4+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Ba^{2+}$ , y La en diferentes concentraciones sugiere un origen geotermal, posiblemente con una notable influencia microbiológica, de los minerales relacionados con los respiraderos de la Cova des Pas de Vallgornera.

Algunas de las especies minerales identificadas en los respiraderos mediante difracción de rayos X son comunes dentro de otras cavidades de la isla, como calcita, aragonito, yeso o goetita; (ONAC *et al.*, 2005), sin embargo la mayoría son raras (huntita, monohidrocalcita, estroncianita, siderita, todorokita, celestina, entre otros) o completamente inesperados (baritina, nordstrandita, maghmita, paralstonita).

Los depósitos minerales se distribuyen principalmente sobre el techo y las paredes de los respiraderos, entre los cuales destacan por su abundancia los depósitos de composición ferro-manganesa (FMD). Éstos se presentan como masas esponjosas con aspecto de malla, con un grosor variable que no suele superar los 5 mm. (Fig. 3). Exhiben diferentes colores, desde los tonos amarillentos, rojizos, negros, marrones e incluso verdes. Debajo de este depósito existe una segunda capa de un espesor medio de 6 mm consistente en una caliza muy alterada, denominada *punk rock* (HILL, 1987). Finalmente, y por debajo de la anterior, tenemos la roca madre sin alterar. En algunas ocasiones se observan mallas filamentosas de estos depósitos colgando del techo, cuando caen se van depositando en el suelo

de las galerías formando pequeñas acumulaciones verisicolores. Una gran cantidad de estos materiales cubren totalmente las paredes y el techo de la parte más interna del respiradero, mientras que es menos abundante en la parte más exterior del mismo. Los análisis químicos preliminares de estos depósitos ofrecen una notoria similitud con los resultados obtenidos en estudios llevados a cabo en cavidades como Spider cave y Lechuguilla cave en New México, USA. Estas cavidades contienen vastas acumulaciones de estos materiales que cubren paredes, techos y suelos, habiéndose descubierto en ellos comunidades bacterianas (DAVIS *et al.* 2000; NORTHUP *et al.* 2000, 2003; SPILDE *et al.* 2005, 2006; BARTON *et al.* 2007).

Estos depósitos podrían ser consecuencia de procesos de condensación corrosión inducidos por fenómenos convectivos del tipo Rayleigh-Benard (SPILDE *et al.*, 2006). Este proceso abiótico podría haber tenido también la participación asociada de microorganismos bacterianos en la producción de estos residuos.

Otro mineral identificado es una excrescencia cristalina de color blanquecino que sobresale del techo (Fig. 4a), generalmente a lo largo de la bóveda alargada o en los límites de las abundantes irregularidades del techo. Se observan cristales aislados en diferentes puntos, algunos de ellos desarrollados rodeados de depósitos ferro-manganesos (Fig. 4b). Cuando un gran número de cristales crece uno al lado del otro se forma una costra mineral muy uniforme.

Por lo que respecta a las mineralizaciones que cubren paredes y repisas hay que destacar una costra mineral de color blanco, superficie irregular y grosor variable. Sobre éstas existen unos nódulos semiesféricos de color amarillento, formados por cristales. Al mismo tiempo una masa de pequeño tamaño, forma esférica y color blanco (Fig. 5) se desarrolla en el extremo de dichos cristales (huntita). En algunos lugares se han localizado acumulaciones de este agregado mineral de color blanco cubriendo la parte baja de las paredes donde hay nódulos y costras minerales blancas.

En las paredes del tercio más exterior del respiradero se han identificado cristales transparentes de celestina de pequeño tamaño (Fig. 6). Se presentan como grupos de cristales formados por docenas de individuos cuya longitud suele ser de entre 1 y 2 mm. El yeso también ha sido hallado en este tramo del respiradero, normalmente en forma de cristales fibrosos, depósitos sacaroides y algunas flores de yeso de pequeño tamaño. El yeso se encuentra en las repisas y también entre los sedimentos que cubren el suelo del respiradero. Normalmente los cristales de yeso y los de celestina pueden encontrarse unos al lado de otros.

En el techo y las paredes del respiradero se observan también algunos grupos de cristales aciculares de aragonito que no son abundantes (Fig. 7).

## Conclusiones

La composición química además de los principales minerales identificados en primera instancia apunta de algún modo a una influencia hipogénica en la génesis de las costras minerales y toberas relacionadas con los respiraderos. Dada la monótona geología superficial de la zona alrededor de la cavidad, sospechamos que flujos hipogénicos ascendentes conteniendo Sr y Ba, reaccionaron con la roca encajante para formar este conjunto mineral único. La serie de estudios de detalle mineralógicos e hidroquímicos complementarios que se están llevando a cabo en la actualidad, sin duda permitirán documentar mejor la existencia de procesos mixtos convectivos relacionados con el ascenso de flujos profundos en la zona de Vallgornera.

## Agradecimientos

Buena parte de los trabajos realizados se enmarcan dentro del proyecto de investigación CGL2006-11242-C03-01/BTE del *Ministerio de Ciencia e Innovación – FEDER*. Un agradecimiento especial se hace extensible a los siguientes compañeros por su contribución y apoyo durante las labores de campo: Toni Mulet, Guiem Mulet, Anders Kristofersson, Toni Croix y Joaquín Ginés; y de laboratorio: Joan Cifre y Ferran Hierro de la Universitat de les Illes Balears (Serveis Científico-Tècnics).

## Bibliografía

- BARTON, H.A. & NORTHUP, D.E. (2007): Geomicrobiology in cave environments: past, current and future perspectives. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69(1): 163-178. Huntsville, Alabama. USA.
- DAVIS, D.G. (2000): Extraordinary features of Lechuguilla cave, Guadalupe Mountains, New Mexico. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62: 147-157. Huntsville, Alabama. USA
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogénicos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J., GINÉS, A., FORNÓS, J.J., GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: Els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma de Mallorca.
- HILL, C.A. (1987): Geology of Carlsbad Cavern and Other Caves in the Guadalupe Mountains, New Mexico and Texas. Socorro, NM. *New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources, Bulletin* 117.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topografiado. *Endins*, 31: 101-110. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca) alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32: 33-42. Palma de Mallorca.
- NORTHUP, D.E.; DAHM, C.N.; MELIM, L.A.; SPILDE, M.N.; CROSSEY, L.J.; LAVOIE, K.H.; MALLORY, L.; BOSTON, P.J.; CUNNINGHAM, K.I. & BARNES, S.M. (2000): Evidence of geomicrobiological interactions in Guadalupe (NM) caves. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62: 80-90. Huntsville, Alabama, USA.
- NORTHUP, D.E.; BARNES, S.M.; YU, L.E.; SPILDE, M.N.; SCHELBLE, R.T.; DANO, K.E.; CROSSEY, L.J.; CONNOLLY, C.A.; BOSTON, P.J.; NATVIG, D.O. & DAHM, C.N. (2003): Diverse microbial communities inhabiting ferromanganese deposits in Lechuguilla and Spider caves. *Environmental Microbiology*, 5: 1071-1086.
- ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2005): Mineralogical reconnaissance of caves from Mallorca Island. *Endins*, 27: 131-140. Palma de Mallorca.
- SPILDE, M.N.; NORTHUP, D.E.; BOSTON, P.J.; SCHELBLE, R.T.; DANO, K.E.; CROSSEY, L.J. & DAHM, C.N. (2005): Geomicrobiology of cave ferromanganese deposits, a field and laboratory investigation. *Geomicrobiological Journal*, 22: 99-116. Huntsville, Alabama. USA.
- SPILDE, M.N.; NORTHUP, D.E. & BOSTON, P.J. (2006): Ferromanganese deposits in the caves of the Guadalupe Mountains. *New Mexico geological society guidebook*, 57<sup>th</sup> Field conference. Caves and Karst of Southeastern New Mexico.

## LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 9: SON BORONAT-L'HOSTALET (2a part) (Calvià, Mallorca)

per Antelm GINARD <sup>1,3</sup>, Pere BOVER <sup>1,6</sup>, Damià VICENS <sup>2,3,5</sup>, Damià CRESPI <sup>2,4</sup>,  
Mateu VADELL <sup>1,3,4</sup> i Miquel Àngel BARCELÓ <sup>1</sup>.

### Resum

Es presenta la descripció i topografia de 7 cavitats naturals i 1 mina del SO de la serra de na Burguesa (serra de Tramuntana, Mallorca), entre les quals destaquen la cova-avenc de na Picacento per presentar un conducte de dissolució, la cova des Coral-loides amb 324 m de recorregut i 27 m de desnivell i l'avenc de s'Eriçó amb un desnivell de 36 m. També s'ha topografiat una mina destinada a l'extracció de guix.

A la cova des Coral-loides es va trobar l'esquelet d'un individu de *Myotragus balearicus*, restes d'*Hypnomys morpheus* de diversos individus i alguns ossos de *Podarcis* sp, tots ells vertebrats endèmics extints de Mallorca.

### Resumen

Se presenta la descripción y topografía de 7 cavidades naturales y 1 mina del SO de la Serra de na Burguesa (Serra de Tramuntana, Mallorca), entre las que destacan la Cova-Avenc de Na Picacento con un conducto de disolución, la Cova des Coral-loides con 324 m de recorrido y 27 m de desnivel y l'Avenc de s'Eriçó con un desnivel de 36 m. También se ha topografiado una mina de yeso.

En la cova des Coral-loides se halló un esqueleto de un individuo de *Myotragus balearicus*, restos de *Hypnomys morpheus* de diversos individuos y algunos huesos de *Podarcis* sp, todos ellos vertebrados endémicos extintos de Mallorca.

### Abstract

We present the description and topographic survey of 7 caves and 1 mine located at the southwestern part of the Serra de na Burguesa (Serra de Tramuntana, Mallorca), among which Cova-Avenc de Na Picacento with the presence of a dissolution conduit, Cova des Coral-loides with a length of 324 m and a depth of 27 m, and l'Avenc de s'Eriçó with a depth of 36 m are remarkable. A gypsum mine has also been topographed.

At Cova des Coral-loides a skeleton of a single individual of *Myotragus balearicus*, remains of several individuals of *Hypnomys morpheus* and some bones of *Podarcis* sp, all of them endemic extinct vertebrates from Mallorca, have been found.

## Introducció

Devers la dècada dels cinquanta del segle passat l'Equip Mallorquí d'Espeleologia (EME) inicia un estudi sistemàtic centrat en el sector E de la serra de na Burguesa, als voltants de la Vileta, en el terme de Palma (VICENS i PLA, 2001). MONTORIOL (1963) realitza di-

verses tasques espeleològiques per la badia de Palma i també visita la serra de na Burguesa, topografiant les coves del Pilar i la cova des Coloms. A finals dels cinquanta i a principis dels setanta el Grup Espeleològic EST topografia una sèrie de cavitats de la serra (GINÉS *et al.*, 1989). Miquel Àngel Barceló del grup OEM, segueix la tasca de localització i topografia de cavitats inèdites, i anys més tard publica un primer treball de la zona de l'Hostalet (BARCELÓ, 1992). L'estudi ha continuat per un equip d'espeleòlegs que perdura fins hores d'ara i que han centrat el seu estudi a la serra (GRÀCIA *et al.*, 1997; BARCELÓ *et al.*, 1998; VICENS *et al.*, 2000; CRESPI *et al.*, 2001; BARCELÓ *et al.*, 2003; BOVER *et al.*, 2004; VICENS *et al.*, 2005; GINARD *et al.*, 2006

- 
- 1 Grup Espeleològic EST. Palma.
  - 2 Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Palma.
  - 3 Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB). Margarida Xirgu, 16, baixos. E-07011. Palma.
  - 4 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra. Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100. Sóller.
  - 5 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122 Palma.
  - 6 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB), Miquel Marquès 21. E-07190. Esporles.

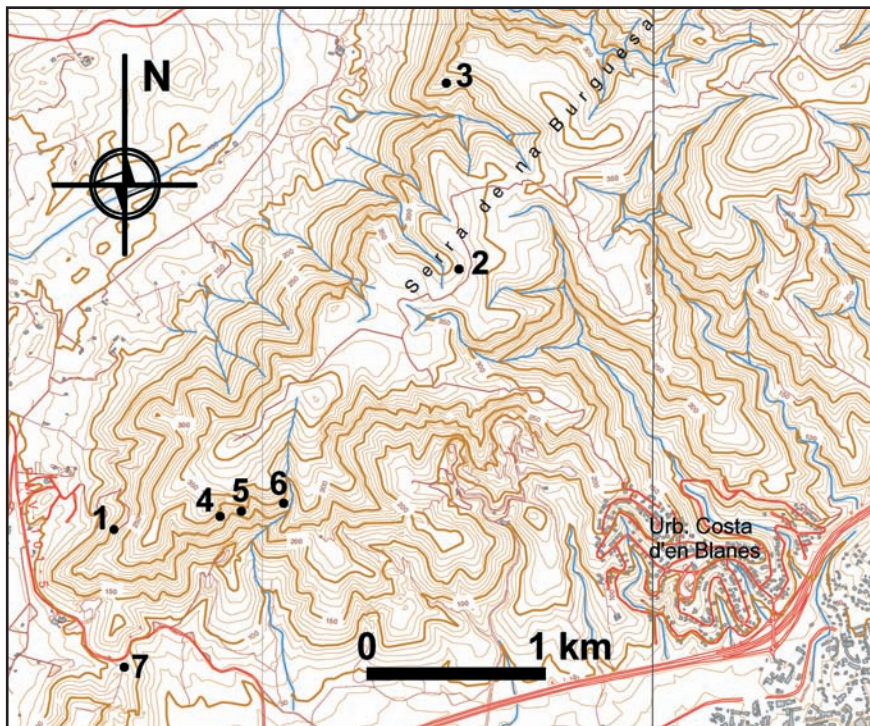


Figura 1: Mapa de la zona amb la situació de les cavitats: 1) Cova de l'Amor, 2) Avenc de s'Eriçó, 3) Cova-Avenc de na Picacento, 4) Coves des Falcons, 5) Cova des Càvec, 6) Cova Gegant, 7) Mina des Coll des Cocons.

Figure 1: Location map of the caves.

i CRESPI *et al.*, 2007) i també per un altre equip (DOT i SÁNCHEZ, 2004). ENCINAS (2006) també publica alguna topografia de la mateixa zona.

En aquest treball es continua amb la catalogació de les cavitats de la serra de na Burguesa que es va iniciar en campanyes anteriors. És la segona campanya que es fa d'aquesta zona que es va iniciar l'octubre de 2007 (VICENS *et al.*, 2008). Tornam a topografiar de bell nou la cova-avenc de na Picacento i posam especial atenció a les morfologies de dissolució d'aquesta cova ja que són difícilment observables en aquesta serra.

Especialment interessant ha resultat la cova des Coral-loides, inèdita fins a les hores, que presenta un cert volum i on s'han trobat restes de *Myotragus balearicus* procedent d'un únic individu i restes de diferents vertebrats endèmics extints.

El guix i els vestigis de la seva explotació hi són presents a molts d'indrets de la serra de na Burguesa. En aquesta ocasió presentam la topografia d'una mina de guix, la del coll des Cocons.

En darrer lloc voldríem recordar que la serra de na Burguesa, tot i formar part de la Serra de Tramuntana, no ha estat inclosa dins la recent figura de protecció *paratge natural de la serra de Tramuntana* (BOIB núm. 54 EXT. 11-04-2007), la qual cosa no fa més que augmentar la nostra preocupació sobre la preservació d'aquesta serra.

## Situació geogràfica

El present treball se centra entre son Boronat, l'urbanització de la costa d'en Blanes, i el coll des Cocons. Constitueix una àmplia zona de la serra de na Burguesa

situada en el SO de la citada serra. La muntanyes més elevades de la zona són na Boira de 399 m d'alçada, el penyal des Migdia (390 m), ses Pedreretes d'Alt (387 m), el puig de Vilarrassa (379 m) i es Pi de ses Creus (432 m). Al vessant SE de la serra de na Burguesa trobam comes i barrancs de fondària considerable; entre aquests destaquem la coma des Clot des Cero, que té l'encapçalament a prop d'aquesta coneguda cavitat i que es dirigeix cap a la urbanització de la Costa d'en Blanes, i la coma des Mussol paral·lela a aquesta i situada més al NE.

## Situació geològica

La serra de na Burguesa forma part de la serra de Tramuntana i 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. 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). En la zona d'estudi del present treball ens trobam en el bloc meridional de la serra de na Burguesa.

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).

La majoria de cavitats de la serra de na Burguesa es troben en materials del Lias inferior (ITGE, 1991). Aquesta és una unitat massiva formada per dolomies

sovint bretxades (FORNÓS i GELABERT, 1995). Algunes cavitats, sobretot en el sector més septentrional, es desenvolupen en materials del Retià (Triàsic superior) formats per dolomies, carnioles i algunes intercalacions margoses (FORNÓS i GELABERT, 1995). En les zones profundes de certes cavitats es troben els guixos del Keuper (Triàsic superior), que a la serra de na Burguesa estan formats per guixos sacaroides amb una laminació poc visible (VICENS *et al.*, 2005).

## Espeleogènesi

El primer en tractar el tema de l'espelogènesi en aquesta zona d'estudi fou CAÑIGUERAL (1949) i deia que les coves de la serra de na Burguesa, que acompanyen els jaciments de guix, són el resultat de la dissolució d'aquests guixos i posa com a exemple les coves del Pilar, les de Gènova i Calvià. Posteriorment tenim el treball de MONTORIOL (1963) en què atribueix la formació de coves en la serra de na Burguesa a processos de circulació de les aigües.

En treballs anteriors ja hem discutit com són d'importants els fenòmens de col·lapse en la formació de cavitats en la serra de na Burguesa (BARCELÓ, 1992; GRÀCIA *et al.*, 1997; BARCELÓ *et al.*, 1998; VICENS *et al.*, 2000; CRESPI *et al.*, 2001; BARCELÓ *et al.*, 2003; VICENS *et al.*, 2005). De fet les nostres cavitats s'englobarien en la tipologia de sales d'enfonsament (*collapse chambers*) descrites per GINÉS (2000), que en la bibliografia més antiga apareixen anomenades com a coves clàstiques o megaclàstiques (GINÉS, 1995; BARCELÓ, 1992). En alguns casos els fenòmens de col·lapse se superposen uns als altres formant cavitats de plantes molt complexes. Aquest és el cas de la covota des Puig Gros de Bendinat (VICENS *et al.*, 2000) de la cova des Coloms (BARCELÓ *et al.*, 2003) i de les coves del Pilar (VICENS *et al.*, 2005).

Per a la formació d'aquestes sales d'enfonsament és necessari que es formin buits per la dissolució de la roca. Tenim evidències de dissolució de la roca carbonatada a l'avenc-cova de na Picacento, citat en primer lloc per BARCELÓ, (1992) i descrit amb més detall en aquest treball.

En la cova-avenc de na Picacento hi trobam un tub de dissolució (Foto 1). A aquest tub s'hi accedeix per una obertura que es localitza a prop de la vertical del pou d'entrada. Aquest consisteix en una galeria que pot ser seguida uns 12 m. En aquesta hi podem diferenciar dos trams que presenten morfologies clarament diferenciades. En el primer tram (els 6 primers metres) podem veure que la galeria ha sofert processos d'encaixament, cosa que ens indica que en algun moment ha funcionat com un conducte vadós. Mentre que en el segon tram (la resta) aquestes morfologies d'encaixament no es manifesten. El conducte es troba colmatat per una bretxa en el seu tram final.

Algunes altres coves de la serra de na Burguesa presenten morfologies menors de dissolució que en alguns casos podrien estar relacionades amb processos subedàfics, com ara la cova de s'Agre d'en Massip



Foto 1: Conducte de dissolució. Cova-avenc de na Picacento (Foto Damià Vicens).

Photo 1: Dissolution conduit. Cova-Avenc de na Picacento (Photo Damià Vicens).

(CRESPI *et al.*, 2001), rampa de ses Columnes de les coves del Pilar i cova dets Escolapis (VICENS *et al.*, 2005). En el cas de la cova de ses Cadernerres s'han vist morfologies de dissolució (cúpules de dissolució i un pont de roca) que s'haurien d'haver produït a una major profunditat, ja que la cova (actualment amenaçada pel reompliment de la pedrera amb enderroc) es troba al mig de la paret del tall d'una pedrera (CRESPI *et al.*, 2001).

En altres casos, la dissolució que ha format el buit de la cavitat s'ha produït en els guixos triàsics subjacents. S'han pogut observar clarament morfologies de dissolució en guixos en les mines que es troben sota la caverna des Caos, a les coves del Pilar (VICENS *et al.*, 2005). Es pensa que la dissolució dels guixos pot haver jugat un paper important en la formació de molts dels enfonsaments associats a mines a la serra de na Burguesa, especialment a la zona que es troba al vessant SE de les serres de Son Camps i Son Marill (BOVER *et al.*, 2004). També s'ha pogut constatar la presència de guix en parts profundes d'altres cavitats, com ara la covota des Puig Gros de Bendinat (VICENS *et al.*, 2000), cova des Guix i cova des Ratot (VICENS *et al.*, 2005), cova des Coals (GINARD *et al.*, 2006) i cova des Coraloides i avenc de s'Eriçó (en aquest treball) (Foto 2).

La majoria de coves del present treball corresponen a enfonsaments, essent la cova-avenc de na Picacento l'única que presenta evidències de dissolució càrstica.

Els processos de concrecionament són un dels aspectes més importants i destacats de moltes de les cavi-

tats de la serra, amb la presència abundant de diversos tipus d'espeleotemes (estalactites, estalagmites, columnes, colades parietals i pavimentàries, excèntriques i coral·loides). En la majoria de les cavitats de la serra de na Burguesa, aquests processos de concrecionament, estan afectats freqüentment per solifluxions que en alguns casos provoquen desplaçaments superiors a un metre.

## Descripció de les cavitats

Respecte la situació de les cavitats amb coordenades UTM (ED-50) s'ha utilitzat el Sistema de Informació Geogràfica donada pel "Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino" [www.mapa.es/es/sig/pags/sig-pac/intro.htm](http://www.mapa.es/es/sig/pags/sig-pac/intro.htm), per totes les cavitats, exceptuant la cova de l'Amor i s'Avenc de s'Eriço que s'han situat amb el mapa 1:25.000 de l'IGN (Fig. 1).

### COVA DE L'AMOR

Coordenades UTM (ED-50): 459195/4377194

Petita cova de dimensions 8 x 15 m amb una alçada màxima de 3,5 m. La cavitat presenta dues zones ben diferenciades. A la zona N hi trobam una sala pràcticament horitzontal amb trespol terrós, on s'obre l'entrada a la cova. El trespol de l'entrada està retocat a mode de parament de pedres formant un escaló d'accés a aquesta sala. En general, aquesta zona no presenta concrecionament a excepció d'una sèrie d'estalactites. A la vessant S de la cova hi trobam una zona més concrecionada, amb una important colada pavimentària. Aquesta zona continua per un pas estret d'un metre d'amplada i uns 60 cm d'alçada que dona accés a una petita sala-galeria inclinada. El sòtil del final de la galeria està format per bretxes, i es poden observar algunes evidències de dissolució.

La seva proximitat a una urbanització i a una pista forestal fa que a la cova hi hagi brutor i altres signes de presència humana.

### AVENC DE S'ERIÇO

Coordenades UTM (ED-50): 461054/4378568

Avenc de dimensions modestes, amb una profunditat total de 36 m. L'avenc és pràcticament vertical, presenta una direccionalitat E-O i és un exemple típic de l'espeleogènesi per esfondrament. La boca d'accés és de dimensions 1 x 2 m. i és bastant mala de trobar degut a l'abundant vegetació que l'envolta, i que, per altra banda, facilita la instal·lació de la corda de descens gràcies als arbres adjacents. Els primers 20 m de descens transcorren per una galeria vertical ben decorada amb colada parietal i estalactites, amb alguns relleixos o balconets amb columnetes i estalagmites, on se poden instal·lar els diversos fraccionaments necessaris per a accedir al final de la cavitat. La secció d'aquesta zona presenta una forma aproximadament ovalada, amb un



Foto 2: Bloc de guix a la sala des Myotragus de la cova des Coral·loides. Presenta morfologies de dissolució degut al degoteig del sostre (Foto Damià Vicens).

*Photo 2: Gypsum block at the Sala des Myotragus in Cova des Coral·loides. It displays dissolution morphologies due to water dripping from the ceiling (Photo Damià Vicens).*

diàmetre major de 6-7 m, però amb un diàmetre menor que a vegades no arriba al metre, dificultant el pas còmode per la zona. El darrer fragment del descens és d'uns 9 metres i dona accés a una petita sala d'uns 13 x 7 m, en direcció E-O. Aquesta sala està bàsicament formada per un con de derrubis, amb una inclinació d'uns 35°, i presenta una alçada màxima de devers 8 m. En el trespol d'aquesta sala final se poden observar els esquelets de diferents vertebrats actuals que varen caure a l'interior de la cova, entre ells, el d'un eriçó (*Atelerix algirus*) que dona nom a l'avenc.

També cal recordar la presència de blocs de guix a aquest avenc.

### COVA-AVENC DE NA PICACENTO

Coordenades UTM (ED-50): 461051/4379611

Aquesta cavitat ja va ser breument descrita en el treball de BARCELÓ (1992), però la topografia ha estat actualitzada. Es tracta d'una cavitat de dimensions considerables, sobretot pel que fa a la **sala principal inferior**, amb unes dimensions d'uns 55 x 20 m, i que va en direcció SE-NO. A aquesta sala s'hi pot accedir mitjançant tres boques: la principal i de més fàcil accés es tracta d'una rampa terrosa situada a la part N, amb vegetació a la part exterior, i amb un desnivell d'uns 30 m. Les dimensions de la boca (amplada 11 m i alçada de

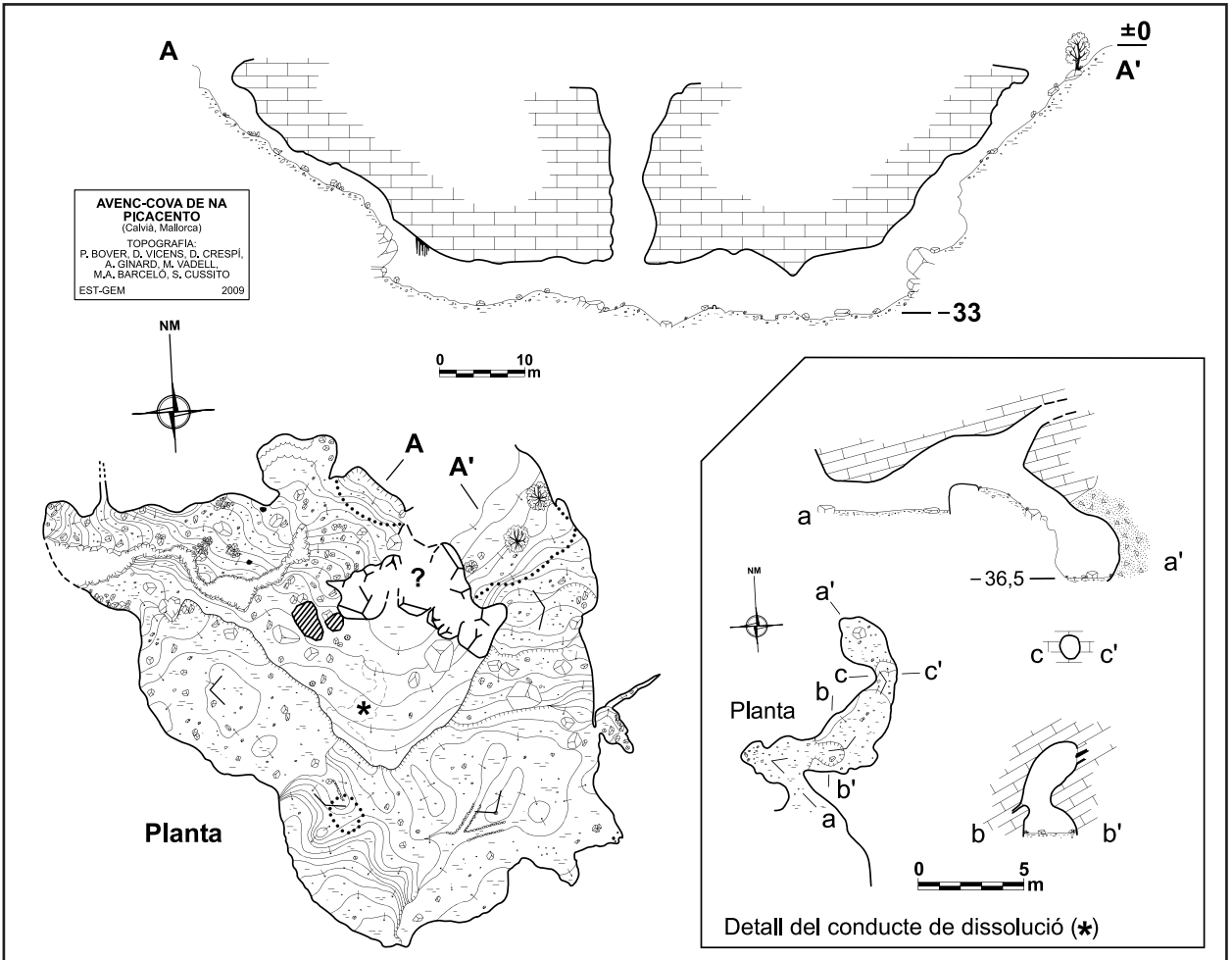
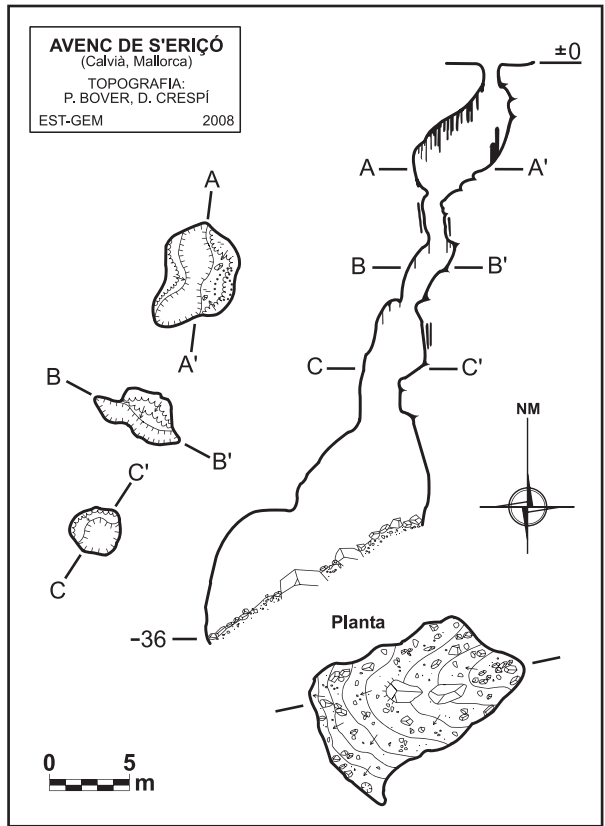
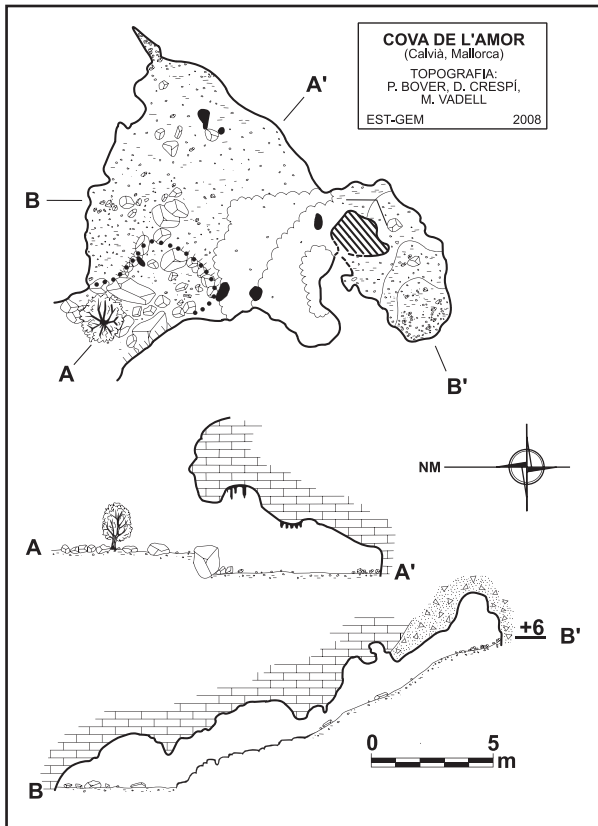




Foto 3: Entrada vertical de la cova-avenc de na Picacento (Foto Damià Crespi).

Photo 3: Vertical entrance to Cova-Avenc de na Picacento (Photo Damià Crespi).

més de 2 m) facilita el pas per ella. La segona boca es troba a uns 15 metres cap al NO des de la part central de la rampa abans descrita. Aquesta segona boca està ubicada en una zona molt més terrosa i dona accés a una **sala de blocs** de devers 40 m i direcció E-O. En general, aquesta sala està formada per blocs i terra i dona accés a la part O de la sala principal inferior. La sala superior de la segona entrada suposa la part més alta del cúmul de grans blocs que s'aprecien des de la sala inferior, i només a dues petites zones presenten algun tipus de concrecionament: colades pavimentàries a una saleta a prop de l'entrada i algunes estalagmites sobre els grans blocs que formen el penya-segat d'accés a la sala principal inferior. La resta són blocs encaixats i terra que donen un aspecte bastant inestable al conjunt. La tercera entrada és un pou vertical d'una trentena de metres que desemboca a la part central de la sala principal inferior (Foto 3).

La **sala principal inferior** presenta un gran volum i, en general, no mostra un grau elevat de concrecionament. Només es poden observar unes poques estalagmites i grups d'estalactites seguint algun dels crulls del sòtil. Possiblement, el que més destaca d'aquesta sala és la gran remoció de sediment del trespol que s'observa per tota la superfície. De fet, la topografia del trespol està totalment formada pels munts de sediment i les trinxeres realitzades per la gent que realitzà les excavacions. El motiu d'aquesta remoció és desconegut, i podria tractar-se, tal com ja va suggerir BARCELÓ (1992), de recerca de tresors o feines d'extracció de guixos, tan

habituals a la serra de na Burguesa (e.g., VICENS *et al.*, 2005; GINARD *et al.*, 2006), o d'altres materials.

Un altre dels aspectes destacables de la sala es el tub de dissolució (Foto 1) que es troba al marge N de la sala i que es troba situada davall dels grans blocs que conformen aquesta zona de la cova. El conducte té uns 12 m de recorregut i una alçada màxima de 5 m. El sector final d'aquest conducte, format per parets de bretxes, presenta una secció totalment circular i s'observen les restes del que devia ser un gorg. A prop de l'extrem N del conducte s'observa, al sòtil, una obertura de mides considerables que devia ser per on l'aigua circulava des de la superfície entre els grans blocs.

A la paret S de la cova s'obren alguns balcons no accessibles.

Encara que l'accés a la cova per la rampa principal es podria realitzar sense material de progressió vertical, recomanem la instal·lació d'una corda (mínim de 50 metres) amb un fraccionament a un bloc al lateral E, ja que una patinada o el moviment inesperat d'un bloc podria ocasionar una caiguda perillosa. Per a l'accés per la segona entrada és imprescindible la instal·lació d'una corda des de l'inici, ja que també els blocs són altament inestables i en alguns trams la inclinació és molt considerable.

A prop de la cova i en superfície hi ha colades estalagmítiques d'almenys 2 m de potència (Foto 4), que creiem que poden ser d'una antiguitat anterior al Pleistocè superior.

Per acabar, comentar que a l'entrada principal i a la vertical hi ha la falguera *Phyllitis sagittata*.

### COVES DES FALCONS

Coordenades UTM (ED-50): 459445/4376913

Cavitats properes a la pedrera de na Carnissera. Es tracte de dues covetes situades una vora de l'altre i de dimensions modestes. Sembla que estan instal·lades en dues fractures amb orientació NO-SE. A la més meridional hi ha colades a la part interna de la cova. A la més septentrional cal destacar la presència d'un pontet format per l'erosió (veure tall G-H de la topografia).

### COVA DES CÀVEC

Coordenades UTM (ED-50): 459455/4376962

És una cova penjada a un petit penya-segat. La cavitat, molt modesta, consta de dues saletes. La saleta d'entrada té uns 8 x 4m i comunica amb una saleta que hi ha darrera. A la saleta d'entrada hi havia al terra un bloc de guix.

### COVA GEGANT

Coordenades UTM (ED-50): 459984/4377358

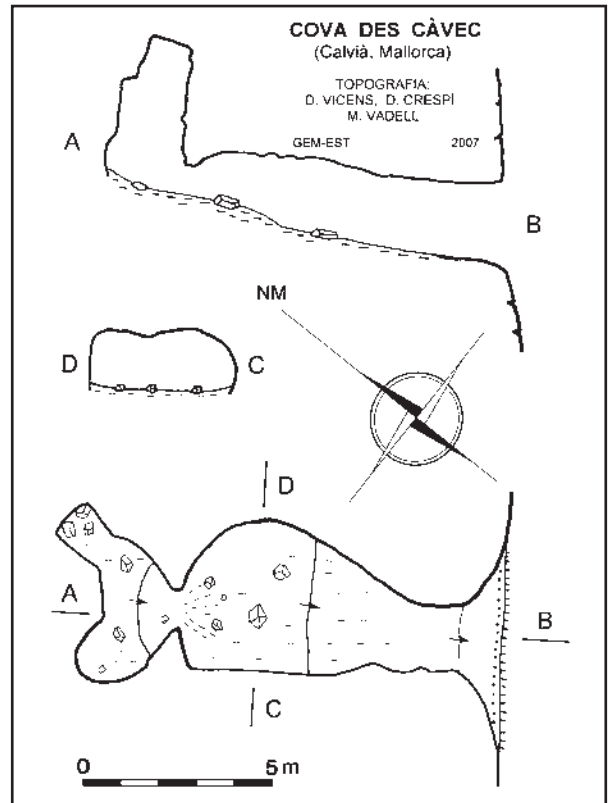
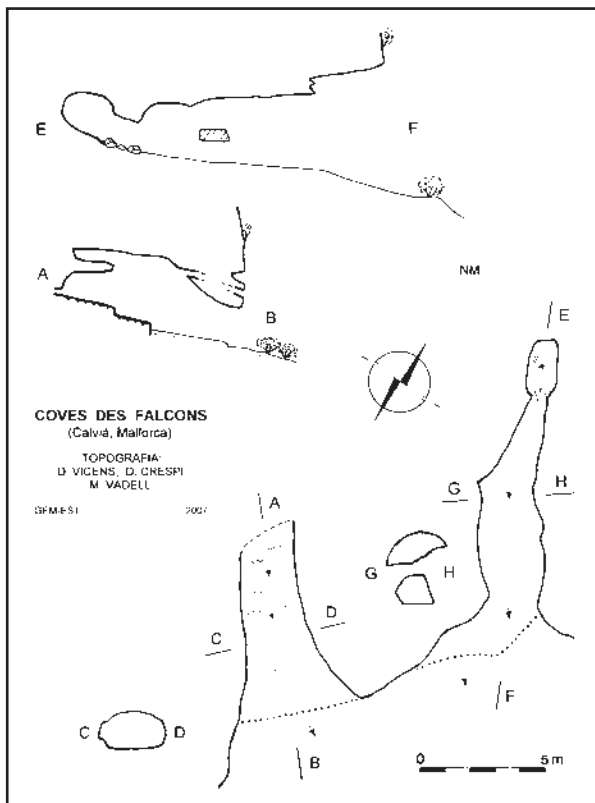
És una sala formada a conseqüència d'un procés d'enfonsament, de dimensions considerables, 42 x 32 m, amb una entrada de 24 x 20 m que provoca que la sala estigui completament il·luminada (Foto 5). A dins hi ha condicionaments humans per a la seva utilització. Un d'ells en forma d'estructura circular sembla una sitja.

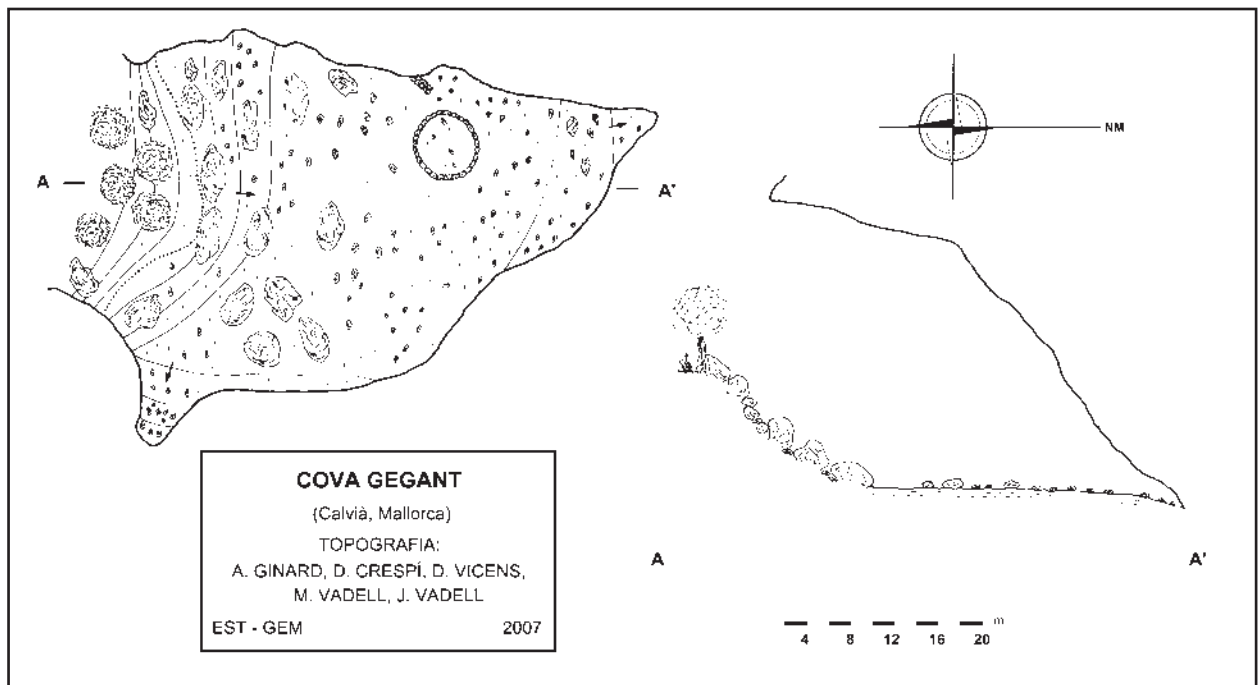




Foto 4: Colades estalagmítiques d'almenys 2 m de gruix a prop de la cova-avenc de na Picacento (Foto Damià Vicens).

Photo 4: Flowstone, at least 2 m thick, near Cova-Avenc de na Picacento (Photo Damià Vicens).





El nom de cova Gegant ja apareix publicat a BARCELÓ (1992), treball en el què se situa aquesta cavitat i altres 44 cavitats de la serra de na Burguesa. Encara que aquesta cavitat també es coneixia amb el nom de cova des Coloms, a BARCELÓ (1992) es va optar pel nom de cova Gegant perquè no es pogués confondre amb una altra cavitat, del mateix terme, prou coneguda. A l'any 2007, ENCINAS, va publicar la cavitat amb el nom de *Sa Carnissera*.

#### MINA DES COLL DES COCONS

Coordenades UTM (ED-50): 459195/4376414

Mina situada molt a prop del coll des Cocons, vora la carretera que va de Palma Nova a Calvià. La mina consta de dues galeries que donen a un enfonsament. La seva finalitat seria l'obtenció de guix, com s'ha pogut constatar en nombroses mines de la serra de na Burguesa i en pedreres pròximes (ses Vinyes, Clot d'en Dalmau i na Carnissera).

La galeria d'accés principal se situa al costat O i té 34 m de longitud, més 7 m de trinxera. En aquesta galeria hi ha dos orificis superiors que connecten amb l'exterior. La fondària total entre l'obertura dels orificis i l'exterior és de 7 m.

La segona galeria, molt més baixa, se situa al costat N-O, té 4 m i una trinxera de 5 m.

L'enfonsament té una forma més o manco ovalada. La seva amplada màxima en l'orientació E-O és de 40 m i la mínima (N-S) és de 24 m. Presenta la morfologia típica dels enfonsaments localitzats en les mines de na Burguesa: fons cobert de blocs i terra amb abundant vegetació i amb les parets verticals i lleugerament extraplomades.

Quant a l'aspecte de conservació cal lamentar, una vegada més, la gran quantitat de fems i deixalles que trobam en el fons d'aquesta mina.



Foto 5: Cova Gegant. Vista cap a l'exterior (Foto Damià Vicens).

Photo 5: Cova Gegant. View outwards (Photo Damià Vicens).

#### COVA DES CORAL·LOIDES

Coordenades UTM (ED-50): 459195/4376414

Aquesta cavitat, desconeguda pel nostre grup, es va trobar a principis de gener de 2008, explorant per la zona d'estudi. Pocs dies després, el dia 19 de gener es varen trobar unes restes de *Myotragus* a una sala interna de la cova. L'exploració i topografia de la cavitat s'ha realitzat entre els anys 2008 i 2009.

El nom que li hem donat, **Coral·loides**, és a causa de la quantitat d'espeleotemes d'aquest tipus que hi trobam en una de les sales, la forma i aparença dels quals recorden el corall.

Cavitat d'un cert volum, amb un recorregut de 324 m i una profunditat de 27 m. És una cavitat d'enfonsament d'estructura cupuliforme que podem incloure dins el tipus *sales d'enfonsament (collapse chambers)* descrites per GINÉS (2000). La cavitat presumiblement ha



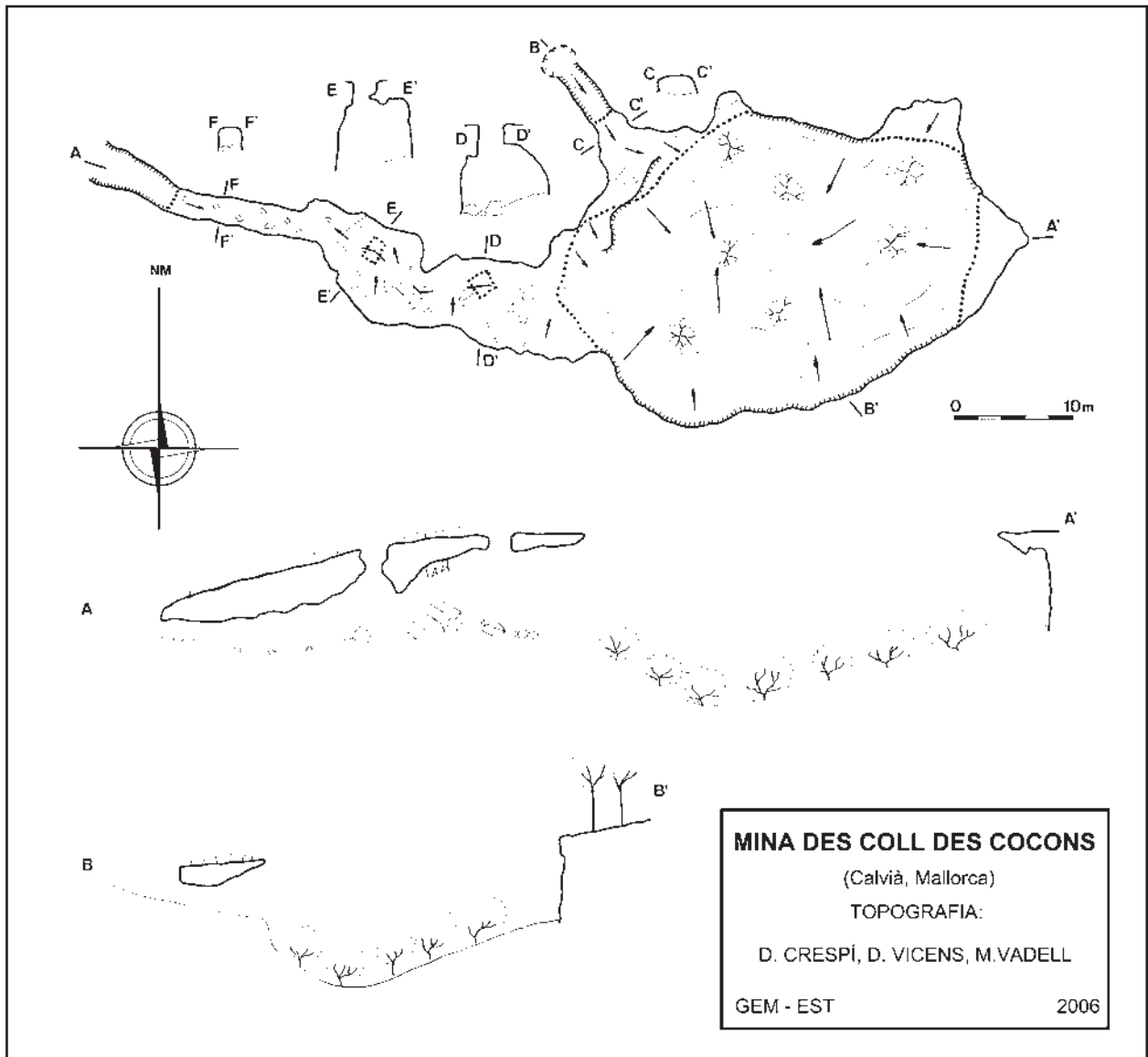
Foto 6: Sala des Blocs de la cova des Coral-loides. S'observa un gran massís estalagmític basculat (Foto Antoni Fullana).

Photo 6: Sala des Blocs of the Cova des Coral-loides. A large tilted stalagmitic mass is observed (Photo Antoni Fullana).

soferts diferents col·lapses que s'han superposat uns als altres i juntament amb processos de concrecionament han format una cavitat amb una planta força complexa.

Es pot dividir la cavitat en quatre zones que hem anomenat: **sala des Blocs**, **sala des Myotragus**, **sala des Pou** i **Crull de Dalt**.

L'entrada de la cavitat queda amagada per la vegetació a causa de les dimensions discretes, 0,9 m d'alçada i 2 m d'amplada. L'entrada forma un balcó dins la **sala des Blocs**, això no obstant permet el descens sense cap problema per sobre dels blocs. En aquesta **sala des Blocs** és on s'aprecien amb més claredat tant els processos de concrecionament afectats per solifluxions com també la superposició de col·lapses que provoquen un caos de blocs i en més d'un lloc impedeixen arribar fins al fons de la sala. La **sala des Blocs** té forma de cúpula i una alçada màxima de 21 m (Foto 6 i 7). Des d'aquesta sala de l'entrada, per un lateral i en direcció SO, es pot accedir a la **sala des Myotragus** de dimensions considerables en la qual també hi podem observar els diferents col·lapses que ha sofert. Durant les primeres exploracions va ser necessari desobstruir



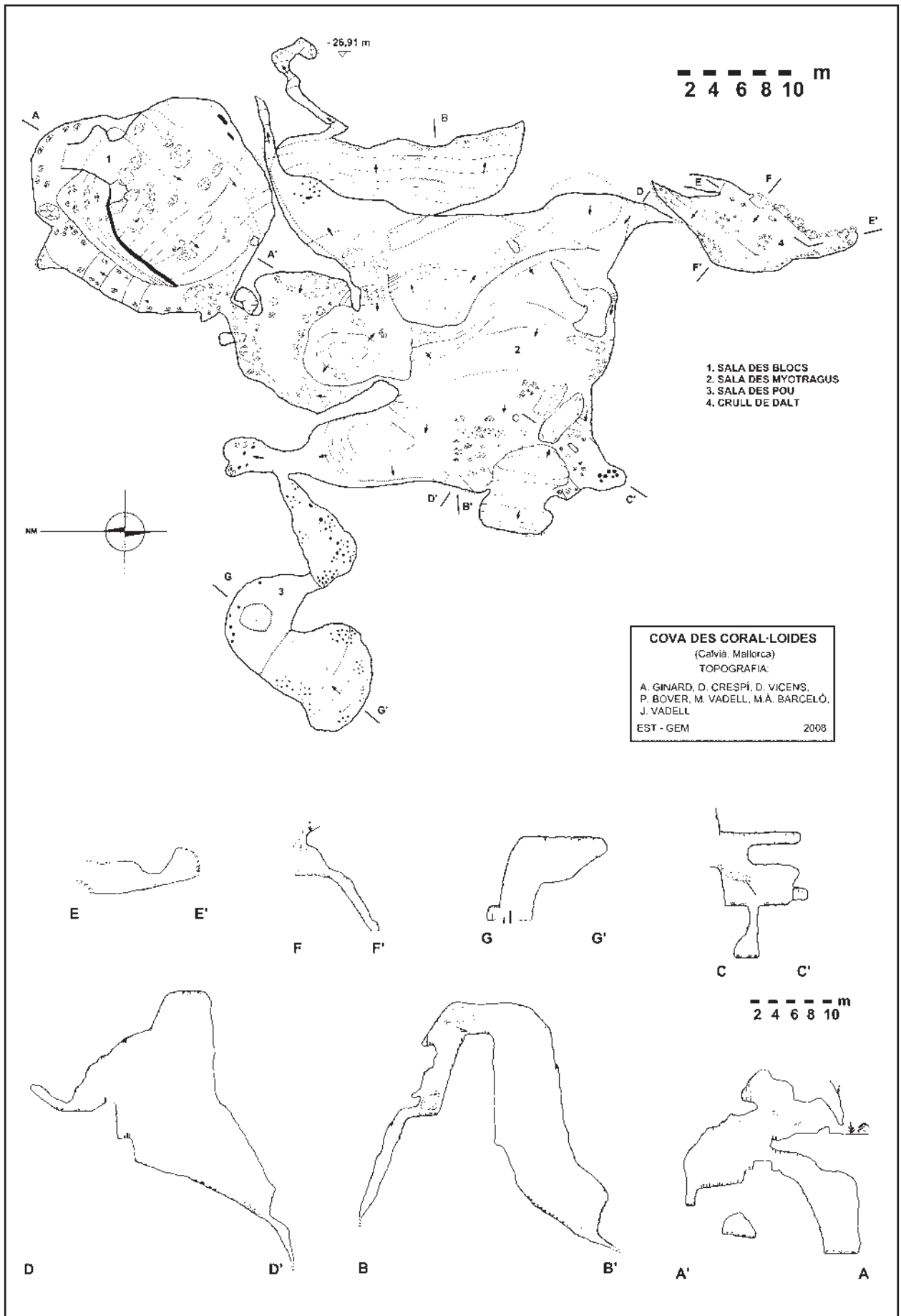




Foto 7: Sala des Blocs de la cova des Coral-loides (Foto Antoni Fullana).

Photo 7: Sala des Blocs of the Cova des Coral-loides. (Photo Antoni Fullana).



per permetre el pas des de la **sala des Blocs** a la **sala des Myotragus**.

En diversos llocs de la **sala des Myotragus** podem trobar-hi morfologies de dissolució en blocs de guixos (Foto 2) i també constatar la presència de bretxes amb guixos interclastes i és en aquesta sala on s'ha trobat en superfície un exemplar de *Myotragus balearicus* que ha estat exhumat, i també s'han trobat restes de *Hypnomys morpheus* en diferents llocs de la cavitat, que també s'han exhumat. L'alçada d'aquesta sala arriba en alguns llocs als 22 m que la converteixen en la sala més alta de la cavitat (Foto 8).

Des de la **sala des Myotragus**, en direcció NO, podem accedir primer a través d'un crull i amb força dificultat i després a través d'una colada pavimentària a una saleta de dimensions discretes i molt concrecionada amb una finestra que permet, amb l'ajuda de cordes, el descens a una sala que hem anomenat **sala des Pou**, en la qual hi podem observar les restes d'un gur fòssil i un altell amb molts d'espeleotemes. Per a l'accés i exploració d'aquesta sala es fa necessari l'ús de material de descens, la qual cosa és innecessària a la resta de la cavitat.

Des de la **sala des Myotragus**, en direcció E, es pot avançar a través d'un crull, amb una inclinació de 60°, amb moltes dificultats fins que finalment es fa del tot impracticable a la cota més baixa de la cavitat.

Foto 8: Sala des Myotragus de la cova des Coral-loides, on s'aprecia el volum de la sala (Foto Antoni Fullana).

Photo 8: Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides. The volume of the room can be appreciated (Photo Antoni Fullana).



Foto 9: Colades, estalactites, columnes i banderes a la sala des Myotragus de la cova des Coral-loides (Foto Antoni Fullana).

Photo 9: Flowstone, stalactites, columns and draperies at the Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides (Photo Antoni Fullana).



Foto 10: Zona S. Sala des Myotragus de la cova des Coral-loides (Foto Antoni Fullana).

Photo 10: Zone S. Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides (Photo Antoni Fullana).

El **Crull de Dalt** és actualment una cavitat individual i estructurada sobre una fractura de direcció N-S. La cavitat té aproximadament 15 m en planta i 6 m de desnivell, amb una obertura a l'exterior produïda per algun enfonsament. La gènesi d'aquest crull possiblement estigui relacionada amb la cova des Coral-loides. El crull se situa al SE de la **sala des Myotragus** a 17 m per sobre però l'accés a la sala des del crull està obstruït per l'acumulació de blocs.

Si ens basam en la situació del crull i en la troballa de mol·luscs recents a la **sala des Myotragus**, en una zona situada a sota del crull, és possible que algun moment aquest crull fos una entrada a la cova des Coral-loides.

Referent als espeleotemes, dir que n'hi ha una gran varietat, repartits per tota la cavitat.

El massissos estalagmítics, colades, estalactites, estalagmites són freqüents (Foto 9 i 10).

Cal destacar la presència de coral-loides, majoritàriament a la **sala des Myotragus** emperò es poden observar gairebé per totes les parts de la cova. La morfologia d'aquests espeleotemes és variada, així es poden trobar per sobre de blocs, el sòl, las parets i el sostre unes morfologies coral-loides irregulars (Foto 16), fins i tot per sobre d'estalactites o estalagmites (Foto 11). També hi ha algunes formes arborescents, emperò aquestes són escasses. Una de les més curioses han estan unes en

forma arborescent (Foto 12) i unes altres en forma de petites esferes sobre un peduncle (Foto 13).

Les excèntriques també hi són presents per tot, emperò no són molt abundants. Un tipus d'espeleotema present a Mallorca, emperò poc citat són els nius de pisòlits. AUROUX (1985) descriu diferents tipus de pisòlits a una sèrie de cavitats mallorquines i cita les referències anteriors a la seva publicació. Recentment, MERINO (2008) en cita a la cova des Pas de Vallgorne-



Foto 11: Estalactites decorades per coral-loides a la sala des Myotragus de la cova des Coral-loides (Foto Antoni Fullana).

Photo 11: Stalactites with coralloids observed at the Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides (Foto Antoni Fullana).



Foto 12: Coral-loides en forma arborescent i estalactites. Sala des Blocs de la cova des Coral-loides (Foto Damià Vicens).

Photo 12: Arborescent coralloids and stalactites. Sala des Blocs of the Cova des Coral-loides (Foto Damià Vicens).



Foto 13: Espeleotemes coral-loides subaeris en forma d'esfera sobre un peduncle. Diàmetre de les esferes 3 mm aprox. (Foto Antelm Ginard).

Photo 13: Subaerial coralloidal speleothems shaped like a sphere on a peduncle. Sphere diameter approx. 3 mm (Foto Antelm Ginard).

ra. Nosaltres hem observat nius de pisòlits a la **sala de Myotragus** (Foto 14).

Ens ha cridat l'atenció la coloració obscura de les concrecions superficials a una part elevada de la **sala des Myotragus** (Foto 15 i 18), fins i tot per sobre d'alguns ossos (Foto 17). Sembla que la coloració ve donada per la presència d'una impuresa a l'hora de precipitar el carbonat càlcic. Creiem que pot ser matèria orgànica.

Per acabar dir que hem observat espeleotemes en forma de "copes apilades" a prop de l'entrada de la cavitat, espeleotemes ja observats en altres cavitats de la serra de na Burguesa (VICENS *et al.*, 2000; DOT i SANCHEZ, 2004).



Foto 14: Niu de pisòlits a la sala des Myotragus de la cova des Coral-loides (Foto Mateu Vadell).

Photo 14: Nest of cave pearls at the Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides (Photo Mateu Vadell).

## Part paleontològica

A l'interior de les cavitats de la serra de na Burguesa s'han trobat nombroses restes de vertebrats fòssils del Plio-Quaternari balear (e.g., BOVER i ALCOVER, 2005). Entre les troballes cal destacar el jaciment de la pedrera de Gènova, d'on es varen extreure els materials osteològics del bòvid *Myotragus batei* (CRUSAFONT i ANGEL, 1966). Una altra de les troballes importants és l'esquelet pràcticament complet de *Myotragus balearicus* que es va localitzar a l'avenc de ses Pasteretes (VICENS *et al.*, 2000).

A la cova des Coral-loides, durant la seva exploració, es va localitzar un esquelet de *Myotragus balearicus* pràcticament complet (Foto 16). L'esquelet es trobava a una sala interior de la cavitat i estava parcialment concrecionat, i dipositat en una superfície de menys d'un metre quadrat. Cal destacar que, encara que l'estat de preservació d'alguns ossos és dolent, l'esquelet estava bastant sencer (fins i tot es varen localitzar la darrera vèrtebra caudal i ambdues fíbules, ossos molt mals de localitzar en condicions d'excavació normals). La topografia de la cova fa que sigui improbable que l'animal arribàs a aquesta sala mitjançant l'entrada actual, i fa pensar que la cova tengués una altra entrada al sòtil d'aquesta sala, per on el bòvid hagués caigut a l'interior. Aquesta hipòtesi es veuria corroborada per la troballa d'un esquelet quasi complet del glírid fòssil *Hypnomys morpheus* a l'interior d'un gorguet situat a la part superior del gran bloc central d'aquesta mateixa sala (Foto 17 i 18). Aquest espècimen també hauria entrat per la part superior de la sala. S'ha d'esmentar que aquest esquelet d'*Hypnomys* presenta un estat de conservació extraordinari, encara que està finalment concrecionat. El crani està molt complet. Normalment, als cranis de rosegadors resulta complicat trobar l'occipital associat a la resta del crani degut a que presen-



Foto 15: Gurs a la sala des Myotragus de la cova des Coral-loides. El color obscur de la roca pot ser degut a la presència de matèria orgànica (Foto Miquel Angel Barceló).

Photo 15: Rimstone pools located at the Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides. The dark colour of the rock is probably due to the presence of organic matter (Photo Miquel Angel Barceló).



ta una unió molt fràgil. En el cas de l'*Hypnomys* de la cova des Coral-loides, la concreció ha fet que l'occipital quedàs adherit i actualment és un dels cranis en millor estat de conservació d'aquesta espècie que s'ha trobat mai.

En total, dins la cova s'han trobat 7 esquelets parcials associats de la rata cellarda fòssil de les Balears *H. morpheus*, a part de nombroses restes dispersades

per diferents racons de la cavitat. Cal destacar també la troballa d'alguns ossos de sargantana (*Podarcis* sp), espècie actualment extingida a l'illa de Mallorca.

A més de les espècies fòssils també s'han localitzat diferents restes de quiròpters, rata cellarda actual (*Eliomys quercinus*), ocells i un húmer d'amfibi, molt possiblement de *Bufo viridis*.



Foto 16: Restes de *Myotragus balearicus* procedents d'un únic individu (Foto Damià Vicens).

Photo 16: Remains of the same individual of *Myotragus balearicus* (Photo Damià Vicens).



Foto 17: Crani de *Hypnomys morpheus* a la sala des Myotragus de la cova des Coral-loides (Foto Mateu Vadell).

Photo 17: Skull of *Hypnomys morpheus* found in the Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides (Photo Mateu Vadell).



Foto 18: Restes de *Hypnomys morpheus* a la sala des Myotragus de la cova des Coral-loides

Photo 18: Remains of *Hypnomys morpheus* found in the Sala des Myotragus of the Cova des Coral-loides (Photo Miquel Àngel Barceló).

## Agraïments

A Antoni Fullana per fer fotos de la cova des Coraloides.

A Gregori Puigserver i Julián Vadell per acompanyar-nos alguns dies.

## Bibliografia

- AUROUX, L. (1985): Concreciones pisolíticas en cavidades de Mallorca. *Endins*, 10-11: 27-31.
- 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.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M.; CRESPI, D. i VICENS, D. (2003): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 5: Coma des Mal Pas (Calvià i Palma, Mallorca). *Endins*, 25: 87-106.
- 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. (2005). Catàleg dels jaciments amb *Myotragus* a les Illes Balears. In: Alcover, J. A. & Bover, P. (eds.), *Proceedings of the International Symposium "Insular vertebrate evolution: the palaeontological approach"*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 27-32.
- BOVER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D.; VICENS, D.; VADELL, M.; SERRA, J.; SANTANDREU, G. i BARCELÓ, M. A. (2004): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 6: La mineria a la serra d'en Marill (Palma, Mallorca). *Endins*, 26: 59-82.
- CAÑIGUERAL, J. (1949): Las cuevas de Campanet (Mallorca). *Revista ibérica* núm. 156.
- CRESPI, D.; GINARD, A.; VICENS, D.; VADELL, M. i BARCELÓ, M. A. (2007): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins* 31:141-160.
- CRESPI, D.; GRÀCIA, F.; VICENS, D.; DOT, M. A.; VADELL, M.; BARCELÓ, M. A.; BOVER, P. i PLA, V. (2001): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (2a part). Calvià -Mallorca-. *Endins*, 24: 75-97.
- 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'Académie de Sciences Paris*, 262: 2012-2014.
- DOT, M.A. i SÁNCHEZ, C. R. (2004):El carst de sa Malafetge (Calvià i Palma, Mallorca). *Endins*, 26: 105-124.
- ENCINAS, J.A. (2006): *Relación inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears*. Ediciones Jaes. Colección Tarsilbet, 4, 236 pp. Pollença.
- ENCINAS, J.A. (2007): *La incidencia antrópica en las cavernas balearicas*. Colección Tarsilbet, 5. Pollença
- FORNÓS, J. J. i GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica dels carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the majorcan karst. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 27-43.
- GINARD, A.; CRESPI, D.; VICENS, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M.A. i BOVER, P. (2006). Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 8: mineria als voltants des coll des Vent (Palma, Mallorca). *Endins*, 29: 99-120.
- GELABERT, B. (1998): *La estructura geológica de la mitad occidental de la Isla de Mallorca*. Inst. Tec. Geominero de España. 129 p. Madrid.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carstologica*, 29: 140-148.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanism. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GINÉS, J.; BORRAS, L. i GINÉS, A. (1989): Grup Espeleològic EST: 1968-1988. Vint anys d'espeleologia mallorquina. *Endins*, 14-15: 101-116.
- 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 geológico de España, E. 1:50.000. Hoja nº 698/723(IV): Palma/Illa del Toro y Cap de Cala Figuera (Mallorca). Madrid.
- MERINO, A. (2008): Nueva aportación al conocimiento de los espeleotemas y morfologías existentes en la cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 32: 43-48.
- MONTORIOL, J. (1963): Resultados de una campaña geoespeleológica en los alrededores de la Bahía de Palma de Mallorca. *Speleon*, 15: 3-32.
- VICENS, D. i PLA, V. (2001): L'Equip Mallorquí d'Espeleologia (EME): primer grup espeleològic mallorquí. *Endins*, 24:113-127.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M. i BARCELÓ, M.A. (2005). Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 7: les coves del Pilar i les mines de guix. *Endins*, 27: 47-74.
- 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.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; GINARD, A.; BARCELÓ, M.A.; VADELL, M.; BOVER, P. i GRÀCIA, F. 2008. La serra de na Burguesa (Serra de Tramuntana, Mallorca): treballs espeleològics realitzats entre 2001 i 2008. In: Pons, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 49-51.

# PRESENCIA DEL MURCIÉLAGO RATONERO PARDO *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806) (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE) EN MALLORCA (ISLAS BALEARES)

por David GARCÍA<sup>1</sup> y Patricia ARBONA<sup>1</sup>

## Resum

Se documenta por primera vez la presencia del murciélago ratonero pardo (*Myotis emarginatus*) (Geoffroy, 1806) en la isla de Mallorca, en un túnel abandonado de Algaida. Se capturó y midió una hembra a la que se le extrajo una muestra de piel del plagiopatagio para análisis del ADN. Esta nueva cita eleva a 18 el número de especies de quirópteros en la isla de Mallorca, y pone de manifiesto la necesidad de dedicar un mayor esfuerzo al conocimiento de este orden en las islas Baleares.

## Abstract

The presence in the island of Mallorca of the Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) (Geoffroy, 1806) is reported for the first time from a single adult female. This bat was captured in an abandoned tunnel in Algaida. External measures, wing-punches for posterior DNA analyses and pictures were obtained to document the capture before releasing the bat in the same cavity. With this new record, a total of 18 bat species are at present reported from Mallorca Island. This finding clearly supports the necessity of increasing basic research to establish accurate check-lists of this group of mammals.

## Introducción

El murciélago ratonero pardo (*Myotis emarginatus*) es una especie de carácter cavernícola que también emplea edificaciones como refugio (SCHOBER & GRIMMBERGER, 1987). Su área de distribución comprende el centro y sur de Europa, norte de África, suroeste y centro de Asia. En la Península Ibérica presenta una distribución amplia, ocupando diversos ecosistemas (QUETGLAS, 2007). En el archipiélago Balear está presente en Menorca (QUETGLAS, 1997), mientras que en Ibiza se han hallado una serie de restos óseos en el registro fósil del yacimiento paleontológico de es Pouàs (St. Antoni de Portmany) que morfológicamente podrían ser atribuibles a *Myotis emarginatus*, si bien no se ha podido demostrar (ALCOVER, 2003).

*M. emarginatus* está considerado como Vulnerable en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de España (QUETGLAS, 2007) e incluido como Vulnerable en el CNEA (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas). En la Directiva de Hábitats está incluido en el anexo II. En las islas Baleares, este vespertilionido está considerado como "En Peligro" (VIADA, 2006).

Hasta la fecha el catálogo quiropterológico de Mallorca incluye 17 especies: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rh. hipposideros*, *Rh. mehelyi*, *Myotis myotis*, *M. escalerae*, *M. capaccinii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. pygmaeus*, *P. kuhlii*, *P. nathusii*, *Hypsugo savii*, *Nyctalus leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *Barbastella barbastellus*, *Plecotus austriacus*, *Miniopterus schreibersii* y *Tadarida teniotis* (ALCOVER & MUNTANER, 1986; SERRA-COBO *et al.*, 2006; TRUJILLO & GARCÍA, *in press*). De las cinco especies del género *Myotis* presentes en el archipiélago balear, *M. emarginatus* y *M. daubentonii*, citadas en Menorca (QUETGLAS, 1997; TRUJILLO *et al.*, *in press*) no habían sido citadas hasta el momento en Mallorca.

En la presente nota se cita una nueva especie de quiróptero para Mallorca, *Myotis emarginatus*. Esta nueva aportación al conocimiento de la fauna quiropterológica de las islas Baleares, se suma a los recientes descubrimientos de nuevas especies de murciélagos en el archipiélago: murciélago ratonero ribereño (*Myotis daubentonii*) y murciélago de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) (TRUJILLO *et al.*, *in press*; TRUJILLO & GARCÍA, *in press*). Estos descubrimientos ponen de manifiesto las carencias de la información disponible sobre este grupo faunístico en Baleares.

<sup>1</sup> C/Son Borrás, 14. 07340 Alaró. Mallorca. Islas Baleares.

## Material y métodos

Con el objeto de inventariar los murciélagos cavernícolas de Mallorca, entre 2006 y 2009 se han realizado una serie de prospecciones en diferentes cavidades distribuidas a lo largo de la geografía de la isla. Estas exploraciones han consistido en la aplicación de una combinación de metodologías para poder detectar con la mayor eficacia la presencia de quirópteros en las grutas. Por un lado, la exploración visual de la caverna para detectar indicios de presencia de murciélagos, como cúmulos de excrementos, manchas de orines en los techos y paredes, o la observación directa de los animales. Además, se han realizado trampeos en la salida de las cavidades durante las horas crepusculares mediante el empleo de trampas arpas o redes de niebla finas, en combinación con detectores de ultrasonidos (Pettersson Elektronik AB, modelos D230 y D240x).

A los animales capturados se les tomaron las medidas corporales oportunas, útiles para la determinación de la especie. El peso se tomó con una balanza de 0,1 g de precisión y la biometría con calibres de 0,5 mm de precisión. Para determinar aquellas especies con problemas de identificación, se emplearon las claves de caracteres morfológicos diferenciadores, tomadas de DIETZ & VON-HELVERSEN (2004). A una parte de los ejemplares se les extrajo una muestra de piel de la membrana alar con un "biopunch" para posteriores análisis de ADN que permiten confirmar la identificación. Todos los ejemplares fueron liberados en el mismo lugar de captura.

A raíz de una comunicación sobre la presencia de

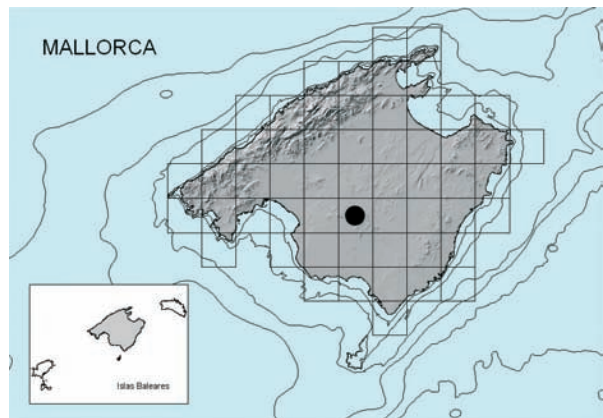


Figura 1: Localidad donde se constató la presencia del murciélago ratonero pardo (*Myotis emarginatus*) en Mallorca (Islas Baleares). Cuadrícula UTM 31S DD97 (10 x 10 km.).

Figure 1: Capture locality of Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) in Mallorca (Balearic Islands).

murciélagos en una mina abandonada en el municipio de Algaida situada a 440 m.s.n.m (Cuadrícula UTM: 31S DD97), se realizaron una serie de visitas para determinar las especies de quirópteros que empleaban dicho túnel. Aparentemente el túnel fue construido para ser utilizado como arsenal. Consta de tres aberturas comunicadas por un pasillo horizontal con cinco salas interiores de diferentes dimensiones.

La vegetación presente en las inmediaciones del túnel está dominada por *Quercus ilex* y, en menor grado, por *Pinus halepensis*, junto con *Olea europaea* y *Pistacia lentiscus*.



Figura 2: Murciélago ratonero pardo (*Myotis emarginatus*) descansando en la fisura del techo del túnel de Algaida (Mallorca). (Foto: D. García).

Figure 2: Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) resting in a crevice in the ceiling of a tunnel in Algaida (Mallorca) (Photo: D. García).



Figura 3: Hembra de *Myotis emarginatus* capturada en un túnel de Algaida. (Foto: D. García).

Figure 3: Female of Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) found in a tunnel of Algaida (Mallorca) (Photo: D. García).

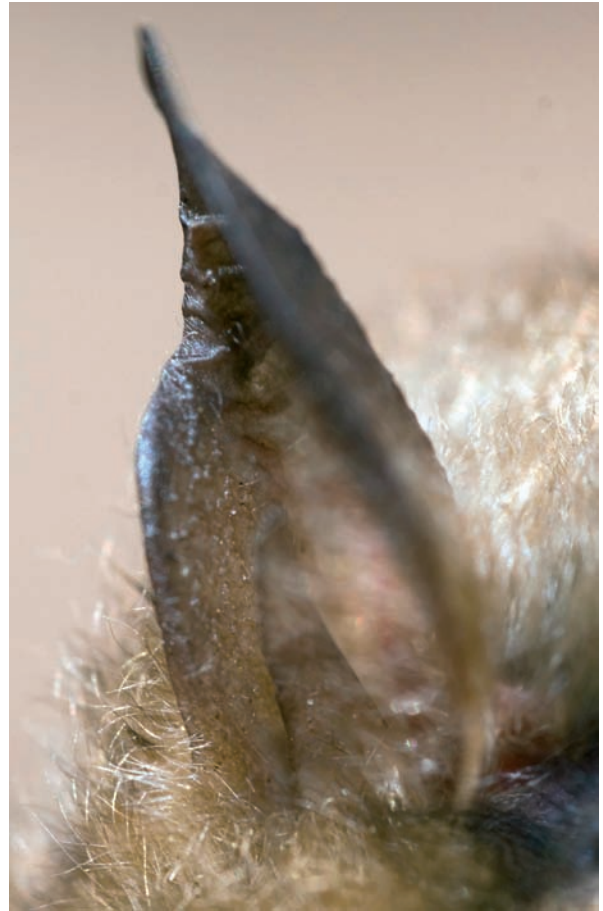


Figura 4: Detalle de la profunda escotadura que presenta en el borde exterior de la oreja, característica de *Myotis emarginatus*. (Foto: D. García).

Figure 4: Detail of the diagnostic notch on the outer fringe of the ear of the Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) (Photo: D. García).

## Resultados

Como resultado de sucesivas prospecciones realizadas en el túnel abandonado en el termino municipal de Algaida, se descubrió el 2 de mayo de 2009 una hembra de *Myotis emarginatus* descansando durante el día en una pequeña fisura del techo de una de las diferentes salas del interior de esta cavidad.

Entre los caracteres diferenciadores con respecto a otras especies del mismo género, se pudo observar la profunda escotadura que presenta en el borde exterior de la oreja, propio de la especie. Si bien, el primer rasgo que se observó fue su pelaje rubio rojizo dorsalmente y amarillento ventralmente. Su captura mediante un cazamariposa, permitió constatar que se trataba de una hembra adulta con las mamas desarrolladas. Se tomaron las siguientes medidas: antebrazo 39,8 mm; peso 7,35 g. Se recogieron muestras de patagio, que han sido enviadas a la Estación Biológica de Doñana (EBD, CSIC), para los correspondientes estudios genéticos de ADN. En el momento del hallazgo, se tomaron una serie de fotos del ejemplar (Figuras 2-4).

Según el párroco Jaume Monserrat, a mediados de los setenta se llegaban a observar grandes concentraciones de murciélagos en este túnel, que eran visitadas por los escolares del pueblo. Por otro lado, según los excursionistas que nos aportaron la primera noticia sobre la presencia de quirópteros en estos túneles, llegaron a observar en el interior de estas grutas un alto número de ejemplares a mediados de los noventa. Las descripciones de los animales recibidas, inducen a pensar que se debía tratar de murciélagos de herradura (*Rhinolophus sp.*) y/o de cueva (*Miniopterus schreibersii*).

Como resultado de las prospecciones y de trapeos realizados en el túnel donde se halló el ejemplar de *M. emarginatus*, se ha podido documentar una pequeña colonia de *Pipistrellus pipistrellus* en su interior, así como que también es esporádicamente empleado como refugio diurno por algunos ejemplares de *Rhinolophus hipposideros*, *Plecotus austriacus* y *Miniopterus schreibersii* y que es empleado como refugio de descanso durante la noche por otras especies: *Myotis escalerae*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Hypsugo savii*, así como de las especies anteriores. Por el momento no se ha logrado detectar/capturar más ejemplares de *M. emarginatus*.

## Discusión

Según las fuentes bibliográficas consultadas (ALCOVER & MUNTANER, 1986; SERRA-COBO *et al.*, 2007), hasta el presente esta especie no había sido citada en Mallorca. La captura aquí documentada de una hembra de *Myotis emarginatus* supone la primera cita de la especie en la isla, elevando a 18 el número de especies de quirópteros presentes seguras en la actualidad en Mallorca.

Con la detección de *Myotis emarginatus* en Mallorca, y de confirmarse su presencia en el pasado en Ibiza, la especie debió estar presente a lo largo del archipiélago, exceptuando quizás las islas de Formentera y Cabrera, donde por el momento no se conoce ninguna especie de este género (ALCOVER & MUNTANER, 1986; PONS *et al.*, 1991).

Hasta la fecha, llamaba la atención que en el archipiélago balear *Myotis emarginatus* sólo estuviera presente en Menorca y no habitara en Mallorca, que cuenta con una mayor superficie y diversidad de ecosistemas. El hecho de que esta especie haya pasado desapercibida hasta la fecha en Mallorca, así como los recientes hallazgos de nuevas especies de quirópteros para el archipiélago Balear (TRUJILLO *et al.*, *in press*; TRUJILLO & GARCÍA, *in press*), pone de manifiesto la necesidad imperiosa de mejorar los conocimientos sobre la fauna quiropterológica en las islas Baleares. Para ello, es necesario urgir a las autoridades la financiación de estudios faunísticos que permitan continuar con la realización de inventarios a lo largo de la geografía del archipiélago necesarios para establecer la composición específica de este grupo de mamíferos. En concreto, para esta nueva especie en Mallorca es prioritario poner en marcha un protocolo de trabajo que permita localizar sus colonias de cría en la isla, a fin de conocer mejor su estatus y garantizar su conservación.

## Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al compañero espeleólogo Carlos Sánchez quién nos ha acompañado en diferentes prospecciones en numerosas cavidades. Los doctores Javier Juste, Carlos Ibáñez (Estación Biológica de Doñana, Sevilla) y Josep Antoni Alcover (Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Mallorca) mejoraron con sus comentarios primeras versiones del manuscrito.

## Bibliografía

- ALCOVER, J. A. & MUNTANER, J. (1986): Els quiròpters de les Balears i Pitiüses: una revisió. *Endins*, 12: 51-63.
- ALCOVER, J. A. (2003): Les rates pinyades (Mammalia: Chiroptera) fòssils del jaciment paleontològic des Pouàs (St. Antoni de Portmany, Eivissa). *Endins*, 25: 141- 154.
- DIETZ, C. & O. VON-HELVENSEN (2004): *Illustrated Identification key to the bats of Europe*. Electronic Publication v. 1.0. URL: [www.biologie.uni-erlangen.de/zoo2/ovh/](http://www.biologie.uni-erlangen.de/zoo2/ovh/)
- PONS, G.; BENZAL, J.; HINCHCLIFFE G. & STRACHAN, R. (1993): Murciélagos (Mammalia, Chiroptera) del archipiélago de Cabrera. Evaluación de las poblaciones y propuestas de conservación. *Endins*, 19: 37-41.
- QUETGLAS, J. (1997): New records of bats (Chiroptera) for Minorca, Balearic Islands, Western Mediterranean Sea. *Mammalia*, 61: 611-614.
- QUETGLAS, J. (2007): *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806). Pp:166-170 . En: L. J. Palomo, J. Gisbert y J.C. Blanco (eds). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER (1996): *Los murciélagos de España y de Europa*. Ediciones Omega. Barcelona. 237 pp.
- SERRA-COBO, J.; AMENGUAL, B.; LÓPEZ-ROIG, M.; MÁRQUEZ, J.; TORRES, M.; RIPOLL, A.; SÁNCHEZ, A. & OLIVER, J. A. (2006): Catorze anys d'estudis quiropterològics a les Illes Balears (1993-2006). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 89-107.
- TRUJILLO, D. & GARCÍA, D. (*in press.*): Primera cita del murciélago de Nathusius *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) en las islas Baleares. *Galemys*.
- TRUJILLO, D., GARCÍA, D. & JUSTE, J. (*in press.*): First record of Daubenton's bat *Myotis daubentonii*, (Kuhl 1817), for the Balearic Islands (Spain). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*. Palma de Mallorca.
- VIADA, C. (2006): *Libro Rojo de los Vertebrados de las Baleares (3ª edición)*. Servei d'Espècies Protegides, Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears. 264 págs.

## NOVES APORTACIONS AL CONEIXEMENT DE LA CABRERA PREHISTÒRICA (Illes Balears)

per Miquel TRIAS <sup>1</sup>, Damià RAMIS <sup>2</sup>, Mateu RIERA <sup>3</sup>, Pere LLOVERA <sup>4</sup>,  
Joan SALOM <sup>4</sup> i Maria Magdalena RIERA <sup>5</sup>

### Resum

Presentam la posada al dia de totes les dades conegudes de la prehistòria de la illa de Cabrera. Ens hem basat en diferents treballs publicats a partir de principi del anys 60 del segle passat i de troballes efectuades durant els treballs de revisió del Pla General d'Ordenació Urbana de Palma i de la prospecció de les diferents estacions d'època bizantina situades arreu de la illa. Presentam també les topografies de les cavitats càrstiques inèdites on s'han fet la majoria de les troballes i d'alguna ja publicada però que en els darrers anys se n'han trobat noves extensions.

### Abstract

We present and bring up to date the known pre-historic data for the Cabrera Island. We have based this on the different works published from the beginnings of the 1960s and on findings made during the revision of the "Pla General d'Ordenació Urbana de Palma" and the exploration of the different settlements of Byzantine age situated round the island. We also present the surveys of unpublished caves where most of the findings were made and others already published where during the last years new extensions have been found.

## Introducció

En el present treball exposam els coneixements de què disposam fins a dia d'avui de la illa de Cabrera durant la prehistòria. Les dades que aportarem provenen de diversos treballs publicats per Joan Camps l'any 1962, Miquel Trias el 1974 i Maria José Hernández, Miguel Ángel Cau i Margarita Orfila l'any 1992. També aprofitarem els materials recollits pels guardes de Cabrera i que estaven dipositats a l'oficina del punt d'informació del port de Cabrera, els materials recollits per Maria Magdalena Riera Frau durant les feines de catalogació de zones arqueològiques per a la revisió del Pla General d'Ordenació Urbana de Palma i els materials del projecte "Recuperació, consolidació i musealització del monestir bizantí de l'illa de Cabrera" finançat per l'Ajuntament de Palma i patrocinat pel Parc Nacional de Cabrera.

La meitat de les estacions arqueològiques citades en aquest treball són coves o balmes, la majoria inèdites; ergo hem cregut que seria escaient fer-ne una descripció més enllà del contingut arqueològic que presenten i aportar-ne algunes dades que no justificarien un article independent.

Si bé el medi subterrani és conservador per excel·lència, i els dipòsits tenen la pervivència més o menys assegurada per a futurs estudis, a les estacions exteriors les condicions són molt diferents; a banda de l'agressió dels factors meteorològics cal tenir present que la vegetació de Cabrera està creixent de tal manera que dificulta notablement qualsevol treball de prospecció, de manera que convé fer esment què aquest paper recull informacions que cada cop seran més males de comprovar. De fet, s'ha fet molt difícil d'arribar a alguns dels llocs descrits i encara més poder-los prospectar en condicions.

L'Arxipèlag de Cabrera es troba al sud de l'illa de Mallorca, a uns 10 km de distància. Consta de 18 illes i illots, que sumen un total de 1.836 ha. La més gran és la de Cabrera amb un perímetre de 38 km i una superfície de 1.569 ha (Mapa 1).

En aquest article farem referència a 12 indrets on hem trobat materials d'època prehistòrica (Mapa 2). Tanmateix no podem parlar de dotze jaciments arqueològics, donat que en algun d'aquests llocs només s'ha trobat un únic fragment ceràmic amb forma; per exemple, entre el material que es trobava a l'oficina del punt d'informació de Cabrera hi havia un fragment de vora exvasada corba amb el llavi afinat, que podria pertànyer al Bronze final. Segons l'etiqueta que duia enganxada era de la cova del Coll Roig de Cabrera i collida dia 28

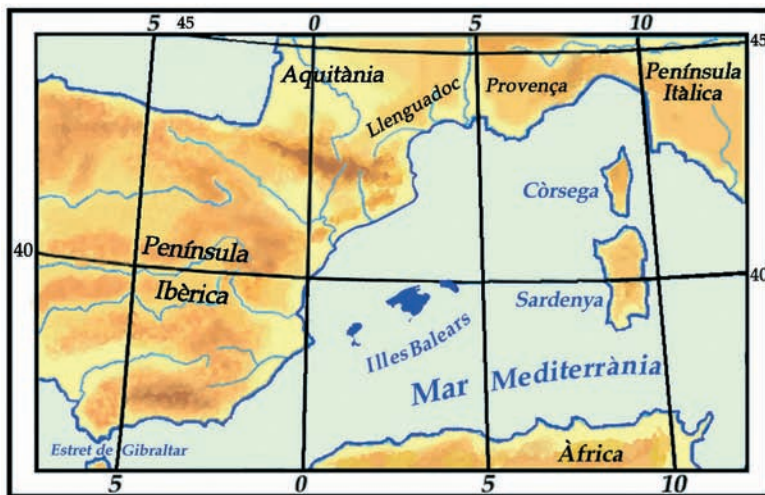
1 miquelordi@gmail.com

2 damiaramis@gmail.com

3 mateuriera@hotmail.com

4 Parc Nacional de Cabrera cabrera@mma.es

5 Regiduria d'Urbanisme. Ajuntament de Palma Plaça Cort 1.



Mapa 1: Localització de l'illa de Cabrera.

Map 1: Location of the Cabrera Island.

del 11 de 1991. Malauradament ens ha estat impossible identificar el lloc de la troballa i per tant no contemplarem aquesta peça en el present treball. També hem desestimat llocs on apareixen fragments informes aparentment prehistòrics com el localitzat a dalt de tot de la torrentera de Ses Sitges (coordenades UTM 496327-4334294). Els números de les estacions en el text són els mateixos del mapa 2.

## Relació de les estacions arqueològiques

### 1.- CLOT DES GUIX

El jaciment del què tractam ací va ésser definit per Joan Camps com "un poblado de traza talayótica de gran extensión. Aun resta casi toda la muralla, a base de bloques de piedra mas bien pequeños y colocados en seco. Su estado de destrucción está avanzadísimo" (CAMPS 1962a, 660). Aquest investigador també va recollir i publicar un destacable conjunt ceràmic que va qualificar com a "cerámicas de técnica indígena de carácter puramente talayótico, modeladas a mano, pasta muy burda, con gran cantidad de impurezas, la mayoría de paredes gruesas. Color variable entre amarillo-rojizo y gris. Superficie rugosa" (CAMPS 1962b, 190). Trenta anys més tard nous avenços en la investigació de les ceràmiques del temps de l'Antiguitat tardana permeteren reclassificar dits materials, que es poden situar cronològicament entre els segles V a VII dC (HERNÁNDEZ, CAU, ORFILA 1992, 215). Actualment no es té cap prova d'una ocupació important del lloc en època prehistòrica, ni de cap estructura que es pugui considerar anterior al segle V dC. De tot el material consultat de la contrada, només un fragment d'ansa podria correspondre a una peça del Bronze antic (Número 1 de la làmina 1). Aquesta es va trobar a les argiles del peu de la bassa que hi ha en el extrem meridional del jaciment, pràcticament a sobre de la roca. Aquesta bassa ha estat en ús fins ben entrat el segle XX, però no es descarta que fos construïda ja en època antiga. Aprofita un punt estret del torrentó que

desguassa les aigües de la conca des Clot des Guix. Allà hom va construir un mur perpendicular a la torrentera que barrava el pas just en el punt més estret del coll, i que permetia la acumulació de l'aigua. En un segon moment es varen construir els laterals de l'embassament. No creiem possible que aqueixa infraestructura es pugui remuntar a temps prehistòrics, però si que sembla que en aquest lloc s'hi devia acumular aigua de forma natural durant gran part de l'any.

### 2.- PLA DE SES FIGUERES

És un espai de terra poblat de mates al fons del port de Cabrera, comença ben bé a l'actual línia de costa i s'allunya d'ella fins a 150 m, com a mínim; tanmateix el nostre coneixement de la zona és parcial, adquirit mitjançant una prospecció superficial, motivada per la troballa de les tombes que va destapar la rasa de la xarxa d'aigües i també gràcies als cinc sondeigs arqueològics realitzats.

Allà destaca la gran quantitat de restes ceràmiques d'entre els segles V a VII dC i d'entre 1809 i 1814 que es troben disperses en una àrea d'unes 10 ha. Durant les excavacions realitzades hem pogut documentar estructures d'època antiga i del temps del captiveri dels soldats de l'exèrcit napoleònic (RIERA, 2005). Dintre d'una de les barraques del campament francès vam realitzar un sondeig de 2 m x 2 m. Allà, a 2,10 m de fondària en relació a la cota actual i a 1,90 m sobre el nivell del mar, va aparèixer un estrat compost per sorra on només hi aparegué material prehistòric (UE 266). És l'únic material prehistòric identificat per la contrada tant en superfície com en excavació. En total es varen trobar cinc fragments atípics, tres vores i una base de materials de l'edat del Ferro (números 2 a 5 de la làmina 1). Aquests materials es varen trobar a 39 m de la línia actual de costa, i a 43 m del pou de la Platgeta.

### 3.- CANAL DE S'AIGUA

Dalt de tot d'aquest canal fluvial, al sud de l'illa, hi ha una clariana en la vegetació on apareix una argila





Mapa 2: Llocs de les troballes de material ceràmic prehistòric.

Map 2: Locations of the findings of pre-historic pottery.

blanquinosa i abundants bales de la segona meitat del segle XX. Allà mateix hi ha una concentració de ceràmica prehistòrica d'uns 15 m<sup>2</sup> d'on vàrem poder recollir tres vores, una ansa, un agafador i una base de ceràmica de l'edat del Ferro. En el lloc encara resten nombrosos fragments (Números 10 a 16 de la làmina 1).

#### 4.- COVA DE N'ENSIOLA

Un dels canals que desemboca davant de la punta de n'Ensiola està limitat a ponent per un cingle de poca alçada. Als seus peus hi trobam diverses covetes i balmes, la més gran de les quals és la que ha rebut el nom sudit. Està formada per una sala allargada en sentit del cingle amb unes mesures de 17 m x 4 m en planta, de la sala parteixen dues galerietes en sentit perpendicular penetrant en el terreny fins a 8 m de la boca. L'altura és variable, entre 3,10 m i 1,20 m, en conjunt és un espai que davalla de nord-est a sud-oest amb pendent aproximat al del terreny exterior. Un espai romanent de roca mare la divideix en dues parts desiguals. Morfolò-

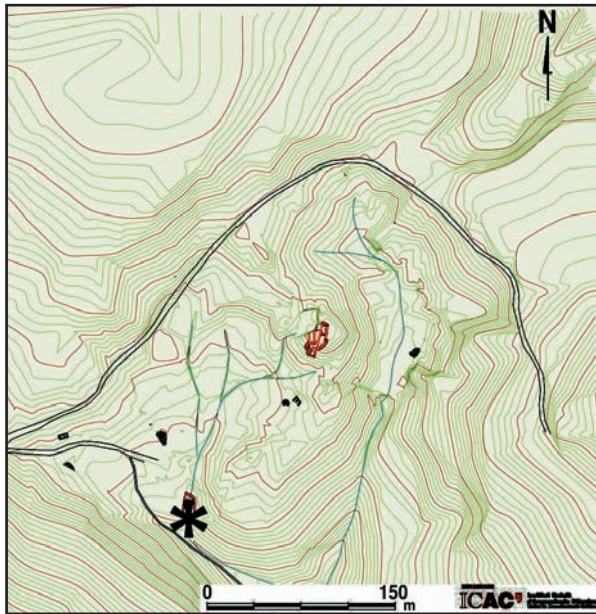
gicament és variada entre corrosió i esbaldrec de gran blocs, tot i que aquests no es troben actualment. Diverses parets de pedra en sec ens parlen de l'ús d'aquesta cavitat com a aixopluc ocasional o habitatge permanent; tot i que no podem afirmar amb certesa que hagin estat bastides en època prehistòrica, algunes pedres tenen una mesura que ens ho fa pensar. Una paret tanca tota la boca i d'altres li són perpendiculars i en subdivideixen l'espai en tres àmbits. El més assenyat o plausible seria parlar d'un ús prehistòric i d'un aprofitament per part dels francesos orats, els anomenats tàrtars que no vivien al poblat del port. Al seu exterior, a la rosseguera propera s'hi veuen força fragments ceràmics d'època prehistòrica. Entre ells poguérem identificar dues vores i un agafador del Bronze antic (Números 6 a 8 de la làmina 1).

#### 5.- COVA DEL PENYAL BLANC O COVA DEL MORT

És una cavitat localitzada als peus d'aqueix accident geogràfic al centre de l'illa. Es tracta d'un conjunt

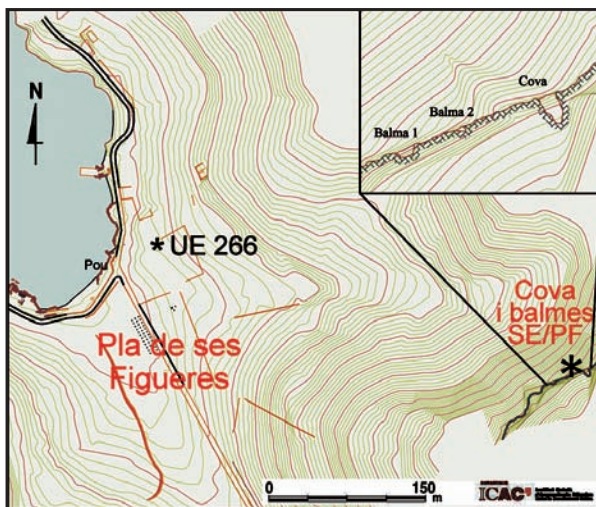
de galeries estretes amb un desenvolupament de 324 m i amb un pou de 14 m de fondària a la zona més interior, on s'assoleix la cota de -36 m respecte de la boca i de -44,50 m respecte de la part més alta de les galeries. La cova es va fer molt coneguda per la troballa d'un esquelet humà d'època indeterminada (ALCOVER *et al.*, 1997).

D'allà només hem pogut constatar la troballa d'un fragment de vora pertanyent a un atuell prehistòric però que no coneixem exactament on es va trobar (Número 9 de la làmina 1).



Mapa 3: Clot des Guix amb la localització del lloc on es va trobar la ceràmica prehistòrica (imatge: Josep Maria Puche—ICAC).

Mapa 3: Clot des Guix amb la localització del lloc on es va trobar la ceràmica prehistòrica (imatge Josep Maria Puche – ICAC).



Mapa 4: Pla de ses Figueres i balmes al sud-est amb la localització del lloc on es va trobar la ceràmica prehistòrica (imatge: Josep Maria Puche—ICAC).

Map 4: Pla de ses Figueres and rock shelters to the south-east with the location of the places where pre-historic pottery were found (Image Josep Maria Puche – ICAC).

## 6.- COVA DES FRANCESOS O DE L'OLLÓ

Situada en el barranc de l'Olló. Fou topografiada l'any 1991 i publicada dos anys més tard (TRIAS, 1993). Està formada per dues saletes de pis i sostre pla oberetes al peu d'una timba; la major té unes dimensions de 17 m x 15 m x 2 m; la menor amb prou feines assoleix els 15 m x 6 m x 1,20 m. Tanmateix el conjunt té unes bones condicions d'habitabilitat. En els seus voltants hi ha materials de diverses èpoques i també de temps prehistòrics. Presenta mostres clares d'utilització humana, a banda de l'existència de materials mobles: els sediments argilosos originals estan remenats i s'hi troben restes de tancats de paret seca. Entre els molts de fragments informes detectats es pogueren identificar sis vores, una ansa i un cordó. Alguns d'aquestes materials són del Bronze antic, alguns del Bronze final i d'altres de l'edat del Ferro (Números 17 a 24 de la làmina 1).

## 7.- EXTRACCIÓ DE MARÈS

Amb aquest nom i també amb el de Ses Pedreres coneixem un indret que es troba ran de mar a la costa nordoest de Cabrera entre el caló dels Palangrers i el caló des Forn. Aquí també només s'ha pogut documentar un fragment de vora de ceràmica prehistòrica (Número 1 de la làmina 2).

## 8.- SE/PF (SUDEST DEL PLA DE SES FIGUERES)

Cap al centre de l'illa, entre el pla de ses Figueres, Sa Font i La Miranda hi ha uns espadats que presenten diverses cavitats. Dues balmes i una cova són prou importants per esser citades en el present treball. Des de la boca d'aquestes cavitats hi ha unes magnifiques vistes de tot el port i de cala Santa Maria.

La Cova és una galeria de secció parabòlica i pis pla, d'uns 11 m de llargada per 3,50 m d'amplada. El pis presenta una lleu inclinació cap a fora, a la boca l'alçada del sostre és de 2,50 m. Una paret longitudinal delimita una feixa llarga, a l'exterior dos marges esglaonats amplien l'espai útil de la cova.

La Balma 1 és una petita cavitat oberta als peus de l'espadat que no ultrapassa els 5 m per 4 m en planta, amb una alçada de 2 m a l'entrada, minvant cap a l'interior; presenta un pis pla terrós i un doble marge: un just davall de la timba, tancant l'espai aixoplugat, l'altre a fora estructurant un pla triangular desfet cap a llevant; aquest darrer amb un aspecte prou antic. La Balma 2 és més petita que l'anterior: en planta fa 2 m per 4 m, amb una alçada de boca de 3 m. La boca s'obri dins la penya, per damunt el peu de la timba, encara que al pis interior no s'hi veu la roca, és de sediment terrós amb abundants pedres. La tanca una paret baixa d'una sola pedra d'amplada.

A la rosseguera que hi ha sota seu es veuen una gran quantitat de blocs de pedra lleugerament treballats que fan pensar en un enderroc de grans proporcions. Malauradament l'abundant vegetació present impedeix veure'n la fesomia. Allà, trobam fragments d'època romano-republicana i medieval. Pels voltants també s'hi

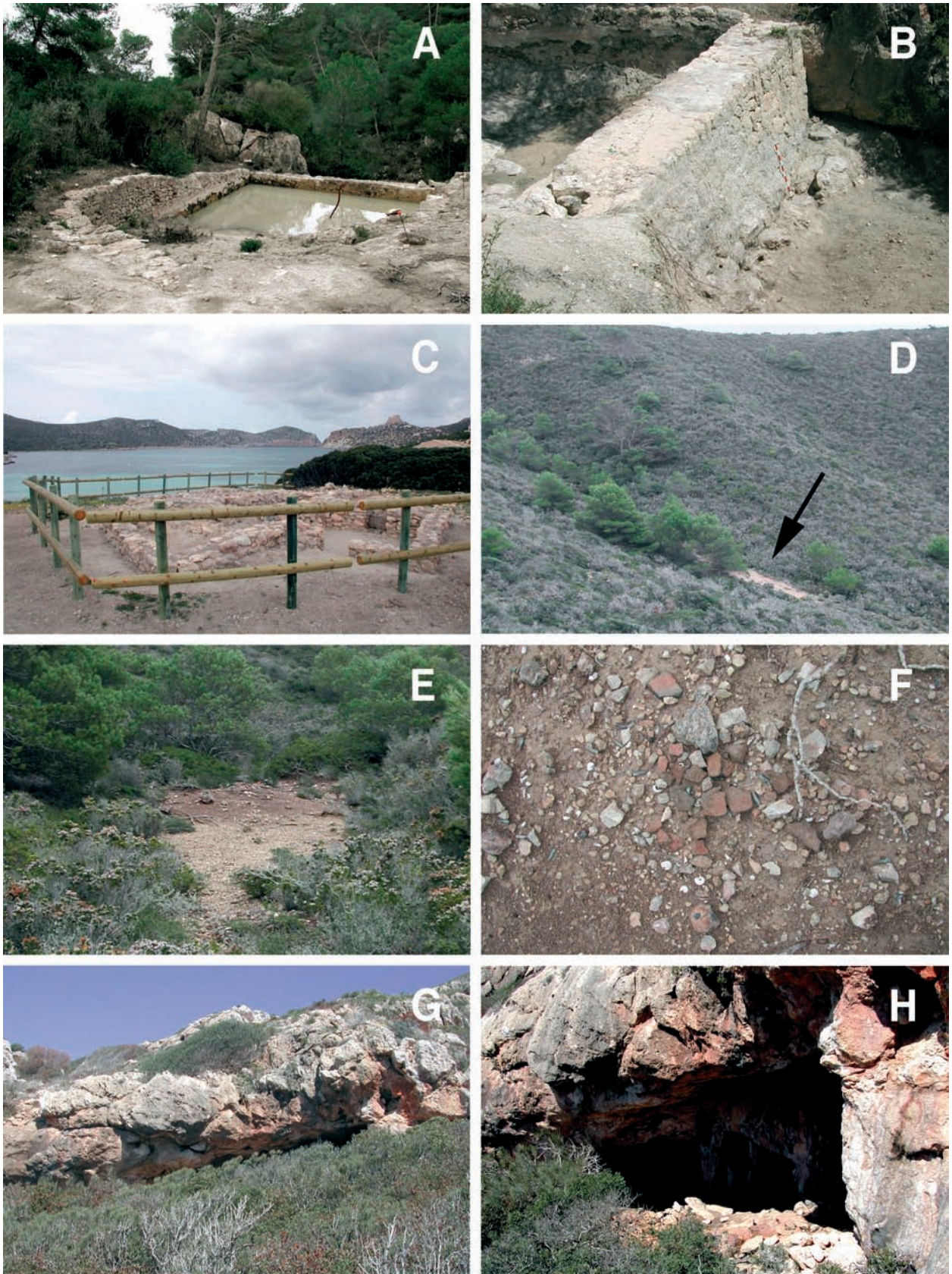
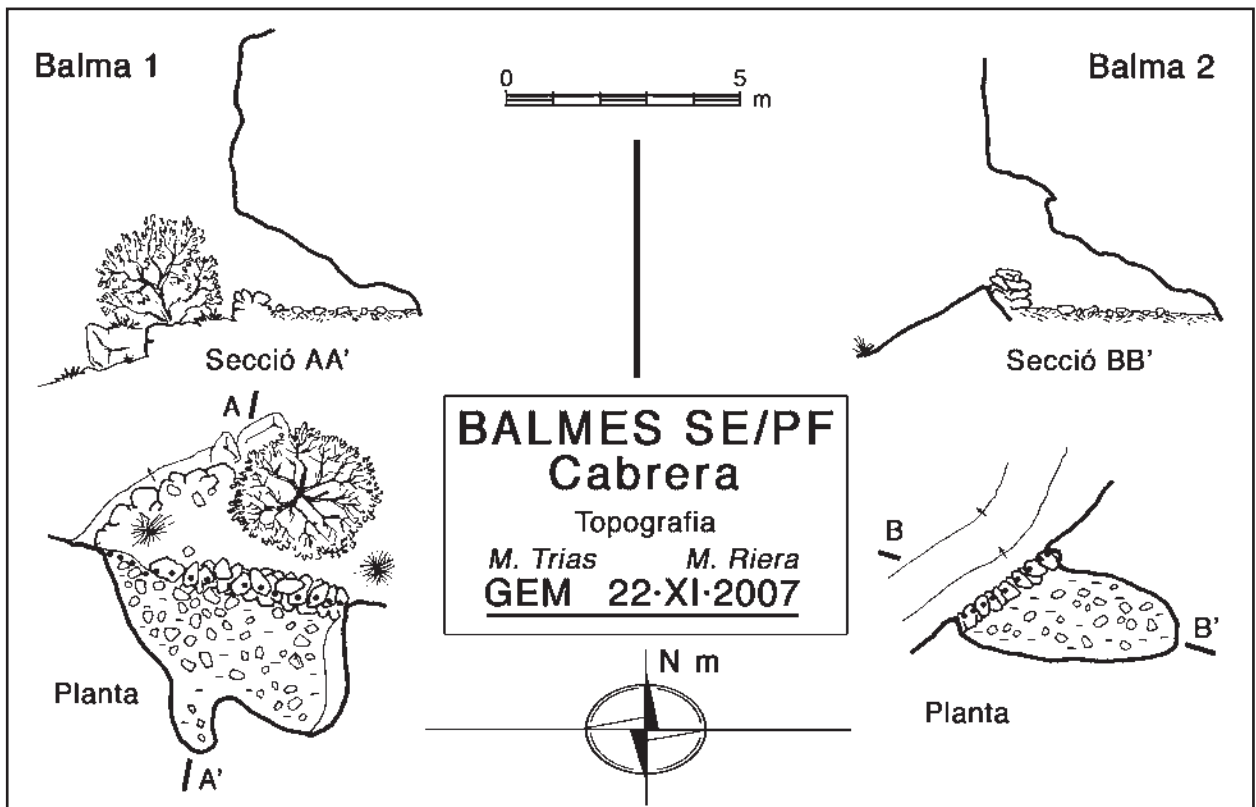
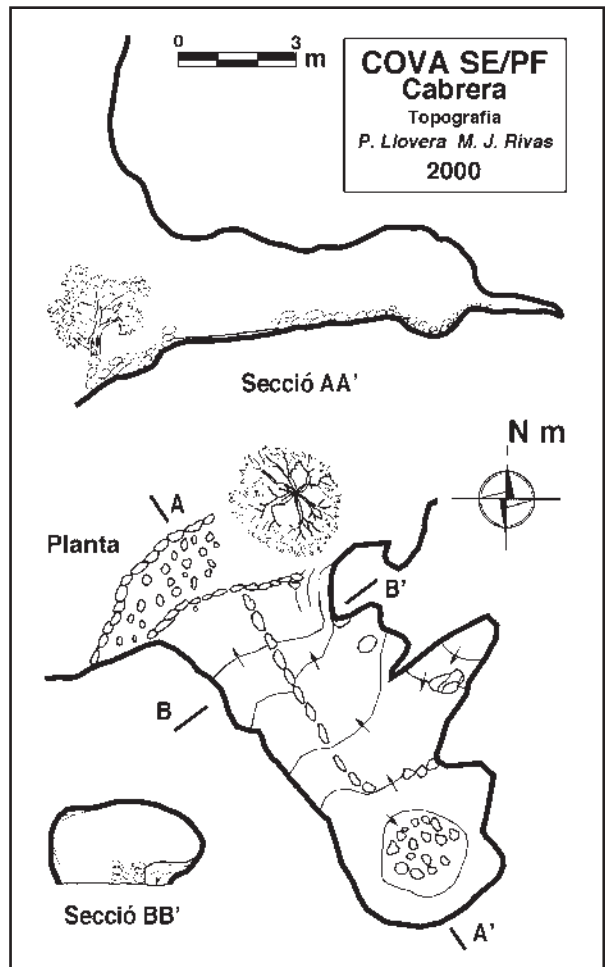
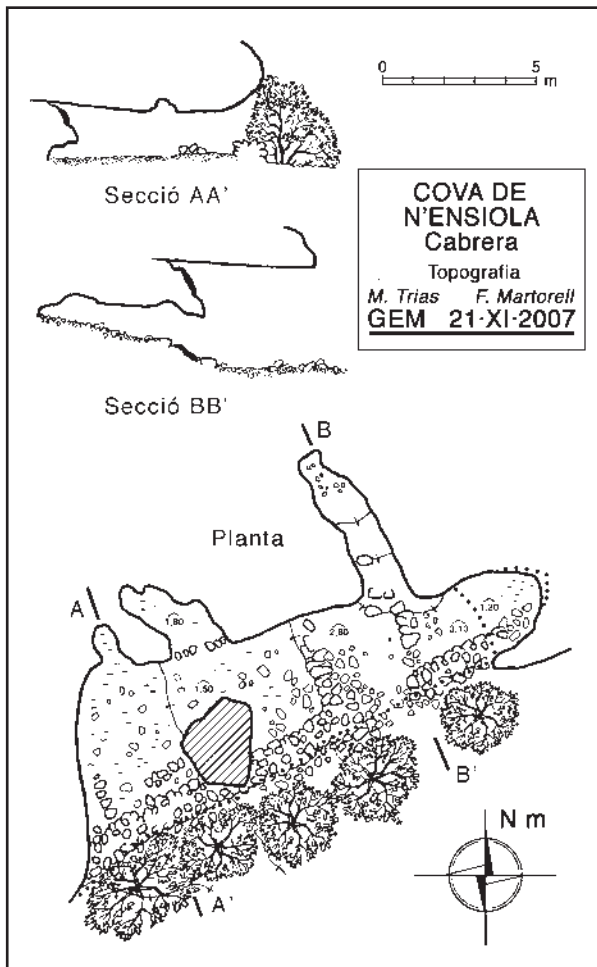


Figura 1: A. Bassa del Clot des Guix. B. Mur de contenció de la bassa del Clot des Guix. C. Indret de la troballa de ceràmica prehistòrica del pla de ses Figueres. D. Localització de la clariana del canal de s'Aigua. E. Detall de la clariana del canal de s'Aigua. F. Conjunt ceràmic de la clariana del canal de s'Aigua. G. Exterior de la cova de n'Ensiola. H. Entrada oriental de la cova de n'Ensiola. (Fotos: Mateu Riera).

Figure 1: A. Pond in the Clot des Guix site. B. Retention wall of the Clot des Guix pond. C. Place of the finding of pre-historic pottery in the Pla de ses Figueres. D. Location of the Canal de s'Aigua. E. Detail of the Canal de s'Aigua. F. Pottery pieces at the Canal de s'Aigua. G. Exterior of the Cova de n'Ensiola. H. East entrance to the Cova de n'Ensiola. (Photos Mateu Riera).



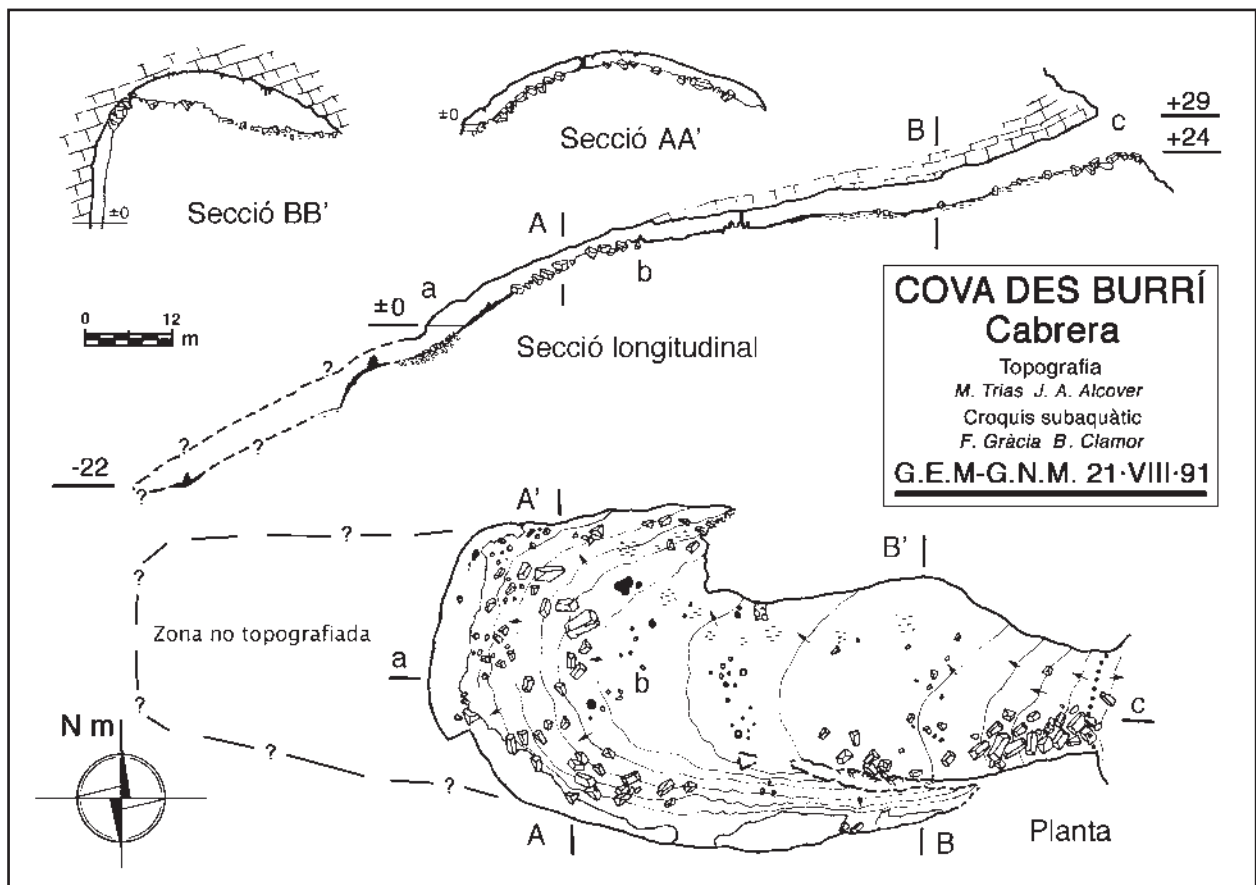
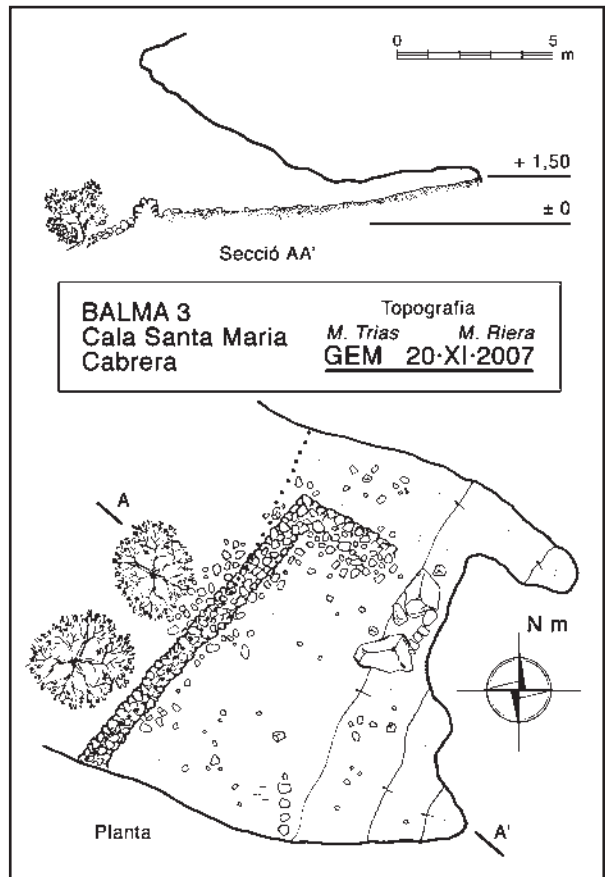
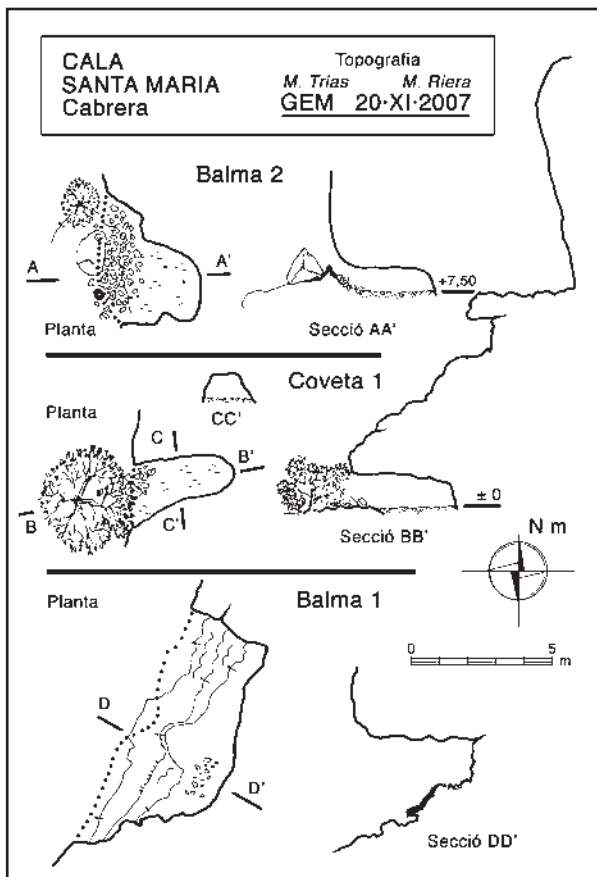




Figura 2: A. Meitat oriental de la cova de n'Ensiola. B. Meitat occidental de la cova de n'Ensiola. C. Localització de les cavitats al sud-est del pla de ses Figueres. D. Cova al sud-est del pla de ses Figueres. E. Balma 1 al sud-est del pla de ses Figueres. F. Balma 2 al sud-est del pla de ses Figueres. G. Localització de les cavitats de cala Santa Maria. (Fotos: Mateu Riera).

Figure 2: Eastern half of the Cova de n'Ensiola. B. Western half of the Cova de n'Ensiola. C. Location of the caves to the south-east of the Pla de ses Figueres. D. Cave to the south-east of the Pla de ses Figueres. E. Rock shelter 1 to the south-east of the Pla de ses Figueres. F. Rock shelter 2 to the south-east of the Pla de ses Figueres. G. Location of the caves in the Cala Santa Maria bight. (Photos Mateu Riera).

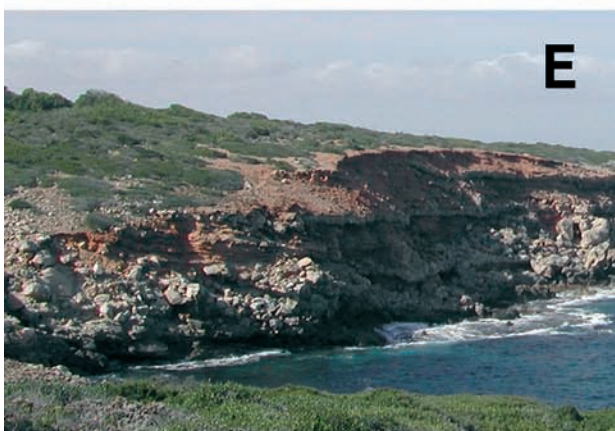
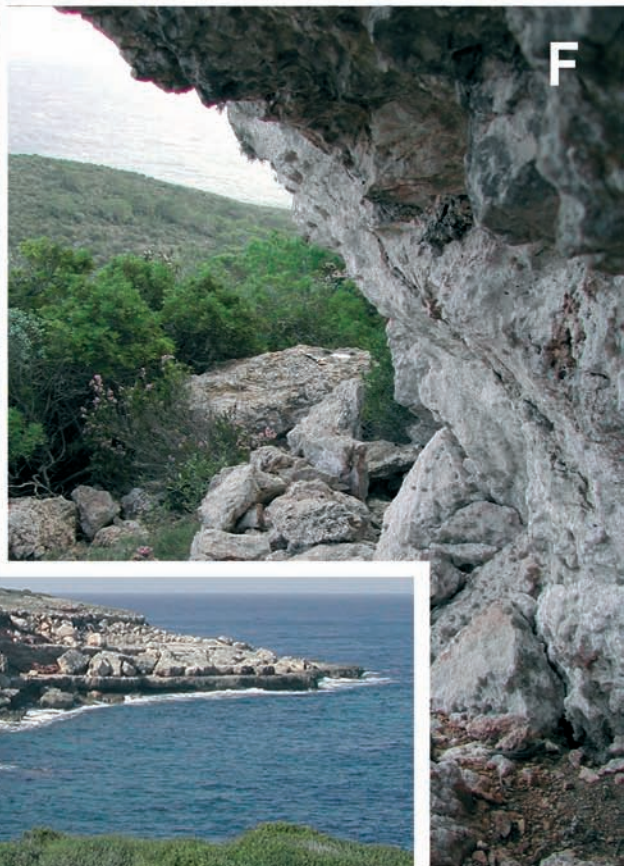


Figura 3: A. Balma 1 de cala Santa Maria. B. Coveta 1 de cala Santa Maria. C. Balma 3 de cala Santa Maria. D. Boca de la cova des Burri. E. Punta de sa Corrent. F. Penyal des Burri. (Fotos: Mateu Riera).

Figure 3: A. Rock shelter 1 at the Cala Santa Maria bight. B. Small cave 1 at the Cala Santa Maria bight. C. Rock shelter 3 at the Cala Santa Maria bight. D. Entrance to the Cova des Burri. E. Punta de sa Corrent. F. Penyal des Burri. (Photos Mateu Riera).

veuen abundants fragments d'època prehistòrica entre els que s'han pogut identificar dues vores, una base i un agafador (Números 2 a 4 i 6 de la làmina 2). També d'allà seria un fragment informe decorat amb tres línies incises paral·leles (Número 5 de la làmina 2). Sembla doncs que hi hauria hagut una ocupació humana de la contrada en el Bronze antic i a l'edat del Ferro.

## 9.- CALA SANTA MARIA

Al costat meridional d'aquesta cala hi ha una sèrie de balmes i una coveta davall d'una timba. La Balma 1 té una planta vagament rectangular de 9 m per 4 m; el pis, amb abundant colada estalagmítica, és ascendent cap a l'interior, de manera que el sostre, horitzontal, té una alçada de 4,50 m a la boca i de 2 m a l'interior. Un cocó picat a la roca ens indica un ús per a proveïment d'aigua. La Balma 2 és de sostre i pis plans, amb una alçada de 1 m, la planta té 4 m per 2 m. Davall el contorn de la boca hi trobam abundant pedreny, potser restes d'una antic clos de paret. La coveta 1 està situada a 7,50 m per davall l'anterior. Tot i ésser tan petita l'anomenam coveta en comptes de balma per no tenir la boca esplanada: no passa de tenir 2 m per 1 m en planta, amb una alçada de sostre de 1 m. També aquí unes pedres a la boca semblen indicar l'antiga existència d'un corral o un habitatge temporal. La Balma 3 és una cavitat important, 11 per 13 m en planta aproximadament, mentre que l'alçada és de 5 m a la boca i 0,70 al punt més interior; un bon lloc d'habitatge o de cobri per al ramat.

Davant d'aquestes coves s'hi troba abundant material d'època medieval cristiana i alguna cosa d'època antiga. A més però, també s'hi troba algun escàs fragment de temps prehistòrics entre els que poguérem identificar un fragment de vora (Número 7 de la làmina 2).

Nom del lloc			
Clot des Guix	Bronze antic	-	-
Pla de ses Figueres	-	-	Ferro
Cova de n'Ensiola		-	Ferro
Cova de n'Ensiola	Bronze antic	-	-
Cova des Penyal Blanc	-	-	-
Cova des Francesos	Bronze antic	Bronze final	Ferro
Cala en Boixar	-	-	-
Extracció de marès	-	-	-
Cova SE/PF	Bronze antic	-	Ferro
Cala Santa Maria	-	-	-
Cova des Burri	-	Bronze final	Ferro
Punta de sa Corrent	Bronze antic	Bronze final	Ferro
Penyal des Burri	Bronze antic	-	-

## 10.- COVA DES BURRÍ

Al sud-est de l'illa, hi ha una de les coves més publicades de Cabrera (CAMPS 1962a, 659-660; TRIAS 1974, 33; TRIAS 1993). Plantada davant l'illa de ses Bledes a 30 m sobre el nivell de la mar, la boca de la cova des Burri és ben vistable entre els estrats de les calcàries del Lias. Està formada per una única sala de 100 m per 50 m de planta; el contorn de la sala a la zona més interior i al costat sud —les parts més deprimides— està ocupat per un llac d'aigües salabroses a la superfície del qual s'assoleix una profunditat de 29 m; per davall de l'aigua la cova continua fins assolir 22 m més de fondària. Morfològicament ens trobam davant d'una cavitat amb gran desenvolupament clàstic amb grans dipòsits de blocs arreu i localment concrecions litoquímiques en forma de colades i estalagmites. La presència de zones on els blocs s'atraquen al sostre i el fort desnivell fan que sigui difícil apreciar aquesta unitat estructural i que la cova es manifesti com a compartimentada en espais accessibles entre obstruccions.

Pel que fa a l'ocupació humana seguint el text de Joan Camps sabem que: "...los primeros 50 metros fue habitada por los prisioneros franceses que estuvieron confinados en la isla, observándose restos de construcciones suyas así como restos humanos de los que perecieron allí. Al final de la cueva existe una pequeña construcción que induce a pensar en una obra prehistórica" (CAMPS 1962a 659-660). A l'interior de la cova trobam abundant ceràmica prehistòrica. "La situació d'aquests materials sembla indicar que, apart de per aprofitar l'aigua, la cova servia d'habitació a poblacions primitives. Cal destacar, per altra part, que la cova des Burri és un dels pocs arrecers d'aquesta zona del llevant de Cabrera. Podem assenyalar com il·lustració d'aquesta perllongada utilitat de la cova, l'existència de petits tancats de pedra, atribuïbles als presoners francesos que malvisqueren a l'illa" (TRIAS 1974, 33). Entre els materials trobats a la cova en destaquen cinc vores i una base del temps del Bronze final i de l'edat del Ferro (Números 8 a 13 de la làmina 2).

Tot i que sigui fugint del tema arqueològic, leit motiv del nostre treball, cal fer una breu menció a la importància biològica de la cova des Burri: en el seu llac s'hi ha trobat fauna endèmica de crustacis, entre ells un gènere nou (JAUME & GARCIA, 1993). També tenim constància de que hi ha un petit grup hivernant de ratapinyada de cap gros, *Miniopterus schreibersii* (PONS *et al.*, 1993).

## 11.- PUNTA DE SA CORRENT

A l'extrem nord-oest de Cabrera, en un dels caps que accidenten aquesta costa, trobam un espai superficial d'uns 600 m de llargada, amb una gran dispersió de ceràmica indígena i importada. És un altre dels llocs mals de prospectar per l'abundant vegetació. Destaca per ser una zona on hi aflora gran quantitat de nòduls fèrrics. Tot i trobar-se ran de mar només s'hi pot desembarcar en dos punts molt concrets situats en els extrems de l'àrea de dispersió de la ceràmica, però només en dies de mar molt calmada. Per la contrada hem pogut identificar tres vores, una base i un agafador de cerà-



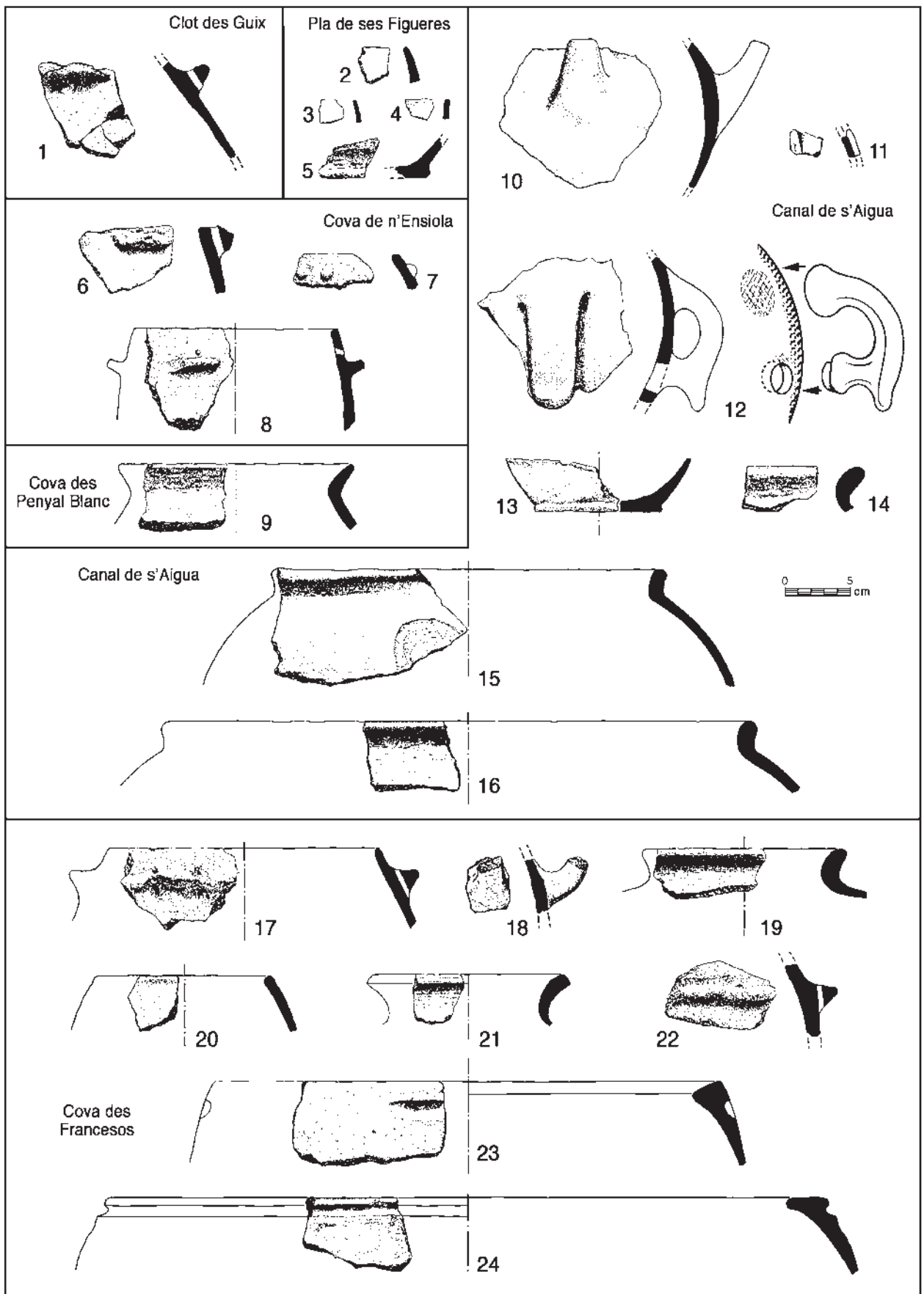
mica prehistòrica (Números 14 a 18 de la làmina 2). Tot el material importat sembla que és d'època romano-republicana.

## 12.- PENYAL DES BURRÍ

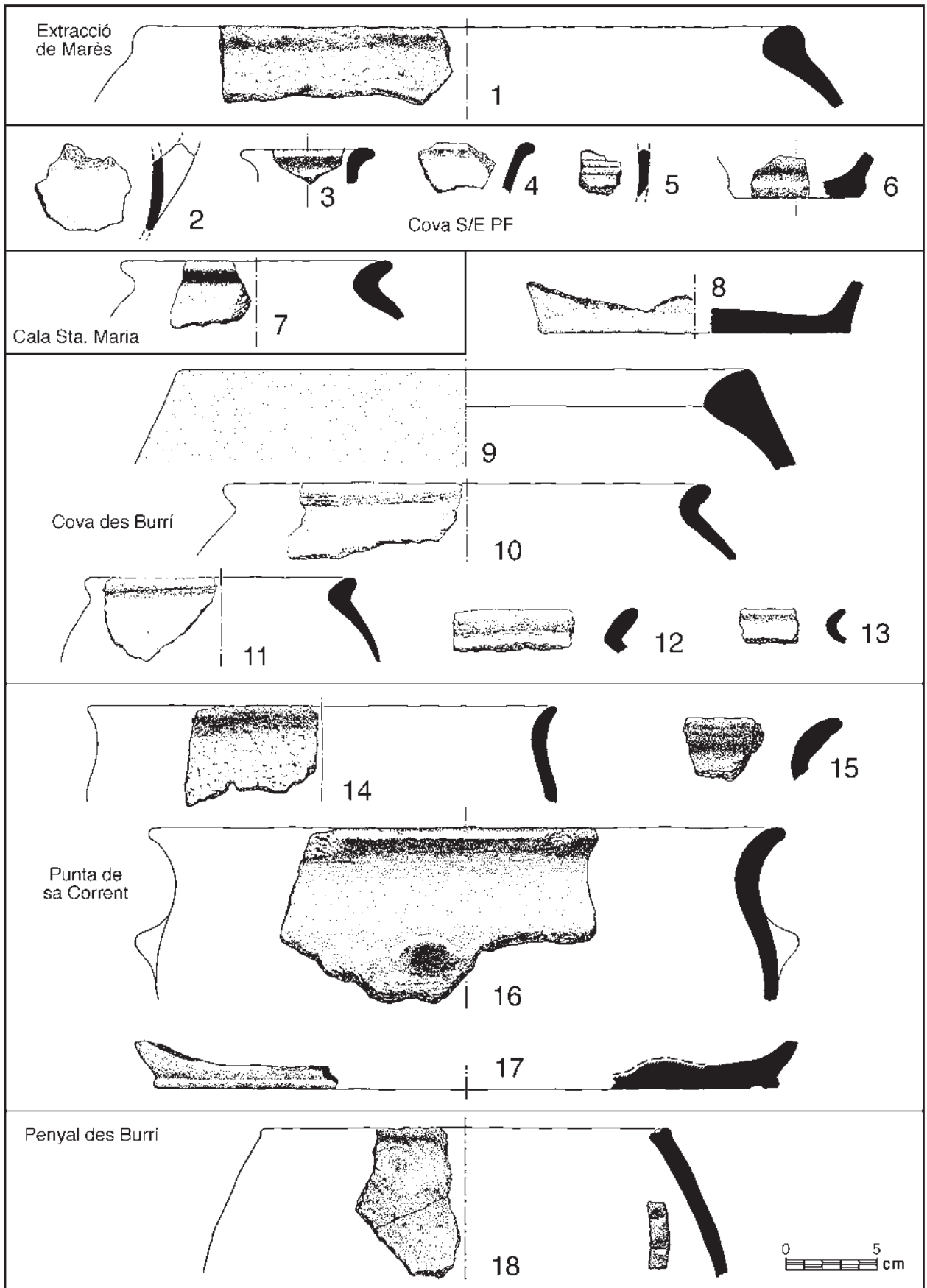
Aquest indret presenta un espadat fent una mica de barbacana que proporciona un aixopluc d'uns 25 m

de llargada que mira cap a nord-est, i que presenta un racó una mica més arcerat on hi ha una barraqueta, a l'interior aquesta mesura un metre d'amplada i 2,50 m de llargada. Des d'aquest lloc es visualitza tota la meitat nord de l'illa i en dies de bona visibilitat la costa sud de Mallorca. L'única forma ceràmica identificada correspon a una vora recta amb llavi pla decorat amb digitacions, pertanyent a un vas de tendència globular del Bronze Antic.

Nom del lloc	Descripció	Núm.
Clot des Guix	Fragment atípic pertanyent a un contenidor bombat cilíndroide o bé de carena baixa i base arrodonida, que presenta un agafador horitzontal aplicat de tipus orella amb una perforació vertical al centre	1
Pla de ses Figueres	Fragment de vora recta amb llavi afinat pertanyent a un vas de tendència globular	2
Pla de ses Figueres	Fragment de vora recta amb llavi afinat pertanyent a un vas de tendència globular	3
Pla de ses Figueres	Fragment de vora recta amb llavi arrodonit pertanyent a un vas de tendència hemisfèrica o troncocònica	4
Pla de ses Figueres	Fragment de base plana lleugerament atalonada, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	5
Cova de n'Ensiola	Fragment atípic pertanyent a un contenidor bombat cilíndroide o bé de carena baixa i base arrodonida, que presenta un agafador horitzontal aplicat de tipus orella amb una perforació vertical al centre	6
Cova de n'Ensiola	Fragment de vora recta amb llavi arrodonit pertanyent a un vas de tendència esfèrica. Presenta dos mugrons aplicats disposats horitzontalment sota la vora	7
Cova de n'Ensiola	Fragment de vora recta amb llavi arrodonit pertanyent a un vas lleugerament bombat de tendència cilíndrica. Presenta un agafador horitzontal sota la vora i un forat transversal immediatament sobre ell	8
Cova des Penyal Blanc	Fragment de vora exvasada recta de llavi lleugerament afinat pertanyent a un vas de tendència globular	9
Canal de s'Aigua	Fragment atípic amb agafador aplicat pertanyent a un contenidor de tendència globular del tipus pitoide	10
Canal de s'Aigua	Fragment atípic amb restes d'un cordó amb relleu aplicat, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	11
Canal de s'Aigua	Fragment atípic amb ansa aplicada de tipus taumorf pertanyent a un contenidor de tendència globular	12
Canal de s'Aigua	Fragment de base plana lleugerament atalonada pertanyent a un contenidor de tendència globular	13
Canal de s'Aigua	Fragment de vora exvasada corba de llavi arrodonit	14
Canal de s'Aigua	Fragment de vora lleugerament exvasada, corba i de llavi arrodonit; pertanyent a un atuell de cos globular amb empremtes d'un element aplicat	15
Canal de s'Aigua	Fragment de vora lleugerament exvasada corba de llavi arrodonit d'un contenidor de tendència globular	16
Cova des Francesos	Fragment de vora recta amb llavi afinat pertanyent a un contenidor bombat cilíndroide o bé de carena baixa i base arrodonida, que presenta una ansa d'orella horitzontal aplicada amb dues perforacions verticals	17
Cova des Francesos	Fragment atípic amb arrencament d'ansa aplicat la secció de la qual és de tendència quadrada, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	18
Cova des Francesos	Fragment de vora exvasada corba de llavi arrodonit d'un contenidor de tendència globular	19
Cova des Francesos	Fragment de vora recta amb llavi arrodonit pertanyent a un vas de tendència globular	20
Cova des Francesos	Fragment de vora exvasada corba de llavi arrodonit, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	21
Cova des Francesos	Fragment atípic amb un cordó horitzontal aplicat el qual es troba perforat verticalment a una zona on aquest cordó augmenta l'amplada. Probablement pertany a un contenidor bombat de tendència cilíndrica	22
Cova des Francesos	Fragment de vora recta engruixida a l'interior i amb llavi pla pertanyent a un contenidor bombat cilíndroide o troncocònic. Presenta sota la vora un element de premsió obtingut apimant la paret per pressió	23
Cova des Francesos	Fragment de vora tancada amb llavi pla i engruixida a l'interior pertanyent a un contenidor de tendència globular. Presenta un cordó horitzontal imprès sota la vora	24



Làmina 1



Làmina 2

Nom del lloc	Descripció	Núm.
Extracció de marès	Fragment de vora amb llavi arrodonit i engruixit a l'interior pertanyent a un contenidor de tendència globular	1
Cova SE/PF	Fragment atípic amb l'arrencament d'agafador aplicat pertanyent a un contenidor de tendència globular del tipus pitoide	2
Cova SE/PF	Fragment de vora exvasada plana de llavi arrodonit, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	3
Cova SE/PF	Fragment de vora recta amb llavi arrodonit i engruixit a l'exterior pertanyent a un vas de tendència troncocònica	4
Cova SE/PF	Petit fragment atípic decorat amb tres línies incises paral·leles, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	5
Cova SE/PF	Fragment de base plana atalonada, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	6
Cala Santa Maria	Fragment de vora exvasada corba de llavi arrodonit, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	7
Cova des Burri	Fragment de base plana lleugerament atalonada, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	8
Cova des Burri	Fragment de vora recta engruixida a l'interior i amb llavi pla pertanyent a un contenidor bombat de tendència cilíndrica o troncocònica.	9
Cova des Burri	Fragment de vora exvasada corba amb llavi arrodonit pertanyent a un contenidor de tendència globular. Presenta un pentinat en el tractament de la superfície exterior	10
Cova des Burri	Fragment de vora exvasada plana i engruixida a l'interior amb llavi arrodonit, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	11
Cova des Burri	Fragment de vora exvasada molt plana amb llavi arrodonit, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	12
Cova des Burri	Fragment de vora exvasada corba amb llavi arrodonit, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	13
Punta de sa Corrent	Fragment de vora lleugerament exvasada i llavi lleugerament afinat, amb restes d'un forat transversal sota la vora, possiblement pertany a un vas bitroncònic o bé carenat i de base convexa	14
Punta de sa Corrent	Fragment de vora exvasada corba amb llavi lleugerament afinat, pertanyent a un vas de tipus indeterminat	15
Punta de sa Corrent	Fragment de vora exvasada corba amb llavi lleugerament afinat pertanyent a un contenidor de tendència globular. Presenta un petit agafador aplicat sota la vora	16
Punta de sa Corrent	Fragment de base plana atalonada, que possiblement pertany a un contenidor bombat	17
Penyal de Burri	Fragment de vora recta amb llavi pla decorat amb digitacions, pertanyent a un vas de tendència globular	18

Làmina 2

## Interpretació i conclusions

No s'ha pogut documentar cap assentament a l'aire lliure amb estructures arquitectòniques clarament prehistòriques, ja que no creiem factible l'atribució que Joan Camps feia del jaciment del Clot des Guix com a "poblado amurallado de estructura talayótica" (CAMPS 1962b, 189). Per les restes trobades sembla identificar-se un predomini d'ocupació en coves o balmes. Una de les constants de la majoria dels llocs on s'ha identificat material d'època prehistòrica és la presència de recursos hídrics.

### Bibliografia

- ALCOVER, A.; FONT, A. & TRIAS, M. (1997): Primera troballa de fauna vertebrada pliocènica a Cabrera. *Endins*, 21: 79-82. Palma,.
- CAMPS, J. (1962a): Cerámicas de tipología indígena halladas en Conejera y Cabrera. *BSAL*, 31.
- CAMPS, J. (1962b): Primeros hallazgos arqueológicos en las islas de Cabrera y Conejera. *VII Congreso Nacional de Arqueología, Barcelona 1960*, 188-190. Saragossa.
- HERNÁNDEZ, M<sup>a</sup>.J.; CAU, M.A.; ORFILA, M. (1992): Nuevos datos sobre el poblamiento antiguo de la isla de Cabrera (Balears). Una posible factoría de salazones. *Saguntum*, 25: 213-222. València.
- JAUME, D. & GARCIA, L. (1993): *Burrinymys palmeri* a new genus and species of Heteromysini (Crustacea: Mysidacea) from an anchihaline cave lake of Cabrera (Balearic Islands, Mediterranean). *Bijdragen tot de Dierkunde*, 62(4): 227-235. Den Haag.
- PONS, G. X.; BENZAL, J.; HINCHCLIFFE, G. & STRACHAN, R. (1993): Murciélagos del archipiélago de Cabrera. Evaluación de las poblaciones y propuestas de conservación. *Endins*, 19: 37-41.
- RIERA RULLAN, M. (2005): Excavacions arqueològiques a l'illa de Cabrera (Illes Balears). Recerques sobre la comunitat monàstica de l'Antiguitat Tardana. *Butlletí de la Reial Societat Arqueològica Tarraconense*, 27: 175-219. Tarragona.
- TRIAS, M. (1974): Una campanya a les illes de Cabrera, *Endins*, 1: 33-55. Palma.
- TRIAS, M. (1993): Catàleg Espeleològic. In: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. J.A. ALCOVER, E. BALLESTEROS & J. FORNÓS editors. CSIC-Editorial Moll. Palma, 131-152.

# RECULL DE LES CAVITATS DE MAJOR RECORREGUT I MAJOR FONDÀRIA DE LES BALEARS

per Francesc GRÀCIA <sup>1,4,5</sup>, Antelm GINARD <sup>2,5</sup>, Damià VICENS <sup>3,4,5</sup> i Joaquín GINÉS <sup>2,4</sup>

## Resum

S'han actualitzat el llistat de les cavitats que superen els 300 metres de recorregut i el llistat de les cavitats que superen els 100 metres de fondària de les Balears. Com a novetat respecte d'altres treballs s'ha calculat de bell nou el recorregut projectat de les cavitats a partir de les topografies. S'han inclòs un total de 69 cavitats per recorregut i 34 cavitats per fondària. També s'ha complementat amb altres dades estadístiques d'interès.

## Abstract

The list of caves whose development is longer than 300 m and the list of shafts deeper than 100 m in the Balearic Islands are updated in this paper. The development of the caves has been recalculated measuring their projected lengths on the currently available surveys. A total of 69 caves regarding their development, as well as 34 shafts regarding their depths, are included in the present list. Some interesting statistical data are also supplied in the paper.

## Introducció

Amb aquest treball volem actualitzar els llistats de cavitats de més recorregut i de més fondària de les Balears. Com a novetat respecte d'altres treballs s'ha calculat de bell nou per part dels autors el recorregut projectat de les cavitats a partir de les topografies. De la mateixa manera que es va fer a GINÉS (1975b), s'han recopilat les cavitats que superen els 300 metres de recorregut, però a diferència del llistat de GINÉS (1975a), únicament s'han recollit els avencs que sobrepassen els 100 metres de profunditat. S'han inclòs un total de 69 cavitats que tenen un recorregut de més de 300 metres i 34 cavitats que superen el centenar de metres de desnivell. En comparació amb els llistats de l'any 1975, a on constaven 33 i 18 cavitats respectivament es pot dir que les xifres gairebé s'han duplicat. Sens dubte, això és a causa de la immesurable tasca efectuada pels espeleòlegs de les Balears al llarg d'aquestes dècades. Abans d'aquest nou recull han aparegut altres actualitzacions, primer per cavitats de major desnivell (ANÒNIM, 1990), a on apareixien 18 cavitats que superaven

els 100 metres de profunditat. S'han publicat també altres llistats a ENCINAS (1995) amb 30 cavitats de més de 100 metres de profunditat; ENCINAS (1996) amb 42 cavitats de més de 300 metres de recorregut. Per altra banda, al llistat elaborat per FERRER (2004) es relacionen les 21 de més fondària i les 14 de més recorregut.

## Metodologia

Es presenten unes taules de dades on s'ha fet constar el terme municipal, el recorregut o fondària, la tipologia morfogenètica de les cavitats segons GINÉS i GINÉS (2009), la topografia que s'ha emprat per la presa de dades, la cota d'altitud i la zona geogràfica. Les zones geogràfiques que s'han fet constar són: la serra de Tramuntana, el Pla, les serres de Llevant, el Migjorn, Menorca i Formentera (Taules 2 i 3).

Per intentar evitar les diferències de càlculs de recorregut segons els diferents autors vàrem proposar-nos tornar a calcular el desenvolupament de totes les cavitats de bell nou a partir de les topografies. El primer escull a superar era intentar homogeneïtzar el sistema de càlcul del recorregut projectat, mitjançant l'aplicació d'un mètode el més homogeni possible. La metodologia

1 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença. email: xescgracia@yahoo.es  
2 Grup Espeleològic EST.  
3 Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca (GEM).  
4 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears (UIB).  
5 Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB). Margarida Xirgu, 16, baixos. E-07011. Palma.

emprada consisteix en dibuixar a les topografies les poligonals principals centrals que segueixen les galeries i sales d'una amplària inferior als 20 metres; en amplàries majors, les poligonals s'han bifurcat pels costats de la galeria o sala, creant una poligonal tancada que es torna a ajuntar en disminuir els valors d'amplària per davall dels 20 metres. En els casos de sales o galeries que superaven els 40 m d'amplària, a més del sistema anterior, es traçava una diagonal que seguia l'eix màxim i que se sumava al càlcul del recorregut. D'aquesta manera no s'han menyspreat les grans sales. Per la gran majoria de les topografies s'han efectuat els càlculs per triplicat per part de tres dels autors del treball i després s'han comparat resultats per detectar errades en els càlculs. Posteriorment s'ha realitzat la mitjana dels tres valors com a resultat definitiu. Amb aquesta metodologia s'ha pogut comprovar, en general, que no hi ha hagut diferències significatives entre els diferents autors. Malgrat que es tracta d'un mètode subjectiu en certa mesura, aquesta és una metodologia que ens permet no fer discriminacions ni acumular antigues exageracions en els càlculs.

Per a cada cavitat s'indica la seva tipologia morfo-genètica, segons la classificació proposada per GINÉS & GINÉS (2009), que es pot consultar en aquest mateix número d'ENDINS. Les claus que s'han fet servir per fer referència als diferents tipus i subtipus de cavitats apareixen indicats a la taula 1.

A les figures no s'han fet constar les sinonímies de les cavitats per estalviar espai. El nom que figura a les gràfiques és el primer que apareix als llistats. Les sinonímies existents per a les cavitats incloses als presents llistats són, per ordre d'aparició les següents: font de sa Vall o cova de s'Aigo de Son Boter (Es Migjorn Gran);

categories - tipus - subtipus	clau
<b>Avencs de la zona vadosa</b> - Avencs de dissolució - <i>alimentació nival</i> - Avencs d'origen mecànic	<b>AV1</b> <b>AV2</b> <b>AV3</b>
<b>Coves de la zona vadosa</b> - Coves estructurals - Coves d'esfondrament - <i>sales de col·lapse de volta baixa</i> - <i>dissolució de guixos subjacents</i>	<b>CV1</b> <b>CV2</b> <b>CV3</b> <b>CV4</b>
<b>Coves freàtiques no litorals</b> - Galeries de drenatge - Xarxes laberíntiques - Coves hipogèniques	<b>CF1</b> <b>CF2</b> <b>CF3</b>
<b>Coves de la franja litoral</b> - Coves de la zona de mescla costanera - <i>xarxes freàtiques amb control estructural</i> - Xarxes freàtiques litorals amb influències hipogèniques - Captures càrstico-marines	<b>CL1</b> <b>CL2</b> <b>CL3</b> <b>CL4</b>

Taula 1: Classificació morfo-genètica de les cavitats de les Balears basada en GINÉS i GINÉS (2009), amb indicació de les claus emprades a les Taules 2 i 3.

Table 1: Morphogenetic classification of caves and shafts in the Balearic Islands, based on GINÉS & GINÉS (2009), including The keys used in Tables 2 and 3.

cova Genovesa o cova d'en Bessó (Manacor); cova d'en Bassol o cova d'en Passol (Felanitx); cova des Xuetes o cova de Cala Varques ACD (Manacor); cova de les Rodes o cova de Cala Sant Vicenç o cova de la Palla (Pollença); coves d'Artà o coves de s'Ermita (Capdepera); cova dets Amagatalls o cova de Can Bordils (Manacor); cova des Serral o cova des Contrabandistes; cova de Can Millo o cova de Coanegrina; coves de Campanet o coves de So na Pacs (Campanet); cova des Mirador o cova dets Arbrets (Escorca); avenc des Silenci o avenc des Trui (Escorca) i avenc de l'Acampada o avenc d'en Navarro (Pollença).

## Resultats

Pel que fa a les cavitats amb més profunditat, s'ha de dir que en comparació amb el llistat de 1975, s'ha superat la màxima fondària de les Balears: abans la cova de sa Campana de 304 metres, ara l'avenc des Puig Caragoler de 318 metres de profunditat. També s'han incorporat tres cavitats més que superen els 200 m de fondària. Actualment són 5 les cavitats que sobrepassen dels 200 metres de desnivell, en comparació amb l'any 1975 on només la cova de sa Campana superava aquest valor.

Però a on es fa més coneixedor aquest increment espectacular és al recorregut de les cavitats. L'any 1975 les coves del Drac, amb 1.700 m, eren el màxim exponent de desenvolupament, seguides de 4 coves més que superaven els 1000 metres. Actualment el recorregut màxim és de 62.066 metres de la cova des Pas de Vallgornera, seguida de la cova de sa Gleda; amb 10.500 metres, la cova des Coll amb 7.020 metres, la font de sa Vall amb 6.000 metres, etc. El nombre de cavitats que l'any 1975 superava el quilòmetre era de 5 coves, actualment superen aquesta xifra quilomètrica 12 cavitats.

Amb la revisió del recorregut de les cavitats, a partir de les topografies, han sorgit nombroses sorpreses. Algunes cavitats han baixat els valors mètrics, fins i tot per davall dels 300 metres, la qual cosa ha fet que quedin excloses del llistat, com ara: la cova des Galitzà i la cova des Corral des Porcs. D'altres, que sortien com a cavitats independents s'han connectat entre sí, per la qual cosa només figuren amb un nom, és el cas del sistema Pirata-Pont-Piqueta. També, a més de les cavitats descobertes en dates posteriors, han entrat d'altres, o bé perquè s'han trobat noves continuacions o bé perquè amb la revisió topogràfica s'ha incrementat el seu recorregut.

Quant a les màximes fondàries, la cova de Cal Pessó ha quedat fóra del llistat, ja que topografies posteriors han fet davallar els valors de fondària (MAYORAL & MA-TEU, 2006).

Com a dada interessant s'ha de dir que la suma del recorregut de totes les cavitats de la llista, excloent la primera, totalitzen 68.372 metres, mentre que la primera (la cova des Pas de Vallgornera) assoleix actualment, encara en fase d'exploració, els 62.066 metres. Una altra dada a destacar és que les tres primeres cavitats de més recorregut es troben al Migjorn de Mallorca.

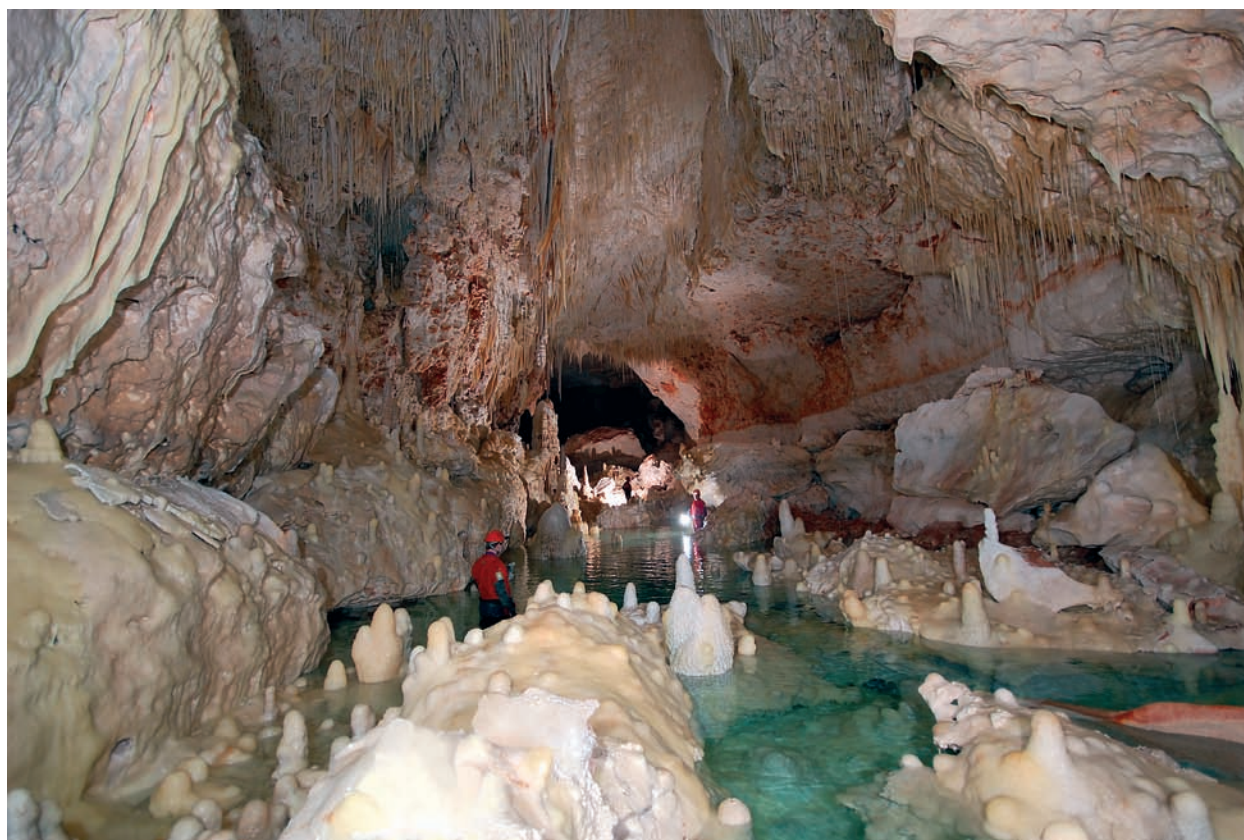


Foto 1: Galeria del Tragus de la cova des Pas de Vallgornera. És la cavitat de més recorregut de les Balears, encara en fase d'exploració (Foto M. A. Perelló).

*Photo 1: Passage known as Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera. It is the longest cave in the Balearic Islands, being the explorations still in progress (Photo M. A. Perelló).*

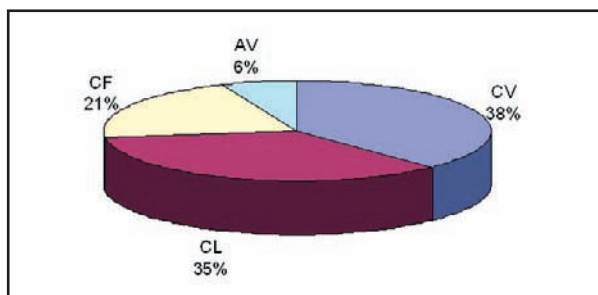
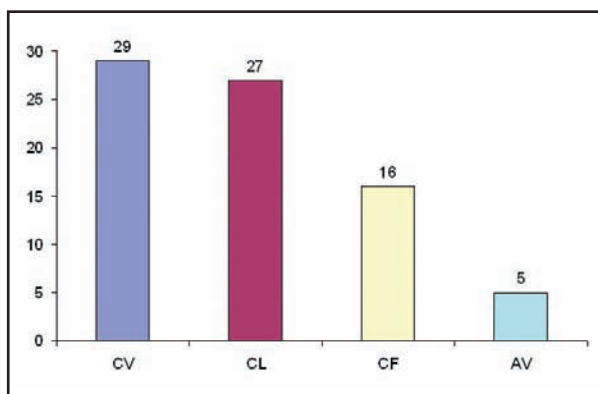


Foto 2: Galeria Cinc-cents de la cova de sa Gleda. La cavitat ocupa el segon lloc per importància espeleomètrica i gairebé tot el seu recorregut transcorre sota el nivell freàtic. Està en fase d'exploració (Foto C. Bodi).

*Photo 2: Passage named Galeria Cinc-Cents in the Cova de sa Gleda. This locality is the second longest cave in the Balearic Islands and its development is almost totally underwater. Explorations still in progress (Photo C. Bodi).*

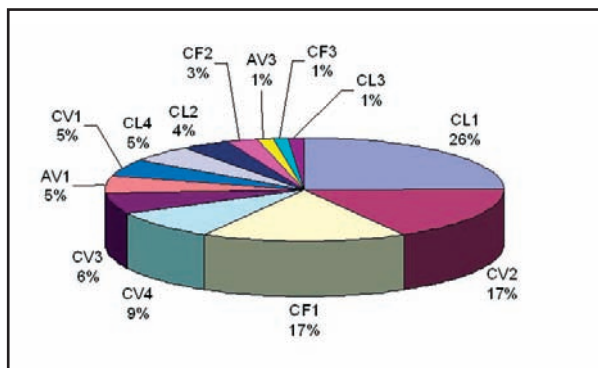
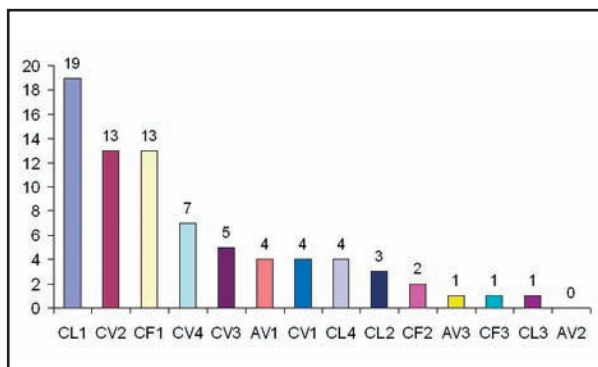
## Cavitats de major recorregut

Primerament, en relació al recorregut, s'ha quantificat el nombre de cavitats per categories morfo-genètiques, essent possible apreciar gairebé la mateixa quantitat de cavitats vadoses (CV) i cavitats de la franja litoral (CL), amb valors percentuals de 38% i 35% respectivament, passant les cavitats freàtiques no litorals (CF) a un 21% i en un tercer terme els avencs vadosos (AV) (6%), fet que denota el poc desenvolupament horitzontal que assoleixen els avencs a les Balears (Figs. 1 i 2). Si se separen els diferents tipus, les cavitats que predominen són les coves de la zona de mescla costanera (CL1) que representen el 26%, les coves d'esfondrament (CV2) amb valors de 17% i les galeries de drenatge un 17% (CF1). Els altres tipus i subtipus suposen el 40% restant (Figs. 3 i 4). Per termes municipals, dos municipis (Manacor i Pollença), contenen 25 de les 69 cavitats, el 36% del total de coves de major recorregut (Fig. 5). El terme de Manacor té 6 de les 12 coves que superen el quilòmetre de recorregut. En relació a les zones geogràfiques, la serra de Tramuntana conté el 54% del total de coves i el Migjorn de Mallorca un important 29% (Figs. 6 i 7). Tanmateix és important tenir present que 9 de les 12 cavitats que superen el quilòmetre a les Balears pertanyen al Migjorn, per la qual cosa la major part de coves més importants pel seu recorregut es troben en aquesta àrea geogràfica. L'autoria de les topografies per part dels diferents grups espeleològics queda reflectida a la Fig. 8, encara que s'ha de tenir present que alguns dels topògrafs han passat a formar part de diferents grups al llarg del temps. Per altitud sobre el nivell de la mar, la major part de les cavitats es troben a la franja compresa entre els 0 i els 100 metres (54%), mentre que hi ha una cavitat que es troba per damunt de la cota dels 600 metres (Figs. 9 i 10). El nombre de cavitats amb recorreguts superiors al quilòmetre són 12, entre 500 metres i 1.000 metres es comptabilitzen 29 i les superiors als 300 metres i inferiors als 500 metres són 28 (Figs. 11, 12 i 13). Tant a la cova des Coloms (Calvià) com a les coves del Pilar (Palma) no s'han comptabilitzat les mines de guix associades i que incrementarien el seu recorregut amb 40 metres i 329 metres respectivament.



Figures 1 i 2: Nombre de cavitats de més recorregut agrupades en les 4 categories morfo-genètiques principals. AV: avencs de la zona vadosa; CV: coves de la zona vadosa; CF: coves freàtiques no litorals; CL: coves de la franja litoral.

Figures 1 and 2: Distribution of the longest caves according to the 4 main morphogenetic categories that are distinguished. AV: vadose shafts; CV: caves located in the vadose zone; CF: non-littoral phreatic caves; CL: littoral caves.



Figures 3 i 4: Nombre de cavitats de més recorregut agrupades segons les diferents tipologies morfo-genètiques (les claus emprades apareixen recollides a la Taula 1).

Figures 3 and 4: Distribution of the longest caves according to the different morphogenetic typologies (see the used keys in Table 1).

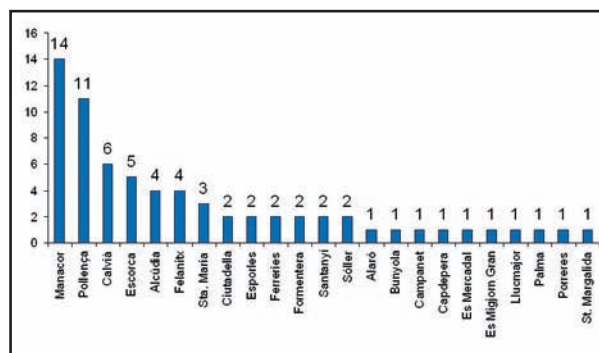


Figura 5: Nombre de cavitats de major recorregut per termes municipals.

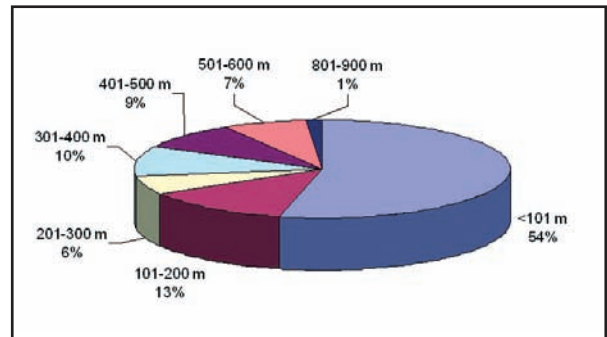
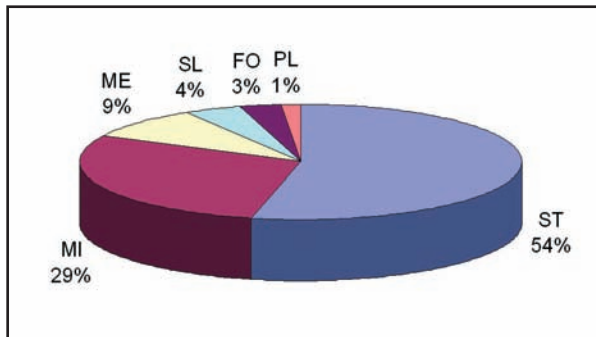
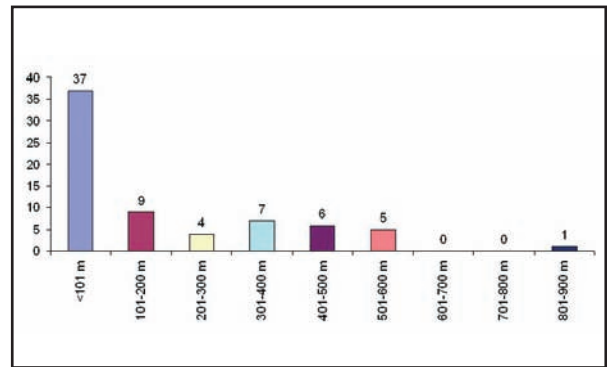
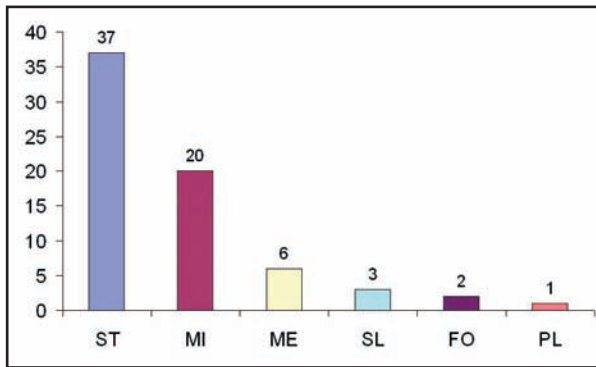
Figure 5: Distribution of the longest caves according to their municipality location.





Foto 3: Un altre aspecte de la galeria del Tragus, a la cova des Pas de Vallgornera, la cova més llarga de les Illes Balears encara en exploració. (Foto M. A. Perelló).

*Photo 3: Another picture of Galeria del Tragus in the Cova des Pas de Vallgornera, the longest cave of the Balearic Islands still and under exploration. (Photo M. A. Perelló).*



Figures 6 i 7: Nombre de cavitats de més recorregut agrupades per zones geogràfiques (ST: Serra de Tramuntana, MI: Migjorn de Mallorca, ME: Menorca, SL: Serres de Llevant, FO: Formentera, PL: Pla de Mallorca).

Figures 9 i 10: Nombre i percentatges de cavitats de major recorregut segons les franges d'altitud (en metres).

Figures 6 and 7: Distribution of the longest caves in the different geographical zones (ST: Serra de Tramuntana, MI: Migjorn de Mallorca, ME: Menorca, SL: Serres de Llevant, FO: Formentera, PL: Pla de Mallorca).

Figures 9 and 10: Number and percentage of the longest caves grouped in elevation intervals (in metres).

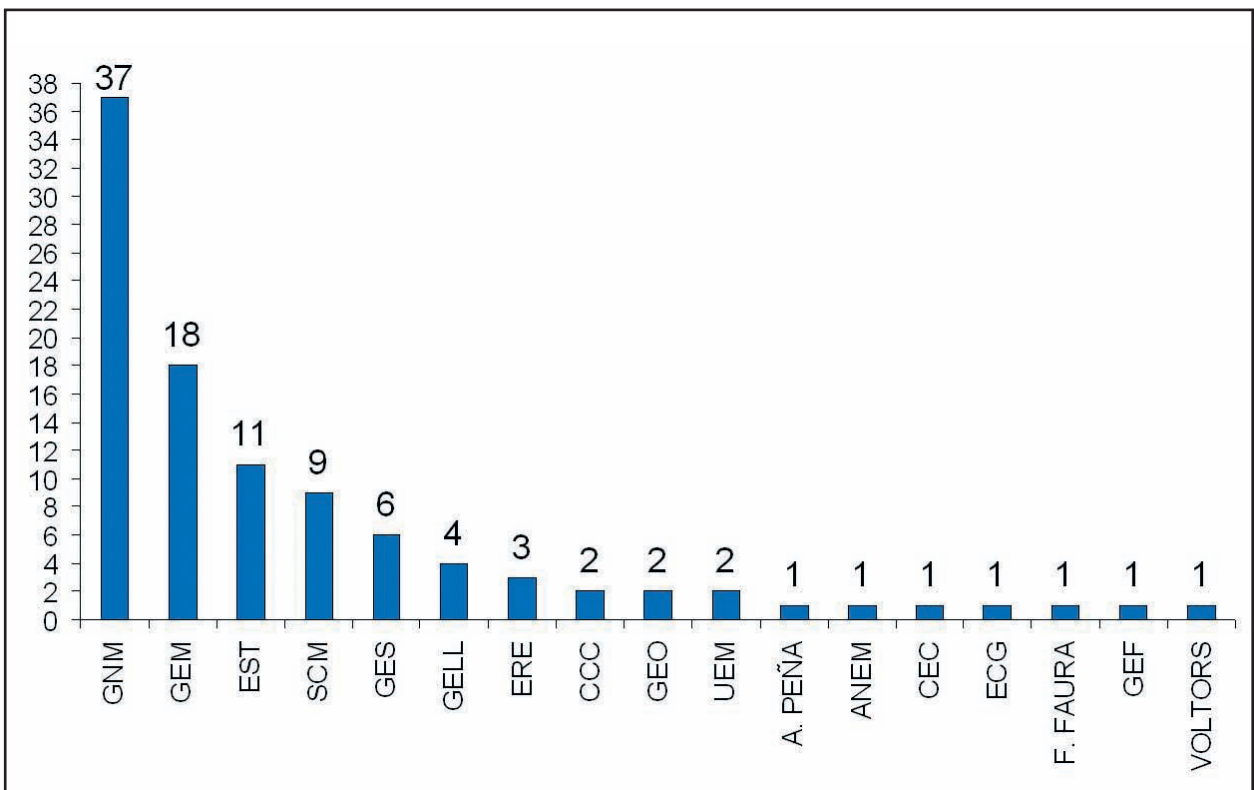


Figura 8: Nombre de topografies de les cavitats de major recorregut realitzades pels diferents grups espeleològics.

Figure 8: Number of surveys of the longest caves performed by the different speleological clubs.

Figura 11: Cavitats amb recorregut superior als 1000 metres (escala logarítmica).

Figure 11: Caves with developments longer than 1,000 metres (logarithmic scale).

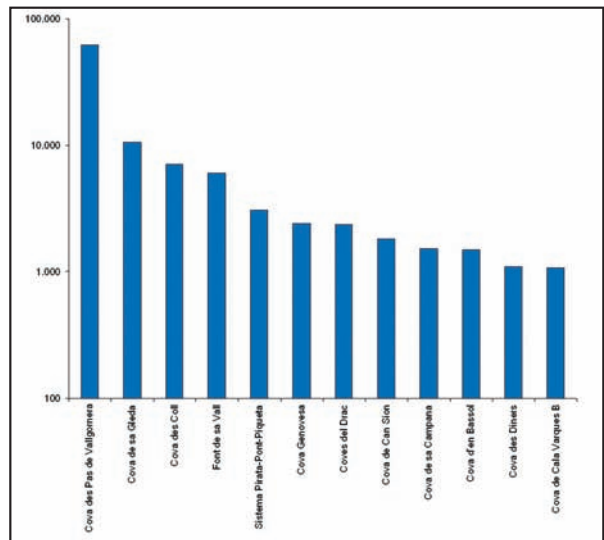


Figura 12: Cavitats amb recorregut superior als 500 metres i inferior als 1000 metres.

Figure 12: Caves with developments between 500 and 1,000 metres.

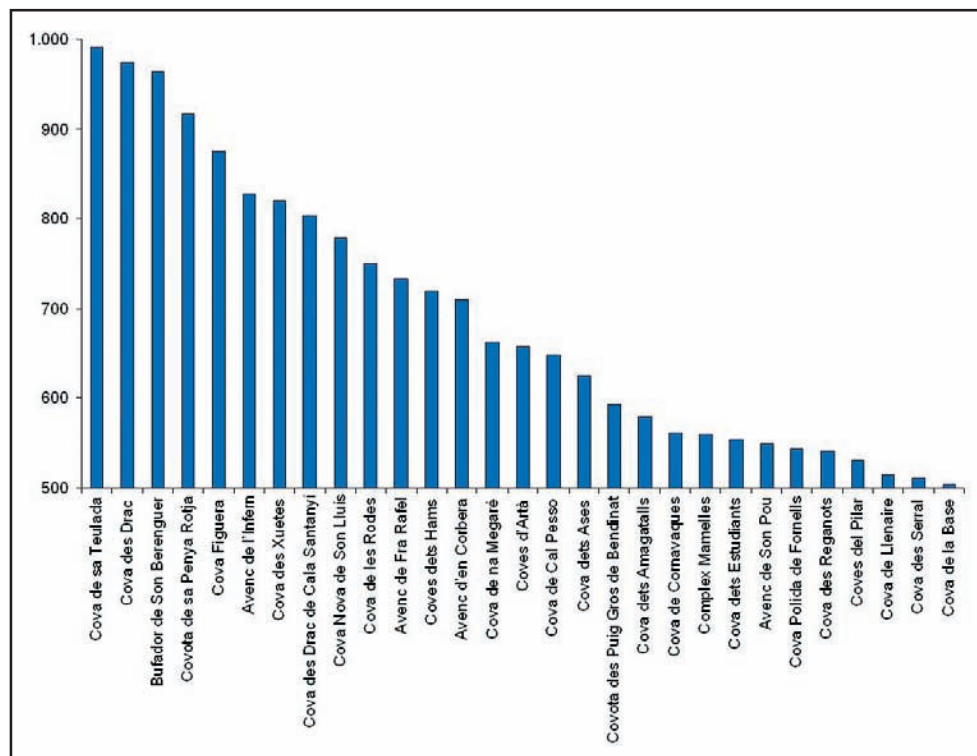
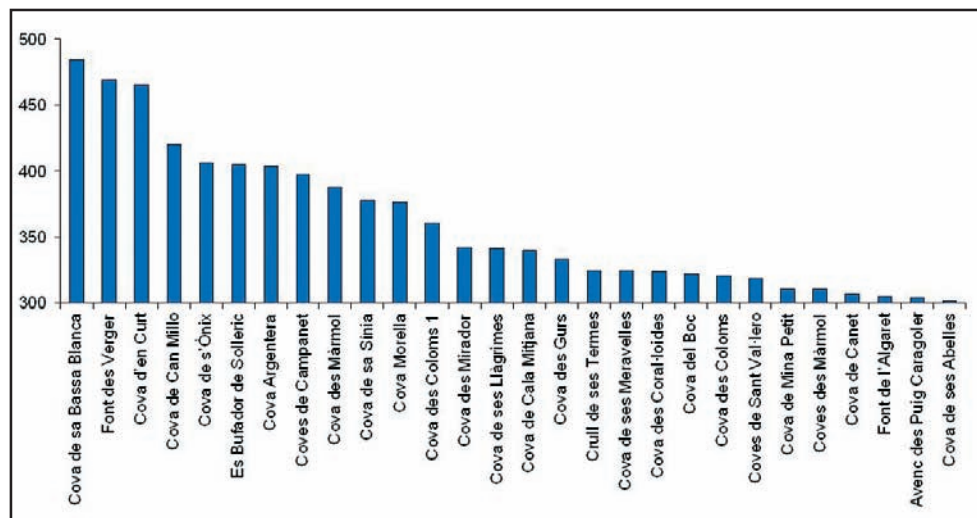


Figura 13: Cavitats amb recorregut superior als 300 metres i inferior als 500 metres.

Figure 13: Caves with developments between 300 and 500 metres.



	Cavitat	Municipi	Zona geogràfica	Tipologia	Entitat i any	Altitud	Recorregut
1	Cova des Pas de Vallgornera	Llucmajor	MI	CL3	1991-2009 GELL, VOLTORS, GNM	22 m	62.066 m
2	Cova de sa Gleda	Manacor	MI	CL1	GNM 1997-2007	36 m	10.500 m
3	Cova des Coll	Felanitx	MI	CL2	GNM 1994-2005	11 m	7.020 m
4	Font de sa Vall o Cova de s'Aigo de Son Boter	Es Migjorn Gran	ME	CF1	GNM com. pers. Pere Arnau 2009	25 m	6.000 m
5	Sistema Pirata-Pont-Piqueta	Manacor	MI	CL1	GNM, EST, SCM, ECG 1971- 2006	32 m	3.091 m
6	Cova Genovesa o d'en Bessó	Manacor	MI	CL1	GNM 2000-02	22 m	2.415 m
7	Coves del Drac	Manacor	MI	CL1	Segons GINÉS & GINÉS 1992 CCC 1991	27 m	2.359 m
8	Cova de Can Sion	Pollença	ST	CV3	GNM 1994	305 m	1.811 m
9	Cova de sa Campana	Escorca	ST	CV2	SCM 1972	320 m	1.517 m
10	Cova d'en Bassol o d'en Passol	Felanitx	MI	CL1	GEM, GNM 1997-98	22 m	1.491 m
11	Cova des Diners	Manacor	SL	CV3	GEO 1972	110 m	1.096 m
12	Cova de Cala Varques B	Manacor	MI	CL1	GNM 1997-2000	7 m	1.068 m
13	Cova de sa Teulada	St. Margalida	PL	CF2	GES, SCM, GNM 1974	80 m	990 m
14	Cova des Drac	Santanyí	MI	CL1	GNM 1996	55 m	973 m
15	Bufador de Son Berenguer	Sta. Maria	ST	CV1	GNM 2000	180 m	964 m
16	Covota de sa Penya Rotja	Alcúdia	ST	CV3-AV1	GEM 1985	250 m	917 m
17	Cova Figuera	Manacor	MI	CL1	GNM 1999	21 m	875 m
18	Avenc de l'Infern	Calvià	ST	CV4	GEM, EST 1996	410 m	827 m
19	Cova des Xuetes o Cova de Cala Varques ACD	Manacor	MI	CL1	GNM 1997-2000	2 m	819 m
20	Cova des Drac de Cala Santanyí	Santanyí	MI	CL1	GEM, GNM 1997-98	15 m	803 m
21	Cova Nova de Son Lluís	Porreres	SL	CF3	GNM 1998	160 m	779 m
22	Cova de les Rodes	Pollença	ST	CF1	GNM 1970	40 m	751 m
23	Avenc de Fra Rafel	Escorca	ST	AV1-CV2	GNM, GEM 1989-90	500 m	733 m
24	Coves dets Hams	Manacor	MI	CL1	M. FAURA 1926	30 m	719 m
25	Avenc d'en Corbera	Esporles	ST	CV2	GNM 1999	140 m	710 m
26	Cova de na Megaré	Ciutadella	ME	CL1	GNM 2005	8 m	662 m
27	Coves d'Artà	Capdepera	SL	CV2	P. A. PEÑA 1862	45 m	657 m
28	Cova de Cal Pesse	Pollença	ST	CF1	GNM 1972	110 m	649 m
29	Cova dets Ases	Felanitx	MI	CL1-CL4	GEM 1994-96	22 m	626 m
30	Covota des Puig Gros de Bendinat	Calvià	ST	CV4	GEM, EST, GNM 1998	440 m	593 m
31	Cova dets Amagatalls o de Can Bordils	Manacor	MI	CL1	SCM 1981	21 m	579 m
32	Cova de Cornavaques	Pollença	ST	CV2-CF1	GNM 1966-73	330 m	561 m

33	Complex Mamelles	Formentera	FO	CL1	SCM 1976	108 m	559 m
34	Cova dets Estudiants	Sóller	ST	CF1	ERE, CEC, GELL 1974	70 m	554 m
35	Avenc de Son Pou	Sta. Maria	ST	CV2	GES 1951	430 m	550 m
36	Cova Polida de Fornells	Es Mercadal	ME	CL4	GES, ERE 1954	0 m	543 m
37	Cova des Reganots	Alcúdia	ST	CV2	GEF 1973	75 m	541 m
38	Coves del Pilar	Palma	ST	CV4	GEM, EST 2004-05	250 m	531 m
39	Cova de Llenaire	Pollença	ST	CF2	GNM 1972	15 m	515 m
40	Cova des Serral	Manacor	MI	CL1	SCM 1974, CCC 1990	31 m	511 m
41	Cova de la Base	Pollença	ST	CV2	GNM 1975	90 m	503 m
42	Cova de sa Bassa Blanca	Alcúdia	ST	CV2-CL2	SCM, EST 1972	37 m	484 m
43	Font des Verger	Sóller	ST	CF1	SCM 1978 Corrigan1998	500 m	469 m
44	Cova d'en Curt	Ferrieres	ME	CF1-CV2	GEM, UEM 1988	90 m	465 m
45	Cova de Can Millo o de Coanegrina	Sta. Maria	ST	CV2	GEO 1971	300 m	420 m
46	Cova de s'Ònix	Manacor	MI	CV3	GEM, EST 2007	48 m	407 m
47	Es Bufador de Solleric	Alaró	ST	CF1	EST 1974	380 m	405 m
48	Cova Argentera	Pollença	ST	CF1-CV2- AV1	GNM 2001	520 m	404 m
49	Coves de Campanet	Campanet	ST	CV2	GES 1946	60 m	397 m
50	Cova des Màrmol	Ciutadella	ME	CL1	GNM 2005	7 m	387 m
51	Cova de sa Sínia	Manacor	MI	CL1	SCM 1967	15 m	378 m
52	Cova Morella	Pollença	ST	CV1	GNM 1971	540 m	376 m
53	Cova des Coloms 1	Manacor	MI	CL4	GEM 1990	0 m	361 m
54	Cova des Mirador o dets Arbrets	Escorca	ST	CF1	GESI 1974	570 m	342 m
55	Cova de ses Llàgrimes	Alcúdia	ST	CL4	GEM 2000-02	0 m	341 m
56	Cova de Cala Mitjana	Felanitx	MI	CL1	GEM, GNM 1997	13 m	340 m
57	Cova des Gurs	Calvià	ST	CV4	GEM, EST, GELL, GNM, ANEM 2000	390 m	334 m
58	Cova de ses Meravelles	Bunyola	ST	CV1	EST 1969	600 m	325 m
59	Crull de ses Termes	Escorca	ST	AV3	GNM 1995	345 m	325 m
60	Cova des Coral-loides	Calvià	ST	CV4	EST, GEM 2008	290 m	324 m
61	Cova del Boc	Pollença	ST	CV1	GNM 1971	500 m	322 m
62	Cova des Coloms	Calvià	ST	CV4	EST, GEM, GELL, GNM 2001-02	180 m	321 m
63	Coves de Sant Val-lero	Formentera	FO	CL2	GES, ERE 1962	10 m	318 m
64	Cova de Mina Petit	Pollença	ST	CV3	GNM 1993	530 m	310 m
65	Coves des Màrmol	Calvià	ST	CV4	GNM 1999	330 m	310 m
66	Cova de Canet	Esporles	ST	CF1	GEM 2001	160 m	307 m
67	Font de l'Algaret	Pollença	ST	CF1	GNM 1972	120 m	305 m
68	Avenc des Puig Caragoler	Escorca	ST	AV1	GNM 2006-08	830 m	304 m
69	Cova de ses Abelles	Ferrieres	ME	CF1	GEM, UEM 1997	50 m	301 m

Taula 2: Llistat de les cavitats de més de 300 metres de recorregut de les Balears.

Table 2: List of the caves of the Balearic Islands whose development is longer than 300 m.

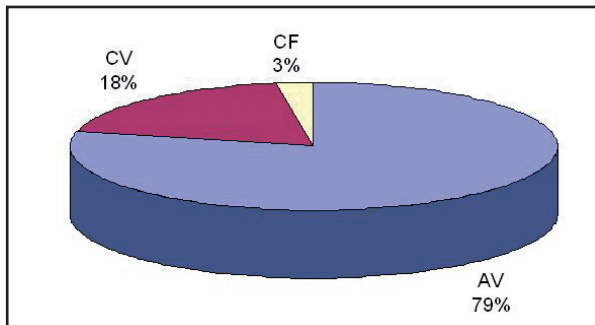
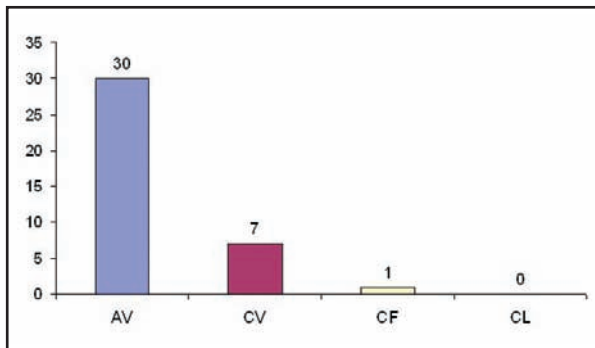


Foto 4: Avenc des Puig Caragoler, cavitat vertical més important i espectacular de les Balears (Foto P. Plomer).

Photo 4: Avenc des Puig Caragoler, the deepest and more spectacular shaft in the Balearic Islands (Photo P. Plomer).

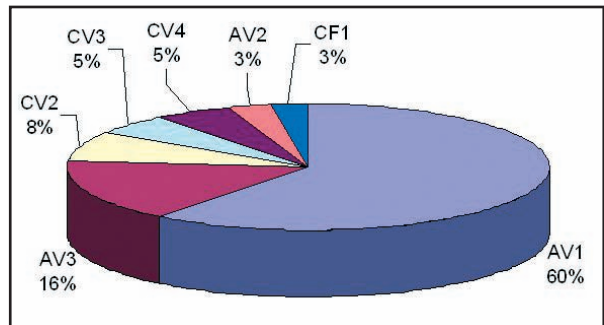
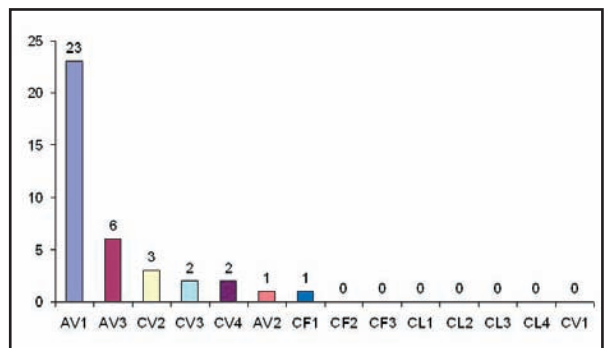
## Cavitats de major profunditat

El major nombre de cavitats amb fondàries que superin els 100 metres corresponen amb diferència a la categoria dels avencs de la zona vadosa (AV), amb 30 cavitats, que representen el 79% del total. Les coves de la zona vadosa (CV), amb 7 cavitats, suposen el 18% i en darrer terme apareixen les coves freàtiques no litorals (CF), 1 cavitat, que constitueix un 3% del total (Figs. 14 i 15). Si s'entra a analitzar els diferents tipus representats, 23 cavitats són avencs de dissolució (AV1) i representen el 60%, seguits a gran distància per la resta de tipologies (Figs. 16 i 17). Per termes municipals, entre Escorca i Pollença s'emporten 22 del total de 34 cavitats, és a dir un 65%, seguits d'enfora per altres 9 municipis, amb 2 o 1 formacions endocàrstiques d'aquestes característiques mètriques (Fig. 18). Si ens fixam en la distribució per zones geogràfiques, el 94% s'ubiquen a la serra de Tramuntana i un 6% a les serres de Llevant (Figs. 19 i 20). L'autoria de les topografies per part dels diferents grups espeleològics queda reflectida a la Fig. 21. La ubicació de les cavitats de major fondària en funció de l'altitud a on es troben és molt més equànime que no era el cas de les cavitats de més recorregut (comparar Figs. 9, 10 i 22, 23). En aquest cas es troben importants cavitats verticals a qualsevol altitud, llevat d'entre 0 i 100 metres. Les diferències de fondària entre les cavitats de desenvolupament vertical (Fig. 24) no és tan dràstica com passa amb les coves, a on es va emprar per realitzar la gràfica una escala logarítmica.



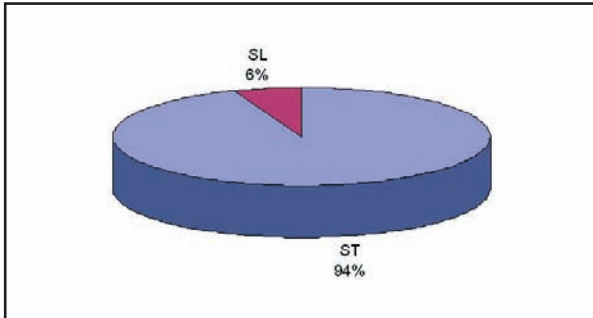
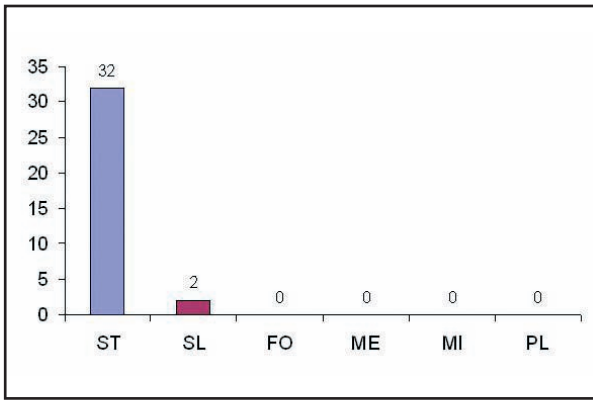
Figures 14 i 15: Nombre de cavitats de més fondària agrupades en les 4 categories morfogènètiques principals. **AV**: avencs de la zona vadosa; **CV**: coves de la zona vadosa; **CF**: coves freàtiques no litorals; **CL**: coves de la franja litoral.

Figures 14 and 15: Distribution of the deepest caves according to the 4 main morphogenetic categories that are distinguished. **AV**: vadose shafts; **CV**: caves located in the vadose zone; **CF**: non-littoral phreatic caves; **CL**: littoral caves.



Figures 16 i 17: Nombre de cavitats de més fondària agrupades segons les diferents tipologies morfogènètiques (les claus emprades apareixen recollides a la Taula 1).

Figures 16 and 17: Distribution of the deepest caves according to the different morphogenetic typologies (see the used keys in Table 1).



Figures 19 i 20: Nombre de cavitats de més fondària agrupades per zones geogràfiques (ST: serra de Tramuntana, SL: Serres de Llevant).

Figures 19 and 20: Distribution of the deepest cavities in the different geographical zones (ST: Serra de Tramuntana, SL: Serres de Llevant).

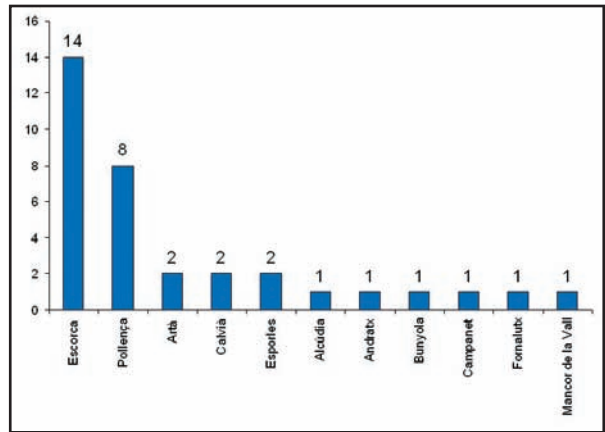


Figura 18: Nombre de cavitats verticals per termes municipals.

Figure 18: Distribution of the deepest cavities according to their municipality location.

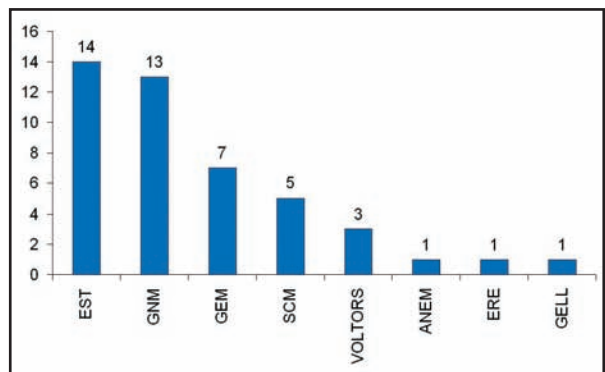


Figura 21: Nombre de topografies de les principals cavitats verticals realitzades pels diferents grups espeleològics.

Figure 21: Number of surveys of the deepest cavities performed by the different speleological clubs.



Foto 5: Cova de sa Campana, segona cavitat que supera els 300 metres de desnivell. Durant molts d'anys va ocupar el primer lloc de la llista (Foto D. Mayoral).

Photo 5: Cova de sa Campana, the second cave in the Balearic Islands surpassing 300 m in depth. During a long time it was placed in the first place of the list of deepest cavities (Photo D. Mayoral).

	Cavitat	Municipi	Zona geogràfica	Tipologia	Entitat i any	Altitud	Fondària
1	Avenc des Puig Caragoler	Escorca	ST	AV1	GNM 2006-08	830 m	318 m
2	Cova de sa Campana	Escorca	ST	CV2	SCM 1972	320 m	304 m
3	Avenc des Silenci	Escorca	ST	AV1	ANEM, VOLTORS 1997-99	830 m	232 m
4	Crull de ses Termes	Escorca	ST	AV3	GNM 1995	345 m	226 m
5	Avenc d'en Xim	Pollença	ST	AV1	GNM 1993	540 m	204 m
6	Forat dets Amics	Escorca	ST	AV1	GEM 1989	1.160 m	180 m
7	Avenc des Gorg Blau	Escorca	ST	AV1	EST 1974	1.130 m	172 m
8	Avenc de ses Cases Noves	Mancor de la Vall	ST	AV3	GNM, VOLTORS 1999	660 m	172 m
9	Avenc Fonda	Pollença	ST	AV1	EST, SCM 1972	310 m	168 m
10	Avenc de Fangar	Campanet	ST	AV1	ERE 1970	300 m	163 m
11	Cova de Can Sion	Pollença	ST	CV3	GNM 1969-94	305 m	154 m
12	Avenc des Gel	Escorca	ST	AV1	EST 1981-90	1.070 m	147 m
13	Avenc des Travessets	Artà	SL	AV1	EST 1973	340 m	145 m
14	Avenc de Fra Rafel	Escorca	ST	AV1-CV2	GNM, GEM 1989-90	500 m	145 m
15	Avenc de ses Papallones	Bunyola	ST	AV3	SCM 1978	1.040 m	142 m
16	Avenc d'Escorca	Escorca	ST	AV1	EST 1986	415 m	139 m
17	Covota de sa Penya Rotja	Alcúdia	ST	CV3-AV1	GEM 1985	250 m	139 m
18	Avenc de na Boira	Esporles	ST	AV3	EST, VOLTORS 1994	805 m	134 m
19	Avenc de s'Aigo	Escorca	ST	AV1	EST 1982	330 m	133 m
20	Avenc de l'Infern	Calvià	ST	CV4	GEM, EST 1996	410 m	132 m
21	Avenc d'en Patrona	Pollença	ST	AV1	GNM, GEM 1993	195 m	129 m
22	Avenc de sa Pedra	Esporles	ST	AV1	EST, SCM 1972	530 m	126 m
23	Avenc del Pla de les Basses	Pollença	ST	AV1	EST 1980	160 m	125 m
24	Avenc de Femenia	Escorca	ST	AV2	EST 1970	860 m	120 m
25	Avenc de l'Acampada o d'en Navarro	Pollença	ST	AV1	GNM 2000	190 m	114 m
26	Avenc de sa Coma Geneta	Artà	SL	AV1	GNM 1999	320 m	114 m
27	Avenc de na Blanca	Pollença	ST	AV1	GNM 1993	245 m	114 m
28	Avenc des Mamuts	Escorca	ST	AV1	GEM 1986	1.310 m	105 m
29	Avenc des Cocons	Fornalutx	ST	AV3	GNM 1995	500 m	104 m
30	Cova Argentera	Pollença	ST	CF1-CV2-AV1	GNM 1975 2001	520 m	103 m
31	Avenc de sa Soca	Calvià	ST	CV4	GEM, EST, GNM, GELL 2000	345 m	103 m
32	Avenc de sa Mitjania	Escorca	ST	AV1	EST 1990	550 m	102 m
33	Avenc d'en Lloaxim	Escorca	ST	AV1	EST 1973	1.140 m	102 m
34	Avenc des Vi	Andratx	ST	AV3	SCM 1973	480 m	101 m

Taula 3: Cavitats amb desnivell superior als 100 metres de les Balears.

Table 3: List of the caves and shafts of the Balearic Islands deeper than 100 m.



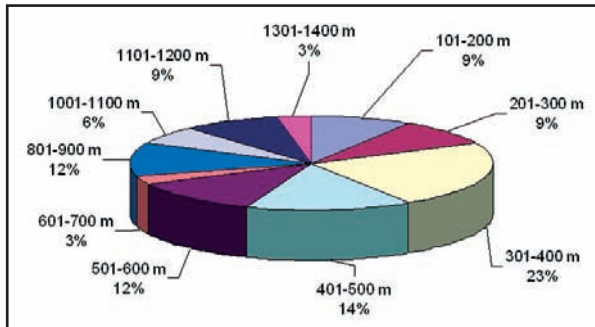
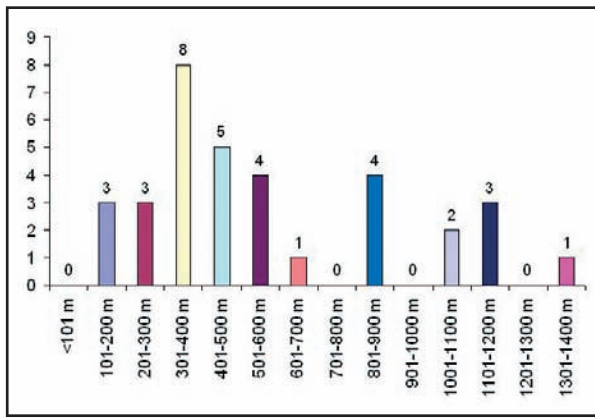


Figura 22 i 23: Nombre i percentatges de cavitats verticals segons les franges d'altitud (en metres).

Figures 22 and 23: Number and percentage of the deepest cavities grouped in elevation intervals (in metres).

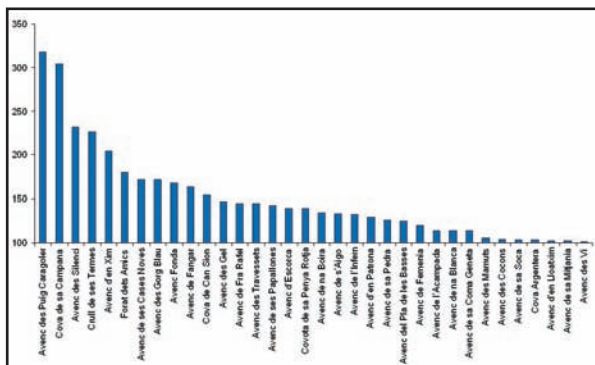


Figura 24: Cavitats verticals amb fondària superior als 100 metres.

Figure 24: Cavities deeper than 100 metres.

## Agraïments

A Antoni Croix, per les aportacions de topografies del seu arxiu digital que han possibilitat completar els càlculs topogràfics i el llistat de cavitats de major fondària.

Als fotògrafs Miquel Àngel Perelló, Dani Mayoral, César Bodi i Pere Plomer per aportar generosament les fotografies que apareixen a l'article.

A tots els espeleòlegs que han permès, amb les seves tasques topogràfiques al llarg dels anys, documentar el patrimoni subterrani de les Balears.

Volem agrair el recolzament atorgat per la Direcció General de Recursos Hídrics del Govern Balear, especialment al cap del Servei d'Estudis i Planificació Alfredo Barón.

## Bibliografia

- ALCOVER, J.A.; FONT, A. & TRIAS, M. (1997): Primera troballa de fauna vertebrada pliocènica a Cabrera. *Endins*, 21: 79-82.
- ALCOVER, J.A.; RAMIS, D.; COLL, J. & TRIAS, M. (2001): Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, 24: 5-57.
- ANÒNIM (1990): Actualització del registre de cavitats més fondes de l'illa de Mallorca. *Endins*, 16: 74.
- ARNAU, P.; LAÍNEZ, N.; ZUBILLAGA, M. & GÓMEZ, D. (2008). Les coves de Cala Blanca (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 23: 105-138.
- BARCELÓ, M.A.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M.; CRESPI, D. & VICENS, D. (2003): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 5: Coma des Mal Pas (Calvià i Palma, Mallorca). *Endins*, 25: 87-106.
- BARRERES, M.; FERRERES, J. & CARDONA, F. (1975-1976): La cueva de sa Campana y el karst de Castellots. *Speleon*, 22: 43-74.
- CLARKE, O. (1991-1992): Diary of cave diving expedition to Drach: 1991. *Cwmbran Caving Club Journal*. 13-17. U.K.
- CORRIGAN, J. (1998): Cave diving Mallorca style (Font des Verger). *Caves & Caving*, 79: 24-25.
- CRESPI, D.; GRÀCIA, F.; VICENS, D.; DOT, M.A.; VADELL, M.; BARCELÓ, M.A.; BOVER, P. & PLA, V. (2001): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 4: Puig Gros de Bendinat (2a part) (Calvià, Mallorca). *Endins*, 24: 75-97.
- ENCINAS, J.A. (1972): Contribuyendo al estudio del karst del valle de Sant Vicenç de Pollença (Mallorca). *Espeleogénesis y espeleografía. Geo y Bio Karst*, 31: 15-22.
- ENCINAS, J.A. (1994): Últimas exploraciones. Balears. (Cova de Can Sion). *Subterrànea*, 2: 5-6.
- ENCINAS, J.A. (1994): 501 grutas del término de Pollensa (Mallorca). Editat per l'autor. 609 pàgs. Pollença.
- ENCINAS, J.A. (1995): Es Crull de ses Termes. *Subterrànea*, 4: 27-29.
- ENCINAS, J. A. (1996): Las cavidades con mayor recorrido de las Islas Baleares. *Subterrànea*, 6: 31-34.
- ENCINAS, J. A. (2006): *Relación Inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears*. Colecció Tarsilbet. 235 pàgines. Pollença.
- ENCINAS, J. A. (2007): *La incidencia antròpica en la cavernas balearicas*. Colecció Tarsilbet. 285 pàgines. Pollença.
- FERRER, V. (2004): *Grandes Cuevas y Simas del Mediterráneo*. 344 pàgines.
- GINÉS, A. (1975a): Relación actualizada de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca. *Endins*, 2: 44-47.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (1975b): Recopilación de las cuevas más largas de Mallorca. *Endins*, 2: 43.
- GINÉS, J. (1990): El modelat càrstic de sa Mitjania (Escorca, Mallorca). *Endins*, 16: 17-20.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1979): L'Avenç Fonda (Pollença, Mallorca). *Endins*, 5-6: 39-42.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1980): Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1- Les cavitats del Puig den Galileu. *Endins*, 7: 3-16.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1981): Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 2- Les cavitats de la Serra des Teix. *Endins*, 8: 3-12.
- GINÉS, J.; FIOL, M. & GINÉS, A. (2006): Els avençs i el cançoner popular de Mallorca: algunes aportacions inèdites. *Endins*, 30: 1-3.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J. J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. & SANTANDREU, G. (2007): Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30.

- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2001): La Cova de sa Gleda. *Subterrànea*, 16: 24-34.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998): La Cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME D. i FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P. & DOT, M.A. (2003): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M. i PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (1998): La Cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre Cala sa Nau i Cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P.; DOT, M.A. & LANDRETH, R. (2003): La Cova de ses Llàgrimes (Alcúdia, Mallorca). *Endins*, 25: 131-140.
- GRÀCIA, F.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M.A.; PLA, V.; CASAS, J.A. & VICENS, D. (1997): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 2: Puig d'en Bou (Calvià, Mallorca). *Endins*, 21: 37-49.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1982): Avenc de s'Aigo (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 37-40.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986): S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes. *Endins*, 12: 3 - 11.
- MAYORAL, D. & MATEU, T. (2006): *Mallorca, Bellezas en la oscuridad*. 277 pàgines.
- MEDIAVILLA, M. (1980): Las simas del Pla de les Basses (Pollença, Mallorca). *Endins*, 7: 17-21.
- MESTRE, G. (1980): *La incògnita del mundo subterráneo mallorquín*. Antigua Imprenta Soler. 101 pàgs. Palma de Mallorca.
- PLOMER, T. & GINÉS, J. (2008): L'avenc del Puig Caragoler (Escorca, Mallorca). *Endins*, 32: 11-22.
- SANTANDREU, G. (2002): *Coves i avencs de Santa Maria del Camí*. Edicions Documenta Balear. Col·lecció Arbre de Mar, 7. 184 pàgs.
- SUÁREZ, R. (1993): Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca). *Endins*, 19: 25-28.
- TRIAS, M. (1979): L'Avenc de ses Papallones. *Endins*, 5-6: 29-31.
- TRIAS, M. (1979): Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la Cova des Diners. *Endins*, 5-6: 75-80.
- TRIAS, M. (1981): Notícia preliminar del jaciment islàmic de la Cova dets Amagatalls. *Endins*, 8: 59-74.
- TRIAS, M. (1986): La Covota de sa Penya Rotja. *Endins*, 12: 13-18.
- TRIAS, M. (1987): Apunts sobre els avencs del Puig Major. *Endins*, 13: 21-26.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la Cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17-18: 21-23.
- TRIAS, M. (1993): L'Avenc d'en Patrona (Pollença, Mallorca). *Endins*, 19: 5-8.
- TRIAS, M. (2004): El paisatge subterrani meridional de Menorca. In: FORNÓS, J. J.; OBRADOR, A.; i ROSSELLÓ, V. M. (eds.), 2004. *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 275-290.
- TRIAS, M.; ESPINAR, M. & BOSCH, J.R. (1990): L'Avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca). *Endins*, 16: 11-15.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. (1989): Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca. *Endins*, 14-15: 5-16.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. (1990): Noves aportacions al coneixement espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). *Endins*, 16: 5-10.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M. i BARCELÓ, M.A. (2005): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 7: les coves del Pilar i les mines de guix. *Endins*, 27: 47-74.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; PLA, V.; BARCELÓ, M.A.; GRÀCIA, F.; GINARD, A. & 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.



**Govern de les Illes Balears**  
 Conselleria de Medi Ambient  
 Direcció General de Biodiversitat



**Govern de les Illes Balears**  
 Conselleria de Medi Ambient  
 Direcció General de Recursos Hídrics



**Govern de les Illes Balears**  
 Conselleria d'Esports i Joventut  
 Direcció General d'Esports



**Govern de les Illes Balears**  
 Conselleria d'Educació i Cultura  
 Direcció General de Política Lingüística

**Obra Social**  
 SA NOSTRA Caixa de Balears

 **Consell de Mallorca**

 **Consell de Mallorca**  
 Departament de Medi Ambient i Natura

 **FEDERACION ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGIA**