

# ENDINGS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
Núm. 36 • DESEMBRE 2014 • MALLORCA



ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca)

# ENOINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia  
núm. 36 · Desembre 2014

## Sumari

MATEU FEBRER BAUZÀ (1980-2012) per Francesc Gràcia .....	5
HIDROGEOLOGIA DE LES ILLES BALEARS: LES MASSES D'AIGUA CÀRSTIQUES per Jordi Giménez, Alfredo Barón, Margalida Comas, Concepción González, Joana Garau, Omar Beidas, Mateu Oliver i Francesc Xavier Nadal .....	9
LES EXPLORACIONS ESPELEOLÒGIQUES A LES ILLES BALEARS: EL PAPER DE L'SPELEO CLUB MALLORCA per Antelm Ginard, Pere Bover, Damià Vicens i Damià Crespí .....	27
LA COVA NOVELLA DE NA LLEBRONA (Manacor, Mallorca) per Miquel Trias, Pere Bover, Joaquín Ginés, Francesc Gràcia, Beatriz Palomar, Mateo Vadell i Francesc Ruiz .....	51
COVA DE SA BALMA DES QUARTÓ (Manacor, Mallorca) per José Bermejo, Tomeu Mateu, Borja López, Rafael Minguillón, Gaspar Herráez i Amparo Villar .....	59
COVA DE SA SORPRESA (Calvià, Mallorca) per José Bermejo, Tomeu Mateu, Rafael Minguillón, Gaspar Herráez i Borja López .....	65
ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca): CAVITAT LITORAL AMB INFLUÈNCIES HIPOGÈNIQUES EXCAVADA A LES EOLIANITES QUATERNÀRIES I ALS MATERIALS DEL PLIOCÈ per Francesc Gràcia, Bernat Clamor, Pere Gamundí, Antoni Cirer, John Freddy Fernández, Joan J. Fornós, Àngel Ginés, Joaquín Ginés, Maria Jesús Uriz, Sebastià Munar, Damià Vicens, Antelm Ginard, Nicolas Betton, Miquel Àngel Vives, Damià Jaume, Guillem Mas, Miquel Àngel Perelló, Francisca Cardona i Alida Timar-Gabor .....	69
LES MORFOLOGIES DE DISSOLUCIÓ HIPOGÈNIQUES I DE LA ZONA DE MESCLA LITORAL A ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca) per Francesc Gràcia i Joan J. Fornós .....	97
COVA GENOVESA (Cala Anguila, Manacor). NOVES GALERIES TERRESTRES per José Bermejo, Rafael Minguillón, Gaspar Herráez, Tomeu Mateu, Borja López i Amparo Villar .....	113
COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca). TREBALLS TOPOGRÀFICS A LA SALA QUE NO TÉ NOM I SALES VEÏNES per José Bermejo, Rafael Minguillón, Tomeu Mateu, Gaspar Herráez i José Vicente Pardo .....	119

DESCRIPCIÓ DE LA MANDÍBULA, ELS SEGONS MOLARS I LES INCISIVES DE <i>Muscardinus cyclopeus</i> Agustí, Moyà-Solà & Pons-Moyà, 1982 (Mammalia, Rodentia, Myoxidae) per Josep Quintana . . . . .	125
COVES LITORALS, GEOMORFOLOGIA I JACIMENTS DEL QUATERNARI DE LA MARINA DE LLUCMAJOR. ZONA 1: LA FRANJA COSTANERA ENTRE ES RACÓ DES LLOBETS I CALA ESGLESIETA (2a part) per Antelm Ginard, Damià Vicens, Pere Bover, Damià Crespí, Francesc Gràcia, Miquel Àngel Gual i Pau Balaguer . . . . .	131

Foto portada:

Es Dolç (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca). Galeria de les Lloses.  
Fotografia: Antoni Cirer. Assistent: Francesc Gràcia. GNM.

Foto contraportada:

Recuperació de material arqueològic a s'Enfàs (Es Dolç, Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca).  
Fotografia: Miquel Àngel Perelló. Assistents: Antoni Cirer i John Freddy Fernández. GNM.

## 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 delimitat, 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.

## FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

### JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENT:	Guillem MULET REBASSA
VICE-PRESIDENT:	Antoni MULET ALOMAR
SECRETARI:	Antoni MERINO JUNCADELLA
TRESORER:	Manuel LUQUE MENA
VOCAL:	Francisco RUIZ SATORRES
VOCAL:	Lorenzo RAMÍREZ LUSTRES
VOCAL:	Rafael MINGUILLÓN FORTEZA

### JUNTA DE PUBLICACIONS

DIRECTOR:	Francesc GRÀCIA LLADÓ
-----------	-----------------------

Pere BOVER ARBÓS  
Damià CRESPI BESTARD  
Antelm GINARD FULLANA  
Àngel GINÉS GRACIA  
Joaquín GINÉS GRACIA  
Vicenç PLA MARTÍNEZ  
Guillem PONS BUADES  
Miquel TRIAS GUSÓ  
Damià VICENS XAMENA

© ENDINS  
ISSN 0211-2515  
Dipòsit Legal: PM 165-1974  
Correspondència i intercanvi:

ENDINS  
**Federació Balear d'Espeleologia**  
Carre Uruguai S/N, PalmaArena, 1ª planta  
07010 - PALMA DE MALLORCA  
(Spain)  
e-mail: xescgracia@yahoo.es

Impressió:  
Mésimpressió  
C/ Caballero d'Asphelt, 17  
07005 - Palma  
Tel. 871 94 52 18  
e-mail: info@mesimpressio.com

Maquetació i fotomecànica:  
Antoni Mulet Alomar

## Mateu Febrer Bauzà (1980 - 2012)



L'espeleobussejador Mateu Febrer, del Grup Nord de Mallorca, va morir l'any 2012 als 32 anys, víctima d'una terrible malaltia que s'endú molts de joves de forma incomprensible. Va ésser un bon amic i company, així com una excel·lent persona que començà a bussejar amb el GNM l'any 2004 i va continuar fins pràcticament el 2012. Els seus inicis procedien del busseig en aigües obertes i no del món espeleològic, emperò la convergència entre ambdues disciplines i l'elevada motivació d'en Mateu pel busseig espeleològic el va fer interessar-se per les cavitats inundades. Les seves contribucions al llarg de 8 anys d'activitats han estat prou significatives en la història de la secció d'Espeleobusseig del GNM i per tant de l'espeleologia mallorquina.

Va participar en nombroses immersions en coves de Mallorca ajudant amb les tasques d'exploració, topografia, recollida de mostres, tasques fotogràfiques i de filmació. La cova des Coll, el sistema Pirata-Pont-Piqueta, la cova de s'Abisament, la cova des Pas de Vallgornera, el sistema Gleda-Camp des Pou, la cova des

Coloms i la cova de sa Sínia, han estat algunes de les cavitats a les quals va aportar temps, esforços i dedicació.

A continuació, comentarem alguns dels moments més intensos i profitosos, des del punt de vista espeleològic, que protagonitzà Mateu amb els companys del GNM.

El 2005, Mateu Febrer i Francesc ("Xisco") Gràcia, retroben la cova de s'Abisament després d'una intensa recerca per sa Coma (Sant Llorenç des Cardassar). L'intens procés urbanitzador transformà el paisatge i va fer desaparèixer les fites per accedir a la cavitat, la qual va restar bastants anys perduda per a "l'espeleologia oficial". Es pensava que molt possiblement havia estat destruïda sota els edificis de la urbanització. A més a més, realitzen per primera vegada l'exploració i documentació subaquàtica de la cavitat.

Aquest mateix any Mateu i Xisco exploren i aconsegueixen connectar sota l'aigua, mitjançant la galeria Corcada, la cova des Pont amb la cova de sa Piqueta i descobreixen també altres



Fotografia presa el 2005 a la cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar), durant les tasques de topografia de la cavitat. En Mateu apareix a l'esquerra de la instantània. Foto: D. Vicens.

indrets com la sala dels Caramells. D'aquesta manera s'assoleix l'anomenat sistema Pirata-Pont-Piqueta. També a la cova des Pont, comuniquen el llac Victòria amb el llac Nou, fet summament pràctic per a poder accedir a altres zones aquàtiques de la cavitat més allunyades i de més difícil accés.

El 2007, els membres del GNM Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Xisco Gràcia, exploren a diferents zones de la cova des Pas de Vallgornera al llarg de 14 dies i



Exploració de l'avenc des Xuclamel a la serra de na Burguesa (Calvià), abril del 2007. Foto: D. Vicens.



Preparatiu a la cova de sa Gleda devora na Roser Corella, per a filmar imatges per al programa de Thalassa: "Mallorca, laberint de coves", emès per primer cop a Televisió de Catalunya l'any 2010 i a on en Mateu Febrer va participar activament. Les imatges subaquàtiques són de Miquel Àngel Perelló. Foto: M.A. Amezcua

descobreixen més de 2.500 m de galeries majoritàriament subaquàtiques. 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. 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.

El 2009, Mateu Febrer acompanyat per Bernat Clamor, ambdós del GNM, es dirigeixen a l'avenc des Camp des Pou per a revisar-ne les possibilitats subaquàtiques. Aquesta vegada inspeccionen els llacs més occidentals de la cavitat; es tracta d'unes petites franges d'aigua de gairebé un metre d'amplària i amb molt poca sensació de continuïtat. Mateu, en solitari, realitza la immersió, amb 2 tancs de 5 litres, aconsegueix superar l'esfondrament de blocs i assoleix, astorat i emocionat, les galeries subaquàtiques horitzontals que permeten sospitar una connexió directa amb la cova de sa Gleda. Avança una cinquantena de metres, fins arribar a una galeria estreta. S'ha aconseguit així endinsar-se sota el nivell freàtic després dels intents fallits dels britànics de l'any 1996 i del propi GNM el 2001, a més a més d'altres visites



Mateu Febrer, a la dreta de la fotografia, amb en Xisco Gràcia a una immersió a la cova de sa Gleda, l'any 2009. Foto: A. Cirer.

d'escafandristes de cavitats que s'aturaven al llac més evident situat a la davallada del rost i no revisaven, ja que quedaven ocults o semblaven infranquejables, els llacs més occidentals. En futures immersions s'aconseguiria connectar l'avenc des Camp des Pou amb la cova de sa

Gleda, en el sistema Gleda-Camp des Pou, a partir del fil-guia instal·lat per Mateu.

Altres exploracions i tasques en les quals va participar encara no s'han publicat, com ara les realitzades a la cova de sa Punta des Moro (Manacor) i a d'altres cavitats del llevant de Mallorca.

Els companys del Grup Nord de Mallorca amb els quals més va coincidir, a l'època en què va ésser actiu, han estat: Xisco Gràcia, Bernat Clamor, Pere Gamundí, Toni Cirer i Jaume Pocoví.

Alguns dies que hem anat a la cova de sa Gleda, en emergir al llac d'entrada després del busseig, ens ha passat sovint, sentir petjades, veus i rialles seves i com si ens parlés des de la llunyania. Talment com ho feia de vegades, en què, sense poder anar a bussejar, ens esperava a la sortida per compartir vivències i companyonia.

Amic Mateu, estem ben segurs que ens esperes a l'altre costat del sífó, a on la vida prossegueix d'una altra manera. Enyoram la teva grata companyia, ens dol en l'ànima la teva absència, però sempre estaràs amb nosaltres.



En Mateu Febrer, a l'esquerra de la imatge, fotografiat l'abril de 2011 a les proximitats de l'entrada de la cova de sa Gleda (Manacor), amb companys del Grup Nord de Mallorca (d'esquerra a dreta i de dalt a baix: Jaume Pocoví, Xisco Gràcia, Gian Ameri, Pere Gamundí i Toni Cirer). Foto: A. Cirer.

*Francesc Gràcia Lladó i els teus amics del Grup Nord de Mallorca*



## Algunes cites bibliogràfiques

- 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.
- 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.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; **FEBRER, M.**; JAUME, D. & VICENS, D. (2006): La cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca). *Endins*, 30: 101-106.
- 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.
- FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; **FEBRER, M.** & GAMUNDÍ, P. (2008): El rebliment sedimentari de la cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca). In: PONS, G.X. (edit.). *V Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 56-58.
- FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & **FEBRER, M.** (2008): El registre sedimentari del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca). In: PONS, G.X. (edit.). *V Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 61-64.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; **FEBRER, M.** & GAMUNDÍ, P. (2008): Geomorfologia, hidrologia i espeleogènesi de la Cova de sa Gleda I: Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-Cents (Manacor, Mallorca). In: PONS, G.X. (edit.). *V Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 76-80.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & **FEBRER, M.** (2008): Geomorfologia, hidrologia, espeleogènesi i fauna del Sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca). In: PONS, G.X. (edit.). *V Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 81-84.
- GRÀCIA, F.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; TRIAS, M.; FORNÓS, J. J.; **FEBRER, M.** & POCOVÍ, J. (2010): Noves aportacions a l'estudi de les cavitats de cala Falcó-cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 141-154.

## HIDROGEOLOGIA DE LES ILLES BALEARS: LES MASSES D'AIGUA CÀRSTIQUES

per Jordi GIMÉNEZ<sup>1</sup>, Alfredo BARÓN<sup>1</sup>, Margalida COMAS<sup>1</sup>, Concepción GONZÁLEZ<sup>1</sup>,  
Joana GARAU<sup>1</sup>, Omar BEIDAS<sup>1</sup>, Mateu OLIVER<sup>1</sup> i Francesc Xavier NADAL<sup>1</sup>

### Resum

Les aigües subterrànies suposen el 95% dels recursos hídrics de les Illes Balears. Degut a la configuració litològica de l'arxipèlag, la majoria de les aigües subterrànies es localitzen en aqüífers carbonatats que en gran part presenten característiques càrstiques més o menys desenvolupades. De fet 64 de les 90 masses d'aigua subterrànies definides en el Pla Hidrològic de les Illes Balears de 2011 tenen característiques càrstiques. Aquestes masses d'aigua ocupen el 69% de la superfície a Mallorca, el 68% a Menorca, el 67% a Eivissa i el 100% a Formentera. Les particularitats dels aqüífers càrstics fan que la seva gestió sigui més complexa que la dels aqüífers de flux difús. Així degut a que la velocitat d'infiltració i circulació de l'aigua dins d'un aqüífer càrstic sol ser elevada, quan es vol establir la vulnerabilitat a la contaminació d'un aqüífer càrstic és recomanable tenir en consideració el desenvolupament del carst. El mateix ocorre amb els perímetres de protecció de pous de proveïment, el càlcul dels quals s'ha de realitzar amb metodologies diferents a les dels aqüífers de flux difús. L'explotació dels aqüífers càrstics pot accelerar els processos naturals com l'aparició de col·lapses. A Mallorca l'explotació intensiva i estacional de l'aqüífer de Crestatx ha provocat l'aparició de col·lapses que han afectat infraestructures urbanes. D'altra banda a Menorca el descens continuat dels nivells freàtics a l'aqüífer d'Es Migjorn ha accelerat l'aparició de col·lapses que han afectat la qualitat de les aigües d'un pou de proveïment de Es Migjorn Gran.

### Resumen

Las aguas subterráneas suponen el 95% de los recursos hídricos de las Baleares. Debido a la configuración litológica del archipiélago, la mayoría de las aguas subterráneas se localizan en acuíferos carbonatados con características kársticas más o menos desarrolladas. De hecho 64 de las 90 masas de agua subterráneas definidas en el Plan Hidrológico de las Islas Baleares de 2011 tienen características kársticas. Estas masas de agua ocupan el 69% de la superficie en Mallorca, el 68% en Menorca, el 67% en Eivissa y el 100% en Formentera. Las particularidades de los acuíferos kársticos hacen que su gestión sea más compleja que la del resto de acuíferos. Debido a la elevada velocidad de infiltración y circulación del agua en un acuífero kárstico, cuando se quiere establecer la vulnerabilidad a la contaminación de este tipo de acuíferos es recomendable considerar el grado de desarrollo del karst. Lo mismo ocurre con los perímetros de protección de pozos de abastecimiento, el establecimiento de los cuales debe realizarse con metodologías diferentes a las de los acuíferos de flujo difuso. La explotación de los acuíferos kársticos puede acelerar procesos naturales como la aparición de colapsos. En Mallorca la explotación intensiva y estacional del acuífero de Crestatx ha provocado la aparición de colapsos que han afectado infraestructuras urbanas. En Menorca el descenso generalizado de los niveles freáticos en el acuífero de Es Migjorn ha acelerado la aparición de colapsos que han afectado la calidad de las aguas de un pozo de abastecimiento de Es Migjorn Gran.

### Abstract

Groundwaters account for 95% of the water resources in the Balearic Islands. Owing to the lithological configuration of the archipelago, the majority of groundwater aquifers are located in carbonate groundwater bodies with more or less developed karst features. In fact 64 of the 90 groundwater bodies identified in the Balearic Islands Hydrological Plan of 2011 have karst properties. These water bodies occupy 69% of the surface in Mallorca, 68% in Menorca, 67% in Eivissa and 100% in Formentera. The particularities of karst aquifers makes their management more complex than the other aquifers. Due to the high infiltration rate and water circulation in karst aquifers, when establishing the contamination vulnerability of these type of aquifers is recommended to consider the degree of karst development. The same occurs with the protection perimeters of supply wells, the establishment of which should be done with methods different from the used for diffuse flux aquifers. The exploitation of karst aquifers can accelerate natural processes such as the occurrence of collapses. In Mallorca the intensive and seasonal exploitation of the Crestatx aquifer has caused the appearance of collapses that have affected urban infrastructures. In Menorca the general decline of groundwater levels in the Migjorn aquifer has accelerated the occurrence of collapses that have affected the quality of the water from a well supply in Es Migjorn Gran.

1 Servei d'Estudis i Planificació de la Direcció General de Recursos Hídrics. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Mobilitat del Govern de les Illes Balears. C/ Gremi Corredors 10, 07009 Palma. jgimenez@dgrehid.caib.es

## Característiques dels aqüífers càrstics

Des del punt de vista del seu funcionament es poden diferenciar tres tipus d'aqüífers. En un extrem se situen els aqüífers amb sistemes de flux difús, que es corresponen bàsicament amb aqüífers de naturalesa granular o detrítica. En l'altre extrem se situen els aqüífers amb sistemes de flux per conductes, que es corresponen amb els aqüífers típicament càrstics. El tercer tipus d'aqüífers es correspondria amb els que tenen propietats intermèdies entre ambdós extrems, per tant la frontera entre aquests aqüífers no està definida sinó que és gradual. A la Taula 1 es resumeixen les principals diferències entre aquests aqüífers (IGME, 2003).

	Flux per conductes (Càrstic s.s.)	Flux difús
Heterogeneïtat	Alta	Baixa
Emmagatzematge	Escàs	Elevat
Piezometria	Discontínua	Contínua
Hidrogrames	Pics	Rectes pendent $\pm$ constant
Oscil·lacions piezomètriques	Importants	Regulars
Circulació	Per conductes	Flux difús
Infiltració	Punts localitzats	Uniforme
Morfologia càrstica	Abundant	Escassa
Regulació natural	Escassa	Elevada
Millora de la regulació	Difícil	Possible
Vulnerabilitat	Alta	Moderada-Baixa

Taula 1: Diferències entre aqüífers de flux per conductes (càrstics) i de flux difús.

Table 1: Differences between groundwater flow by conduits (karst) and diffuse flux aquifers.

Així els aqüífers càrstics ben desenvolupats es caracteritzen per ser molt heterogenis i amb un emmagatzematge limitat. La circulació de l'aigua pel seu interior es du a terme bàsicament mitjançant conductes preferents que tant poden ser verticals (avencs) o horitzontals (galeries). Aquests conductes provenen de la dissolució preferent seguint les línies de debilitat originals de la roca, és a dir fractures i/o discontinuïtats d'origen sedimentari. Aquestes característiques comporten que l'evolució piezomètrica d'aquests aqüífers

sigui discontínua, és a dir que sofreix pujades i baixades sobtades que poden ser importants (Fig. 1), que es corresponen amb l'entrada o sortida d'aigua a l'aqüífer a través de conductes verticals o horitzontals de manera sobtada. Aquestes pujades i baixades són les responsables que els hidrogrames que es puguin realitzar en aquests aqüífers tinguin pics de vegades molt pronunciats. Totes aquestes característiques fan que la regulació en els aqüífers càrstics sigui escassa i al mateix temps difícil de gestionar.

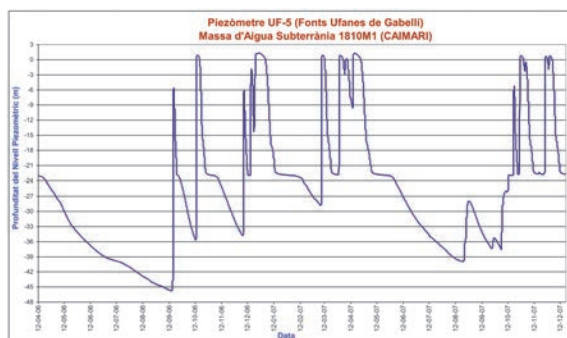


Figura 1: Evolució piezomètrica típica d'un aqüífer Càrstic.

Figure 1: Typical piezometric evolution of a karstic aquifer.

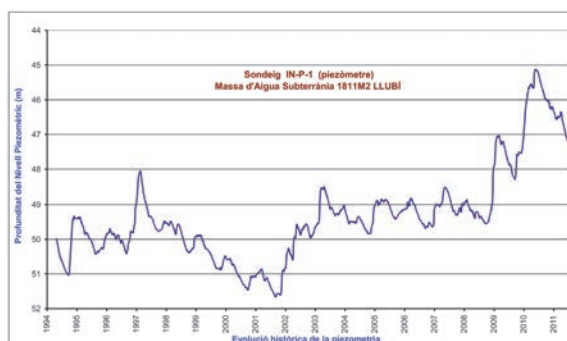


Figura 2: Evolució piezomètrica d'un aqüífer amb certes característiques càrstiques.

Figure 2: Piezometric evolution of an aquifer with some karstic characteristics.

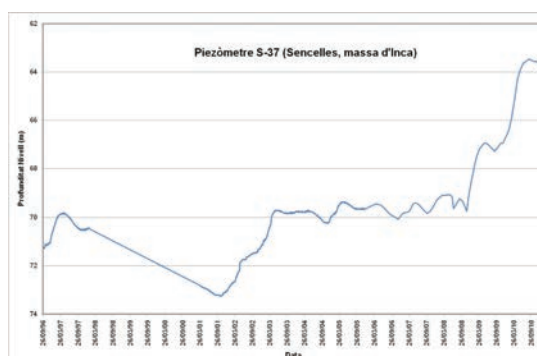


Figura 3: Evolució piezomètrica d'un aqüífer de flux difús.

Figure 3: Piezometric evolution of a diffuse flux aquifer

Per contra els aqüífers no càrstics o poc carstificats presenten una saturació important dels porus o fissures de la roca important. La connexió entre aquests porus permet que l'aigua discorri d'una manera més homogènia i gradual, per la qual cosa en aquests tipus d'aqüífers l'emmagatzematge és més important. Aquest flux difús permet que la recàrrega i descarrega de l'aqüífer sigui lenta en comparació a la dels aqüífers típicament càrstics, per la qual cosa les gràfiques d'evolució piezomètrica son més suaus i regulars (Figs. 2 i 3).

Aquestes circumstàncies comporten que la gestió dels aqüífers càrstics sigui més complicada ja que bàsicament l'aigua discorre en el seu interior amb una major velocitat. Aquesta alta velocitat fa complicat utilitzar aquest tipus d'aqüífers com a reservoris ja que l'aigua es "perd" o se'n va de l'aqüífer. Una de les solucions per poder aprofitar aquests recursos és la captació o derivació de les surgències o fonts, tal i com s'ha dut a terme en moltes zones de les Balears.

## Els recursos hídrics a les Illes Balears

Les aigües subterrànies constitueixen la quasi totalitat dels recursos hídrics de les Illes Balears. De fet les aigües per a consum humà provenen en el 95% de les aigües subterrànies. Tal i com s'observa a la Taula 2, del conjunt de les aigües distribuïdes a la població de les Balears l'any 2006 sols el 4,5% prové de les aigües superficials recollides als embassaments de la Serra de Tramuntana de Mallorca (SEP, 2011). Així, quasi el 70% de les aigües prové de l'extracció de pous d'aigua dolça, el 7% de fonts, que es correspon amb aigües subterrànies aflorades de manera natural, i el 18% prové de les dessaladores, les quals produeixen aigua a partir de l'extracció d'aigua salada dels aqüífers costaners.

Taula 2: Origen de l'aigua de proveïment urbà a les Balears a l'any 2006 (SEP, 2011).

Table 2. Origin of the urban water supply in the Balearic Islands in 2006 (SEP, 2011).

Illla	Aqüífers (hm <sup>3</sup> )	Fo n t s (hm <sup>3</sup> )	Embassaments (hm <sup>3</sup> )	Dessaladores (hm <sup>3</sup> )	TOTAL
Mallorca	75,15	9,96	6,19	20,25	<b>111,55</b>
Menorca	14,18	-	-	-	<b>14,18</b>
Eivissa	7,60	-	-	4,74	<b>12,34</b>
Formentera	-	-	-	0,47	<b>0,47</b>
<b>TOTAL</b>	<b>96,93</b>	<b>9,96</b>	<b>6,19</b>	<b>25,46</b>	<b>138,53</b>
<b>%</b>	<b>69,97</b>	<b>9,96</b>	<b>4,47</b>	<b>18,37</b>	<b>100</b>

Al mateix temps la gran majoria dels aqüífers de les Balears son de naturalesa carbonatada i una bona part d'ells tenen un funcionament càrstic. De fet els únics aqüífers pròpiament no càrstics són els que es troben a les conques sedimentàries terciàries i quaternàries. En aquest sentit l'estudi dels aqüífers càrstics és necessari a les Balears.

## Característiques dels aqüífers de les Balears

Des del punt de vista geològic, les Illes Balears són la part emergida del promontori Balear el qual constitueix la prolongació nord-oriental de l'arc orogènic Bètic. Al mateix temps el promontori Balear està subdividit en dos blocs separats pel canal de Mallorca, quedant un bloc septentrional format per les illes de Mallorca i Menorca, i un bloc meridional format per les illes Pitiüses. Els materials que afloren a les Illes Balears són en gran part de naturalesa carbonatada, ja que a part dels carbonats pròpiament dits, gran part de les roques detrítiques tenen una composició carbonatada ja que provenen de l'erosió de calcàries. De fet, a part de les roques del Triàsic Inferior que afloren a Mallorca i sobretot a Menorca (fàcies Buntsandstein), les roques del Paleozoic (que bàsicament afloren a Menorca), i els guixos i argiles del Triàsic Superior (fàcies Keuper), la resta de roques que afloren a les Balears tenen una composició predominantment carbonatada.

Aquest predomini de les roques carbonatades implica que la naturalesa química de les aigües subterrànies de les Balears és bàsicament bicarbonatada - càlcica. Així mateix gran part dels aqüífers de les Balears es poden considerar com aqüífers càrstics, tot i que amb diferents graus de carstificació. De fet, exceptuant els aqüífers localitzats a les conques sedimentàries postalpines (del Miocè a l'actualitat), la gran majoria d'aqüífers d'interès

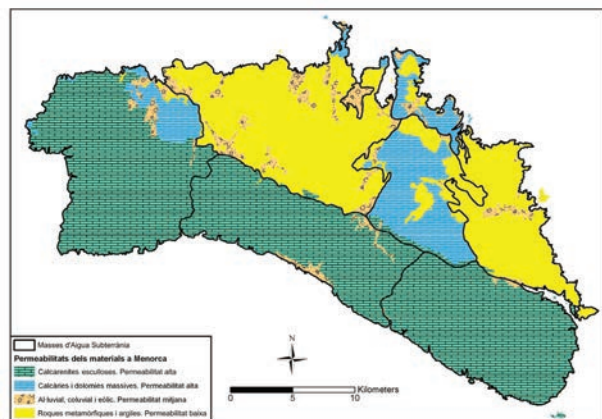
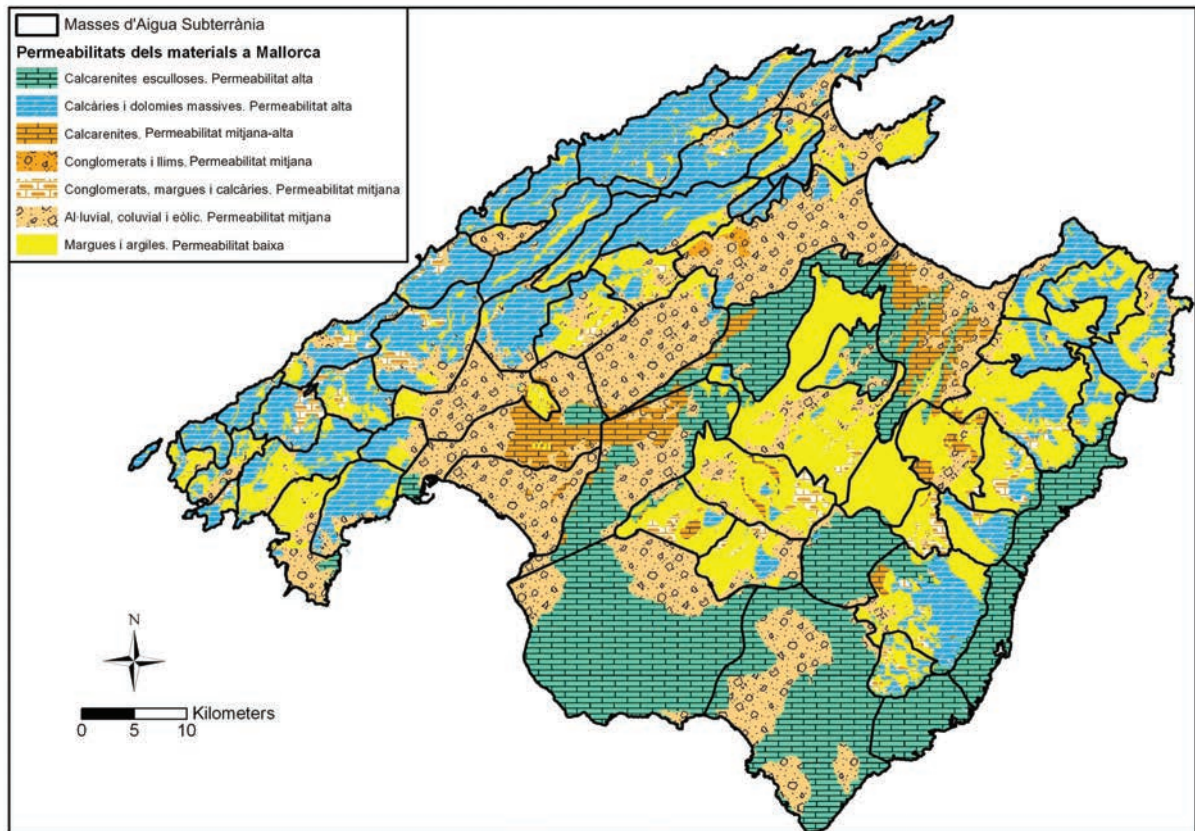


Figura 4: (Superior) Masses d'aigua subterrània definides en base als criteris de la DMA a l'illa de Mallorca, amb indicació dels materials aflorants i agrupats per la seva permeabilitat.

Figure 4: (Top) Water bodies defined in Mallorca according to WMD. Main rock materials are also indicated according to its permeability.

Figura 5: (Izquierda) Masses d'aigua subterrània definides en base a la DMA a Menorca, amb indicació dels materials aflorants i agrupats per la seva permeabilitat.

Figure 5: (Left) Water bodies defined in Menorca according to WMD. Main rock materials are also indicated according to its permeability.

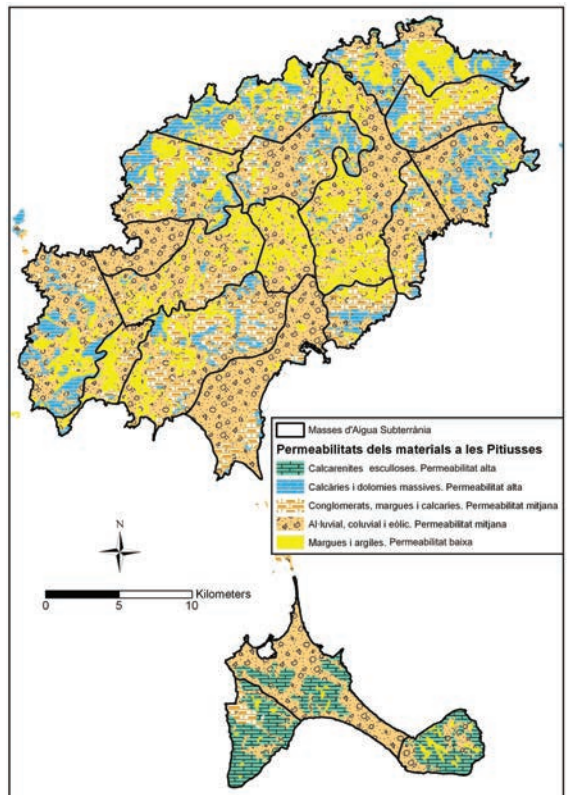


Figura 6: (Derecha) Masses d'aigua subterrània definides en base als criteris de la DMA a les Pitiüses, amb indicació dels materials aflorants i agrupats per la seva permeabilitat.

Figure 6: (Right) Water bodies defined in Pitiüses islands according to WMD. Main rock materials are also indicated according to its permeability.

de les Balears tenen una naturalesa càrstica més o menys desenvolupada.

Les Figures 4, 5 i 6 mostren els esquemes geològics de les diferents illes en els quals s'han diferenciat els terrenys aflorants en base a la seva permeabilitat. En aquestes figures també es mostra la divisió hidrogeològica duta a terme per a l'elaboració del Pla Hidrològic de les Illes Balears (PHIB) en base a la Directiva Marc de l'Aigua (DMA). La DMA, entre altres aspectes, indica que s'han de diferenciar els cossos o masses d'aigua amb propietats semblants que poden ser aprofitats per l'home. De fet 45 de les 65 masses d'aigua definides a Mallorca es poden considerar com aqüífers càrstics ja que estan formades en la seva gran majoria per calcàries o dolomies massives o fissurades (bàsicament Triàsic superior i Juràssic inferior) i calcarenites o calcàries esculloses (bàsicament del Miocè superior i Pliocè). La superfície aflorant d'aquestes 45 masses ocupa el 69 % de l'àrea de Mallorca. Pel que fa a l'illa de Menorca 5 de les 6 masses definides es poden considerar càrstiques, la superfície de les quals representa el 68 % de l'àrea de l'illa de Menorca. Igual que a Mallorca, a Menorca els aqüífers càrstics també es desenvolupen en calcàries i dolomies massives o fissurades del Triàsic superior o Juràssic inferior, i en calcàries esculloses del Miocè superior. A l'illa d'Eivissa es poden identificar 11 masses amb característiques càrstiques més o menys desenvolupades d'entre les 16 masses definides. Aquestes 11 masses suposen una superfície del 67 % de l'extensió de l'illa. A Eivissa, però, els aqüífers càrstics es desenvolupen en les calcàries i dolomies del Triàsic superior i Juràssic inferior, i en els carbonats massius Cretàcics presents en algunes zones d'aquesta illa. A l'illa de Formentera les 3 masses d'aigua definides es poden considerar aqüífers càrstics i tots ells es desenvolupen en calcàries escullose.

## Els aqüífers càrstics de Mallorca

A l'illa de Mallorca es poden diferenciar diverses regions geològiques condicionades per l'estructuració postalpina. Aquesta estructuració configurarà l'illa en tres àrees muntanyoses (Serra de Tramuntana, Serres Centrals i Serres de Llevant) que limiten dues conques sedimentàries o depressions (conca de Palma - Inca - Sa Pobla i conca de Campos - Manacor). Així mateix, encerclant gran part de les Serres Centrals i les

de Llevant, durant el Miocè superior s'instal·laren unitats esculloses que avui en dia conformen les Marines (Marina de Lluçmajor, de Llevant i Marineta). Exceptuant els aqüífers localitzats a les depressions terciàries, a la resta de regions geològiques hi predominen els aqüífers formats en roques carbonatades els quals en la majoria dels casos presenten processos de carstificació. Algunes de les masses d'aigua càrstiques que s'han explotat intensament o més representatives de Mallorca es mostren a la Taula 3.

A la Serra de Tramuntana s'han definit 33 masses d'aigua subterrània, de les quals 25 són càrstiques i ocupen el 77% de l'àrea de la Serra. Els aqüífers càrstics de la Serra de Tramuntana es desenvolupen majoritàriament sobre les calcàries del Juràssic Inferior (Liàsic) que presenten potències que poden assolir els 300m i s'estructuren en diversos plecs i en làmines encavalcants. La Serra de Tramuntana està formada bàsicament per plecs i encavalcaments vergents al NO, per la qual cosa la majoria d'estructures tenen un cabussament cap al SE. Les aigües de pluja que s'infiltra en superfície van assolint profunditat fins que topen amb els nivells impermeables, que majoritàriament són les argiles, guixos i margues del Triàsic Superior (fàcies Keuper). L'estructuració dels materials implica que la majoria de circulacions subterrànies i de descàrregues tenen lloc a favor del cabussament dominant, és a dir cap al SE. Tot i així, a la banda NO de la Serra de Tramuntana també hi ha descàrregues que poden tenir certa importància. Moltes de les masses subterrànies càrstiques de la serra s'exploten intensament, per aquesta raó aquelles que estan en contacte amb el mar han sofert processos d'intrusió marina, mentre que les que estan aïllades del mar han registrat descensos dels nivells piezomètrics importants.

A la Taula 3 s'observa que les masses d'aigua subterrània de la Serra de Tramuntana més explotades han estat aquelles que estan més properes a Palma, com la de La Vileta (part de la Unitat Hidrogeològica de Na Burgesa) de la qual l'any 2006 se n'extragueren 5,1 hm<sup>3</sup>/any dels 5,9 que hi entren de mitjana, la d'Esporles de la que s'aprofitaren 9,3 hm<sup>3</sup>/any dels 9,6 que hi entren, i la de Bunyola (part de la Unitat Hidrogeològica de S'Estremera) de la que s'extragueren 6,0 dels 9,1 hm<sup>3</sup>/any que hi entren de mitjana (SEP, 2011). És destacable també la massa de Crestatx (part de la Unitat Hidrogeològica d'Inca-Sa Pobla) de la qual

s'extragueren l'any 2006 2,3 hm<sup>3</sup>/any dels 2,6 que hi entren de mitjana (SEP, 2011). La resta de masses han estat relativament poc explotades degut sobretot al seu aïllament geogràfic. És destacable que la massa de Sa Costera ha passat a ser una de les masses que

alimenta a Palma, des de la posada en marxa de la captació de la font des Verger l'any 2010.

A les Serres de Llevant, 9 de les 13 masses d'aigua definides tenen un comportament més o menys càrstic, ja que estan formades en la seva gran majoria pels materials carbonatats

	Codi	Nom	Àrea permeable (km <sup>2</sup> )	Infiltració pluja (hm <sup>3</sup> /any)	Suma entrades (hm <sup>3</sup> /any)	Extracció ús urbà (hm <sup>3</sup> /any)	Altres extraccions (hm <sup>3</sup> /any)	Sortida fonts (hm <sup>3</sup> /any)	Fonts captades (hm <sup>3</sup> /any)	Total usos (hm <sup>3</sup> /any)
Calcàries massives Liàsiques (Serra de Tramuntana)	18.02-M2	Banyalbufar	30,5	4,8	5,1	0,2	0,1	4,4	1,1	<b>1,4</b>
	18.02-M3	Valldemossa	32,8	4,8	4,9	0,2	0,1	3,2	0,3	<b>0,7</b>
	18.03-M2	Lluc	70,0	16,3	16,3	0,0	0,2	3,1	0,4	<b>0,6</b>
	18.04-M1	Ternelles	31,6	4,0	4,3	0,5	0,2	1,6	0,3	<b>1,0</b>
	18.05-M2	Aixartell	13,3	2,3	7,8	0,3	0,5	6,0	0,0	<b>0,8</b>
	18.06-M1	S'Olla	41,5	8,0	8,3	0,3	0,0	4,2	1,6	<b>1,9</b>
	18.06-M2	Sa Costera	24,8	7,4	7,4	0,0	0,0	6,7	6,0	<b>6,0</b>
	18.07-M1	Esporles	69,1	8,1	9,6	0,3	1,0	8,0	8,0	<b>9,3</b>
	18.08-M1	Bunyola (S'Estremera)	44,2	8,0	9,1	5,8	0,3	0,2	0,0	<b>6,0</b>
	18.08-M2	Massanella	17,1	4,3	5,6	0,0	0,0	2,5	0,1	<b>0,1</b>
	18.10-M1	Caimari (Ufanès)	44,0	14,3	16,5	0,4	0,0	13,0	0,0	<b>0,4</b>
	18.11-M5	Crestatx	5,1	1,0	2,6	2,2	0,2	0,0	0,0	<b>2,3</b>
	18.13-M1	La Vileta	17,8	2,4	5,9	3,7	1,5	0,0	0,0	<b>5,1</b>
Calcàries massives i fissurades (Serres de Llevant)	18.17-M1	Capdepera	36,6	5,0	7,2	3,1	1,0	0,3	0,1	<b>4,2</b>
	18.17-M2	Son Servera	10,5	2,5	4,0	2,7	0,6	0,0	0,0	<b>3,3</b>
	18.19-M1	Sant Salvador	69,5	5,4	6,3	4,3	0,9	0,0	0,0	<b>5,3</b>
Calcàries Esculloses i Calcarenites (Marines de Llevant, Migjorn, Marímetà, i altres)	18.11-M2	Llubí	89,1	17,5	21,5	7,8	2,6	0,0	0,0	<b>10,4</b>
	18.14-M1	Xorrigo	122,8	10,2	12,9	3,5	1,8	0,0	0,0	<b>5,3</b>
	18.14-M3	Pont d'Inca	103,7	8,1	18,2	9,3	4,8	0,0	0,0	<b>14,1</b>
	18.16-M2	Son Real	129,0	12,9	15,4	1,9	0,5	0,0	0,0	<b>2,3</b>
	18.20-M1	Santanyí	49,1	6,9	7,7	0,9	0,2	0,0	0,0	<b>1,1</b>
	18.20-M2	Cala d'Or	40,5	5,3	7,3	0,7	0,3	0,0	0,0	<b>1,0</b>
	18.21-M1	Marina de Lluçmajor	294,8	20,2	21,2	1,1	3,6	0,0	0,0	<b>4,7</b>
	18.21-M2	Pla de Campos	253,0	15,7	18,7	0,6	4,8	0,0	0,0	<b>5,4</b>
	18.21-M3	Son Mesquida	61,7	4,1	5,1	1,2	2,4	0,0	0,0	<b>3,6</b>

Taula 3: Balanç hídric resumit d'algunes de les masses subterrànies amb comportament més o menys càrstic de Mallorca. Les extraccions urbanes indicades es corresponen a dades de l'any 2006 (excepte per la massa de Sa Costera que indica la mitjana que es preveu captar), mentre que les entrades i infiltració s'han obtingut en base a la permeabilitat del terreny, la pluviometria mitjana històrica i la transferència entre masses subterrànies (SEP, 2011).

Table 3: Summarised water balance of some of the groundwater bodies with a more or less karst behavior in Mallorca. The indicated urban extraction corresponds to 2006 year data (except for Sa Costera body where the average expected catchment is indicated). Inputs and infiltration were obtained based on terrain permeability, average historical rainfall and mass transfer between bodies (SEP, 2011).

del Triàsic superior i Juràssic inferior. Cal indicar però que el funcionament d'aquestes masses no és tant càrstic com el dels aquífers de la Serra de Tramuntana. D'entre les masses amb característiques càrstiques de les Serres de Llevant es poden destacar, pel seu grau d'explotació les masses de Capdepera (l'any 2006 se n'extragueren 4,2 hm<sup>3</sup> dels 7,2 que hi entren de mitjana), Son Servera (se n'extragueren 3,3 hm<sup>3</sup> dels 4,0 que hi entren) i Sant Salvador (s'extragueren 5,3 hm<sup>3</sup> dels 6,3 que hi entren) (SEP, 2011). Les masses de les Serres de Llevant també han sofert descensos de nivells importants en els casos en els que no hi ha connexió amb el mar, i intrusió salina en els casos en que hi ha connexió amb el mar.

La resta de masses amb comportaments o característiques càrstiques de Mallorca es localitzen bàsicament a les plataformes carbonatades miocenes (Marines) que encerclen les Serres Centrals i les Serres de Llevant. En aquestes masses s'hi ha desenvolupat un carst que és visible en superfície mitjançant macroformes de relleu com poden ser canyons càrstics i àrees deprimides endorreiques. També s'hi han desenvolupat importants sistemes càrstics subterranis que bàsicament aprofiten la porositat primària dels materials, al temps que segueixen els sistemes de fractures i les discontinuïtats sedimentàries. Aquests

sistemes de galeries solen estar doncs orientats en direccions preferents i poden tenir longituds quilomètriques com en el cas de la cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor.

Pel seu grau d'explotació, d'entre les masses conformades per materials calcaris del Miocè superior i Pliocè a Mallorca es pot destacar la massa de Llubí, de la qual l'any 2006 se n'extragueren 10,4 hm<sup>3</sup>, i la massa de Pont d'Inca, de la qual se n'extragueren 14,1 hm<sup>3</sup> (SEP, 2011). La transmissivitat elevada d'aquestes masses i el fet que totes elles estan connectades amb el mar fan que la seva explotació sigui molt delicada. Aquesta circumstància, juntament amb l'explotació intensiva d'alguns sectors d'aquestes masses contingudes en els materials de les plataformes neògenes, han provocat que moltes d'elles estiguin afectades per processos d'intrusió marina.

## Els aquífers càrstics de Menorca

A l'illa de Menorca es distingeixen dues grans unitats geomorfològiques: Tramuntana i Migjorn. A la regió de Tramuntana hi trobem materials paleozoics i Mesozoics deformats durant l'orogènia Alpina, mentre que la regió de Migjorn està formada per materials Miocens i Quaternaris disposats en una situació quasi

	Codi	Nom	Àrea permeable (km <sup>2</sup> )	Infiltració pluja (hm <sup>3</sup> /any)	Suma entrades (hm <sup>3</sup> /any)	Extracció ús urbà (hm <sup>3</sup> /any)	Altres extraccions (hm <sup>3</sup> /any)	Sortida fonts (hm <sup>3</sup> /any)	Fonts captades (hm <sup>3</sup> /any)	Total usos (hm <sup>3</sup> /any)
Calcàries Esculloses (Migjorn)	19.01-M1	Maó	116,7	18,9	22,0	5,5	2,5	0,0	0,0	<b>8,0</b>
	19.01-M2	Migjorn Gran	110,4	12,1	13,6	1,9	0,8	0,0	0,0	<b>2,8</b>
	19.01-M3	Ciutadella	156,6	25,9	29,0	5,1	3,8	0,0	0,0	<b>8,9</b>
Calcàries Trias i Lias (Tramuntana)	19.02-M1	Sa Roca	58,4	4,5	4,7	1,5	0,8	0,7	0,5	<b>2,7</b>

Taula 4: Balanç hídric resumit d'algunes de les masses subterranies amb comportament més o menys càrstic de Menorca. Les extraccions urbanes indicades es corresponen a dades de l'any 2006, mentre que les entrades i infiltració s'han obtingut en base a la permeabilitat del terreny, la pluviometria mitjana històrica i la transferència entre masses subterranies (SEP, 2011).

Table 4: Summarised water balance of some of the groundwater bodies with a more or less karst behavior in Menorca. The indicated urban extraction corresponds to 2006 year data. Inputs and infiltration were obtained based on terrain permeability, average historical rainfall and mass transfer between bodies (SEP, 2011).



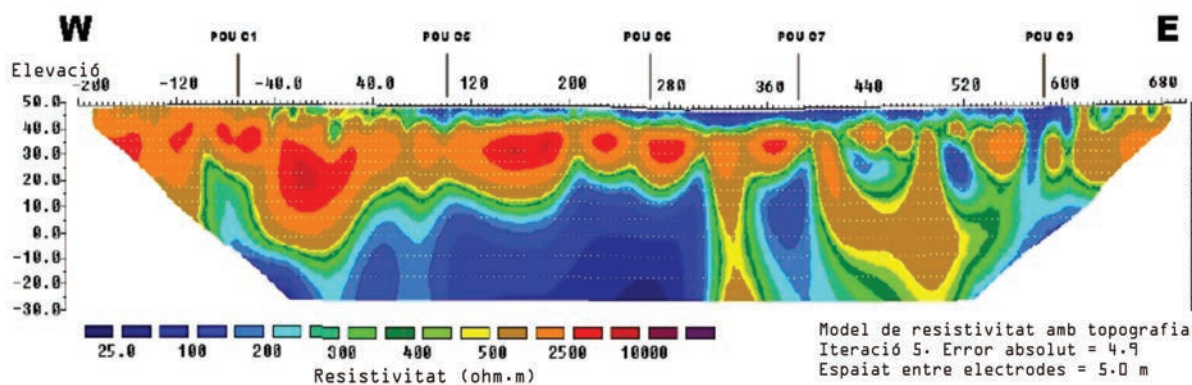


Figura 7: Perfil de tomografia elèctrica a Ciutadella on s'observen zones d'alta resistivitat (colors vermells) amb formes més o menys cilíndriques que es relacionen amb cavitats horitzontals buides o conductes.

Figure 7: Electric tomography profile realized in Ciutadella. High resistivity cylindrical shapes (red zones) are related to horizontal karstic caves.

horizontal. En la divisió hidrogeològica realitzada per a l'adaptació del PHIB a la DMA una gran part de Tramuntana s'ha classificat com una "no massa", ja que els materials que constitueixen aquesta zona no permeten l'existència d'aqüífers d'importància econòmica o aprofitables. Així, a Tramuntana s'han definit tres masses d'aigua, de les quals sols la massa de Sa Roca és de certa importància (veure Taula 4).

La massa de Sa Roca està formada en la seva gran majoria per carbonats del Triàsic Superior i del Juràssic Inferior, fissurats i plegats durant l'orogènia Alpina. En aquesta massa el carst no està ben desenvolupat tot i que existeixen evidències de carst en superfície. Es tracta, però d'una massa estratègica a Menorca ja que és la única massa d'importància que no està connectada amb el mar i presenta una transmissivitat bona.

La regió del Migjorn, està formada gairebé en la seva totalitat per formacions esculloses del Miocè Superior (calcàries i calcarenites) en disposició subhoritzontal. En aquesta regió s'han diferenciat tres masses d'aigua en les quals trobem la gran majoria de pous de proveïment urbà de Menorca.

Les masses del Migjorn de Menorca presenten un comportament semblant a les de les masses de les Marines de Mallorca. En aquest sentit el carst desenvolupat en elles és visible en les formes de relleu en superfície (conques endorreiques, canyons càrstics, ...) a part de la presència de coves i galeries (Fig. 7) que, com en el cas de Mallorca, presenten unes direccions preferents dominades per la fracturació i les estructures sedimentàries de

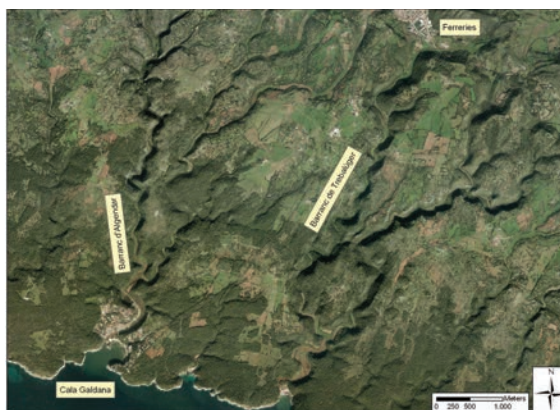


Figura 8: Imatge aèria de la zona central del Migjorn de Menorca on s'observa el desenvolupament dels canyons càrstics damunt materials calcarenítics del Miocè Superior. Les traces sinusoidals dels barrancs no han de ser atribuïdes a meandres sinó que s'atribueixen a la presència de dues lineacions dominants: fracturació (NNE-SSO) i estructures sedimentàries (ONO-ESE).

Figure 8: Aerial image of the central Migjorn area of Menorca where one can observe the development of karst canyons on the Miocene reef carbonates. The sinusoidal course of canyons should not be assigned to river meanders but attributed to the presence of two dominant lineations: fracturing (NNE-SSW) and sedimentary structures (WNW-ESE).

la roca (Fig. 8). Les masses del Migjorn de Menorca són i han estat els principals aquífers de l'illa ja que d'elles s'extreu gairebé el 90% de l'aigua subterrània a Menorca. Aquesta intensa explotació ha donat lloc a un descens generalitzat dels nivells a les parts més interiors de l'illa i a una intrusió marina en les zones costaneres.

## Els aquífers càrstics de les Pitiüses

Les Pitiüses es poden considerar com un sol domini geomorfològic format per l'illa d'Eivissa al Nord, formada bàsicament per materials plegats durant l'orogènia Alpina, i els illots del canal de Formentera i l'illa de Formentera al sud on dominen els materials postorogènics d'origen escullós disposats de manera subhoritzontal.

A l'illa d'Eivissa es poden diferenciar dues zones muntanyoses (Ets Amunts - Serra de Sant Vicent al Nord, i S'Atalaia de Sant Josep - Serra Grossa al Sud) separades per una depressió orientada en direcció SO-NE (depressió de Sant Antoni - Santa Eulària). Les zones muntanyoses estan formades en la seva gran majoria per carbonats massius del Juràssic Inferior i del Cretaci Mitjà i Superior, mentre que a la depressió central hi afloren bàsicament turbidites del Miocè Inferior i materials del Quaternari d'origen al·luvial, col·luvial i eòlic. Per la seva banda l'illa de Formentera està formada en la seva pràctica totalitat per calcàries esculloses del Miocè Superior disposades subhoritzontalment, damunt les quals hi trobem sediments eòlics i al·luvials del Quaternari.

A les dues zones muntanyoses d'Eivissa hi trobem aquífers càrstics amb un desenvolupament important. Així a la zona dets Amunts trobem els pòlies de Santa Agnès de Corona i de Sant Mateu d'Albarca (Fig. 9), o surgències amb comportaments càrstics com es Broll de Buscastell. A les serres meridionals també s'observen processos de carstificació en superfície, però sense donar lloc a formes del relleu importants.

La compartimentació geològica és molt important a l'illa d'Eivissa; per aquesta raó no hi ha cap aquífer de gran importància. En l'actualitat l'illa d'Eivissa es proveeix en gran part amb aigua dessalada, però fins proveeix en gran part amb aigua dessalada, però fins a la posada en marxa de les dessaladores alguns dels aquífers d'Eivissa es van explotar intensament, fet que va provocar intrusió salina en ells. Aquesta circumstància es produïa sobretot a la massa de Serra Grossa, que proveeix a Vila, i en menor mesura a la massa de Santa Agnès que proveeix a Sant Antoni. Aquesta intrusió ha estat més eficient gràcies a la fracturació i carstificació de les masses carbonatades.

Les masses d'aigua de Formentera tenen un comportament equivalent a la resta de masses

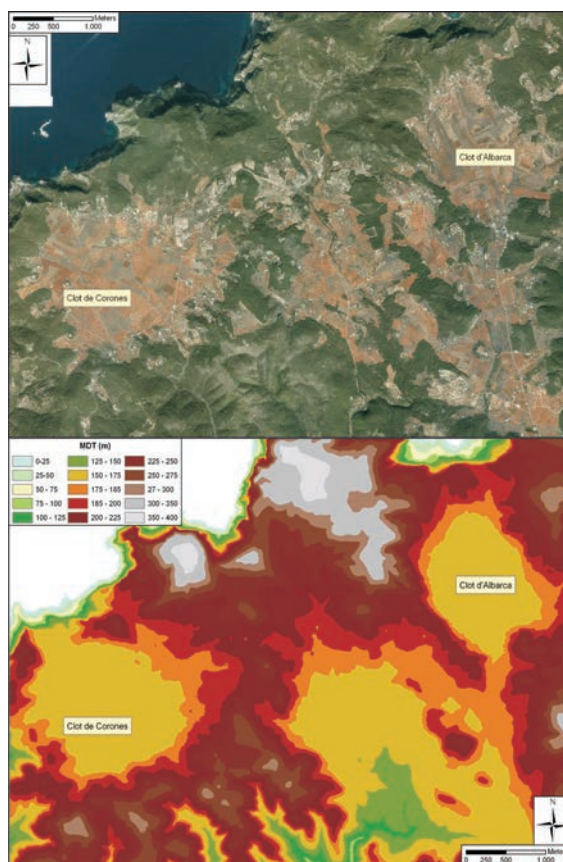


Figura 9: Imatge aèria i Model Digital del Terreny (MDT) de la zona central dets Amunts d'Eivissa on destaquen els pòlies de Corona i Albarca. La forma circular d'aquestes depressions, l'endorreisme i l'existència d'argiles vermelles en elles corrobora l'origen càrstic d'aquestes depressions.

Figure 9: Aerial view and Digital Elevation Model (DEM) of central Amunts zone in Eivissa where Corona and Albarca poljes can be identified. The circular shape, the endorheic functioning and the existence of red clay in them confirms the karstic origin of these depressions.

de les Balears desenvolupades damunt de materials carbonatats d'origen escullós. Per tant els conductes càrstics i altres manifestacions associades a la fracturació i porositat primària d'aquests materials hi són abundants. Les petites dimensions de Formentera comporten que els aquífers d'aquesta illa siguin de dimensions reduïdes, i la naturalesa dels materials i la connexió amb el mar impliquen que l'explotació d'aquestes masses sigui molt delicada. De fet en l'actualitat la pràctica totalitat de l'aigua de consum humà d'aquesta illa és aigua produïda per la dessaladora, tot i això les masses continuen tenint una important intrusió del mar i per tant una baixa qualitat química.

	Codi	Nom	Àrea permeable (km <sup>2</sup> )	Infiltració pluja (hm <sup>3</sup> /any)	Suma entrades (hm <sup>3</sup> /any)	Extracció ús urbà (hm <sup>3</sup> /any)	Altres extraccions (hm <sup>3</sup> /any)	Total usos (hm <sup>3</sup> /any)
Calcàries massives i fissurades (Jurassic i Cretaci) Eivissa	20.02-M1	Santa Agnès	35,8	2,5	2,7	0,5	0,3	<b>0,8</b>
	20.03-M1	Cala Llonga	19,8	1,5	2,5	1,3	0,8	<b>2,1</b>
	20.04-M2	Es Canar	30,3	1,6	2,0	0,5	0,8	<b>1,3</b>
	20.05-M1	Cala Tarida	42,2	2,0	2,5	0,4	0,3	<b>0,7</b>
	20.06-M3	Serra Grossa	49,6	2,8	3,0	1,6	0,1	<b>1,7</b>
Calcàries esculloses i calcarenites (Formentera)	21.01-M1	La Mola	15,33	1,10	1,16	0,00	0,03	<b>0,03</b>
	21.01-M2	Cap de Berberia	21,18	1,30	1,55	0,00	0,04	<b>0,04</b>
	21.01-M3	La Savina	39,67	1,88	2,25	0,00	0,08	<b>0,08</b>

Taula 5: Balanç hídric resumit d'algunes de les masses subterrànies amb comportament més o menys càrstic de les Pitiüses. Les extraccions indicades es corresponen a dades de l'any 2006, mentre que les entrades i infiltració s'han obtingut en base a la permeabilitat del terreny, la pluviometria mitjana històrica i la transferència entre masses subterrànies (SEP, 2011).

*Table 5: Summarised water balance of some of the groundwater bodies with a more or less karst behavior in Pitiüses islands. The indicated urban extraction corresponds to 2006 year data. Inputs and infiltration were obtained based on terrain permeability, average historical rainfall and mass transfer between bodies (SEP, 2011).*

## Protecció i gestió dels aqüífers càrstics

Tal i com s'ha indicat abans els aqüífers càrstics, per les seves especials característiques, tenen una gestió més complexa que no els aqüífers amb un flux de tipus difús. A part de l'escassa capacitat de regulació natural i d'emmagatzematge d'aquests tipus d'aqüífers, un dels seus aspectes més problemàtics és la seva alta vulnerabilitat a la contaminació. La vulnerabilitat d'un aqüífer es pot definir com la facilitat amb la qual un contaminant aplicat a la superfície del terreny arriba o afecta a l'aqüífer subjacent. Per tant aquells aqüífers molt vulnerables són els que poden ser més fàcilment "atacats" per un contaminant. La metodologia clàssica per a la determinació de la vulnerabilitat a la contaminació d'un aqüífer ha estat ideada per a aqüífers de flux difús, per aquesta raó ha estat necessari proposar mètodes específics per a zones càrstiques (IGME, 2003).

Un mètode àmpliament utilitzat per al càlcul de la vulnerabilitat d'un aqüífer és el DRASTIC (ALLER et al., 1987). Aquest mètode té en consideració 7 variables que permeten establir un nivell de vulnerabilitat: D (Profunditat de l'aigua), R (Recàrrega neta), A (Litologia de l'aqüífer), S (Tipus de sòl), T (Pendent del terreny), I (Naturalesa de la zona no saturada), i C (Conductivitat hidràulica). A cadascun d'aquests paràmetres se li assigna un índex de ponderació

que estableix la importància o influència d'aquest factor damunt la vulnerabilitat. Així, l'índex DRASTIC d'una zona concreta es determina mitjançant la següent expressió:

$$\text{DRASTIC} = 5D + 4R + 3A + 2S + T + 5I + 3C$$

Per tant aquest mètode considera que els factors més determinants per al càlcul de la vulnerabilitat són la profunditat i la naturalesa de la zona no saturada. Així, quan la profunditat de l'aigua és inferior a 1,5 metres D té un valor de 10, mentre que quan la profunditat és superior a 30 m el valor és 1. Així mateix, quan la zona no saturada es correspon amb argiles o llims al paràmetre I se li assigna un valor de 2, mentre que quan es tracta de carbonats carstificats se li assigna un valor de 10. D'altra banda, el pendent natural del terreny i el tipus de sòl són els paràmetres menys determinants. Si es determina l'índex DRASTIC a un territori s'obindrà un valor característic per a cada àrea que ens permetrà determinar quines zones són les més vulnerables (índex DRASTIC més alt) i quines són les menys vulnerables (índex DRASTIC baix).

Una altra metodologia àmpliament utilitzada és el mètode GOD (FOSTER, 1987). Aquest mètode sols considera 3 paràmetres i sol ser utilitzat en indrets en els quals no es té un bon coneixement del medi. Aquesta metodologia permet, doncs, fer una primera determinació o aproximació a la vulnerabilitat de cada àrea d'un territori. Els paràmetres considerats són: G: Tipus d'aqüífer. Es poden considerar 5

tipus diferents: inexistent, sorgent, confinat, semiconfinat o lliure. Aquest paràmetre pot tenir valors entre 0 (no existeix cap aqüífer) i 1 (aqüífer lliure). O: Litologia de la zona no saturada. Es correspon amb la naturalesa i el grau de consolidació de la zona no saturada, i per tant té en compte la porositat i permeabilitat d'aquesta. A aquest paràmetre se li assignen valors entre 0,4 (argiles sense consolidar) y 1 (calitxos i calcàries fissurades). D: Profunditat de l'aigua subterrània. A aquest paràmetre se li assignen valors entre 0,4 (profunditats superiors a 100 m) i 1 (profunditats inferiors a 2 metres). Multiplicant aquests tres paràmetres s'obté una valoració de la vulnerabilitat de l'aqüífer. Quan el valor és 0 indica que no hi ha aqüífer, de tal manera que els valors propers a 0 tindran una vulnerabilitat molt baixa i els propers a 1 una vulnerabilitat molt alta.

Aquestes dues metodologies estan ideades per a aqüífers amb flux difús, per tant la seva aplicació a zones càrstiques pot induir a l'obtenció de vulnerabilitats poc reals. Degut a que els aqüífers càrstics són força abundants s'han desenvolupat mètodes específics per a aquests aqüífers, entre els que es poden destacar el mètode COP i el mètode EPIK.

L'índex COP (VIAS et al., 2004) s'obté al multiplicar tres factors: C, Concentració de flux; O, Estrats suprajacents, i P, Precipitació. El factor C es relaciona amb com i amb quina rapidesa les aigües superficials s'infiltra fins a l'aqüífer. Per a calcular aquest factor es diferencien aquelles àrees en que hi ha recàrrega mitjançant engolidors de la resta d'àrees. En aquelles àrees on hi ha engolidors, C dependrà de la distància als engolidors. A la resta de zones, C dependrà bàsicament del grau de desenvolupament del carst. Valors baixos d'aquest factor ens indicaran vulnerabilitats altes.

El factor O dona idea de la capacitat de la zona no saturada per a filtrar els contaminants. Per a l'obtenció d'aquest factor es considera l'existència o no de sòl, i la naturalesa i potència d'aquest. Si existeix un sol argilós i potent tindrà un factor elevat, mentre que si és un sòl poc potent i arenós se li assignarà un factor baix. Aquest factor també avalua la litologia de les roques de la zona no saturada i el fet que l'aqüífer sigui lliure, confinat o semiconfinat. Les roques argiloses i llimoses tenen valors elevats, mentre que les roques carstificades els tenen baixos. La suma d'aquests dos factors (sòl i

litologia) ens dona el factor O. Els valors elevats d'O indicaran una protecció de l'aqüífer alta, i per tant una vulnerabilitat baixa.

El factor P es relaciona amb la influència de la precipitació i la intensitat d'aquesta. Aquest mètode considera que la intensitat de la pluja, obtinguda mitjançant la relació entre la precipitació anual i el número de dies en els que es concentra aquesta pluja, incrementa la vulnerabilitat de l'aqüífer.

Un altre mètode per al càlcul de la vulnerabilitat desenvolupat per aqüífers càrstics és el mètode EPIK (OFEFP, 1998), desenvolupat per DOERFLINGER & ZWAHLEN (1998). Aquest mètode es basa en quatre paràmetres: E, característiques de la zona superficial (epikarst); P, cobertura de protecció; I condicions d'infiltració; K, desenvolupament de la xarxa càrstica.

Aquest mètode defineix el factor de protecció de l'aqüífer, així valors baixos indicaran una protecció baixa i per tant una vulnerabilitat elevada. Aquest índex (V) s'obté al sumar els quatre factors considerats amb una ponderació establerta de la següent manera:  $V = (3E) + (P) + (3I) + (2K)$

La variable E permet assignar un valor a la part superficial de l'aqüífer i la zona propera a la superfície. Aquesta variable tindrà el valor 1 quan existeixi una xarxa càrstica típica ben desenvolupada amb dolines, coves i resta d'elements. El valor serà 3 quan hi hagi una absència de morfologia epicàrstica, i E serà 2 quan existeixin evidències de carst a la superfície però no estigui ben desenvolupat. La variable P permet definir quin tipus de

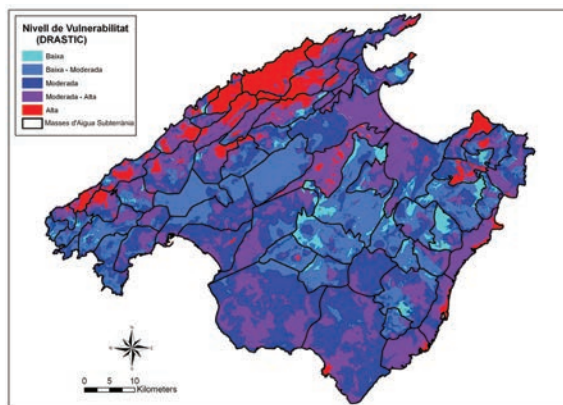


Figura 10: Mapa de la vulnerabilitat a la contaminació a Mallorca realitzat amb el mètode DRASTIC.

Figure 10: Vulnerability map of Mallorca obtained with DRASTIC method.

cobertora o sòl està present. Es diferencien quatre possibilitats. Quan hi ha absència de capa protectora ( $P=1$ ). Si existeix una cobertora de poc gruix ( $P=2$ ). Quan la cobertora és de gruix mitjà ( $P=3$ ). En el cas que la cobertora estigui formada per argiles, el valor de  $P$  serà 4. La variable  $I$  permet estimar la facilitat per a la infiltració o recàrrega. El valor d' $I$  serà 1 quan es tracti de zones amb vies accessibles per a la infiltració, serà 2 quan el terreny tingui pendents moderats, i serà màxim (3) quan la zona presenti pendents del terreny elevats. La variable  $K$  es refereix al desenvolupament de la xarxa càrstica. Quan existeix una xarxa càrstica ben desenvolupada el valor serà 1. Quan la carstificació és relativament pobre el valor serà 2, i quan l'aquífer té un comportament proper a un aquífer detrític o isòtrop el valor serà 3.

Un cop s'han estimat cadascun dels paràmetres, s'obté el factor de protecció de l'aquífer que podrà oscil·lar entre 9 (màxima vulnerabilitat) i 34 (mínima vulnerabilitat). Els aquífers amb valors entre 9 i 19 es consideren de vulnerabilitat alta, els que es situen entre 20 i 25 tenen una vulnerabilitat moderada, i als que assoleixen valors entre 26 i 34 se'ls assigna un grau de vulnerabilitat baix. Els autors d'aquest mètode afegeixen la categoria de vulnerabilitat molt baixa quan existeix un sòl o cobertora formada per materials de baixa conductivitat hidràulica (argiles) de com a mínim 8 metres de gruix.

En resum els mètodes "clàssics" per a l'obtenció de la vulnerabilitat a la contaminació d'un aquífer consideren que la profunditat del nivell piezomètric i el tipus de roca present a la zona no saturada són els dos paràmetres més determinants. A les zones càrstiques ben desenvolupades però, algun d'aquests paràmetres poden ser relativament poc importants. Així, en les àrees on existeix un sistema d'avencs o engolidors ben desenvolupat la profunditat del nivell freàtic pot ser poc determinant, ja que l'aigua d'infiltració discorre molt ràpidament fins a profunditats que poden superar el centenar de metres. Per aquesta raó els mètodes ideats per a aquífers càrstics consideren com a factors determinants de la vulnerabilitat l'existència d'un sistema càrstic i fins a quin punt està desenvolupat, considerant-se tant l'existència d'una morfologia càrstica en superfície com l'existència d'un carst desenvolupat en profunditat. S'ha d'indicar, però, que si es vol fer una estimació de la vulnerabilitat d'un territori on hi ha aquífers

càrstics i no càrstics és més convenient utilitzar un mètode genèric o clàssic, tot i que subestimi la vulnerabilitat a les zones amb carstificació desenvolupada. S'ha de considerar també que per a poder aplicar els mètodes específics per a aquífers càrstics és necessari disposar d'un bon coneixement del desenvolupament del carst en cada zona. A la Figura 10 es presenta la vulnerabilitat a la contaminació a l'illa de Mallorca, en la qual s'observa que els valors de més alta vulnerabilitat es localitzen a les àrees dominades per roques carbonatades i a les zones on la profunditat del nivell freàtic és baixa.

A mode d'exemple, a la Figura 11 es presenten dues imatges aèries de terrenys amb un bon desenvolupament càrstic a Mallorca. En aquestes s'observen àrees amb una intensa fraturació i presència de camps de dolines com poden ser l'àrea propera al Torrent de Pareis (a) o la zona del massís de

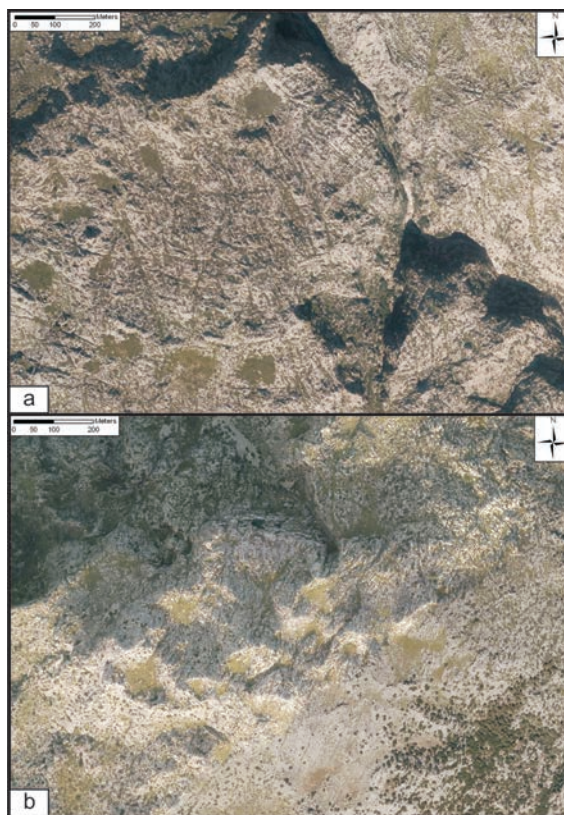


Figura 11: Imatges aèries de zones amb un bon desenvolupament càrstic a Mallorca (Torrent de Pareis (a) i Massís de Sa Costera (b)). En base al mètode EPIK en aquestes zones la vulnerabilitat ha de ser màxima.

Figure 11: Aerial images of areas with a good karst development in Mallorca (Torrent de Pareis (a) and Sa Costera zone (b)). If we apply the EPIK method the vulnerability of these areas should be maximum.

Sa Costera (b). Si apliquessim el mètode EPIK en aquests sectors obtindríem valors propers a 9 (màxima vulnerabilitat). Així, en aquestes dues zones E serà 1 (existeix xarxa càrstica típica ben desenvolupada amb dolines, cavitats subterrànies i resta d'elements); P serà 1 ja que pràcticament no hi ha capa protectora; I serà també 1, ja que és una zona amb vies accessibles per a la infiltració; i K serà 1 ja que existeix una xarxa càrstica ben desenvolupada.

Un altre aspecte relacionat amb la gestió dels aqüífers és el referent a la protecció de les captacions de proveïment urbà. Els pous de proveïment disposen d'uns perímetres de protecció que tenen l'objectiu d'evitar l'arribada de contaminants al pou en qüestió. La contaminació considerada pot ser bacteriològica o química. En el cas de la contaminació bacteriològica s'ha d'establir una zona de trànsit al voltant del pou que permeti assegurar que un microorganisme no sobreviurà, per la qual cosa el temps de trànsit sol estar entre 10 i 100 dies. En el cas de la contaminació química el temps de trànsit que sol considerar-se és d'entre 5 i 10 anys, que és el temps que es considera necessari per a diluir un possible contaminant que ha entrat a l'aqüífer. Les envoltants que defineixen aquests temps de trànsit entre un punt del territori i el pou de proveïment són els anomenats perímetres de protecció.

Per a la determinació de la distància cartogràfica al voltant del pou que es correspon amb el temps de trànsit, es poden utilitzar diverses metodologies (IGME, 2003). De la mateixa manera que per a l'obtenció de la vulnerabilitat d'un aqüífer, els mètodes clàssics per a determinar aquests temps de trànsit així com els radis d'influència o zona de captació d'un pou estan ideats per a aqüífers amb flux difús. Aquests mètodes es basen en les equacions de flux de l'aigua subterrània i en els paràmetres hidrodinàmics, variables que són vàlides per a aqüífers isòtrops. En aqüífers no isòtrops com els càrstics l'ús d'aquestes variables pot induir a errors.

Les variables que es consideren per establir els temps de trànsit i en conseqüència els perímetres de protecció són la transmissivitat, el cabal de bombament, el gruix saturat de l'aqüífer, el gradient hidràulic i la porositat. A partir d'aquests paràmetres s'obté l'envolvent o perímetre al voltant del pou, que tindrà una forma més o menys el·líptica en funció del gradient hidràulic de la zona. Degut a que en els aqüífers càrstics l'aigua circula preferentment

per conductes, l'establiment d'un perímetre de protecció amb aquest tipus de metodologia pot aportar resultats irreals. En aquest sentit hi ha altres metodologies que ens permeten fer una millor estimació dels perímetres de protecció.

Un mètode utilitzat és fer ús de traçadors. Aquest mètode consisteix en abocar una substància innòcua per a l'aqüífer a una zona i determinar el temps que triga en aparèixer a la captació en qüestió. D'aquesta manera s'obtenen amb bona precisió les velocitats i direccions del flux subterrani. Una altra opció que permetrà determinar el perímetre de restriccions és fer un bon estudi hidrogeològic que permeti determinar les direccions de flux en cada zona. En les àrees càrstiques a més serà necessari conèixer la fracturació que afecta a les roques carbonatades, ja que les cavitats i per tant els conductes per on circularà l'aigua subterrània seguiran aquestes línies preferents. En resum, degut a l'anisotropia dels aqüífers càrstics, per a determinar els perímetres de protecció dels pous en aquestes zones és necessari disposar d'una major informació del subsòl, en especial per a la determinació de velocitats i direccions de flux preferents.

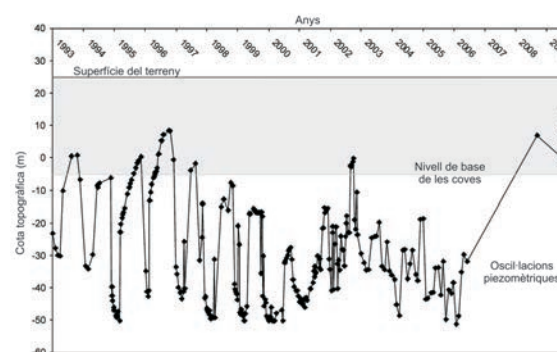


Figura 12: Evolució piezomètrica del pou de proveïment urbà número 2 de Crestatx (xarxa de l'IGME) situat a pocs metres de la zona afectada per col·lapses. La figura representa també la cota topogràfica del terreny del pou (25 metres sobre el nivell del mar) i el nivell de base de les cavitats (5 metres sota el nivell del mar) (figura adaptada a partir de GARCIA-MORENO, I. & MATEOS, R.M., 2011).

Figure 12: Evolution of the water table at the urban supply well of Crestatx number 2 (IGME control network) located a few meters from the affected area by collapsing. The figure also represents the topographic elevation of the land of the well (25 meters above sea level) and the base level of the cavities (5 meters below sea level) (figure adapted from GARCIA-MORENO, I. & MATEOS, RM, 2011).

## Problemàtica dels aqüífers càrstics

A part de la problemàtica que comporta l'existència d'un exocarst ben desenvolupat, ja que implica que l'aigua d'infiltració assoleixi l'aqüífer amb rapidesa, una de les problemàtiques més acusades en els aqüífers càrstics és el desenvolupament de formes subterrànies o endocarst. La formació i desenvolupament d'aquestes formes està condicionada en gran mesura per la circulació de les aigües subterrànies, per la qual cosa la modificació d'aquesta circulació pot induir i potenciar processos de dissolució o precipitació. En aquest sentit la gestió dels aqüífers càrstics ha de tenir en consideració que l'exploració de l'aqüífer pot provocar o accelerar processos càrstics.

Un exemple d'aquest problema ha ocorregut a la massa de Crestatx (GARCIA-MORENO & MATEOS, 2011). Aquesta massa d'aigua que proveeix la badia d'Alcúdia ha estat intensament explotada, de fet s'estima que 2,3 dels 2,6 hm<sup>3</sup>



Figura 13: Imatge aèria de la zona de Crestatx on es mostra la localització dels grups de col·lapses i els principals pous de la zona.

Figure 13: Aerial image of the Crestatx area showing the collapse location and the main wells in the area.



Figura 14: Dos dels col·lapses que s'han obert a la urbanització de Crestatx. A la imatge superior s'observa un gran col·lapse que afecta a una zona de conreu. A la imatge inferior es mostra un col·lapse de més petites dimensions però que afecta a una infraestructura de la urbanització (carretera) i que es localitza a poca distància dels habitatges.

Figure 14: Two of the collapses that have occurred in the urbanization of Crestatx. The upper image shows a large collapse affecting a cultivated area. The lower image shows a smaller collapse affecting an infrastructure of the urbanization (road) and located at a short distance from inhabited houses.

anuals que hi entren s'extreuen mitjançant pous (Taula 3). Aquesta intensa explotació es produeix bàsicament a l'època estival, període en el qual el nivell piezomètric pot descendir fins a quasi 90 m per sota del nivell del mar. D'altra banda a l'època hivernal els nivells es recuperen a cotes positives. A la Figura 12 es presenta l'evolució piezomètrica d'un dels pous de Crestatx entre 1993 i 2009. En aquesta figura s'ha representat també la superfície del terreny (cota del pou) i el nivell de base de les cavitats presumptament produïdes pels processos de dissolució de la zona (profunditat mitjana d'aquestes). De la figura podem destacar les següents qüestions: el nivell de base de les cavitats coincideix amb

Figura 15: Imatge aèria del nucli urbà d'Es Migjorn Gran (Menorca) i del barranc que discorre per l'oest d'aquest nucli. A la imatge s'indica la localització de l'engolidor i dels col·lapses apareguts al llarg del segle XXI.

Figure 15: Aerial view of Es Migjorn Gran village (Menorca) and the karstic ravine that runs through the west of townlet. The image shows the location of the collapses appeared throughout the XXI century.



la cota topogràfica del nivell piezomètric durant les èpoques plujoses i sense extracció (hiverns), és a dir amb els nivells piezomètrics màxims; els descensos entre hivern i estiu arriben a ser de 60 metres (de cota +10 m s.n.m. a cota -50 m s.n.m.) en els anys 90, mentre que en el primer decenni del segle XXI es redueixen a uns 30 metres degut a la menor recàrrega de l'aquífer; les importants pluges de 2008 i 2009 permeten una recuperació espectacular de l'aquífer arribant a superar els registres històrics.

A finals dels anys 90 es va detectar l'aparició d'enfonsaments associats a col·lapses càrstics, que entre els anys 2008 i 2010 varen accelerar-se amb les intenses pluges d'aquells anys. A la Figura 13 es mostra una imatge aèria de la urbanització de Crestatx amb la localització dels pous inventariats i la indicació de les zones afectades pels col·lapses. La distribució espacial

dels col·lapses es pot relacionar amb dues direccions preferents: direcció NO-SE i direcció NE-SO. Aquestes dues direccions concorden amb les direccions preferents de les estructures tectòniques a la Serra de Tramuntana i gran part de Mallorca. Al mateix temps la direcció NO-SE concorda amb la traça d'una sèrie de mines d'aigua que en l'actualitat estan abandonades i que servien per a conduir l'aigua de les zones altes de Crestatx cap a les zones baixes, és a dir en direcció sud-est. En les èpoques en que aquestes mines estaven en funcionament l'aigua de Crestatx s'utilitzava per al reg dels camps de cultiu i no per a l'abastament de la població. Aquestes direccions preferents o alineacions dels col·lapses detectats indiquen que la distribució d'aquests no és aleatòria sino que està relacionada amb elements preexistents que poden tenir un origen antròpic (mines





Figura 16: Imatge del col·lapse que va aparèixer al mig del barranc occidental d'Es Migjorn Gran l'any 2005. A la imatge s'observa com el forat va ser reblert pel pagès per pedres provinents d'una paret seca propera, abocant-hi un total de 40 metres lineals de paret.

Figure 16: Picture of the collapse that appeared in the middle of the western gorge of Es Migjorn Gran in 2005. The picture shows how the hole was filled by the farmer with rocks from a nearby stone-wall, throwing in them a total of 40 linear meters of wall.

d'aigua) o estructural (fracturació i estructures geològiques). En qualsevol cas l'aparició d'aquests col·lapses sembla poder-se relacionar directament amb l'explotació de l'aquífer. Així, les importants oscil·lacions piezomètriques que han tingut lloc a la zona degut a les intenses extraccions de les èpoques estivals i a la recàrrega natural que té lloc a les èpoques hivernals, poden haver ajudat a incrementar la grandària dels conductes càrstics de la zona i han permès l'arrossegament dels materials fins que omplien les cavitats més superficials cap a zones més profundes o interiors. El fet que aquestes oscil·lacions hagin arribat al nivell de base de les cavitats o carst, ha provocat l'acceleració d'un procés que de per si es produeix de manera natural a les zones càrstiques. Les intenses plujes dels anys 2008 i 2009 han estat les que han acabat d'accelerar el procés d'obertura dels col·lapses ja que han provocat un ràpid rentat dels sediments fins dipositats a les cavitats i per tant la pèrdua de sustentament de les parets i sostres de les coves. En l'actualitat alguns d'aquests col·lapses, que tenen diàmetres de

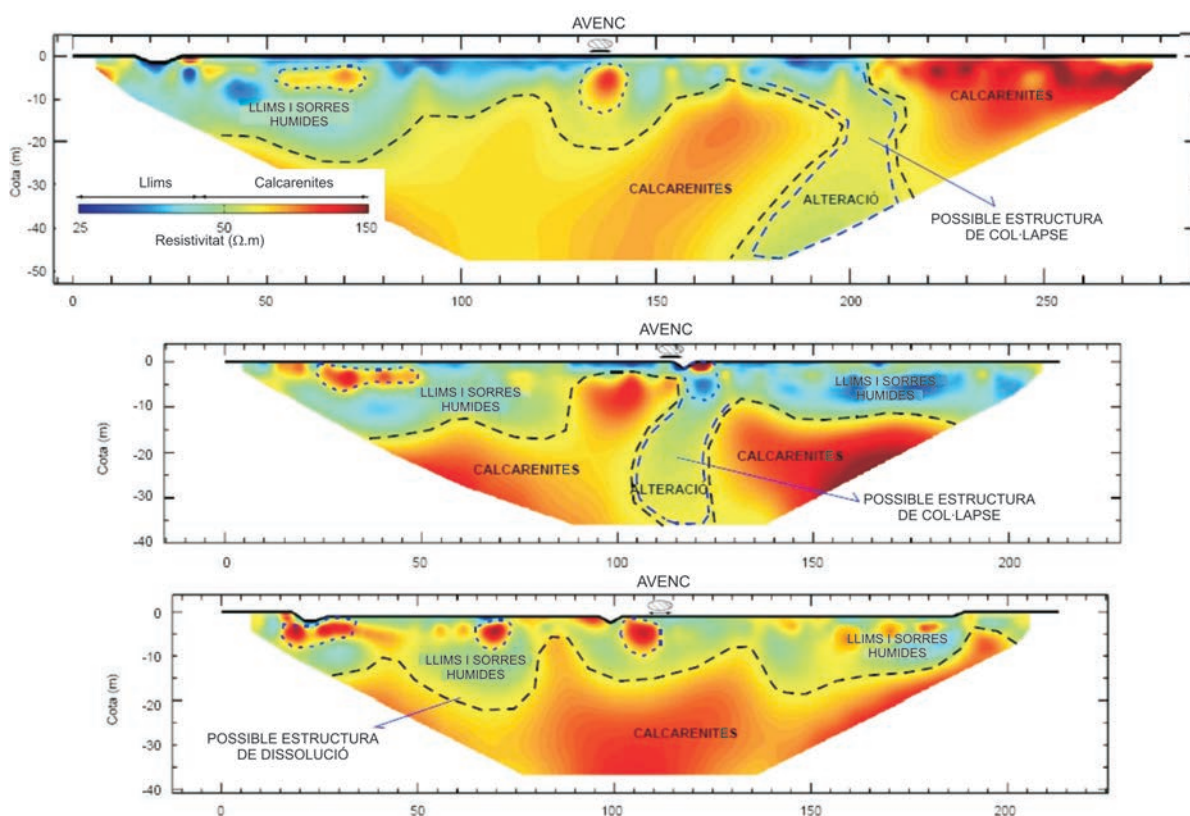


Figura 17: Perfils de tomografia elèctrica realitzats a Es Migjorn Gran per a determinar l'existència de estructures càrstiques en profunditat.

Figure 17: Electric tomography profiles set up near Es Migjorn Gran to determine the possible existence of karstic structures at depth.

fins a 15 metres i profunditats de 7 m, afecten una urbanització i la seva solució no és gens fàcil (Fig. 14).

Un altre exemple d'obertura de col·lapses en zones càrstiques a les Balears el trobem a la massa d'aigua subterrània de Es Migjorn Gran a Menorca. En aquesta massa, en el barranc occidental del nucli d'Es Migjorn Gran, hi ha una zona que rep el topònim de l'Engolidor. Aquesta zona es localitza a la part central del barranc en una àrea deprimida topogràficament respecte de la resta del barranc (Fig. 15). Per la part central d'aquest barranc hi discorre un petit canal de pedra que permet evacuar l'aigua en èpoques de pluja. L'any 2005 a uns 400 m aigües amunt del citat engolidor es va obrir un col·lapse d'uns 7 metres de diàmetre i 5 metres de profunditat que va afectar aquest canal i a les terres circumdants (Figs. 15 i 16). Un estudi de tomografia elèctrica realitzat a la zona (Fig. 17) va posar de manifest que la cobertura de material al·luvial que recobreix el fons del barranc (en colors blaus) té una potència mitjana de l'ordre dels 10 metres i que no reposa sobre un substrat horitzontal. Així en els perfils s'observa com el substrat rocallós, format per calcarenites miocenes (colors grocs i vermells), presenta moltes irregularitats i en ell s'hi observen estructures horitzontals i verticals que estan reblerts per materials més conductors que les calcarenites (colors blavosos). S'observa també l'existència d'anomalies o zones més resistives (colors vermells i grocs) dins la cobertura quaternària que se situen a profunditats d'entre 2 i 5 metres i que presenten formes arrodonides o ovalades que podrien associar-se amb cavitats horitzontals o forats dins la cobertura.

L'obertura d'aquest col·lapse, però, no va provocar més danys que la pèrdua d'una petita zona de conreu a l'amo dels terrenys, a part de la inutilització de la síquia. No va ser fins uns 4 anys més tard (any 2009) que el problema es va accentuar, ja que es va obrir un nou col·lapse uns 400 m aigües amunt de l'anterior (Figs. 15 i 18). En aquest cas aquest col·lapse no va ser de tanta profunditat com el primer, però va coincidir amb una aparició de sediments fins a un dels pous de proveïment del nucli des Migjorn, situat uns 250 metres a l'est del col·lapse. Així doncs, és probable que existeixi una connexió entre el darrer dels col·lapses i els pous de Son Xua que proveeixen al nucli d'Es Migjorn Gran. Aquesta connexió podria ser una galeria subterrània que aprofités una estructura de la roca miocena preexistent. Basant-nos en la direcció entre el



Figure 18: Imatge del col·lapse que va aparèixer l'any 2009 uns 400 metres al nord del col·lapse aparegut l'any 2005. A la imatge s'observa que aquest col·lapse provoca una depressió d'un metre en una àrea de forma circular amb un diàmetre de 5 metres.

Figure 18: Picture of the collapse that occurred in 2009 about 400 meters north from the collapse appeared in 2005. The picture shows that this collapse causes a depression one meter deep in a circular area with a diameter of 5 meters

col·lapse i els pous (OSO-ENE) podria tractar-se d'una estructura sedimentària.

L'aparició dels col·lapses a les proximitats del nucli d'Es Migjorn Gran no sembla tenir el mateix origen que a la zona de Crestatx, és a dir deguda a un ascens i descens dels nivells piezomètrics de manera estacional. En el cas de Menorca, l'origen probablement està condicionat pel descens continuat que han sofert els nivells piezomètrics en aquesta àrea en els darrers 30 anys. De fet des dels anys 80 del segle XX fins a principis del segle XXI la profunditat de l'aigua ha descendit entre 10 i 20 metres en aquesta part del Migjorn, arribant-se a descensos de 30 metres (Fig. 19). Aquest descens pot haver provocat un canvi en les condicions dels materials de la zona vadosa que ha facilitat l'aparició dels col·lapses. Així mateix, si substituïm l'aigua emmagatzemada als porus de la roca en els primers 30 metres per aire provoquem també un canvi en les condicions de la roca. La major compressibilitat de l'aire en front de l'aigua permet que el conjunt de la roca porosa pugui canviar de volum amb més facilitat. D'altra banda, les pluges dels anys 2008 i 2009 poden també haver ajudat a l'aparició del col·lapse més septentrional.

S'ha de recordar, però que els col·lapses càrstics són un dels elements que caracteritzen les zones carstificades, i que l'efecte de l'home és en aquests casos un factor que accelera un procés que tard o d'hora s'acaba produint.

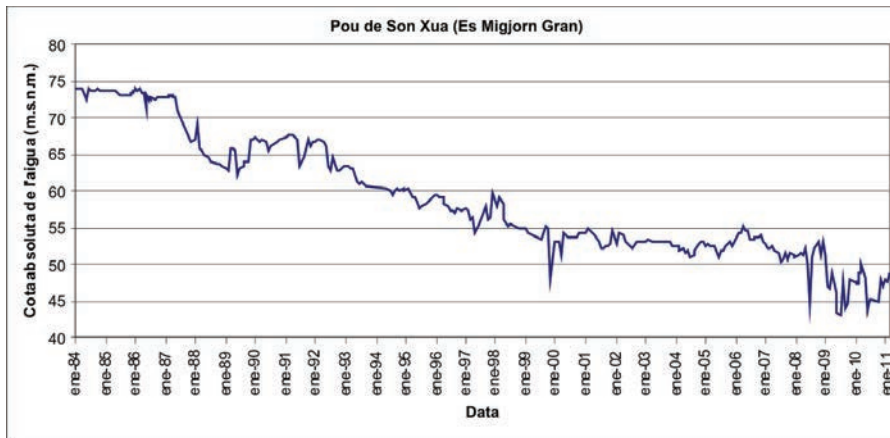


Figura 19: Evolució piezomètrica a un dels pous de proveïment del nucli d'Es Migjorn Gran.

Figura 19: Piezometric evolution in a urban supply well in Es Migjorn Gran.

## Conclusions

Les roques que conformen els terrenys aflorants a les Illes Balears són en la seva gran majoria de tipus carbonatats. Aquestes roques carbonatades estan afectades en molts casos per processos càrstics. A les Balears la pràctica totalitat dels recursos hídrics provenen de les aigües subterrànies, per tant és necessari tenir un bon coneixement dels aqüífers càrstics. Degut a que el comportament dels aqüífers càrstics és diferent al dels aqüífers de flux difús la gestió dels recursos hídrics a les Balears ha de tenir en consideració l'existència d'aquest fenomen. En aquest sentit és necessari que es duguin a terme estudis encaminats al millor coneixement del carst a les Balears. Aquest millor coneixement ha de permetre poder establir la vulnerabilitat dels aqüífers, les velocitats i les direccions de circulació dels fluxos subterranis. Així mateix, l'explotació dels aqüífers càrstics de les Balears s'ha de dur a terme considerant els canvis que aquesta explotació pot causar en el funcionament dels sistemes càrstics. Aquests canvis de funcionament poden provocar pèrdues econòmiques de certa importància, ja que poden induir col·lapses o subsidències, raó per la qual és necessari fer una estimació de les conseqüències que poden anar associades a la sobreexplotació d'un aqüífer.

## Bibliografia

- ALLER, L., BENNET, T., LEHR, J. H., PETTY, R.J., & HACKETT G., (1987): DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. *NWWA/ EPA Series, EPA-600/2-87-035*.
- DOERFLINGER, N. & ZWAHLEN F. (1998): Practical guide, groundwater vulnerability mapping in karstic regions (EPIK). *Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL)*, 56 pp.
- FOSTER, S.S.D. (1987): Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. Vulnerability of Soil and Groundwater to pollutants. *TNO Committee on Hydrological Research Information* 38: 69-86.
- GARCIA-MORENO, I. & MATEOS R.M. (2011): Sinkholes related to discontinuous pumping: Susceptibility mapping based on geophysical studies The case of Crestatx (Majorca, Spain). *Environmental Earth Sciences*, 64 (2): 523-537.
- IGME (2003). Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. *Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas*. 273 pp.
- Office Fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) (1998): *Guide pratique. Cartographie de la vulnérabilité en régions karstiques (EPIK)*. 57 pp.
- Servei d'Estudis i Planificació de la DG de Recursos Hídrics (2011): Memòria del Pla Hidrològic de les Illes Balears. 490 pp. (<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST259ZI95153&id=95153>)
- VIAS, J.M.; ANDREO, B.; PERLES, M.J.; CARRASCO, F.; VADILLO, I. & JIMENEZ, P. (2004): The COP method. In: Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers, Final Report of COST Action 620. European Commission, Directorate-General XII Science, Research and Development. 163-172.

# LES EXPLORACIONS ESPELEOLÒGIQUES A LES ILLES BALEARS: EL PAPER DE L'SPELEO CLUB MALLORCA

per Antelm GINARD<sup>1,2</sup>, Pere BOVER<sup>1,3</sup>, Damià VICENS<sup>1,4</sup> i Damià CRESPI<sup>1,5</sup>

## Resum

Resum de les activitats espeleològiques dutes a terme per l'Speleo Club Mallorca, durant la primera etapa (1967-1985) i des dels inicis de la segona etapa (2009) fins a l'actualitat. Per a cada any, es descriuen les tasques dels socis del club relacionades amb les exploracions espeleològiques i l'estudi del carst; també s'esmenta la relació amb la Federació Balear d'Espeleologia i amb els altres grups espeleològics. S'inclouen fotografies i 7 topografies inèdites que es trobaven dipositades a l'arxiu del club.

## Abstract

Here we present a summary of the speleological activities undertaken by the Speleo Club Mallorca during its first stage (1967-1985) and since the beginning of its second stage (2009) to the present. For each year, we describe the different tasks carried out by the club members related to speleological explorations and study of karst; we also mention the relationship of the club with the Balearic Federation of Speleology and with other speleological clubs. We include photos and 7 unpublished topographic surveys curated at the archives of the club.

## Introducció

Diversos grups espeleològics han tingut un paper important en l'exploració de les coves a les Illes Balears durant la segona meitat del segle passat. Cal destacar alguns dels grups pioners, com ara, l'**Speleo Club Mallorca** (SCM), el **Grup Espeleològic EST** (EST), el **Grup Nord de Mallorca** (GNM), la **Secció Espeleològica del Grup Excursionista de Mallorca** (GEMse), la **Secció Espeleològica Associació Nova Esmenta** (ANEM) i el **Grup Espeleològic de Llubí** (GELL).

En aquest article es descriuen les fites més importants de l'SCM. Per a poder fer un recorregut per les activitats d'aquest club ens hem basat en els articles que han anat publicant els seus socis durant aquests anys i en entrevistes amb alguns dels espeleòlegs de la primera etapa del club. També s'ha extret informació de les agendes de

sortides espeleològiques del club, dels anuaris de la **Federación Española de Espeleología** (FEE) i de l'arxiu del club (Fig. 1), actualment dipositat a l'**Institut Mediterrani d'Estudis Avançats** (IMEDEA). A l'article van apareixent noms de persones relacionades amb el club, la primera cita de les quals serà en negreta.

El club es creà l'any 1967, desaparegué l'any 1985 i restà inactiu fins el 2009, any en què es va refundar.

## El naixement de l'SCM

L'SCM va néixer l'any 1967, els fundadors del qual foren **Gregori Jaume** i **Antoni Artigues**. També cal citar entre els primers membres del club, **Miquel Trias**, **Baltasar Llopart** i **Àngel Aparicio**. Miquel Trias s'encarregà del disseny del logotip (Fig. 2). L'any 1985 es tancà la primera etapa del club i fins el 2009 no va reparèixer, any en què s'inicià la segona etapa. Durant la primera etapa, el club tenia la seu al Museu de Mallorca, anys en què existia una intensa col·laboració entre els socis de l'SCM i els arqueòlegs del Museu, entre els que cal destacar **Guillem Rosselló-Bordoy** i **Joan Camps**.

<sup>1</sup> Speleo Club Mallorca. Palma. Email: speleo.club.mallorca@gmail.com.

<sup>2</sup> Societat d'Història Natural de les Balears. Margarida Xirgu, 16, baixos. E 07011. Palma.

<sup>3</sup> Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB). Miquel Marquès, 21. E-07190. Esporles.

<sup>4</sup> Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122. Palma.

<sup>5</sup> Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Carretera Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100. Sóller.



Figura 1: Arxiu de l'SCM, amb múltiples topografies inèdites, actualment en fase d'estudi (Foto A. Ginard).

Figure 1: Archive of the SCM, containing a remarkable number of unpublished topographic surveys, currently under study (Photo A. Ginard).

Àngel Ginés (GINÉS, 1993) considera que les exploracions espeleològiques a les Illes Balears es poden dividir en quatre etapes: la **preespeleologia**, **els pioners**, **les campanyes espeleològiques catalanes** i **l'espeleologia mallorquina convencional**. GINARD *et al.* (2011) proposen afegir una cinquena etapa, l'impacte de **l'espeleologia subaquàtica mallorquina**.

L'SCM es va crear durant l'etapa anomenada espeleologia mallorquina convencional (1966-1993), etapa considerada com el moment culminant de l'espeleologia a Mallorca per la immensa producció topogràfica, principalment efectuada pels grups EST, SCM, GNM i el GEMse. D'aquesta etapa, cal destacar els espeleotopògrafs Miquel Trias (SCM), Joaquín Ginés (EST), Àngel Ginés (EST), **Francesc Mir** (SCM), José Antonio Encinas (GNM), **Tomàs Fortuny** (SCM), **Lluís Roca** (SCM), Martiniano Mediavilla (EST), Jaume Ferreres (**Grup Geogràfic de Gràcia**, GGG) i **Josep Antoni Alcover** (SCM) (GINÉS, 1993; GINÉS i GINÉS, 2002).

Cal recordar que fins l'any 1979 no es va crear la **Sección Española de Espeleología** (SEE) i la **Secció Balear d'Espeleologia**

(SBE) (ANUARIO S.E.E., 1979-1981; ANUARIO F.E.E., 1982-2009). Abans de crear la SBE no era necessari cap tràmit burocràtic per donar-se d'alta en un club, la qual cosa facilitava l'intercanvi d'espeleòlegs entre els diferents grups i fins i tot la creació de nous grups. Durant aquests anys, alguns clubs es van crear i van desaparèixer en pocs temps, com ara, el primer grup espeleològic mallorquí, **l'Equip Mallorquí d'Espeleologia** (EME), que es creà un poc abans de l'esmentada etapa, l'any 1955, en el si de la **Societat d'Història Natural de les Balears** (SHNB), i que va tenir una durada discreta de només dos anys (VICENS i PLA, 2001).

## Primera etapa

### 1967

G. Jaume, M. Trias, A. Artigues i B. Llompart presentaren una comunicació sobre les exploracions a la cova de Sa Sínia (Manacor), al X Congrés Nacional d'Arqueologia, que es va celebrar a Maó, les comunicacions del qual foren publicades l'any 1969 a Zaragoza (JAUME *et al.*, 1969). Aquesta comunicació suposà el primer treball signat per membres de l'SCM.

Els companys de l'SCM, B. Llompart, **Josep Checa** i M. Trias exploraren el torrent del Gorg Blau i sa Fosca; la primera exploració d'aquest torrent s'havia fet només dos anys abans per M. Oliver, T. Suárez i B. Morell (TRIAS i RAMON, 1999).

Aquest any, entre altres sortides, es va visitar la cova de sa Sínia (Manacor) (Fig. 3), l'avenc d'en Corbera (Esporles) (Fig. 4), l'avenc de na



Figura 2: Logotip de l'Speleo Club Mallorca.

Figure 2: Logo of the Speleo Club Mallorca.



Figura 3: Instants abans d'entrar a la cova de sa Sínia (Manacor), any 1967 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 3: Moments before entering Cova de sa Sínia (Manacor), in 1967 (Photo archive M. Trias).

Boira (Esporles) (Fig. 5 i 6), la cova des Diners (Manacor), etc. També es va iniciar l'exploració de l'avenc des Travessets (Artà) (Fig. 7), del qual es va realitzar un descens parcial.

## 1969

Lluís Astier i Turró, del grup GES, publicà *Exploraciones en Mallorca. Campaña conjunta del E.R.E. y S.C.M. a Karst*, pàg. 532, Barcelona (ASTIER I TURRÓ, 1969).

L'SCM col·laborà amb l'**Equip de Recerques Espeleològiques de Barcelona** (ERE) per completar el descens de l'avenc des Travessets (Artà) i també l'avenc del Pla de les Basses (Pollença).

## 1970

À. Aparicio i G. Jaume, publicaren una nota de les investigacions acomplides sobre els canvis de nivell del Mediterrani (APARICIO i JAUME, 1969).

Aquest any es visità la cova Mala (Escorca). Entre altres topografies realitzades aquest any, M. Trias, L. Roca i **Vicente García-Delgado** topografiaren l'avenc de sa Marineta o de sa Pedrissa (Deià).

## 1971

Adolfo Gregorio inicià l'exploració de la font des Verger (Sóller). A l'any 1971 es realitzaren les topografies, entre moltes d'altres, de la cova des Pont (Manacor) (TRIAS i MIR, 1977) i de la cova de Cornavaques (Pollença), tasca per la qual col·laboraren quatre grups: EST, GNM, SCM i **Grup Espeleològic FOSQUERS** (FOSQUERS) (GINÉS *et al.*, 1989).



Figura 4: Tot preparant l'entrada a l'avenc d'en Corbera (Esporles), l'any 1967 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 4: Preparations for the entrance to Avenc d'en Corbera (Esporles), in 1967 (Photo archive M. Trias).



Figura 5: Avenc de na Boira (Esporles), any 1967 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 5: Avenc de na Boira (Esporles), in 1967 (Photo archive M. Trias).



Figura 6: Instal·lació de l'escala enrotllable feta d'elèctric, a l'avenc de na Boira (Esporles), l'any 1967 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 6: Installation of the electron rolling ladder, at Avenc de na Boira (Esporles), in 1967 (Photo archive M. Trias).

Manuel Montaner, L. Roca i M. Trias topografiaren l'avenc Corcat (Esporles).

## 1972

El període entre els anys 1972-1977 resultà molt productiu pel que fa a l'exploració i topografia de cavitats per part dels membres de l'SCM. Així, en els corresponents apartats d'aquest treball, només se citaran algunes de les tasques realitzades pel grup.

A l'any 1972, de manera independent, l'SCM i l'**Espeleo Club de Gràcia (ECG)** del GGG exploraren la cova de sa Campana (Escorca). La primera topografia de la cova fou publicada per l'SCM l'any següent (MIR i TRIAS, 1973) i hi col·laboraren A. Artigues, T. Fortuny, L. Roca i M. Trias; amb 304 m, es convertí en la cavitat més pregonja de les Balears.

V. García-Delgado, T. Fortuny i M. Trias topografiaren l'avenc de sa Coma de Son Torrella (Escorca). La cova Estreta de Gabellí (Campanet) fou topografiada per T. Fortuny, M. Trias i L. Roca.

L'any 1972, **Francesc Ripoll**, s'afegí a l'exploració de la font des Verger (Sóller), cavitat que havia començat a explorar un any abans A. Gregorio.

Durant el mes d'agost, T. Fortuny, B. Llompart i M. Trias, realitzaren una campanya a l'arxipèlag de Cabrera, concretament a les illes de Cabrera i dels Conills, en la que fou la primera campanya en aquestes illes d'un grup espeleològic mallorquí. Entre les coves explorades i topografiades cal destacar la cova de sa Llumeta i la cova des Burrí (TRIAS, 1974).

Es va explorar i topografiar l'avenc d'Escorca (Escorca) (-139 m) entre l'EST (À. Ginés) i l'SCM (**Pere González**); cal esmentar que es va fer servir una escala per fer el descens del gran pou inicial de 117 m. També es topografià l'avenc de sa Pedra (Esporles), col·laborant l'EST (À. Ginés i J. Ginés), l'SCM (V. García-Delgado i L. Roca) i FOSQUERS, avenc que assolí una fondària de 126 m (GINÉS *et al.*, 1989).

A Barcelona es va celebrar el II Simposium de Metodologia Espeleològica, organitzat



Figura 7: Preparatius per a l'exploració de l'avenc des Travessets (Artà), any 1967 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 7: Preparations for the exploration of Avenc des Travessets (Artà), in 1967 (Photo archive M. Trias).

per l'Escola Catalana d'Espeleologia, en què els grups mallorquins, com ara, GNM, EST i SCM, presentaren diverses aportacions, que suposaren la difusió de les intenses activitats que es desenvolupaven a Mallorca. En aquell simpòsium es va fer pública la primera relació de l'**Inventari Espeleològic de Mallorca**, que contenia un total de 338 cavitats (GINÉS i TRIAS, 1972); la relació fou presentada al simpòsium per J. Ginés (EST) i M. Trias (SCM) i col·laboraren en la redacció del text A. Artigues (SCM), V. García-Delgado (SCM) i À. Ginés (EST). Les dades que es van fer servir pel primer inventari foren obtingudes dels arxius de l'SCM, l'EST, el GNM, el **Grup Espeleològic Ahlbaida** (GEAH) i els FOSQUERS.

Cal fer una menció especial a la topografia de la cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia), realitzada entre l'EST i l'SCM (GINÉS i GINÉS, 1974); les visites a aquesta cova permetrien iniciar l'estudi dels paleonivells marins plistocènics, enregistrats a l'interior d'aquesta magnífica cavitat, sota la forma de diferents nivells d'espeleotemes freàtics; els primers resultats de les investigacions s'exposaren en el II Congrés Nacional d'Espeleologia, que es va celebrar a Oviedo el mes d'octubre.

Els espeleobussejadors, G. García i M. Hidalgo, juntament amb L. Astier i J. Cerdán, tots ells espeleòlegs catalans, realitzaren l'any 1972 l'exploració i topografia de les continuacions subaquàtiques de la cova Marina des Pont (Manacor) (TRIAS i MIR, 1977). En la mateixa campanya, L. Astier i J. Cerdán realitzaren una immersió en un dels llacs de les coves del Pirata (Manacor).

F. Mir i L. Roca topografiaren, durant el mes de setembre, la cova de ses Espelmes (Alcúdia).

En el mes d'octubre, T. Fortuny i M. Trias topografiaren la cova Tancada (Alcúdia) i T. Fortuny, F. Mir, L. Roca i M. Trias topografiaren la cova Trencada (Alcúdia).

L'SCM i l'EST exploraren algunes cavitats de sa Coma de Son Torrella (Escorca). De l'SCM participaren P. González, V. García-Delgado i L. Roca.

El mes de desembre tingué lloc el primer Campament Mallorquí d'Espeleologia organitzat per la Delegació Balear del Comitè Catalano-Balear d'espeleologia.

El president del club era B. Llompart. A banda de les persones citades fins ara, també eren socis del club: **Catalina Nadal, Guadalupe Pulido, Francesc Ruiz, Josep Sitjar i Jaume Xaubet**.

## 1973

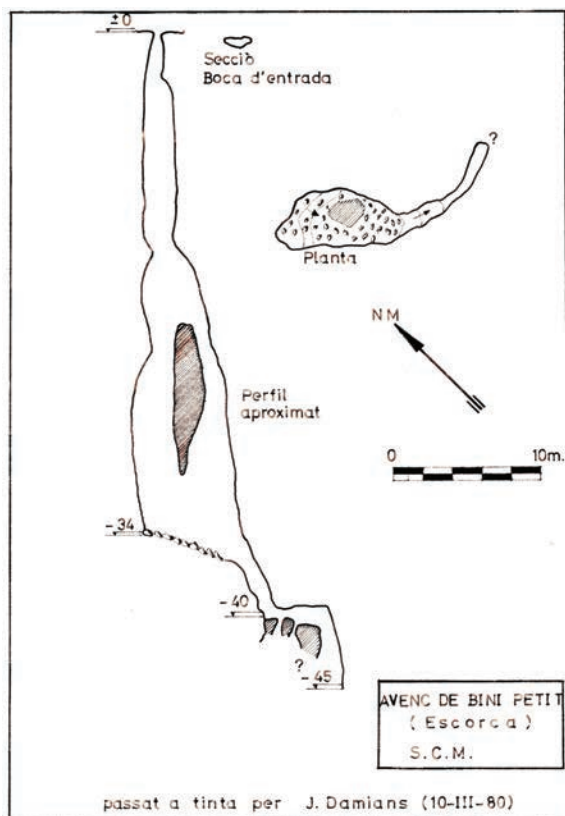
Aquest any se celebrà a Mataró el III Simpòsium d'Espeleologia que es dedicà a la geoespeleologia, en el qual s'hi presentaren algunes comunicacions de grups de Mallorca. En representació de l'SCM, F. Mir i M. Trias presentaren un treball en què descriuen la cova de sa Campana (Escorca), la gènesi i morfologia i, molt especialment, les concrecions excèntriques (MIR i TRIAS, 1973). El seguiment d'aquestes contribucions publicades al simpòsium, ens permet destacar un seguit d'espeleòlegs que en representen l'espeleologia mallorquina d'aquells moments: José Antonio Encinas, Miquel Llobera, Pere Llobera, José Justo Encinas, J. Ramon Morro i Joan Antoni Morro del GNM; Àngel Ginés, Joaquin Ginés i Bernat Quintana de l'EST; i Miquel Trias, Tomàs Fortuny, Lluís Roca, Francesc Mir, Francesc Ruiz, Antoni Artigues i Baltasar Llompart, de l'SCM (GINARD *et al.*, 2011).



Figura 8: Descens amb escala a la cova de ses Sitjoles (Campos), també coneguda com a pou de Can Carro, any 1973 (Foto arxíu M. Trias).

Figure 8: Ladder descent at the Cova de ses Sitjoles (Campos), also known as Pou de Can Carro, in 1973 (Photo archive M. Trias).





L'SCM va organitzar el segon Campament Mallorquí d'Espeleologia, que va tenir lloc entre els dies 19 al 23 d'abril a la Cova de sa Campana, amb una participació molt nombrosa d'espeleòlegs de tots els grups federats a la Delegació del CCBE.

F. Mir i G. Pulido, participaren en l'exploració i topografia de les cavitats situades a Cap Pinar (Alcúdia), treball que publicà un any més tard **Miquel Escudero** (ESCUADERO, 1974) que aquell any encara formava part del grup FOSQUERS i no s'incorporaria a l'SCM fins l'any 1978.

L'SCM començà un estudi de la zona del barranc d'Algendar (Menorca), estudi que abraçarà 3 campanyes durant els anys 1973, 1974 i 1976. En la primera campanya varen participar-hi F. Mir, M. Trias i L. Roca.

Es visità la cova de s'Ònix (Manacor) (Fig. 9), la cova de ses Sitjoles o Pou de can Carro (Campos) (Fig. 8) i la cova d'en León (Ciutadella de Menorca) (Fig. 9).

M. Montaner i G. Pulido, topografiaren la cova de Betlem (Deià).

A la Delegació a Balears del **Comitè Catalano-Balear d'Espeleologia** (CCBE) tingueren lloc les primeres eleccions i Miquel Trias Gusó, de l'SCM, en sortí elegit Delegat (GINÉS *et al.*, 1989).



Figura 9: Cova d'en León (Ciutadella de Menorca), any 1973 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 9: Cova d'en León (Ciutadella de Menorca), in 1973 (Photo archive M. Trias).

Aquest any tingué lloc la III assemblea espeleològica mallorquina en la qual es va constituir una comissió per a la creació d'una publicació espeleològica mallorquina. La comissió quedà formada per: J.M. Encinas (GNM), M. Trias (SCM), L. Roca (SCM), F. Ripoll (SCM), J. Ginés (EST), M. Escudero (FOSQUERS), Joan Pons-Moyà (**Grup Espeleològic Mallorquí**, GEM), Joan Soberats (**Grup Espeleològic Orígens**, ORÍGENS) i J. M. Rodríguez (**Organització Espeleològica Mallorquina**, OEM).

## 1974

A l'arxiu Miquel Trias es troba dipositada una agenda (AGENDA, 1974) de les sortides de camp de l'SCM de l'any 1974; totes les dades de l'any 1974, que vénen a continuació, sense referència explícita, s'han extret d'aquesta agenda.

Devers l'any 1974 les cavitats inèdites començaren a minvar en comparació als anys passats (GINÉS *et al.*, 1989). Cal tenir en compte que la segona relació, que es publicà aquest any, al **Bolletí** de la SHNB, de l'**Inventari Espeleològic de Mallorca** (ENCINAS *et al.*, 1974) presentava fins a 545 cavitats, quantitat que gairebé doblava la de la primera recopilació publicada l'any 1972 (GINÉS i TRIAS, 1972), inventari que fou publicat per José Antonio Encinas (GNM), Joaquín Ginés (EST) i Miquel Trias (SCM), i en el que també col·laboraren Miquel Escudero (FOSQUERS), Pere Llobera (GNM), Joan Pons-Moyà (GEM) –aquest any passarà al grup EST–, i Joan Soberats (ORÍGENS) (GINÉS *et al.* 1989).

Aquest any es va celebrar a Barcelona

el IV Simpòsium d'Espeleologia, dedicat a la bioespeleologia. F. Mir presentà un treball sobre la cova de sa Guitarreta (Llucmajor) (MIR, 1974); la topografia d'aquesta cova fou realitzada per V. García-Delgado, F. Mir i M. Trias, l'any 1972.

L. Roca (SCM) juntament amb J. Pons-Moyà (EST) publicaren un treball de l'avenc de na Corna (Artà), en el que descriviren la troballa d'una grua fòssil. La cavitat havia estat explorada per primera vegada per membres de l'EST un any abans, el 1973 (PONS i ROCA, 1974).

F. Ripoll i L. Roca, de l'SCM publicaren un estudi de la font des Verger (Sóller); a les tasques d'exploració i topografia també havien participat A. Gregorio i T. Fortuny (RIPOLL i ROCA, 1974).

F. Ripoll, de l'SCM, va ser un dels pioners de l'espeleobusseig a les Balears. Així, aquest any es realitzà la topografia i una prospecció subaquàtica de la cova de sa Gleda (Manacor), tasca en què participen F. Ripoll, M. Montaner, **Bernat Torres**, L. Roca, M. Trias, G. Pulido i **Lourdes Mazaira**. De la part terrestre de la

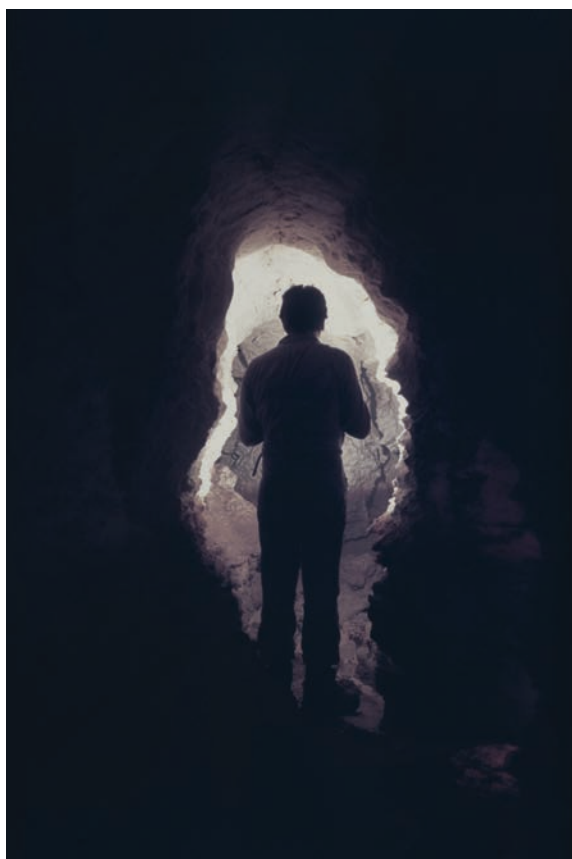


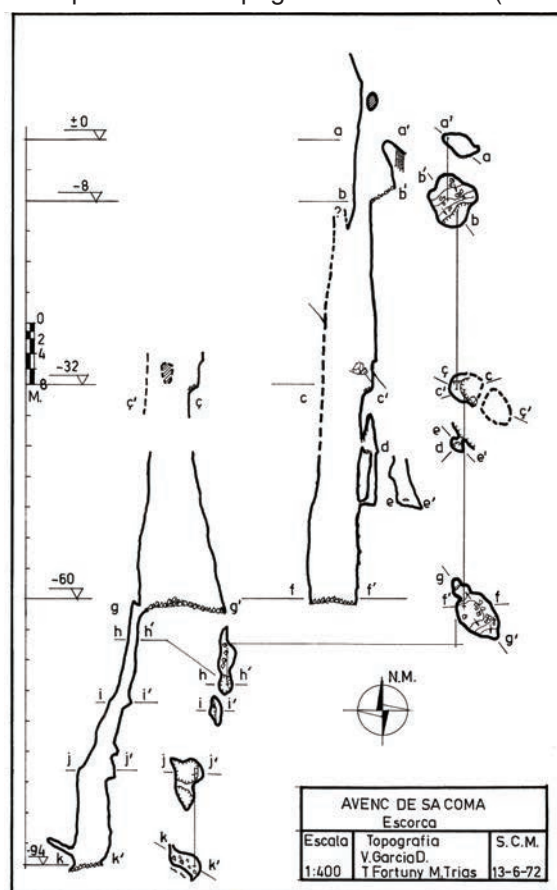
Figura 10: Exploració i topografia a la cova de sa Teulada (Santa Margalida), any 1974 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 10: Exploration and surveying tasks at Cova de sa Teulada (Santa Margalida), in 1974 (Photo archive M. Trias).

cova, G. Pulido, L. Roca i M. Trias, en van fer una topografia detallada. Encara que només es realitzà un croquis de l'inici subaquàtic de la cova (es va publicar a FORNÓS *et al.*, 1989), si més no, es va localitzar una gran campana d'aire a una vintena de metres de l'entrada (GRÀCIA, 2010). Una sala de la cova de sa Gleda, ha rebut el nom de Sala Francesc Ripoll, en honor d'aquest pioner de l'espeleobusseig (GRÀCIA i CLAMOR, 2001; GRÀCIA *et al.*, 2007).

El mes de gener, a la font des Verger (Sóller), L. Roca estudià el cabal i la temperatura. M. Trias, J. A. Alcover i F. Mir exploraren la cova de sa Guitarreta (Llucmajor).

El mes de març, visitaren l'avenc des Gel (Escorca): **Assumpció Juaneda**, L. Roca, L. Mazaira, M. Trias, G. Pulido, **Carmen Vázquez** i F. Ripoll. Un any abans el grup EST havia visitat aquest mateix avenc en el qual hi havia trobat un gran dipòsit de gel (GINÉS *et al.* 1989). L. Mazaira, L. Roca, M. Trias, T. Fortuny, C. Nadal, C. Vázquez, M. Montaner i G. Pulido, realitzaren una topografia completa de la cova de Muntanya (Escorca). Diversos grups ja havien realitzat prèviament algun croquis de la topografia d'aquesta cova; finalment, l'any 2004 es va presentar la topografia actualitzada (veure



TRIAS i SANTANDREU, 2004, per a més detalls sobre la cova).

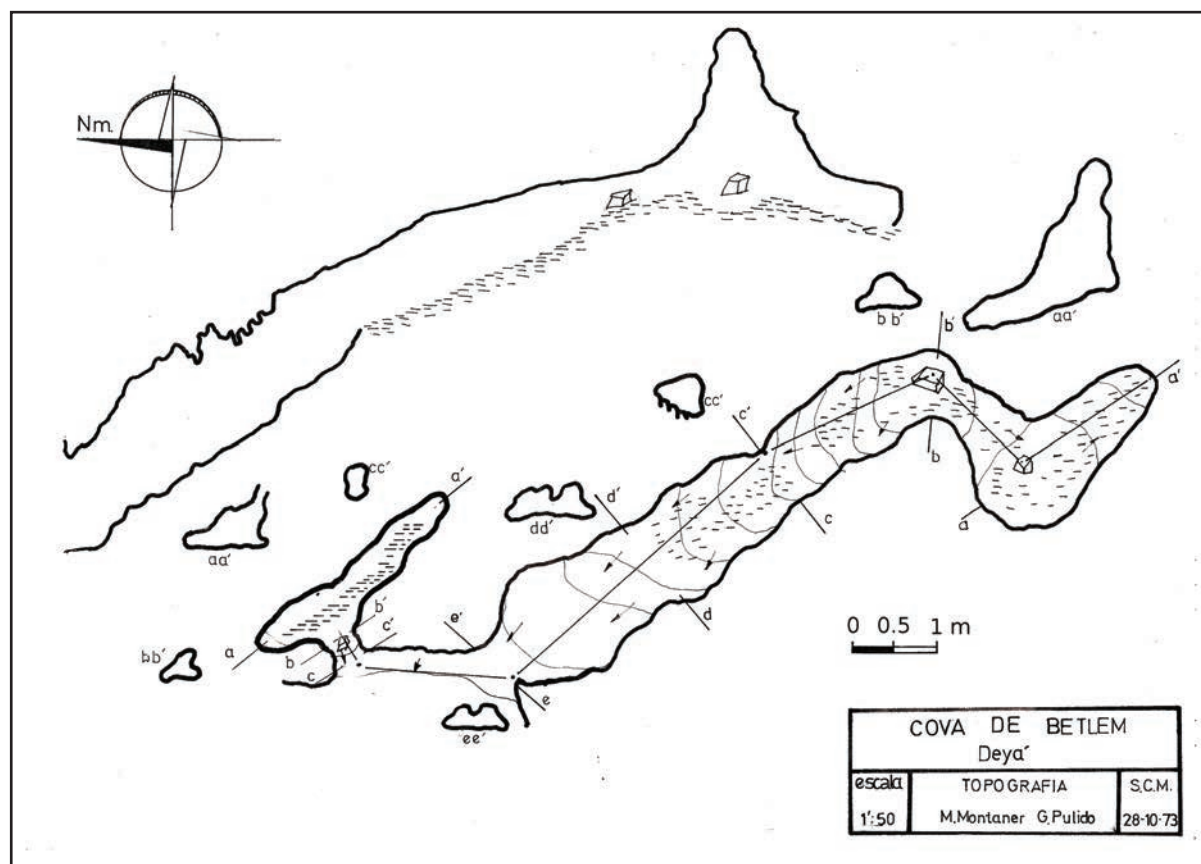
Durant el mes d'abril, es realitzà un estudi de les ratapinyades per part d'alguns membres del club, F. Mir, J.A. Alcover i M. Trias, a la cova de sa Guitarreta (Llucmajor) i a la cova de ses Ratapinyades (Inca). Aquest mateix mes, un grup format per **Francesca Comas**, G. Pulido, F. Mir i M. Trias, localitzaren, exploraren i topografiaren es Secret des Moix (Manacor). Un altre grup, format per L. Roca, M. Montaner, P. González i C. Vázquez i amb la col·laboració del GNM (J.A. Encinas, M.L. Redondo i B. Torres) topografiaren Es Bufador de Solleric (Alaró).

El grup format per L. Mazaira, L. Roca, C. Nadal, M. Trias i G. Pulido topografiaren durant un cap de setmana de maig l'avenc des Picarol Gros (Selva). Aquest mateix mes de maig, també es topografià l'avenc d'en Pintat (Fornalutx) per P. González, M. Montaner i F. Ripoll.

El mes de juny, M. Montaner, F. Ripoll, B. Torres i M. Trias, exploraren i topografiaren el Sestador des Moscards (Bunyola). En aquest mateix mes, visitaren i iniciaren la topografia de l'avenc del Pla de les Basses (Pollença): M. Montaner, C. Nadal, B. Torres i M. Trias. També es topografià la cova des Serral (Manacor),

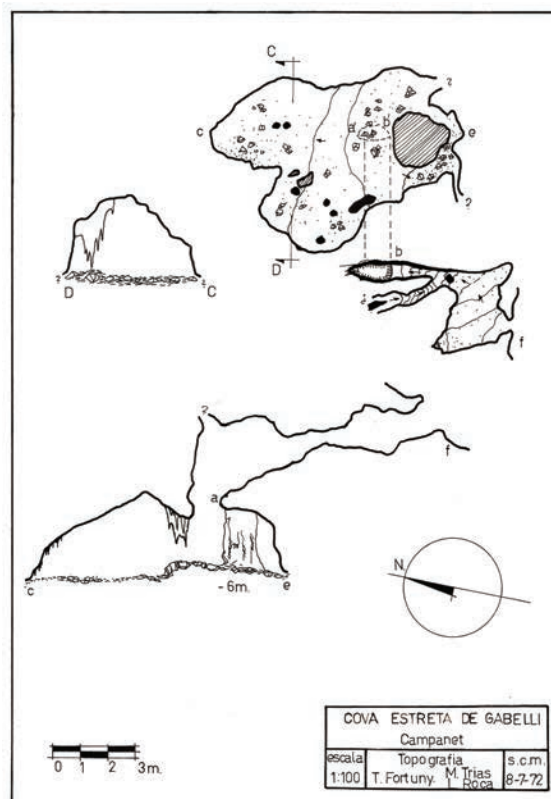
topografia en la qual participaren M. Escudero, L. Mazaira, G. Pulido, F. Ripoll, M. Trias i A. Juaneda.

El mes de juliol, F. Mir i M. Trias topografiaren el Clot de Cendrar (Manacor) i F. Comas i L. Roca topografiaren la cova dets Estudiants (Sóller). A finals d'aquest mateix mes, s'inicià la topografia de sa cova de sa Teulada (Santa Margalida) (Fig. 10) en la que participaren M. Escudero, F. Ripoll, L. Roca, M. Trias i **Francesc Moll**. Aquest mateix mes, tingué lloc una campanya a Eivissa i Formentera, en la que participaren T. Fortuny, M. Montaner, C. Nadal, L. Roca i M. Trias de l'SCM juntament amb **Margalida Guilabert** i **Miquel Àngel Femenias**, campanya en la que es van explorar i topografiar diverses cavitats, com ara, cova de Santa Agnès (Sant Antoni), cova de sa Baixada (Formentera), cova de sa Mà Peluda (Formentera), cova des Riuetts (Formentera), cova de sa Fresca (Formentera), cova de ses Mamelles (Formentera) i la cova des Forçats (Formentera); en particular a Formentera, exploraren diverses caveres a La Mola. Les topografies de les diverses coves explorades i les importants troballes arqueològiques realitzades en aquesta campanya es publicaren l'any 1975 (TRIAS i ROCA, 1975).



En el mes d'agost es realitzaren dues visites a la cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia), a les que assistiren els companys B. Llompart, M. Trias, L. Roca i C. Nadal, juntament amb J. A. Encinas del GNM, tots ells acompanyant a **John S. Kopper** i **C. Young** de la Columbia University of New York per a recollir mostres d'arena i d'*Hypnomys*. D'altra banda, T. Fortuny, G. Pulido, L. Roca, M. Trias i **Joan Seguí**, van fer una sessió de fotografia a les coves des Pont i des Pirata (Manacor). Es visità Formentera durant tres dies per explorar i revisar topografies, a càrrec de M. Trias i L. Roca. Es realitzà una campanya a l'illa de Menorca, Campanya Algendar 74, en la qual participaren F. Mir, G. Pulido, L. Roca i M. Trias amb la col·laboració de Lluís Plantalamor, campanya en què s'exploraren i topografiaren, entre d'altres, l'avenc d'Algendar (Ferrerries), cova den Curt (Ferrerries), cova Na Llarga (Ciutadella de Menorca), coves de Son Angladó (Ciutadella de Menorca), cova de sa Rata (Ferrerries) i cova de sa Punta des Barco (Ferrerries) i juntament amb altres coves topografiades l'any 1973, com ara, la cova Murada (Ciutadella de Menorca), es publicaren en dos treballs signats per F. Mir (MIR, 1976, 1979).

Durant el mes de setembre, F. Comas, G. Pulido, M. Montaner i F. Mir, topografiaren la cova Vella de Son Lluís (Porreres). També exploraren la cova Estreta de Gabellí (Campanet), de la qual es varen collir ossos, amb la participació de F. Mir, M. Montaner i M. Trias. Més endavant, F. Mir i M. Trias, revisaren la topografia i recolliren ossos de *Myotragus* de l'avenc de na Donzella (Escorca); també, L. Mazaira, F. Mir i M. Trias, varen revisar la topografia de la cova de Son Maiol



(Palma). Finalment, durant aquest mateix mes es varen visitar Ses Coves Petites (Capdepera) i es va recollir material paleontològic de l'avenc de na Corna (Artà), tasques en què participaren F. Mir, M. Trias, G. Pulido, J. Pons-Moyà i M. Muntaner.

En el mes d'octubre J. S. Kopper va treure mostres de sediments de la cova de sa Campana (Escorca), amb l'ajuda de G. Pulido,



Figura 11: Cova de na Mitjana (Capdepera), any 1975 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 11: Cova de na Mitjana (Capdepera), in 1975 (Photo archive M. Trias).

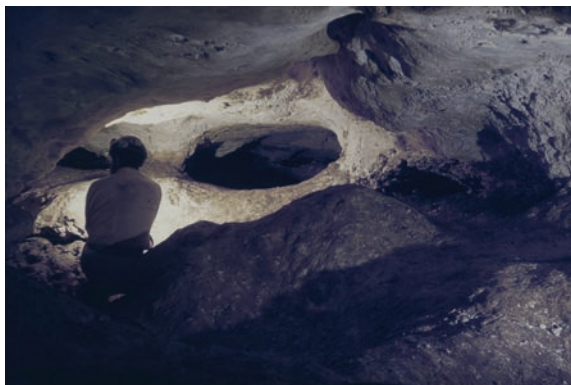


Figura 12: Cova Figuera (Manacor), any 1977 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 12: Cova Figuera (Manacor), in 1977 (Photo archive M. Trias).

B. Llompert, M. Trias, L. Roca, F. Mir, Francesca Pons, F. Comas i L. Mazaira. Es va visitar la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) per a avaluar el possible aprofitament turístic, visita en la que participaren F. Mir, M. Muntaner, M. Trias i B. Torres. Visitaren la cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia), els companys F. Comas, C. Nadal, B. Torres i M. Montaner.

En el mes de novembre, M. Trias, L. Roca,

C. Nadal i M. Escudero, visitaren l'avenc de ses Papallones (Bunyola). També en el mateix mes, s'explorà la cova de s'Arena (Inca), on s'inicià la topografia. A final de mes, es visità la cova de Can Sion (Pollença) i es van realitzar tasques de topografia i biologia, tasques en las quals participaren F. Comas, B. Llompert i M. Trias. Per acabar aquest mes es va realitzar una tasca de biologia a l'avenc d'en Corbera (Esporles), en la qual participaren F. Comas, C. Nadal i M. Trias.

Durant el mes de desembre, es realitzaren diverses sortides bioespeleològiques a l'avenc d'en Corbera (Esporles), en les quals participaren F. Comas, C. Nadal, B. Torres, G. Pulido, F. Pons, L. Mazaira, L. Roca, C. Vázquez i M. Solanes. Es realitzà, també, una visita turística entre l'SCM i el GNM, amb la participació de J. Encinas, M. Llobera, M. Trias, M. Montaner, C. Nadal, M. Escudero i L. Roca, a la cova de la Base (Pollença), amb recollida d'Hypnomys.

A Madrid es va celebrar el III Congrés Nacional d'Espeleologia. Aquest any, 1974, va aparèixer el número 1 de la publicació Endins, mitjà que permetrà donar a conèixer les activitats dels espeleòlegs balears; dissenyaren el logotip de la revista, M. Trias i L. Roca (PLA i VICENS, 2000).

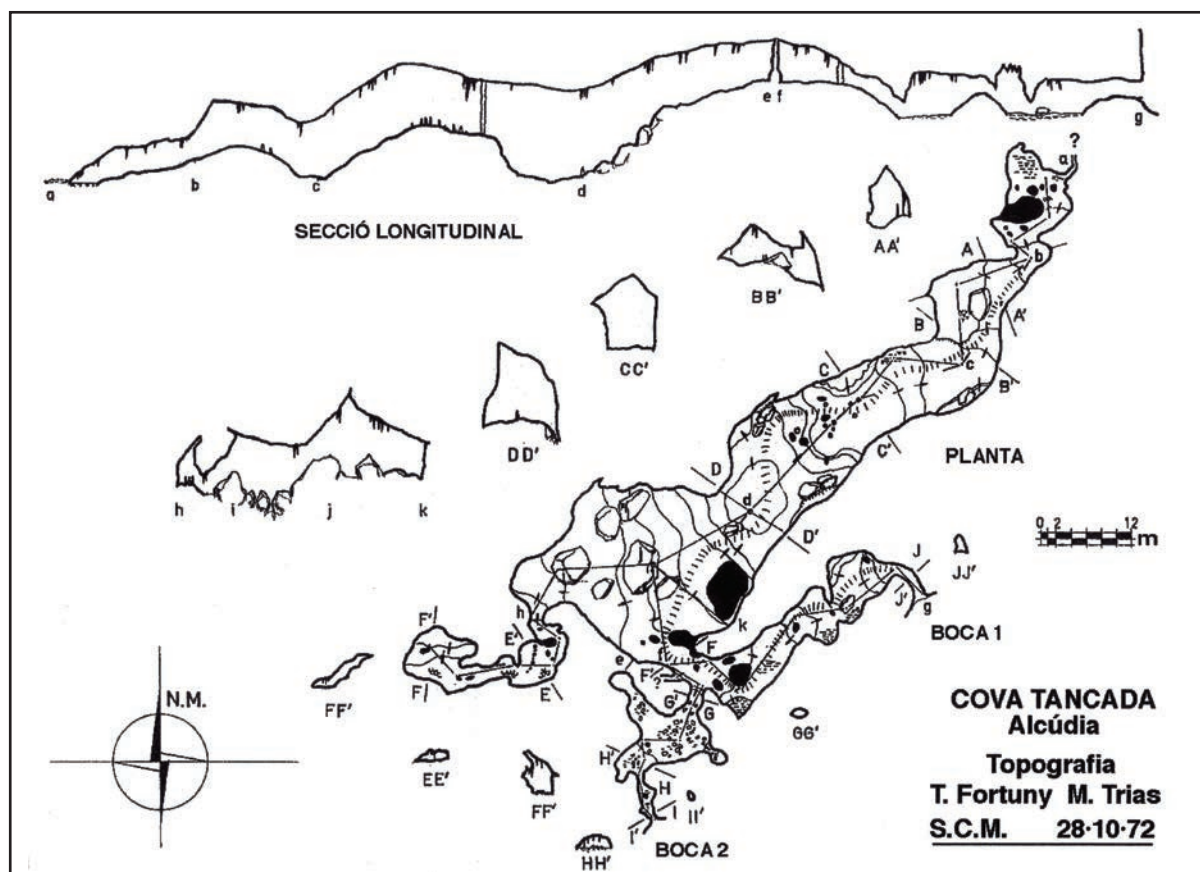




Figura 13: Cova de Can Bordils o dets Amagatalls (Manacor), any 1980 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 13: Cova de Can Bordils o dets Amagatalls (Manacor), in 1980 (Photo archive M. Trias).

Aquest any, el nombre de socis del club era de 16.

## 1975

A l'arxiu Miquel Trias es troba dipositada una agenda (AGENDA, 1975) de les sortides de camp de l'SCM de l'any 1975; totes les dades de l'any 1975, que vénen a continuació, sense referència explícita, s'han extret d'aquesta agenda.

J.S. Kopper, amb l'ajuda d'alguns components de l'SCM, recollí mostres de sediments de dues cavitats mallorquines, cova de Canet (Esporles) i cova de sa Campana (Escorca), que feren palesa una inversió del camp magnètic terrestre (KOPPER, 1975).

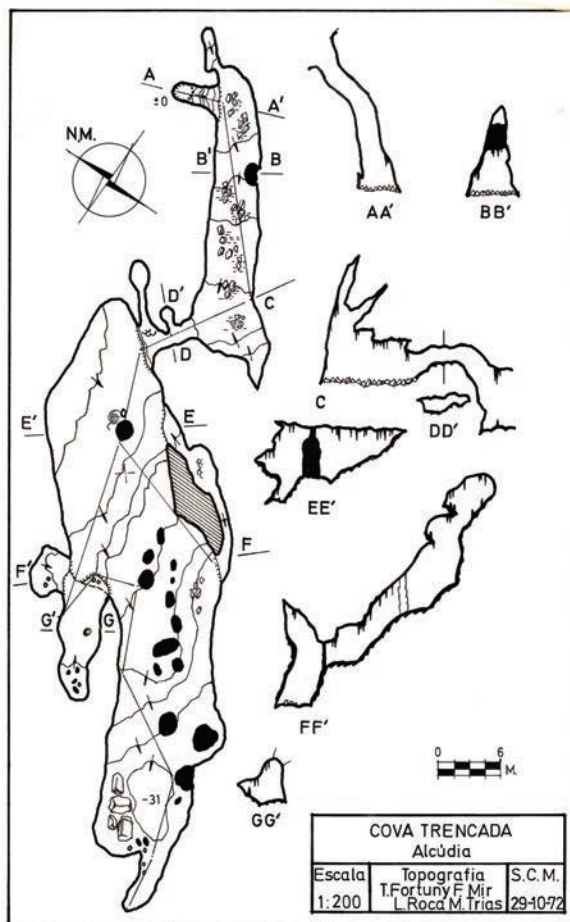
Es creà el **Comitè Balear d'Espeleologia** (CBE), desvinculant-se de l'antic CCBE. Miquel Trias sortí elegit president del nou comitè. Es publicà el número 2 de l'Endins.

A Huelva, se celebrà el XIII Congrés Nacional d'Arqueologia, en el que M. Trias presentà una comunicació sobre dues cavitats del Barranc d'Algendar: cova Murada i cova d'en León, ambdues a Ciutadella de Menorca (TRIAS, 1975).

Durant el mes de gener, F. Mir, B. Llompart, F. Pons i C. Vázquez, exploraren i topografiaren la cova de sa Lletrada (Valldemossa). F. Mir, J.A. Alcover, C. Vázquez i L. Mazaira visitaren les coves de Son Bauçà (Palma) i de Son Mallol (Establiments). Es realitzà la topografia i la recollida de restes paleontològiques a l'avenc de l'Hospital (Santa Maria del Camí), tasca realitzada per F. Pons, P. González, M. Trias, L.

Roca, T. Fortuny i J. Seguí, activitat que es tornà a repetir uns dies més tard i a la qual s'hi afegiren L. Mazaira, F. Comas i C. Vázquez. Més endavant, M. Trias, L. Roca i F. Pons recolliren material paleontològic a la cova des Moro (Manacor). També es recollí material paleontològic a la cova marina des Pont (Manacor), la cova des Fumassos (Manacor) i la Pedrera de s'Ònix (Manacor), per M. Trias, L. Roca i F. Pons. Es realitzà la topografia i recollida de ceràmica de la cova Mala (Escorca) per G. Pulido, C. Vázquez, F. Comas i L. Mazaira. M. Trias topografià Es Portalot (Calvià) i el Forat des Jaç (Calvià), topografies que varen ser publicades l'any 2010 (CRESPÍ *et al.*, 2010).

En el mes de febrer, es visità i s'acabà la topografia de l'avenc del Pla de les Basses (Pollença), que fou realitzada per M. Trias, F. Pons, L. Roca, F. Comas i P. González, conjuntament amb espeleòlegs del grup EST (J. Ginés, J. Pons-Moyà i J. Oliver). Visitaren la cova Estreta de Gabellí (Campanet), F. Pons, L. Roca i M. Trias, on es recolliren ossos. Visitaren la cova de Muleta (Sóller), L. Mazaira, C. Vázquez, M. Solanas, L. Plantalamor i F. Comas. Visitaren



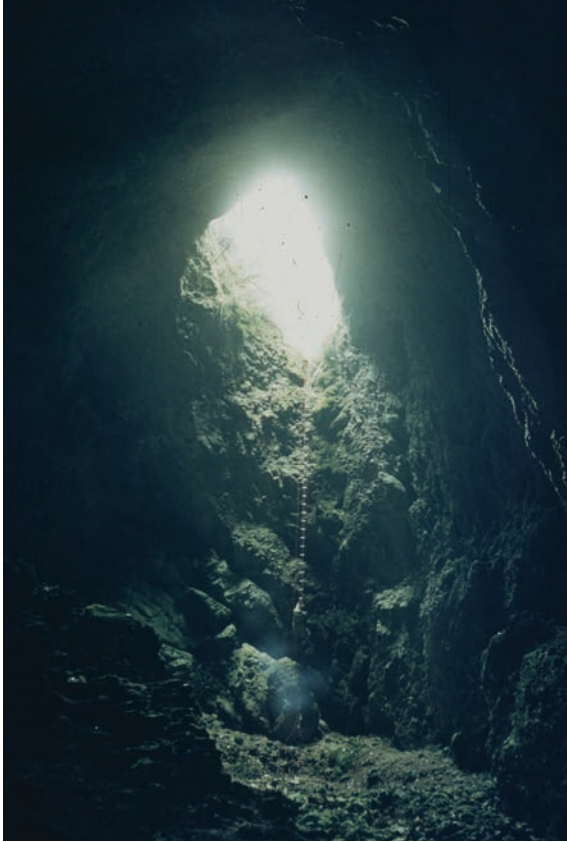


Figura 14: Avenc d'en Corbera (Esporles), any 1977 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 14: Avenc d'en Corbera (Esporles), in 1977 (Photo archive M. Trias).

i recolliren ossos de l'avenc de sa Marineta o de sa Pedrissa (Deià), F. Pons, L. Roca i M. Trias. Es va realitzar una sessió de fotografia i també la recollida d'ossos a la cova de can Millo (Santa Maria del Camí), visita que comptà amb els companys L. Mazaira, L. Roca, J. Seguí i M. Trias.

A principis del mes de març es va fer una sortida paleontològica a la cova del Corral des Porcs (Lloseta), amb la participació de F. Comas, C. Nadal, F. Pons i M. Trias. Els companys L. Mazaira, F. Pons i L. Roca, realitzaren un tall estratigràfic a la Pedrera de s'Ònix (Manacor). M. Trias, L. Roca, F. Pons, J. Seguí, F. Comas, L. Mazaira, M. Montaner, G. Pulido, T. Fortuny i M. Adrover, exploraren l'avenc des Mamuts (Escorca). També es recolliren sediments i es realitzaren fotografies, en una sortida amb la que participaren L. Mazaira, J. Seguí i M. Trias, de la cova de Canet (Esporles). L. Roca, B. Llompарт, F. Pons, M. Trias i F. Comas, visitaren l'avenc de sa Trobada (Escorca). F. Mir i M. Trias exploraren: avenc de les Cireretes de Pastor

(Pollença), cova de l'Aigua (Pollença), Engolidor dels Ous (Pollença) i avenc del Naviforme (Pollença). Recolliren material paleontològic i estratigrafia a la Pedrera de s'Ònix (Manacor), J.A. Alcover, F. Mir i L. Roca. També van realitzar una visita paleontològica i fotografies de la cova de ses Meravelles (Orient), en aquest cas per T. Fortuny, L. Roca, J. Seguí i F. Pons.

El mes d'abril començà amb una visita paleontològica (F. Mir, F. Pons i L. Roca) a la cova de ses Sitjoles o Pou de Can Carro (Campos). F. Pons, L. Roca i M. Trias, assisteixen, per part de l'SCM, a la reunió de constitució del CBE, a cala Torta. L. Mazaira i M. Trias, realitzaren una visita paleontològica a la cova de la Mort (Palma). El mes acaba amb una visita de reconeixement i topografia de la cova de s'Illot (Sant Llorenç des Cardassar), amb els companys L. Mazaira i M. Trias.

Durant el mes de maig, G. Pulido, L. Roca, F. Pons i M. Trias, visitaren i fotografiaren Es Bufador de Solleric (Alaró).

El mes de juny, es va realitzar una visita paleontològica a la cova des Mirador (Escorca),



Figura 15: Carnets d'espeleòleg dels anys 1981 i 1982 de Francesc Gràcia, un dels socis de la primera etapa de l'SCM i actualment director de l'Endins.

Figure 15: Federative caver cards of the years 1981 and 1982 of Francesc Gràcia, one of the members of the first stage of the SCM and currently director of Endins.

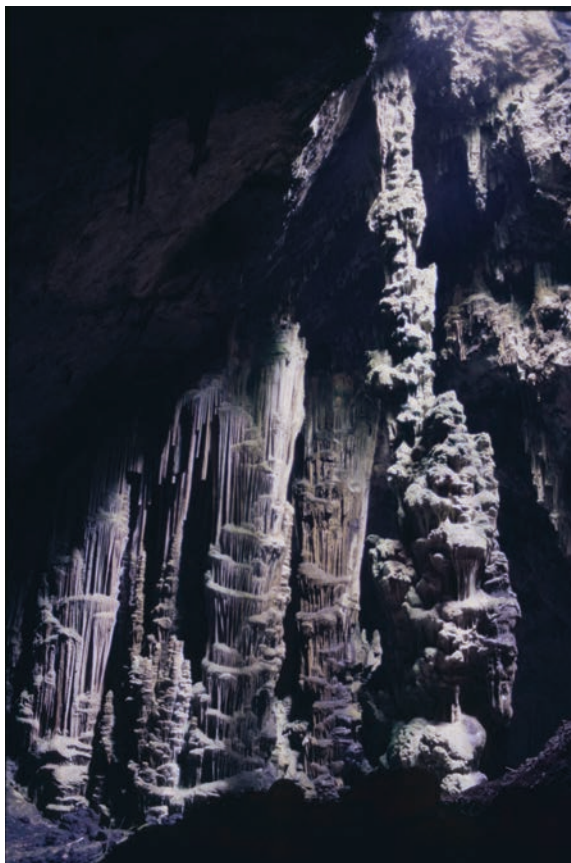


Figura 16: Avenc de sa Moneda (Calvià), any 1987 (Foto arxIU M. Trias).

Figure 16: Avenc de sa Moneda (Calvià), in 1987 (Photo archive M. Trias).

amb F. Comas, F. Pons, L. Roca, J. Seguí i M. Trias.

El mes de juliol, F. Mir i A. Ros, visitaren la cova de sa Guitarreta (Llucmajor) i varen anar al torrent de sa Fosca en sortida pel torrent de Pareis. També es van recollir mostres de marès i de *Hypnomys* a la cova de ses Sitjoles (Campos), tasca realitzada entre J.A. Alcover, F. Mir i A. Ros. Els companys F. Mir, A. Ros i M. Trias, visitaren, topografiaren i recolliren mostres a la cova de na Mitjana (Capdepera) (Fig. 11) i visitaren la cova des Pont (Manacor). F. Mir, A. Ros i **Josep Maria Palou**, visitaren la cova de sa Campana (Escorca).

Durant el mes d'agost, es van visitar les coves de cala Varques (Manacor) i la cova Marina des Pont (Manacor), visita que comptà amb F. Comas, F. Mir i V. García-Delgado. Es realitzà l'exploració subaquàtica de la font des Verger (Sóller), per F. Ripoll, V. García-Delgado i A. Gregorio. Amb l'expedició Pirineus-75, V. García-Delgado, M. Trias, B. Alomar i F. Mir, visitaren Ordesa, la vall d'Añisclo i la cova Casteret. Es va topografiar la cova de sa Figuera a La Vileta (Palma), topografia realitzada per J.A. Alcover, F. Comas i F. Mir. També s'explorà i fotografià la cova des Torrent de Cúber (Escorca), en aquest cas per F. Comas, V. García-Delgado i M. Trias. Recolliren material bioespeleològic, F. Comas i J.A. Alcover, de l'avenc d'en Corbera (Esporles). Finalment, F. Mir, F. Comas i M. Trias, van topografiar i van recollir ceràmica de la cova des Magraner (Manacor) i també van visitar la cova de cala Varques A (Manacor) i la cova Marina des Pont (Manacor).



Figura 17: Exploració a la cova de sa Campana (Escorca), l'any 1987 (Foto arxIU M. Trias).

Figure 17: Exploration of Cova de sa Campana (Escorca), in 1987 (Photo archive M. Trias).





Figura 18: Cova de les Rodes (Pollença), any 1987 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 18: Cova de les Rodes (Pollença), in 1987 (Photo archive M. Trias).

El mes de setembre començà amb la topografia, realitzada per F. Mir i J.A. Alcover, de la cova Triangular (Escorca). Aquest mes va tenir lloc l'assemblea d'espeleologia, amb l'assistència de G. Pulido i M. Trias, de l'SCM. Per acabar aquest mes es va explorar, topografiar i es varen recollir ossos de l'avenc Vistable (Selva), per F. Comas i M. Trias.

Durant el mes d'octubre, M. Trias i M. Escudero, juntament amb membres de l'EST, realitzaren una prospecció a l'avenc Petit de Femenia (Escorca). Més endavant, G. Pulido i M. Trias, realitzaren prospeccions a l'avenc del Lapiaz (Escorca) i l'avenc de Fra Rafel (Escorca). Es va visitar l'avenc des Gel (Escorca), pels companys B. Llompart, M. Escudero, G. Pulido i M. Trias, visita amb la qual es va poder constatar que no hi havia gel a l'avenc. T. Fortuny, J. Seguí i M. Trias, visitaren les coves de Campanet (Campanet) i les coves de ses Barrequetes (Llubí). R. Canet, G. Pulido i M. Trias, visitaren la cova de Cal Pesse (Pollença). Es realitzaren unes jornades de bioespeleologia, organitzades per la SHNB i la Fundació Dragan durant les quals es visitaren les coves del Drac (Manacor) i la cova de sa Gleda (Manacor), jornades a les quals participaren B. Llompart, F. Pons, L. Roca i M. Trias.

Ja en el mes de desembre, B. Llompart, M. Gual, M. Trias, F. Pons, T. Fortuny i L. Roca, visitaren l'avenc de l'Hospital (Santa Maria del Camí). M. Trias visità la cova de Son Joan Jaume (Manacor). Finalment, B. Llompart, F. Mir, F. Comas i M. Trias, juntament amb uns companys irlandesos, visiten la cova de les Rodes (Pollença).

A Barcelona, durant el mes de desembre, se celebrà el V Simpòsium d'Espeleologia,

organitzat per l'Escola Catalana d'Espeleologia i que es va dedicar aquesta vegada a la temàtica del Quaternari; l'SCM presentà un treball de paleontologia, a càrrec de J.A. Alcover i L. Roca (ALCOVER i ROCA, 1975). Les comunicacions d'aquest simpòsium foren publicades a la monografia número 1 de la publicació **Speleon**.

## 1976

A l'arxiu Miquel Trias es troba dipositada una agenda (AGENDA, 1976) de les sortides de camp de l'SCM de l'any 1976; totes les dades de l'any 1976, que vénen a continuació, sense referència explícita, s'han extret d'aquesta agenda.

Francesc Mir, de l'SCM, l'any 1976, acabà un estudi que va a dur a terme els anys 1973, 1974 i 1976, en què va descriure les formes hipogeues del barranc d'Algendar (Menorca) (MIR, 1976). Participaren a la darrera campanya F. Mir, **Dolors Juan** i F. Comas.

M. Trias, publicà una bibliografia espeleoarqueològica de les Illes Balears (TRIAS, 1976).

A principis d'any, visitaren l'avenc del Pla de les Basses (Pollença), B. Llompart i M. Trias, juntament amb uns companys irlandesos. R. Canet, F. Mir i M. Trias, visitaren la cova de sa Campana (Escorca), juntament amb altres companys irlandesos. Es realitzà una visita a la cova de Can Bajoca (Mancor de la Vall), per G. Pulido i M. Trias, juntament amb el company de l'EST, J. Pons-Moyà. Es recolliren ossos, un crani humà i un quilòpode a l'avenc de sa Font des Vidre (Lloseta), per M. Trias, amb els companys de l'EST, À. Ginés i J. Pons-Moyà.

En el mes de febrer, T. Fortuny, L. Roca i



Figura 19: Restes d'un ase a la cova de sa Torre (Sant Llorenç des Cardassar), any 1987 (Foto arxiu M. Trias).

Figure 19: Skeletal remains of a donkey at Cova de sa Torre (Sant Llorenç des Cardassar), in 1987 (Photo archive M. Trias).



Figura 20: Cova des Jai Mora o des Gegant (Alaró), any 1987 (Foto arxiu M. Trias).

*Figure 20: Cova des Jai Mora o des Gegant (Alaró), in 1987 (Photo archive M. Trias).*

M. Trias, varen explorar i topografiar els avencs d'en Malonda 1 i 2 (Escorca). En aquest mes, va tenir lloc l'assemblea de l'SCM. També s'explorà, topografià i es recollí material paleontològic, al Coval de Montaura (Manacor), per M. Trias, F. Ripoll, L. Roca, M. Escudero i L. Canal.

El mes de març començà amb una sortida per Artà, on es va topografiar Sa Coveta (Artà), cavitat de la qual es recolliren ossos, es visità la cova de s'Algar (Artà) i s'explorà la cova de No-Res (Artà), per M. Escudero, M. Trias i L. Canal. Els companys M. Trias i Margalida Tomàs visitaren amb un grup d'alumnes, la cova des Coloms (Artà), una gran balma d'origen càrstic amb una galeria i una part del pis amb bretxa, sense ossos visibles.

Durant el mes d'abril s'explorà, s'inicià la topografia i també es recolliren ossos a l'avenc de ses Papallones (Bunyola), per T. Fortuny, M. Escudero, G. Pulido, F. Pons, L. Roca, M. Quetglas, M. Trias, B. Llombart i C. Paris. Visita a la cova des Perduts (Escorca) de F. Mir, M. Montaner, J.A. Alcover i F. Comas. Sortida de F. Mir amb els companys À. Ginés, de l'EST, i J.M. Victoria de la **Secció d'Investigacions Espeleològiques (SIE) del Centre Excursionista Àliga (CEA)** a diverses cavitats: cova Nova de Son Lluís (Porreres), cova Vella de Son Lluís (Porreres), cova de sa Guitarreta (Llucmajor) i cova de ses Sitjoles (Campos). F. Mir i M. Montaner visitaren la cova de s'Alzinota (Escorca) i també l'avenc des Conillons (Fornalutx).

A principis del mes de maig, M. Trias, juntament amb companys de l'EST, exploraren la cova de s'Olla (Andratx) on van recollir quilòpodes, *Hypnomys* i *Myotragus*. T. Fortuny, B. Llombart, D. Juan, B. Llull i M. Trias, van

topografiar la cova del Dimoni (Manacor).

Durant el mes de juny es va visitar la cova de sa Llumeta (Illa des Conills), amb els companys B. Llombart, M. Trias i F. Estarellas.

En el mes de juliol, F. Mir explorà la cova des Vell Marí (Deià). En aquest mes, tingué lloc una campanya a l'illa de Menorca: es va topografiar la cova des Badaluc i la cova de na Llarga, ambdues a Ciutadella de Menorca, tasca que realitzaren F. Comas, F. Mir, V. García-Delgado, M. Trias i G. Pulido. Es va topografiar i es va recollir material a la cova des Coloms i a la cova Polida, ambdues a Mercadal; en aquest cas la tasca la realitzaren J.A. Alcover, F. Mir, F. Comas, G. Pulido, F. Ripoll, T. Fortuny, M. Trias i D. Juan. També es va explorar i topografiar la font de sa Vall (Mercadal), per J.A. Alcover, F. Mir, F. Comas, G. Pulido, F. Ripoll, D. Juan, T. Fortuny i M. Trias; també visitaren, F. Mir i D. Juan, la cova de sa Pleta Fonda (Ferrerres); i es va topografiar el pou de Na Patarrà (Alaior), per D. Juan i M. Trias.

Durant el mes d'agost, F. Mir i J.A. Alcover, van visitar i hi van recollir material paleontològic a la cova des Corral des Porcs (Lloseta). F. Mir acompanyà un grup català de la **Secció d'Investigació i Recerca Espeleològica de la Unió Excursionista de Catalunya (SIRE-UEC)** a la cova de sa Campana (Escorca). Aquest mateix mes, F. Mir i J.A. Alcover, juntament amb un grup holandès de paleontòlegs, visitaren i hi recolliren material paleontològic la cova des Moro i la cova Marina des Pont, ambdues a Manacor. F. Mir acabà la topografia de la cova Triangular (Escorca). F. Ripoll explorà la font des Verger (Sóller). F. Mir i M. Trias exploraren



Figura 21: Cova des Xots (Manacor), amb el nivell de l'aigua 11 m per sobre del que és habitual, any 1989 (Foto arxiu M. Trias).

*Figure 21: Cova des Xots (Manacor), with the water level 11 m above the usual one, in 1989 (Photo archive M. Trias).*

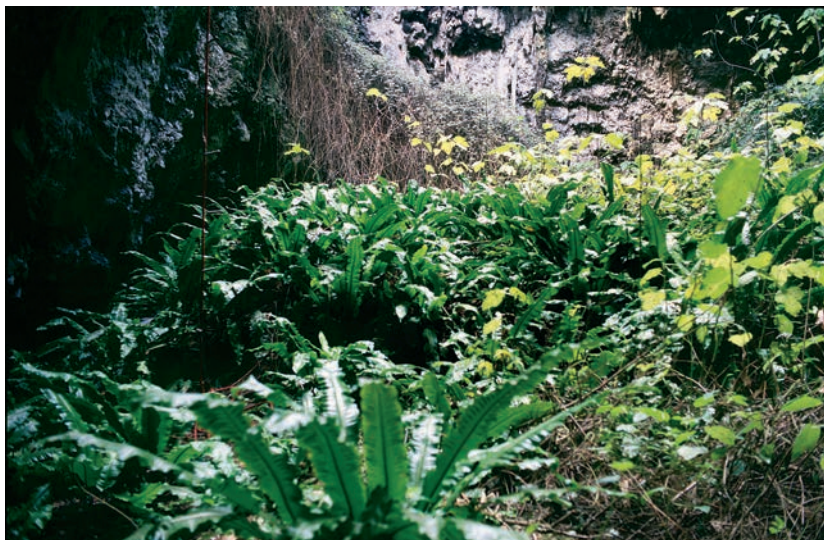


Figura 22: *Asplenium scolopendrium*, al clot des Sero (Calvià), any 1988 (Foto arxiu M. Trias).

*Figure 22: Asplenium scolopendrium, at Clot des Sero (Calvià), in 1988 (Photo archive M. Trias).*

i topografiaren la cova des Sòtil (Manacor) i també topografiaren la cova de s'Illot (Manacor).

En el mes de setembre, J.A. Alcover, F. Comas i F. Mir, visitaren la cova des Vell Marí (Deià). En el mes de desembre, M. Trias, T. Fortuny i F. Mir, exploraren la cova des Pins (Manacor).

Aquest any el nombre de federats a l'SCM era de 22 i el president era B. Llompart.

Es publicà l'Endins número 3.

## 1977

L'SCM publicà un treball sobre les coves de la zona de can Frasquet i cala Varques (Manacor), a càrrec de M. Trias i F. Mir (TRIAS i MIR, 1977), treball on descriuen una sèrie de cavitats de Manacor; a banda de M. Trias i F. Mir, participaren en les topografies F. Comas, V. García-Delgado, T. Fortuny, **Cristòfol Payeras**, G. Pulido, A. Artigues, **Javier Metola**, **Jaume Damians**, L. Mazaira, L. Roca, **J. Xiviell**, F. Ripoll i també alguns espeleòlegs del Grup Espeleològic EST, com ara, J. Ginés, À. Ginés, A. Alonso i O. de Bobes.

M. Trias, de l'SCM, documentà la troballa d'uns materials prehistòrics, document significatiu de la presència de l'home prepúnic a Eivissa, a la cova Xives (Eivissa) (TRIAS, 1977); la topografia de la cova Xives fou realitzada per F. Comas, F. Mir i C. Payeras. El grup també visità les cavernes del cap de Barbaria (Formentera) (TRIAS, 1983).

J. Damians, de l'SCM, documentà una troballa arqueològica a la cova de Son Ganyada, a Sencelles (DAMIANS, 1977); a més de J. Damians, també participaren a la topografia, J. Metola, C. Payeras i Cristian Ruiz.



Figura 23: Exploració a la cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia) any 1992 (Foto arxiu M. Trias).

*Figure 23: Exploration of Cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia) in 1992 (Photo archive M. Trias).*

**Jaume Rosselló** i **M. Trias** descobriren a la cova des Fum (Sant Llorenç des Cardassar) uns ossos que posteriorment s'atribuiran a *M. antiquus* (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1979).

L'SCM visità la cova Figuera (Manacor) (Fig. 12) i l'avenc d'en Corbera (Esporles) (Fig. 14).

El mes de març, el Comitè Nacional de Espeleologia (CNE), que depenia de la Federació Española de Montañismo (FEM), legalitzà els primers estatuts de l'SCM.

A banda de les persones citades fins ara, també eren socis del club: **Bartomeu Carbonell**, **Fernando Cerdà**, **Carlos Fernández**, **Joan Ferrer**, **Vicenç Ferrer**, **Javier Mazaira**, **Antoni Pujol** i **Vicenç Sastre**.

Aquest any, a Eivissa, es creà el **Grup Espeleològic de les Pitiüses** (GEP) i a Mallorca es creà també la secció d'espeleologia de l'**Organización Juvenil Española** (Voltors-OJE). S'edità l'Endins número 4.

## 1978

**T. Fortuny** i **M. Trias** exploraren i acabaren la topografia de l'avenc de ses Papallones (Bunyola), de 142 m de fondària, la descripció del qual es va publicar a l'Endins núm. 5-6 (TRIAS, 1979a). Es realitzaren altres topografies, com ara, de la cova de sa Germaneria (Calvià), de l'avenc d'Alcanella (Escorca), de la cova de l'Estació i la cova dels Moscards (Pollença) i la cova de sa Torre i l'avenc de la Gruta (Sant Llorenç).

S'incorporaren al club: **Gabriel Sánchez** i **Margarita Sánchez**. Aquest any, també s'incorporà **Miquel Escudero**, procedent del grup FOSQUERS.

## 1979

**J. Ginés de l'EST** i **M. Trias** de l'SCM, topografiaren l'avenc Cremat (-86,5 m), que resultà l'avenc de més fondària de Puigpunyent (GINÉS *et al.*, 1989).

Aquest any es publicà una nova recopilació de l'Inventari Espeleològic de les Balears, que aquesta vegada es va fer extensiu a Menorca, Eivissa i Formentera (TRIAS *et al.*, 1979), i en el que s'hi podien trobar un total de 883 cavitats.

**F. Mir** presentà un treball a l'Endins (MIR, 1979), en què descriu onze cavitats de la zona sud-occidental de Menorca. Per aquest treball, que es va realitzar durant les campanyes dels anys 1973, 1974 i 1976, a més de **F. Mir**, també hi participaren **F. Comas**, **G. Pulido**, **M. Trias**, **L. Roca**, **T. Fortuny**.



Figura 24: Inauguració de les Jornades El carst, patrimoni natural de les Illes Balears. D'esquerra a dreta, Francesc Gràcia, vicepresident de la FBE; Miquel J. Deyà, Director General d'Universitats, Recerca i Transferència del Coneixement; Montserrat Casas, rectora de la UIB; Antoni M. Grau, president de la SHNB; i Pere Bover, president de l'SCM (Foto D. Vicens).

Figure 24: Inauguration of the Conference The karst, natural heritage of the Balearic Islands. From left to right: Francesc Gràcia, Vice-president of the FBE; Miquel J. Deyà, General Director of Universities, Research and Knowledge Transfer; Montserrat Casas, Chancellor of the UIB; Antoni M. Grau, President of the SHNB; and Pere Bover, President of the SCM (Photo D. Vicens).



Figura 25: Logotip de les Jornades El carst, patrimoni natural de les Illes Balears.

Figure 25: Logo of the Conference The karst, natural heritage of the Balearic Islands.



Figura 26: Disseny de les camisetes de l'SCM, amb motiu del 45è aniversari de la seva fundació (1967-2012).

Figure 26: Design of the SCM T-shirts to celebrate the 45th anniversary of its foundation (1967-2012).

J. Ginés i À. Ginés publicaren un treball sobre l'avenc Fonda (Pollença) en la topografia del qual hi col·laborà P. González, membre de l'SCM (GINÉS i GINÉS, 1979).

M. Trias presentà una nota sobre les ceràmiques de la cova des Diners (Manacor) (TRIAS, 1979b).

El President de l'SCM era Francesc Ruiz i el club comptava amb 30 socis (ANUARIO S.E.E., 1979). A més dels socis citats, també formaven part del club: **Joan Amengual, Joana Barrera, Ramiro Carbonell, Guillem Mesquida, Isabel Ramis i Francesca Simó.**

S'edità el número 5-6 de l'Endins.

## 1980

M. Trias publicà un estudi sobre el Pou de na Patarrà (TRIAS, 1980), topografia que es va realitzar l'any 1976 juntament amb D. Juan.

Es visità la cova de Can Bordils o dets Amagatalls (Manacor) (Fig. 13).

J. Damians topografià l'avenc de Bini Petit (Escorca).

El President de l'SCM era Francesc Ruiz i el nombre de socis del club era de 27 (ANUARIO S.E.E., 1980). Un dels socis era **Francesc Gràcia**, actual director de l'Endins, el carnet del qual podem veure a la Fig. 15. També formaven part del club: **Alfonso Barba, Antoni Escudero, Isabel Frade, Joana Lliteras, José Martínez, Josep Francesc Ramos, Margalida Maria Roca, Bernadí Roig i Jaume Ripoll.**

Durant el mes de febrer de 1980, es feren eleccions a la Secció Balear d'Espeleologia, de les quals en resultà elegit President Joaquín Ginés Gracia, del grup EST. Es creà, l'Escola Balear d'Espeleologia (EBE). S'edità el número 7 de l'Endins.

## 1981

En aquest any, Josep Antoni Alcover (soci de l'SCM), Salvador Moyà-Solà i Joan Pons-Moyà publicaren el llibre *Les Quimeres del Passat* (ALCOVER *et al.*, 1981), obra que reunia els coneixements disponibles sobre els vertebrats plio-quaternalis de les nostres Illes, emprant, entre d'altres, material recol·lectat per l'SCM.

M. Trias i J.A. Alcover, membres de l'SCM, i S. Moyà, de l'EST, realitzaren una campanya a Eivissa amb l'objecte de prospectar jaciments càrstics capaços d'aportar restes fòssils de vertebrats. Quant a la paleontologia de vertebrats, els resultats de la campanya foren ben fecunds i Eivissa va deixar de ser l'illa sense fauna vertebrada plio-pleistocènica (NOTICIARI, 1981).

M. Trias publicà una notícia sobre el jaciment islàmic de la cova de Can Bordils o dets Amagatalls (Manacor) (TRIAS, 1981), a la topografia de la cova, col·laboraren també G. Rosselló, J. Rosselló i F. Ruiz.

El President de l'SCM era Francesc Ruiz i el nombre de socis del club era 23 (ANUARIO S.E.E., 1981). També eren socis del club: **Sebastià Ambrós, Catalina Luis, Miquel Pascual i Josep Torres.**

La SBE tornà a fer eleccions, en sortí reelegit President en Joaquín Ginés. Es publicà el número 8 de l'Endins.

## 1982

Finalment es pogué crear la FEE i la SBE es convertí en una federació esportiva territorial. Com a conseqüència d'això, se celebraren eleccions en el si de la **Federació Balear d'Espeleologia** (FBE), de les quals en resultà reelegit l'anterior President, Joaquín Ginés. Es



Figura 27: Josep Antoni Alcover, a l'esquerra, abans de l'inici de la conferència impartida al Club Diario de Mallorca, organitzada per l'SCM i el Diario de Mallorca. Vicenç Pla, a la dreta, s'encarregà de presentar-lo (Foto A. Ginard).

*Figure 27: Josep Antoni Alcover, on the left, just before the beginning of the lecture given at Club Diario de Mallorca, organized by SCM and Diario de Mallorca. Vicenç Pla, on the right, who introduced the speaker to the audience (Photo A. Ginard).*

creà novament el grup Voltors-OJE (ANUARIO S.E.E., 1982).

Els membres de l'SCM, M. Trias i J.A. Alcover, realitzaren una campanya d'exploració i topografia a Eivissa i Formentera. D'aquesta campanya M. Trias en publicà un article (TRIAS, 1982a).

F. Comas, F. Ruiz i M. Trias topografiaren i descriviren la cova de ses Gerres (Escorca) i d'aquesta exploració M. Trias publicà un article (TRIAS, 1982b).

M. Trias publicà un altre article, en aquest cas sobre el jaciment islàmic de la cova de Can Bordils o dets Amagatalls (Manacor) (TRIAS, 1982c).

El President de l'SCM era Francesc Ruiz; el nombre de socis del club continuava minvant i ja només era de 14 (ANUARIO S.E.E., 1982).

Aquest any es publicà el número 9 de l'Endins.

## 1983

M. Trias i J.A. Alcover descriviren i topografiaren la cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni, Eivissa) i el resultat no es publicà fins dos anys més tard (TRIAS, 1985a).

Del 30 de març al 5 d'abril, membres de l'SCM realitzaren una campanya a Sardenya (Itàlia), centrada a la zona d'Oliena, de la qual n'obtingueren abundants materials paleontològics, especialment a la Grotta de Su Guanu (ANUARIO S.E.E., 1983). Miquel Trias

publicà el catàleg de les Pitiüses (TRIAS, 1983).

El President de l'SCM era Josep Antoni Alcover i el nombre de socis del club era 7 (ANUARIO S.E.E., 1983).

## 1984

L'SCM realitzà dues campanyes a l'illa de Menorca, la principal tasca de les quals era recollir dades sobre els quiròpters cavernícoles; tasca que també va abastar l'arqueologia i la paleontologia. Participaren a les campanyes M. Trias, J. A. Alcover, F. Comas, L. Plantamor. D'aquestes campanyes, M. Trias publicà els resultats (TRIAS, 1985b).

El President de l'SCM era Josep Antoni Alcover i el nombre de socis del club era 7 (ANUARIO S.E.E., 1983). **Antoni Trias** també formava part del club.

S'edità el número 10-11 de l'Endins.

## 1985

M. Trias publicà en nom de l'SCM un dels darrers treballs de la primera etapa, el glossari de terminologia espeleològica i càrstica (TRIAS, 1985c).

## Anys de transició

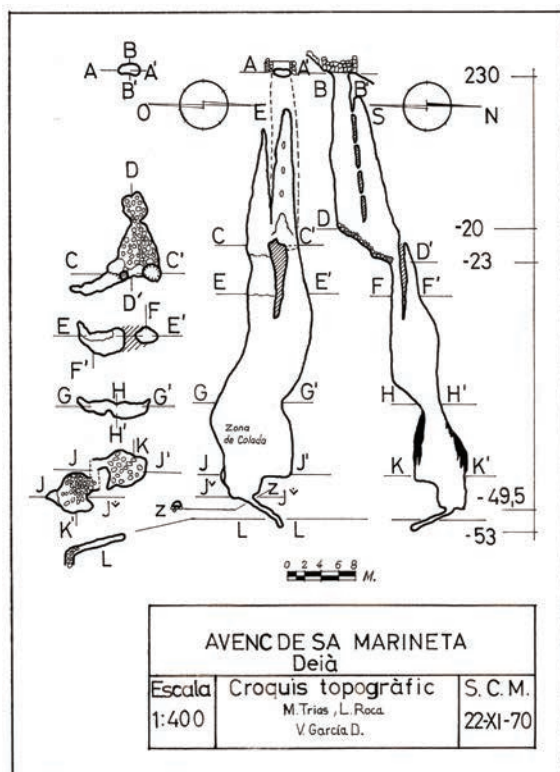
L'any 1985 l'SCM desaparegué com a club espeleològic; si més no, els pocs membres que quedaven al club continuaren en actiu però es repartiren entre diferents grups, com ara, el GEMse o l'EST. El grup no va reaparèixer fins el 2009.

En el moment de la desaparició, alguns dels integrants de l'SCM continuaren en actiu, com ara, M. Trias, J.A. Alcover i F. Comas, en el GEMse. Alguns d'aquests espeleòlegs tornaren a l'SCM, l'any 2009, moment de la reaparició. Durant aquests anys en què no existí l'SCM, aquests autors continuaren la seva tasca espeleològica (Fig. 17 a 23).

## Nova etapa

### 2009

A finals del 2009, sis espeleòlegs, en aquells moments federats en dos grups diferents, refunden l'SCM: **Pere Bover**, **Antelm Ginard**, **Mateu Vadell** i **Miquel Àngel Barceló**, del grup EST, i **Damià Crespí** i **Damià Vicens**, del grup GEMse. Els membres fundadors també formaren la primera junta directiva d'aquesta nova



etapa: Pere Bover (President), Damià Crespi (Vicepresident), Antelm Ginard (Secretari), Damià Vicens (Tresorer) i Mateu Vadell (Vocal).

Alguns dels membres de la primera etapa de l'SCM tornen a integrar-se al club, com ara, M. Trias, A. Artigues, F. Ripoll, F. Mir, J. A. Alcover, **Damià Jaume** i F. Ruiz; alguns d'ells provenen d'altres clubs i altres, en canvi, no estaven federats a cap club.

S'edità el número 33 de l'Endins.

## 2010

Durant aquest any continuà l'exploració i topografia de la serra de na Burguesa, per un equip d'espeleòlegs que a partir d'ara formaran part del mateix grup espeleològic, SCM. Aquests espeleòlegs, M. À. Barceló, P. Bover, D. Crespi, A. Ginard, M. Vadell i D. Vicens, juntament amb altres integrants d'altres grups (EST, GNM, GEMse), exploren la serra de na Burguesa des de l'any 1992 (VICENS, 2011a). Alguns d'aquests espeleòlegs (A. Ginard, D. Vicens, V. Pla, D. Crespi, M.À. Barceló i P. Bover) juntament amb altres naturalistes presentaren un treball sobre els pteridòfits i briòfits de la serra de na Burguesa (GINARD *et al.*, 2010). L'SCM (D. Crespi, P. Bover, A. Ginard, D. Vicens, M. Vadell i M.À. Barceló) i el GNM acabaren la campanya espeleològica a Son Boronat-L'Hostalet (Calvià),

on destacà la cova-avenc de na Boira (CRESPÍ *et al.*, 2010). El GNM juntament amb l'SCM (M. Trias) aportà noves dades sobre les cavitats litorals de cala Falcó-cala Varques (Manacor) (GRÀCIA *et al.*, 2010). M. Trias i J. A. Alcover, de l'SCM, juntament amb Juan C. Rando estudiaren una sèrie de cavitats de la Macaronèsia (TRIAS *et al.*, 2010). L'IMEDEA, mitjançant Pere Bover (aleshores president de l'SCM) com a director de l'excavació, i altres paleontòlegs de l'IMEDEA excavaren a la cova des Pas de Vallgornera amb l'ajuda logística d'un equip de la Federació Balear d'Espeleologia. J.A. Alcover i M. Trias, juntament amb altres espeleòlegs i arqueòlegs, publicaren un estudi de la cova de sa Tossa Alta (Escorca) (VALENZUELA *et al.*, 2010).

El nombre de socis de l'SCM era de 12 federats i 1 no federat. Francesc Ruiz, consoci de l'SCM, formava part de la Junta Directiva de la FBE, com a vocal de biblioteca.

S'edità el número 34 de l'Endins.

## 2011

A principi d'any, es va substituir el vocal del club, càrrec que passà a ocupar **Vicenç Pla**.

Durant el 2011, l'equip de treball de na Burguesa (P. Bover, D. Crespi, A. Ginard, F. Ruiz, D. Vicens) continuà l'exploració i topografia d'aquesta zona.

L'SCM (P. Bover, D. Crespi, A. Ginard, F. Ruiz, D. Vicens) explorà i topografià els litorals de Llucmajor, Santanyí i Manacor, juntament amb el GNM.

A finals de l'any 2011 la UIB acollí les Jornades *El carst, patrimoni natural de les Illes Balears* (Fig. 24), a l'organització de les quals va participar l'SCM, juntament amb la SHNB, la UIB i la FBE. Les Jornades constaren de 21 conferències, 1 documental, una taula rodona sobre protecció i conservació de cavitats i la visita a tres cavitats del Llevant de Mallorca: cova Genovesa, coves del Pirata i cova des Pont. Els membres de l'SCM presentaren 5 treballs: GINARD *et al.* (2011), VICENS *et al.* (2011b), GRÀCIA i JAUME (2011), VICENS i PONS (2011) i BOVER (2011). Els continguts de les conferències de les Jornades es varen publicar al número 35 de l'Endins, que és un monogràfic sobre aquestes Jornades. El logotip (Fig. 25) de les Jornades va ser dissenyat pel nostre consoci M. Trias.

En aquest any l'SCM comptava amb 19 socis, 17 dels quals estaven federats a la FBE. Francesc Ruiz formava part de la Junta Directiva de la FBE, com a vocal de biblioteca.

Aquest any es creà un nou grup d'espeleologia, el Grup d'Activitats de Muntanya i Espeleologia (GAME).

## 2012

Pere Bover, per motius professionals (va anar a treballar a fora de Mallorca) va dimitir de les seves funcions com a president; la qual cosa va provocar la convocatòria d'eleccions per formar una nova Junta Directiva. Només hi hagué una candidatura que s'elegí per unanimitat i la nova junta quedà constituïda de la següent manera: Damià Crespí (President), Damià Vicens (Vicepresident), Antelm Ginard (Secretari), Vicenç Pla (Tresorer) i Francesc Ruiz (Vocal).

M. Trias, P. Bover i F. Ruiz, conjuntament amb membres dels grups EST i GNM, topografiaren, descriviren i estudiaren diferents aspectes de la cavitat anomenada cova Novella de na Llebrona (Manacor), cavitat que es va descobrir a conseqüència de les obres dutes a terme a la carretera de Portocristo.

Alguns membres del club, D. Crespí, A. Ginard, F. Ruiz i D. Vicens, continuaren les tasques d'exploració de na Burguesa. El Divendres Sant, D. Vicens, D. Crespí i A. Ginard, realitzaren una troballa paleontològica, el jaciment Na Burguesa 1, jaciment d'origen càrstic amb fòssils de mamífers, rèptils, amfibis, etc., de finals del Miocè. La informació que pugui aportar aquest jaciment serà de vital importància per conèixer la fauna que va arribar a les nostres illes durant la dessecació de la Mediterrània a causa de la crisi Messiniana (VICENS *et al.*, 2013c).

A l'estiu continuà l'exploració de la zona costanera de Lluçmajor, concretament de la zona de s'Estelella, en què participaren D. Crespí, A. Ginard i D. Vicens.

L'SCM col·laborà amb el GNM en les tasques d'exploració i topografia del litoral de Manacor, Santanyí i també de Ses Salines. D'aquest darrer municipi, per la seva importància, cal destacar es Dolç, cavitat litoral amb influències hipogèniques excavada als materials plio-quadernaris i que té un recorregut d'uns 4 km (GRÀCIA *et al.*, 2013a; 2013b). A. Ginard i D. Vicens, topografiaren les tres entrades de la cavitat i una més que es trobava obstruïda.

El club confeccionà unes camisetes, amb el motiu SCM 1967-2012 (Fig. 26), disseny de M. Trias.

El nombre de socis era de 21, dels quals 19 estaven federats a la FBE.

El nostre consoci Francesc Ruiz formava part de la FBE, com a vocal de biblioteca.

## 2013

Continua l'exploració i catalogació espeleològica de la serra de na Burguesa, en la qual participen D. Crespí, A. Ginard, F. Ruiz i D. Vicens.

Els litorals de Lluçmajor, Manacor, Santanyí i Ses Salines continuen sent objecte d'exploració; en aquest any han participat D. Crespí, A. Ginard, F. Ruiz i D. Vicens.

L'any 2013 s'ha creat un nou grup, el Club Esportiu Dimonis Muntanyers (CEDM), que té la seu a Manacor.

**David García**, publicà un article sobre el *Rhinolophus ferrumequinum* a la revista *Barbastella* (GARCÍA *et al.*, 2013).

El 13 de juny, Josep Antoni Alcover va impartir una conferència, amb el títol *Una breu història dels darrers 6 milions d'anys a les Balears*, al Club Diario de Mallorca, a Palma, organitzada per l'SCM i el Diario de Mallorca, conferència que tractà sobre la fauna vertebrada abans de l'arribada del humans (Fig. 27).

Recentment, el mes d'octubre, alguns membres de l'SCM han presentat comunicacions relacionades amb les seves recerques (veure BOVER *et al.*, 2013; GINARD *et al.*, 2013; VICENS *et al.*, 2013a, 2013b, 2013c i 2013d) a les VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears, organitzades per la SHNB.

El 13 de desembre, D. García, impartí la conferència titulada *Les ratapinyades cavernícoles*, organitzada per la FBE.

El nombre de socis actual és de 15, dels quals 14 estan federats a la FBE.

## La Federació Balear d'Espeleologia

L'SCM (igualment que l'EST i el GNM) ha estat un dels clubs que va entrar a formar part, des de l'any 1972, de les primeres estructures federatives existents a les Illes Balears: la Delegació Balear del CCBE, el CBE, la SBE i la FBE. A la Taula 1 es poden veure els diferents presidents des de l'any 1972, any en què es va crear la Delegació a Balears del Comitè Catalano-Balear d'Espeleologia.



Any	Estruc. Federativa	President	Club
1972	CCBE	Àngel Ginés	EST
1973	CCBE	Miquel Trias	SCM
1975	CBE	Miquel Trias	SCM
1980	SBE	Joaquin Ginés	EST
1981	SBE	Joaquin Ginés	EST
1982	FBE	Joaquin Ginés	EST
1985	Comissió Gestora	Josep F. Ramos	EST
1985	FBE	Joaquin Ginés	EST
1988	FBE	Joaquin Ginés	EST
1992	FBE	Antoni Merino	EST
1996	FBE	Antoni Merino	ANEM
2000	FBE	Antoni Merino	ANEM
2004	FBE	Julián Vega	GEP
2008	FBE	Guillem Mulet	GELL
2012	FBE	Guillem Mulet	GELL

Taula 1: Presidents de la Federació Balear d'Espeleologia.

Table 1: Presidents of the Federació Balear d'Espeleologia.

L'SCM va estar federat des de l'any 1979, any en què es va crear la SEE i la SBE, fins a l'any 1984, any que va marcar el final de la primera etapa del grup, etapa en la qual va ser un dels clubs més actius de les Balears; a finals del 2009 es va refundar el grup, iniciant així la segona etapa.

## Agraïments

Els autors volem agrair a les persones que han col·laborat en la redacció d'aquest article, molt especialment a Miquel Trias, Àngel Ginés i Joaquín Ginés. També volem agrair la col·laboració de Josep Antoni Alcover, Francesc Gràcia, Agustina Janés, Guillem X. Pons i Francesc Ruiz.

## Dedicatòria

Volem dedicar aquest article als socis i col·laboradors de l'SCM, que durant aquests anys ens han deixat: Joan Pons-Moyà, Jaume Damians, Lluís Roca i Lourdes Mazaira.

## Annex

Acrònims que s'han fet servir a l'article:

ANEM	Secció Espeleològica Associació Nova Esmenta
CBE	Comitè Balear d'Espeleologia
CCBE	Comitè Catalano-Balear d'Espeleologia
CEA	Centre Excursionista Àliga
CEDM	Club Esportiu Dimonis Muntanyers
CNE	Comitè Nacional de Espeleologia
EBE	Escola Balear d'Espeleologia
ECG	Espeleo Club de Gràcia
EME	Equip Mallorquí d'Espeleologia
ERE	Equip de Recerques Espeleològiques
EST	Grup Espeleològic EST (Euntes Sub Terram)
FBE	Federació Balear d'Espeleologia
FEE	Federación Española de Espeleología
FEM	Federación Española de Montañismo
FOSQUERS	Grup Espeleològic Fosquers
GAME	Grup d'Activitats de Muntanya i Espeleologia
GEAH	Grup Espeleològic Ahlbaida
GELL	Grup Espeleològic de Llubi
GEM	Grup Espeleològic Mallorquí
GEMse	Secció Espeleològica del Grup Excursionista de Mallorca
GEP	Grup Espeleològic de les Pitüses
GGG	Grup Geogràfic de Gràcia
GNM	Grup Nord de Mallorca
IMEDEA	Institut Mediterrani d'Estudis Avançats
OEM	Organització Espeleològica Mallorquina
ORÍGENS	Grup Espeleològic Orígens
SBE	Secció Balear d'Espeleologia
SCM	Speleo Club Mallorca
SEE	Sección Española de Espeleología
SHNB	Societat d'Història Natural de les Balears
SIE	Secció d'Investigacions Espeleològiques
SIRE-UEC	Secció d'Investigació i Recerca Espeleològica-Unió Excursionista de Catalunya
UIB	Universitat de les Illes Balears
Voltors-OJE	Grup Espeleològic Voltors-Organización Juvenil Española

## Bibliografia

- AGENDA DE L'SPELEO CLUB MALLORCA (1974).  
AGENDA DE L'SPELEO CLUB MALLORCA (1975).  
AGENDA DE L'SPELEO CLUB MALLORCA (1976).
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Editorial Moll. Monografies Científiques, 1. 261 pàgs. Palma.
- ALCOVER, J. A. i ROCA, L. (1975): Noves aportacions al coneixement del gènere *Hypnomis* BATE 1918 i dels seus jaciments. *Speleon, Monografia 1*: 81-102.
- ANUARIO DE LA SECCIÓN ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGÍA (1979-1981). Versió impresa. Gràfiques Valls. Terrassa.
- ANUARIO DE LA FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ESPELEOLOGÍA (1982-2009). Versions impreses i digitals.
- APARICIO, A. i JAUME, G. (1969): Nota sobre las investigaciones que se están efectuando sobre los cambios del nivel del Mediterráneo. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 15: 160.
- ASTIER Y TURRÓ, L. (1969): Exploraciones en Mallorca. Campaña conjunta del E.R.E. y del S.C.M. *Geol. y Biol "Karst"*, 20-21: 532.
- BOVER, P. (2011): La paleontologia de vertebrats insulars de les Balears: la contribució de les excavacions recents. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 299-316.
- BOVER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D.; PONS, G.X i VICENS, D. (2013): Els fòssils de vertebrats pleistocens procedents de la cova des Coral-loides de la serra de na Burguesa al MNIB-SHNB. In: Pons, G. X., Ginard, A., i Vicens, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 450-451.
- CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A., VICENS, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M.À. i GRÀCIA, F. (2010): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (3a part) (Calvià, Mallorca). *Endins*, 34: 125-140.
- DAMIANS, J. (1977): Troballa arqueològica a Sencelles. *Endins*, 4: 53-56.
- ENCINAS, J.A.; GINÉS, J. i TRIAS, M. (1974): Inventario espeleológico de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 29-49.
- ESCUADERO, M. (1974): Exploración y topografía de las cavidades situadas en el Cabo Pinar (Alcudia). *Endins*, 1: 27-28.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. i TRIAS, M. (1989): La Cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics. *Endins*, 14-15: 53-59.
- GARCÍA, D.; CAPELLÀ, L. i QUETGLAS, J. (2013): Nuevo dato sobre la longevidad del murciélago grande de herradura *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) en las islas Baleares. *Barbastella*, 6 (1): 60-63.
- GINARD, A.; BOVER, P.; CRESPI, D.; GRÀCIA, F.; GUAL, M.À.; BALAGUER, P. i VICENS, D. (2013): Les coves litorals de la franja costanera entre es Racó des Llobets i cala Esglesieta (Llucmajor, Illa de Mallorca). In: PONS, G. X.; GINARD, A. i VICENS, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 35-36.
- GINARD, A.; GINÉS, À. i VICENS, D. (2011): Les exploracions espeleològiques a les Illes Balears. La Federació Balear d'Espeleologia. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 11-36.
- GINARD, A.; VICENS, D.; ROSELLÓ, J.A.; PONS, G.X.; MIR-GUAL, M.; PLA, V.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M.À. i BOVER, P. (2010): Pteridòfits i briòfits de les cavitats de la serra de na Burguesa (Serra de Tramuntana, Mallorca). *Endins*, 34: 69-86.
- GINÉS, À. (1993): El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades balears (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, À. i GINÉS, J. (1974): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de Sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 11-28.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (2002): Estado actual del conocimiento científico del karst y de las cuevas de las islas Baleares / Estat actual del coneixement científic del karst i de les coves de les Illes Balears. *Boletín SEDECK*, 3: 26-45. Madrid.
- GINÉS, J.; BORRÀS, C. i GINÉS, À. (1989): Grup Espeleològic EST: 1968-1988. Vint anys d'espeleologia mallorquina. *Endins*, 14-15: 101-116.
- GINÉS, J. i GINÉS, À. (1979): L'avenc Fonda (Pollença, Mallorca). *Endins*, 5-6: 39-42.
- GINÉS, J. i TRIAS, M. (1972): Primera relación del inventario espeleológico de Mallorca. 2º *Simpósium de Metodología Espeleológica*. Barcelona.
- GRÀCIA, F. (2010): Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca (Mediterrània occidental). Els exemples de la cova de sa Gleda (Manacor) i de la cova des Coll (Felanitx). Memòria d'Investigació. UIB. 254 pp.
- GRÀCIA, F. i CLAMOR, B. (2001): La cova de sa Gleda. *Subterrànea*, 16: 24-34.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M.À.; PERELLÓ, M.À.; JAUME, D. i MAS, G. (2013a): Es Dolç: una cavitat sorprenent. In: Pons, G. X., Ginard, A., i Vicens, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 24-25.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M.À.; PERELLÓ, M.À. i MAS, G. (2013b): Es dolç: cavitat d'origen hipogènic i de la zona de mescla litoral als materials plio-quaternaris (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca). In: PONS, G. X., GINARD, A., i VICENS D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 124-125.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. i 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.
- GRÀCIA, F.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; TRIAS, M.; FORNÓS, J.J.; FEBRER, M. i POCOVÍ, J. (2010): Noves aportacions a l'estudi de les cavitats de cala Falcó-cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 141-154.
- GRÀCIA, F. i JAUME, D. (2011): La fauna aquàtica dels hàbitats anquihalins i dolçaquicoles de les cavitats balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 257-268.
- JAUME, G.; TRIAS, M.; ARTIGUES, A. i LLOMPART, B. (1969): Exploraciones a Sa Sínia (Manacor). *X Congreso Nacional de Arqueología*: 96-102. Maó.
- KOPPER, J. S. (1975): Preliminary note on the paleomagnetic reversal record obtained from two Mallorcan caves. *Endins*, 2: 7-8.
- MIR, F. (1974): La cova de sa Guitarreta (Llucmajor, Mallorca) i la importància de les seves condicions faunístiques. *4t Simpósium d'Espeleologia*: 103-106. Barcelona.
- MIR, F. (1976): Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca). *Endins*, 3: 27-39.
- MIR, F. (1979): Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca. *Endins*, 5-6: 19-28.
- MIR, F. i TRIAS, M. (1973): Sobre el karst de la cova de sa Campana i les seves concrecions excèntriques. *3r Simpósium d'Espeleologia*. 53-70: Mataró.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ J. (1979): Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del Plioceno, Pleistoceno y Holoceno de las Baleares. *Endins*, 5-6: 59-74.
- NOTICIARI (1981). *Endins*, 8: 95-96.
- PLA, V. i VICENS, D. (2000): 25 anys d'Endins, revista de la Federació Balear d'Espeleologia. *Endins*, 23: 155-186.
- PONS, J. i ROCA, L. (1974): Restos de grulla fòsil en el Avenc de na Corna (Artà). *Endins*, 1: 17-20.
- RIPOLL, F. i ROCA, L. (1974): Algunas observaciones sobre Sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico. *Endins*, 1: 21-24.
- TRIAS, M. (1974): Una campanya a les illes de Cabrera. *Endins*, 1: 33-39.
- TRIAS, M. (1975): Sobre dos cavidades del Barranc d'Algendar: Cova Murada y Cova den Leon (Menorca). In: *Actas XIII Congreso Nacional de Arqueología, Huelva, 1973*. 365-376. Zaragoza.
- TRIAS, M. (1976): Bibliografía espeleoarqueológica de les Illes Balears. *Endins*, 3: 67-69.
- TRIAS, M. (1977): Cova Xives: troballes prehistòriques a Eivissa. *Endins*, 4: 49-52.
- TRIAS, M. (1979a): L'avenc de ses Papallones. *Endins*, 5-6: 29-31.
- TRIAS, M. (1979b): Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la cova des Diners. *Endins*, 5-6: 75-80.
- TRIAS, M. (1980): Aportació a l'estudi de na Patarrà. *Endins*, 7: 63-67.
- TRIAS, M. (1981): Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls. *Endins*, 8: 59-74.

- TRIAS, M. (1982a): Noves dades sobre les caveres Pitiüses. *Endins*, 9: 15-27.
- TRIAS, M. (1982b): Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 29-36.
- TRIAS, M. (1982c): Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dels Amagatalls. *Quaderns de Ca la Gran Cristiana*, 1.
- TRIAS, M. (1983): Espeleologia de les Pitiüses. *Institut d'Estudis Eivissencs, Estudis breus*, 2: 59 pàgs.
- TRIAS, M. (1985a): La cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni, Eivissa). *Endins*, 10-11: 21-25.
- TRIAS, M. (1985b): Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca. *Endins*, 10-11: 3-12.
- TRIAS, M. (1985c): Glossari de terminologia espeleològica i càrstica. *Endins*, 10-11: 71-76.
- TRIAS, M. i MIR, F. (1977): Les coves de la zona de can Frasquet – cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.
- TRIAS, M.; PAYERAS, C. i GINÉS, J. (1979): Inventari espeleològic de les Balears. *Endins*, 5-6: 89-108.
- TRIAS, M. i RAMON, F. (1999): *Els torrents clàssics de la serra de Tramuntana*. Miquel Font, Editor. Mallorca passa a passa, 2. 149 pàgs. Palma.
- TRIAS, M.; RANDO, J.C. i ALCOVER, J.A. (2010): Aportació al coneixement de les cavitats de la Macaronèsia. *Endins*, 34: 165-180.
- TRIAS, M. i ROCA, L. (1975): Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica. *Endins*, 2: 15-33.
- TRIAS, M. i SANTANDREU, G. (2004): La cova de Muntanya (Escorca, Mallorca). *Endins*, 26: 45-52.
- VALENZUELA, A.; BONNIN, M.; BARTOLOMÉ, J.; ALCOVER, J.A. i TRIAS, M. (2010): La cova de sa Tossa Alta (Escorca, Mallorca): una estació prehistòrica remota a la serra de Tramuntana. *Endins*, 34: 19-34.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; GINARD, A.; VADELL, M.; BARCELÓ, M.À.; GRÀCIA, F.; RUIZ, F. i BOVER, P. (2011a): 20 años de exploración, topografía, y documentación del endokarst de la Serra de Na Burguesa (Mallorca, Illes Balears). *Subterránea*, 33: 30-35.
- VICENS, D.; GINARD, A.; CRESPI, D. i BOVER, P. (2013a): Activitats mineres a la serra de na Burguesa (Illa de Mallorca): pedreres d'àrids, pedreres de roques ornamentals, obtenció de calç i extracció d'aigua. In: Pons, G. X., Ginard, A., i Vicens, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 37.
- VICENS, D.; GINARD, A.; CRESPI, D. i BOVER, P. (2013b): Els dipòsits del Pleistocè superior de la franja costanera situada entre es Racó des Llobets i cala Esglesieta (Llucmajor). In: Pons, G. X., Ginard, A., i Vicens, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 38-39.
- VICENS, D.; GINARD, A.; CRESPI, D. i BOVER, P. (2013c): Treballs relacionats amb l'estudi del carst, realitzats entre 2009 i 2013 per l'Speleo Club Mallorca, a la serra de na Burguesa (Serra de Tramuntana, Mallorca). In: Pons, G. X., Ginard, A., i Vicens, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 40-41.
- VICENS, D.; GINARD, A.; CRESPI, D. i BOVER, P. (2013d): Catalogació del patrimoni de la mineria de guix a la serra de na Burguesa. In: Pons, G. X., Ginard, A., i Vicens, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 75-76.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F.; BALAGUER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D. i BOVER, P. (2011b): Cavitats litorals de gènesi marina a les Illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 227-236.
- VICENS, D. i PLA, V. (2001): L'equip mallorquí d'espeleologia (EME): primer grup espeleològic mallorquí. *Endins*, 24: 113-127.
- VICENS, D. i PONS, G.X. (2011): Els invertebrats terrestres fòssils als jaciments d'origen càrstic de les Illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 283-298.

## LA COVA NOVELLA DE NA LLEBRONA (Manacor, Mallorca)

per Miquel TRIAS<sup>1</sup>, Pere BOVER<sup>1,2</sup>, Joaquín GINÉS<sup>3</sup>, Francesc GRÀCIA<sup>4</sup>,  
Beatriz PALOMAR<sup>5</sup>, Mateo VADELL<sup>3,6</sup> i Francesc RUIZ<sup>1</sup>

### Resum

En el present treball es descriu la cova Novella de na Llebrona, una cavitat descoberta en el terme municipal de Manacor durant les tasques de construcció de la nova carretera que voreja Portocristo cap al sud. Es tracta d'una cova de dimensions discretes, ja que tan sols assoleix devers 250 m de desenvolupament. No obstant això, en el seu interior es varen localitzar restes de ceràmica posttalaiòtica i també de fauna prehumana del Quaternari de les Balears (*Myotragus balearicus* i *Hypnomys morpheus*). Les tasques espeleològiques efectuades han permès la preservació de la cavitat, sense que es vegi afectada per les obres de la nova carretera.

### Abstract

This paper describes the Cova Novella de Na Llebrona, a cave discovered in the municipality of Manacor during construction works of a new road along the south of Portocristo village. It is a cave of discrete dimensions, since only reaches 250 meters of development. Nevertheless, remains of Posttalaiotic pottery and pre-human fauna from the Quaternary of the Balearic Islands (*Myotragus balearicus* and *Hypnomys morpheus*) were found inside the cave. The performed speleological tasks have allowed the preservation of the cave, without being affected by the construction of the new road.

## Introducció

La zona de Ca n'Olesa és un territori ric en cavitats naturals, les quals són conegudes almanco des de començaments del segle XX. Les coves més rellevants són les turístiques coves des Hams, encara que altres cavitats com la cova de s'Ònix presenten un elevat valor patrimonial que cal preservar. Diverses publicacions donen compte de les característiques generals de les coves d'aquesta àrea (MAHEU, 1912; VIDAL-ISERN, 1946), i d'altres inclouen informacions cartogràfiques importants tant del complex de cavitats relacionades amb les coves des Hams (FAURA Y SANS, 1926) com de la cova de s'Ònix i altres fenòmens existents a la part de darrere de l'Hotel dels Hams (GINÉS *et al.*, 2007).

A finals de gener de 2011 una nova cavitat

que vàrem anomenar cova Novella de na Llebrona venia a sumar-se a les ja esmentades. Les tasques de control arqueològic de les obres per a la construcció de la nova carretera que voreja Portocristo cap al sud permeteren detectar una petita obertura de poc més de 30 cm d'altura i uns 2 m d'amplada, en el talús d'un promontori situat entre el torrent de na Llebrona i les instal·lacions de les coves des Hams (Figura 1). Després d'un primer reconeixement del seu interior, els arqueòlegs responsables ho posaren en coneixement dels tècnics de Patrimoni, de *Medi Ambient* i dels espeleòlegs de la FBE que signen aquest article.

D'acord amb els tècnics de les Direccions Insulars de Patrimoni, Mediambient, i Carreteres i la UTE Vias-S'Horta, s'acordà realitzar el seu reconeixement espeleològic, biospeleològic i la realització de la topografia de la cavitat, així com l'excavació arqueològica de l'entrada i una prospecció superficial que permeté recuperar restes de *Myotragus balearicus* i fragments de ceràmica d'època posttalaiòtica.

<sup>1</sup> Speleo Club Mallorca (SCM)

<sup>2</sup> Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB). Carrer Miquel Marquès, 21. E-07190. Esporles

<sup>3</sup> Grup Espeleològic EST

<sup>4</sup> Grup Nord de Mallorca (GNM)

<sup>5</sup> Sencelles (Mallorca). Email: bpponebla@gmail.com

<sup>6</sup> Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, Km 30, Apartat de correus 55. Sóller-Mallorca (Spain)  
E-mail: lithobius@hotmail.es

Val a dir que durant la realització de les tasques descrites i com a conseqüència de la seva repercussió a la premsa, la cova fou objecte de visites per part d'espeleòlegs aliens a aquestes feines, els quals fins i tot realitzaren una topografia paral·lela, que varen difondre a través d'Internet amb el nom de cova de ses Arrels. Aquesta duplictat de topografies i topònims ha estat ocasionada per la coordinació deficient, per part de la Federació Balear de Espeleologia, de les activitats autoritzades en aquesta cavitat.

La cova presenta unes característiques morfològiques semblants a les veïnes coves des Hams, emperò unes dimensions més aviat modestes: un recorregut horitzontal de devers 250 m de sales descendents, de sòtil no massa elevat, i una fondària màxima de -20 m.

Les activitats espeleològiques que ara es presenten han permès una adequada preservació de la cavitat, de tal manera que no ha resultat afectada per les obres de la nova carretera. El seu accés es troba actualment tancat per una comporta metàl·lica. La seva situació correspon a les següents coordenades: X=527725, Y=4377415, Z= 13 (datum ETRS89).

## Descripció i morfogènesi de la cova

La cova consta de dues parts a bastament diferenciades, les quals arriben a sengles petits llacs d'aigües salabroses. Per una part, l'orifici principal d'accés (eixamplat pels arqueòlegs responsables del seguiment tècnic de les obres)

dóna pas a una sala que davalla en direcció W-SW al llarg d'uns 25 m fins a assolir el nivell freàtic (a una fondària de -13 m), on es troba un llac poc profund de més de 5 m de diàmetre major; aquesta part de la cavitat presenta una alçada màxima del sòtil de 2-3 m (secció f-g-h-i de la topografia). Per altra banda, dos estrets passos, situats en la paret meridional de la primera sala abans descrita, connecten amb una segona cambra de majors dimensions planimètriques que s'estén cap al S, al temps que es va desenvolupant també en direcció E formant una mena de ventall descendent; cap a la seva part superior, la sala s'obre a la superfície mitjançant un foradí molt estret, que ha estat recentment eixamplat. L'alçada mitjana d'aquesta segona sala se situa entre 1 i 1,5 m (vegeu la secció a-b-c-d-e de la topografia). Diverses estretors localitzades a l'extrem SE de la sala permeten assolir un estret llac (Figura 2), en el que s'han realitzat les prospeccions subaquàtiques que més endavant es descriuran.

La cavitat que ens ocupa es troba excavada en la seva totalitat en els materials calcarenítics del Miocè superior que formen la franja litoral de la Marina de Manacor. La cova no arriba als materials mesozoics del basament plegat, fet que sí que succeeix a la cova de s'Ònix (GINÉS *et al.*, 2007) localitzada devers 1 km cap al NW. L'estructura de les dues sales que integren la cova és la d'un dom o volta d'esfondrament de prop de 50 m de radi màxim que s'estén en direcció W des de les boques de la cavitat, formant una mena de ventall descendent que abraça en planta més de 180°; és a dir,



Figura 1:  
Accés a la cova Novella de na Llebrona descobert durant les tasques de construcció d'una nova carretera.  
Foto: F. Gràcia.

Figure 1:  
Access to the Cova Novella de Na Llebrona discovered during the construction works of a new road. Foto: F. Gràcia.

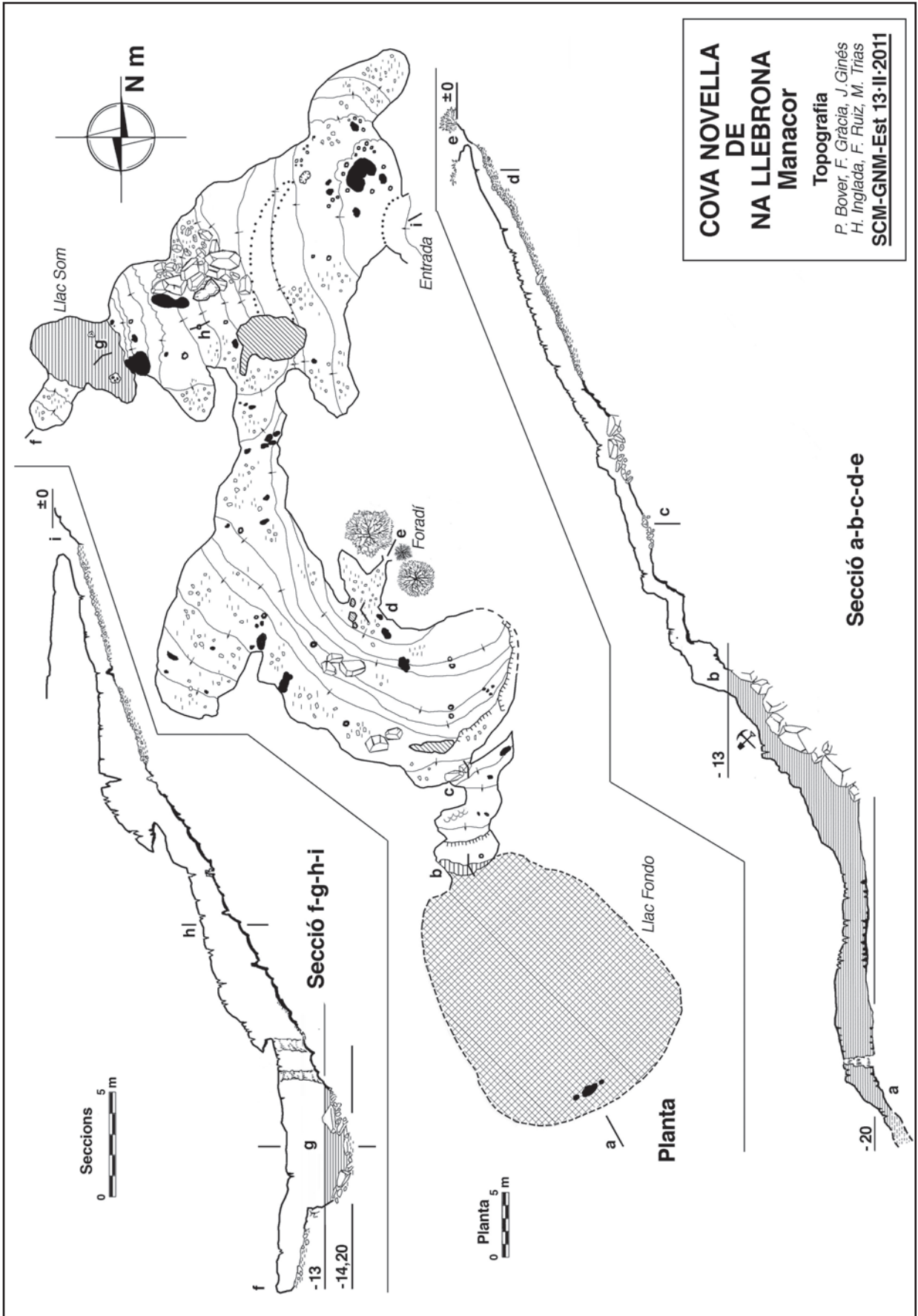




Figura 2: Detall de l'estreta entrada al Llac Fondo. Foto: J. Ginés.

Figure 2: Detail of the narrow passage to the Llac Fondo. Photo: J. Ginés.

es desenvolupa des d'una orientació S-SE, corresponent a la continuació subaquàtica, fins a una direcció N a l'extrem septentrional de la primera sala, configurant d'aquesta manera les dues sales juxtaposades que a mode de ventall van davallant cap al W. Aquest tipus de cavitat d'esfondrament correspondria a una sala de col·lapse de volta baixa (GINÉS & GINÉS, 2009), conseqüència del reajustament mecànic de la massa rocosa degut a l'existència de buits càrstics desenvolupats en profunditat. La gènesi del buits inicials que propiciaren l'esfondrament cal cercar-la en la dissolució de les roques carbonatades del Miocè superior, afavorida per l'agressivitat geoquímica resultant de la mescla d'aigües subterrànies dolces i aigües marines en aquest aquífer costaner. Aquests processos de carstificació litoral han tingut lloc de manera discontinua en un lapse de temps que inclou almanco bona part del Pliocè a més de tot el Quaternari.

Pel que fa a la morfologia de detall de la cova, predominen les acumulacions de materials rocosos relacionats amb el col·lapse i reajustament mecànic de les voltes de la cavitat, així com els sediments terrosos relacionats amb les obertures a l'exterior. Els dipòsits cristal·lins (estalactites, estalagmites, i espeleotemes en general) estan presents arreu de la cova, encara que la riquesa de formes no assoleix nivells dignes de menció; bona part dels precipitats calcaris presenten una acusada degradació natural, que els dona una consistència pastosa i/o pulverulenta, relacionada probablement amb la proximitat de la superfície i amb l'acusada activitat biològica que es deriva d'aquest fet.

Nº Col.	Descripció	Costat
6260-1	Tíbia-diàfisi (Juvenil)	E
6260-2	Tíbia-fragmentada	D
6260-3	Fèmur-fragment medial	D
6260-4	Fèmur-fragment medial	D
6260-5	Fèmur-fragment proximal	D
6260-6	Metatars-fragmentat	D
6260-7	Crani-fragment (maxil·lar)	E
6260-8	Mandíbula-fragmentada	E
6260-9	Fèmur	D
6260-10	Fèmur-fragment distal	E
6260-11	Tíbia	E
6260-12	Metacarp	E
6260-13	Costella-fragment	
6260-14	Húmer-fragmentat	D
6260-15	Húmer-fragment distal	D
6260-16	Radi-fragmentat (*)	E
6260-17	Radi-fragment proximal	D
6260-18	Tíbia-fragment distal + metatars	D
6260-19	Mandíbula-fragment distal	D
6260-20	Mandíbula-fragment proximal	E
6260-21	Crani-fragment (maxil·lar)	E
6260-22	Crani-fragment (maxil·lar)	D
6260-23	Vèrtebra toràctica + fragment costella	
6260-24	Metacarp	D
6260-25	Astràgal	D
6260-26	Radi-ulna	D
6260-27	Radi-fragment medial	E
6260-28	Tíbia-fragment distal	E
6260-29	Vèrtebra toràctica	
6260-30	Pelvis-fragment	E
6260-31	Costella-fragment	
6260-32	Costella-fragment	
6260-33	Costella-fragment	
6260-34	Costella-fragment	
6260-35	Metacarp	E
6260-36	Húmer-fragment distal	D
6260-37	Tíbia-fragment distal	E
6260-38	Radi-fragment distal	E
6260-39	Costella-fragment	
6260-40	Costella-fragment	
6260-41	Vèrtebres lumbars associades (2)	
6260-42	Metacarp	D
6260-43	Fèmur	E
6260-44	Tíbia-sense epífisi proximal	D
6260-45	Húmer-sense epífisi proximal	E
6260-46	Pelvis-fragmentada	D

6260-47	Pelvis-fragmentada	E
6260-48	Pelvis-fragment	D
6260-49	Omòplat-fragment distal	E
6260-50	Mandíbula-fragmentada	D
6260-51	Costella-fragment	
6260-52	Costella-fragment	
6260-53	Radi-ulna	E
6260-54	Omòplat-fragment distal	D
6260-55	Húmer-fragment medial	D
6260-56	Crani-fragment (maxil·lar)	D
6260-57	dp4	D
6260-58	Molariforme-fragment	

Taula 1: Materials osteològics de *Myotragus balearicus* recol·lectats a la cova Novella de na Llebrona (Manacor, Mallorca). (\*) Aquest os presenta marques d'incisives possiblement fetes per *Hypnomys*. E. Esquerre; D. dret

Table 1: Osteological material of *Myotragus balearicus* collected at the Cova Novella de Na Llebrona (Manacor, Mallorca). (\*) This bone displays incisor gnawing marks possibly from *Hypnomys*. E. left; D. right.

Malgrat que la cova que ens ocupa es troba relativament a prop de les coves des Hams, és gairebé impossible l'existència d'una comunicació física entre les dues cavitats. La formació d'ambdues coves certament obeeix als mateixos processos geològics, però cal considerar-les com a cavitats independents des del punt de vista estrictament físic i de possibilitat de penetració humana, encara que calgui reconèixer la seva unitat pel que fa a l'espeleogènesi i al funcionament hidrològic de l'aqüífer càrstic costaner d'aquesta part de l'illa.

## Resultats de la prospecció subaquàtica

El llac més allunyat de l'entrada de la cavitat, designat com a Llac Fondo, d'unes dimensions molt reduïdes, ha estat revisat mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica utilitzant 2 tancs de 6 litres de volum cadascú, arnès sense ales i la resta de material també minimitzat i adaptat per forçar passos molt estrets. Res més iniciar la immersió ja es va veure, a menys de 2 m de fondària, que el fons del llac estava tancat per material del rost de l'esfondrament. Una revisió detallada de la paret de blocs que tancava el pas deixava una petita possibilitat de moure qualche bloc per intentar passar;

així, un parell de blocs d'uns 70 cm de diàmetre van ser empesos rodolant rost avall, entre un núvol de sediment que s'alçava al seu pas. Una angostura poc recomanable deixava un pas per intentar penetrar amb la configuració de l'equip adaptat a aquestes restriccions. La davallada prossegueix sota les aigües fins als -6 m, on la cavitat s'estabilitza i prossegueix un descens molt més suau. L'amplària està compresa entre els 7 i els 13 m. Al llarg de la major part del tram sotaigüat, l'alçària es troba compresa entre 1 i 2 m, encara que són més habituals els 1,5 m. Les morfologies de corrosió de tipus esponjiforme, que penetren poc dins la roca, són freqüents al sostre i els espeleotemes adquireixen més protagonisme de cap a la zona final practicable per a l'home. Enlloc l'estança es tanca per complet, sinó que segueix en davallada. La fondària màxima assolida al terra és de 7 m per sota la superfície del llac.

## Paleontologia

A la cova Novella de na Llebrona s'hi han localitzat diversos restes de fauna fòssil del Plio-Quaternari Balear. En concret s'han trobat 58 ossos de *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Cetartiodactyla, Bovidae, Figura 3) i 3 ossos d'*Hypnomys morpheus* Bate, 1918 (Rodentia, Gliroidae). Els materials extrets pels arqueòlegs responsables de les obres que han fet possible l'estudi de la cova varen ser analitzats a les dependències de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB) a Esporles. Una vegada estudiats, tots els materials es dipositaren al Museu de Manacor.

A la Taula 1 s'han llistat els materials de *M. balearicus* obtinguts (la sigla 6260 és la proporcionada pel Museu de Manacor).

En general aquests materials estan fragmentats i molts d'ells estan recoberts per una capa de concrecionament. La seva assignació a l'espècie *M. balearicus* és clara gràcies a l'elevat grau de robustesa dels ossos de l'extremitat (especialment fèmur i metàpodes), així com la presència d'una única incisiva de creixement continu i d'un únic premolar a les mandíbules. Encara que les restes són molt fragmentàries, es pot calcular un nombre mínim d'individus (n.m.i.) de 4-5.

S'han localitzat altres restes òssies de fauna introduïda, tal com conills (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758) i porcs (*Sus scrofa domestica* Linnaeus, 1758).



Entre els gasteròpodes s'han trobat nombrosos restes del gènere endèmic *Iberellus* Hesse, 1908 així com altres gèneres introduïts com *Helix* Linnaeus, 1758 i *Eobania* Hesse, 1913.

## Arqueologia

La intervenció arqueològica es va centrar en l'excavació de l'entrada principal i en la prospecció superficial per a la recuperació del possible material arqueològic que s'hi pogués trobar.

Pel que fa a l'excavació, no s'hi trobà cap resta arqueològica ni indicatiu d'activitat humana, mentre que la prospecció revelà que tant les restes paleontològiques com arqueològiques es concentraven a la segona sala que dona accés al Llac Fondo, sent la primera sala estèril. El material trobat fou escàs però indicatiu de presència humana en època posttalaiòtica, més concretament entre els segles III i I abans de la nostra era. Es tracta de part d'una olleta de ceràmica a mà amb dues nanses (Figura 4) i

un fragment informe d'àmfora púnico-ebusitana associades a escassos ossos de porc domèstic.

La troballa no permet determinar la naturalesa de l'ocupació, si es tractà d'un habitatge o simplement si s'hi feien visites ocasionals, on la cerca d'aigua podria haver estat clau. No obstant, la seva concentració juntament amb les restes de *Myotragus balearicus* a la segona sala, i la difícil comunicació entre aquesta i la primera sala, fa pensar en la possibilitat de què el petit foradí situat sobre la segona, avui eixamplat artificialment, hagués estat una via d'entrada a la cavitat més practicable en un altre temps.

## Faunística

El mostreig realitzat sobre la fauna invertebrada terrestre ha aportat, de moment, un total de 13 gèneres que pertanyen a 5 ordres i, actualment, encara hi ha exemplars per determinar.

Els espècimens van ser capturats pel mètode de recol·lecció directa. El material es conserva en alcohol al 70 % glicerat, formant



Figura 3: Ossos de *Myotragus balearicus* trobats a la cova Novella de na Llebrona. A. 6260-50, mandíbula dreta, norma labial; B. 6260-35, metacarp dret, norma dorsal; C. 6260-9, fèmur dret, norma cranial. Escala 5 cm. Foto: IMEDEA.

Figure 3: *Myotragus balearicus* bones found at the Cova Novella de Na Llebrona. A. 6260-50, left mandible, labial view; B. 6260-35, right metacarpal, dorsal view; C. 6260-9, right femur, cranial view. Scale bar 5 cm. Photo: IMEDEA.

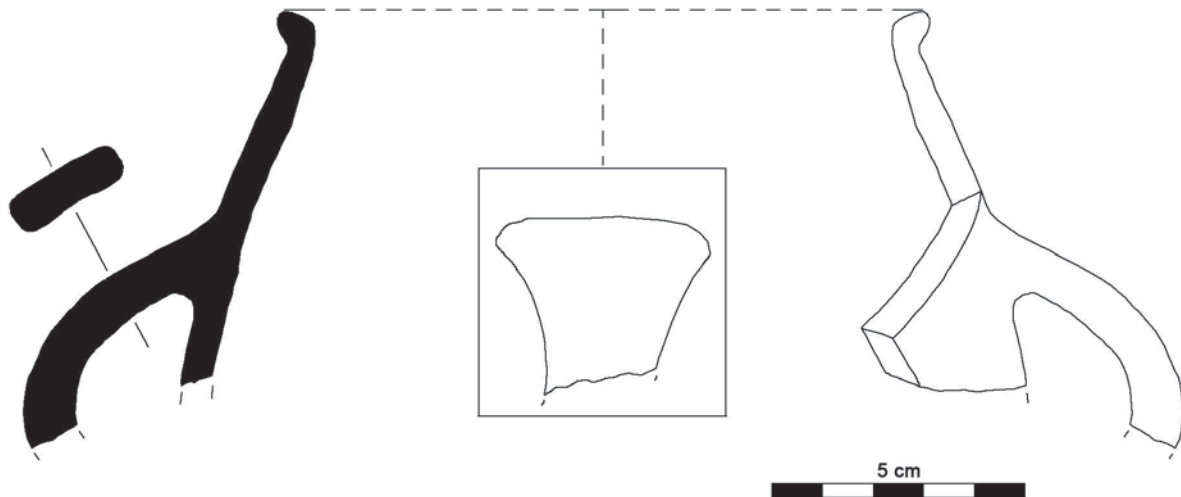


Figure 4: Olleta posttalaiòtica de ceràmica a mà trobada a la segona sala. Dibuix: Beatriz Palomar.

Figure 4: Posttalaiotic hand-made pot found in the second chamber. Drawing: Beatriz Palomar.

part de la col·lecció de Mateo Vadell dipositada en el Museu Balear de Ciències Naturals (CMV).

Les mesures ambientals de la cavitat preses el 13-II-2011 en els llocs on es recol·lectaven els espècimens han aportat unes mitjanes de 14,4° C de temperatura de la superfície de roca (TS), 16,1° C de temperatura ambiental de l'aire (TA) i 70% d'humitat relativa (HR) a les sales més properes de l'entrada. En la sala del primer llac es van registrar 14,8° C de TS, 16,8° C de TA i 77% de HR de mitjana i dins la sala del segon llac es varen anotar unes mitjanes de 15,6° C de TS, 16,8 de TA i 89% de HR.

L'espècie més comuna que podem trobar dins d'aquesta cavitat és l'aranya *Loxosceles rufescens* Dufour, 1820, espècie lucífuga de biotops lapidícoles i litoclàssics, molt coneguda a les cavitats de les nostres illes. Com a curiositat, esmentar que es va veure una femella de gran mida d'aquesta espècie, devorant un exemplar adult de l'escorpi endèmic *Euscorpius balearicus* Coporiacco, 1950 (Obs. Pers. Mateo Vadell).

Altres aràcnids que podem trobar en aquesta cavitat són *Eidmanella pallida* (Emerton, 1875), espècie epigea d'Amèrica central, importada sens dubte per via antropocòrica a les Balears (BELLÉS, 1987) i que ha estat observada a diferents cavitats de les *Gimnèsies*, i *Leptoneta infusca* Simon, 1872, espècie troglòfila que ha estat observada amb més freqüència a les cavitats de la Serra de Tramuntana que a les Serres de Llevant.

La fauna de quilòpodes està representada, en aquesta cavitat, per *Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758), una espècie termòfila, de

marcat caràcter antropòfil i amb una distribució cosmopolita. A les nostres cavitats és relativament comú observar-la a les entrades, així com a l'interior (VADELL, 2010; VADELL & MARTÍNEZ, 2011). Una altra espècie que podem observar és *Lithobius piceus tabacaru* Negrea & Matic 1973, subespècie endèmica balear, que es pot observar amb certa freqüència a les cavitats de l'illa de Mallorca i que la podem considerar com troglòfila.

Dels isòpodes observats a la cavitat cal destacar *Anaphiloscia simoni* Racovitza, 1907, espècie anoftalma, humícola i endogea que s'ha trobat a diferents cavitats de les Gimnèsies.

En diferents punts de la cavitat es va poder observar i recollir cert nombre d'espècimens juvenils de *Gryllomorpha dalmatina* (Ocskay, 1832). Aquesta és una espècie obscurícola i higròfila que ha estat observada en diferents cavitats del Sud i Sud-Est de l'illa de Mallorca (Obs. Pers. Mateo Vadell).

Cal destacar la presència dins d'aquesta cavitat del homòpter *Cixius pallipes* Fieber, 1876, espècie epigea amb una distribució mediterrània oriental i que sembla tenir certa predilecció, a les nostres illes, cap al medi subterrani. Amb anterioritat aquesta espècie va ser trobada en la cova des Coll (Felanitx) (VADELL & ZARAGOZA, 2005) i va suposar una primera cita per a la fauna espanyola (VADELL & HOCH, 2009). Amb aquesta troballa es dona una segona cita per a la geografia espanyola.

## Agraïments

Volem agrair a Helena Inglada del Consell de Mallorca la seva ajuda, així com a les Direccions Insulars de Patrimoni, Mediambient, i Carreteres i la UTE Vias-S'Horta per les facilitats oferides a l'hora de realitzar els treballs d'exploració i topografia de la cavitat. A Miquel Àngel Barceló, del MBCN, per la seva inestimable ajuda a l'hora de capturar els espècimens i prendre les mesures de temperatura i humitat. Agrair al Dr. Hannelore Hoch la confirmació sobre la classificació dels exemplars de *Cixius pallipes*.

Els invertebrats terrestres han estat recol·lectats amb l'autorització CAP01/2011 de la Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat; cal agrair a Ivan Ramos per la gestió d'aquest permís.

## Bibliografia

- BELLÉS, X. (1987): *Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibèrica i les Illes Balears*. Monografies Científiques, 4. CSIC – Ed. Moll. 207 pàgs. Palma.
- FAURA Y SANS, M. (1926): *Cuevas de Mallorca*. XIV Cong. Geol. Intern., Inst. Geol. España, Gráficas Reunidas, S.A. 78 pàgs. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18. Palma.
- 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.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca*, 8 (67-68): 1-108. París.
- VADELL, M. (2010): *Scutigera coleoptrata*. A: Bioatles. Palma: Conselleria de Medi Ambient. 5a edició. Govern de les Illes Balears.
- VADELL, M. & HOCH, H. (2009): *Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876 (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae) first record for Spain. *Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears*, 52: 123-128. Palma.
- VADELL, M. & MARTÍNEZ, M. 2011. Sobre algunos quilópodos de Son Real (Santa Margarita, Mallorca). *Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears*, 54: 75-84. Palma.
- VADELL, M. & ZARAGOZA, J.A. (2005): Estudio preliminar de la fauna invertebrada terrestre de la Cova des Coll (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 27: 187-204. Palma.
- VIDAL-ISERN, J. (1946): *Cuevas dels Hams (Manacor, Mallorca)*. Tipografia Nueva Balear. 20 pàgs. + 12 làms. Palma.

## COVA DE SA BALMA DES QUARTÓ (Manacor, Mallorca)

por José BERMEJO <sup>1</sup>, Tomeu MATEU <sup>1</sup>, Borja LÓPEZ <sup>2</sup>, Rafael MINGUILLÓN <sup>1</sup>,  
Gaspar HERRÁEZ <sup>1</sup> y Amparo VILLAR <sup>1</sup>

### Abstract

The survey and description of a new cave recently explored in the vicinity of s'Estany d'en Mas (Manacor, Mallorca) is presented in this paper. The total development of the cave is 270 m, featuring a wide spacious chamber with a rich decoration of speleothems, including an abundance of straw stalactites of remarkable length. The cave seems to have been used as a burial place in prehistoric times.

### Resum

Es presenta la topografia i descripció d'una nova cavitat recentment localitzada als encontorns de s'Estany d'en Mas (Manacor, Mallorca). El desenvolupament total de la cavitat és de 270 m. Presenta una voluminosa sala, amb una rica decoració d'espeleotemes, on destaquen abundants estalactites fistulars de notable longitud. Sembla que la cavitat fou emprada com a lloc d'enterrament en temps prehistòrics.

### Resumen

Se presenta la topografía y descripción de una nueva cavidad recientemente localizada en las inmediaciones de s'Estany d'en Mas (Manacor, Mallorca). El desarrollo total de la cavidad es de 270 m, presentando una amplia sala con una rica decoración de espeleotemas, en la que destacan abundantes estalactitas fistulares de notable longitud. La cavidad parece haber sido utilizada como lugar de enterramiento en tiempos prehistóricos.

## Antecedentes

En este trabajo presentamos la topografía de una nueva cavidad, que fue explorada en el año 2011 por Ramón Martínez. Se localiza en las cercanías de la cala de s'Estany d'en Mas (en el municipio de Manacor). Se trata de una gran sala cuyo acceso se realiza desde la Balma des Quartó, cavidad situada en una pared acantilada de unos 20 m de altura máxima y 300 m de longitud, paralela a la costa. El acantilado forma parte de una de las vertientes del barranco que drena en dirección a s'Estany d'en Mas. El desarrollo total de la cavidad es de 270 m.

La cueva ya había sido utilizada por el hombre posiblemente desde tiempos prehistóricos y no sólo la balma, que muestra claros síntomas de acondicionamiento (como los compartimentos formados por paredes de piedra seca), sino que se utilizó también la sala interior como lugar de enterramiento.

En un momento dado, en tiempos más recientes y, posiblemente, cuando se compartimentó la balma, la entrada a la cueva se ocultó mediante la acumulación de piedras, quizás para evitar que los animales domésticos penetraran en la cavidad con el consiguiente peligro de sufrir un accidente.

## Entorno geológico

La cueva se ubica dentro de la unidad geomorfológica de la Marina de Llevant. Se trata de una franja litoral de contorno irregular, de 75 km de recorrido y una amplitud variable de algunos kilómetros, limitada por acantilados costeros de 30 m de altura media.

Corresponde a una plataforma progradante, de carácter posttécónico y edad Tortoniense-Messiniense (Mioceno superior, Terciario), que se extiende adosada a las Serres de Llevant (RODRÍGUEZ & GELABERT, 1998). La actividad tectónica post-miocena junto con la dinámica litoral, el encajamiento de la red fluvial

<sup>1</sup> Grup d'Activitats de Muntanya i Espeleo (G.A.M.E.), Palma.

<sup>2</sup> Grup Espeleològic de Llubi (G.E.LL.), Llubi.

y los procesos de disolución kárstica han dado lugar a una costa con abundantes calas como la de s'Estany d'en Mas, en cuyas proximidades se encuentra la cueva, y a numerosos sistemas de cavidades a lo largo de toda la costa.

Litológicamente hablando, la cueva se desarrolla en las calizas del Complejo arrecifal, y más concretamente en las facies de talud arrecifal (según ROBLEDO, 2005), con presencia de ostreidos (talud distal), fragmentos de algas rojas, corales, bivalvos, gasterópodos, equinodermos y Halimedes (talud proximal).

Genéticamente hablando, el endokarst de la Marina de Llevant está claramente relacionado con las oscilaciones eustáticas ocurridas durante el Plioceno y Cuaternario, debidas a las alternancias de etapas glaciares e interglaciares (GINÉS & GINÉS, 1987; 1992; GINÉS, 2001; GRÀCIA *et al.*, 2006; GINÉS *et al.*, 2008).

En la visita a la cueva se pudo constatar la existencia de ostreidos, bivalvos y pectínidos y de abundantes equinodermos, entre los cuales destacaban ejemplares excepcionales del género *Clypeaster* (Figura 1) y otros erizos irregulares.

## Descripción de la cavidad

La cueva se puede dividir en dos zonas diferenciadas, la externa o balma, y la gran sala interior, ya que posiblemente se trate de dos cavidades genéticamente diferentes: la primera, fruto de la erosión epigea, mientras que la interna puede clasificarse como una cavidad de hundimiento, al menos la Sala de sa Calavera o Sala Principal.



Figura 1: Fósil de *Clypeaster* (foto J. Bermejo).

Figure 1: Fossil of *Clypeaster* (photo J. Bermejo).

## LA BALMA DE ACCESO

El nombre de Balma des Quartó es posible que se deba a los compartimentos de pared seca en que se encuentra dividida; no obstante J. A. Encinas en referencia a la balma dice lo siguiente: "quien me facilitó el nombre era la persona que tenía la llave de la barrera de la finca, entrando por la parte de Manacor, y quien en su momento afirmó (hace ya unos 10 años, cuando la inventarié) que la cueva era de más o menos un "quartó" de superficie interna (aproximadamente 1700 m<sup>2</sup>). Si bien la parte representada en la topografía es de solamente la mitad. Seguramente el informante exageró la medida, pero su información indicaba sin duda su mayor amplitud que el de una simple balma" (ENCINAS, com. pers.).

Se trata de una balma de medianas dimensiones, 24 x 16 x 7 m aproximadamente, en permanente retroceso; da fe de ello la gran cantidad de bloques que se amontonan en el suelo, alguno de ellos de muy reciente caída.

Como elementos destacables, en un rincón, en la zona noreste de la balma, se encuentra un pozo artificial con una profundidad que supera los dos metros, que probablemente corresponda a una cata arqueológica. Un poco más adelante, hacia el sur, un compartimiento en parte construido mediante pared de piedra seca oculta una pequeña salita de unos cuatro metros de longitud por algo más de dos en la parte más ancha; desde ella, una ventana la comunica con la entrada a la sala interior.

## SALA INTERIOR

En la zona más meridional de la balma se encuentra el acceso (Figura 2) a la cueva a través de un pequeño pocete, que tal como se ha comentado



Figura 2: Acceso desde la balma al interior de la cueva (foto J. Bermejo).

Figure 2: Access from the outside rock-shelter to the inner cave (photo J. Bermejo).

**COVA DE SA BALMA DES QUARTÓ  
(Manacor)**

Top. J. Bermejo, B. López, Tomeu Mateu, A. Villar, R. Martínez,  
G. Herraes, R. Minguillón, V. Pardo, T. Cordón  
Coordenadas: 526420 4374120 datum etrs 89 - 23 m.  
Fecha inicio 22/01/2012 Fecha finalización 10/03/2012  
GAME - GELL

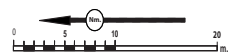
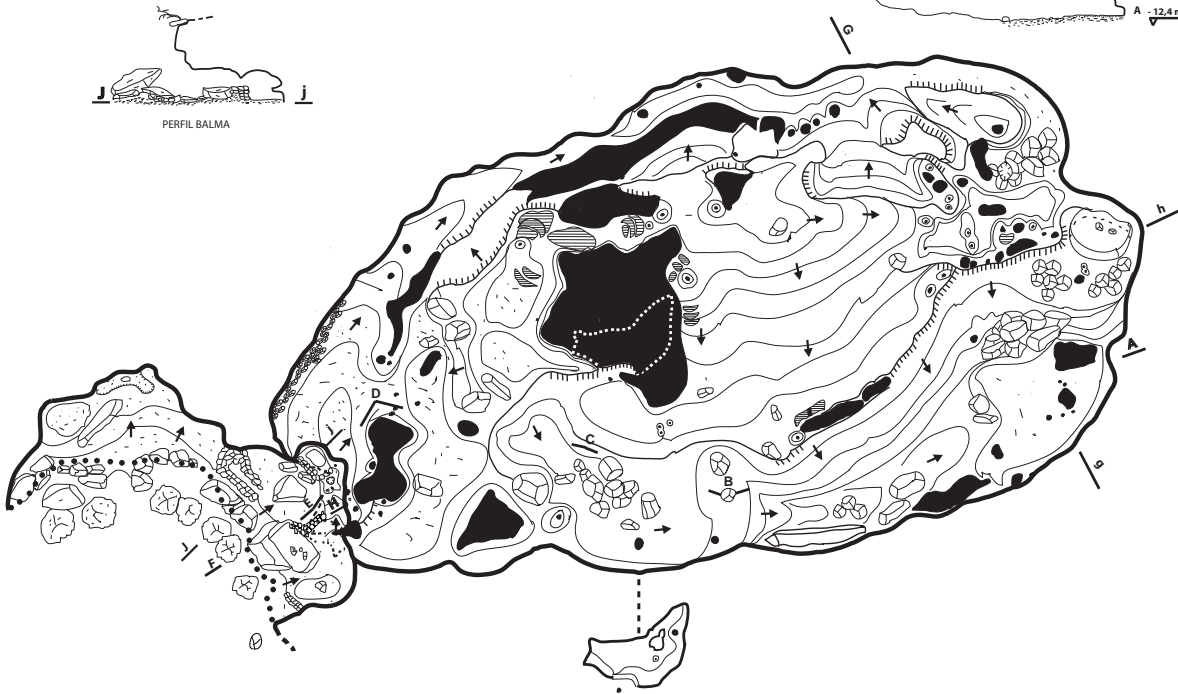
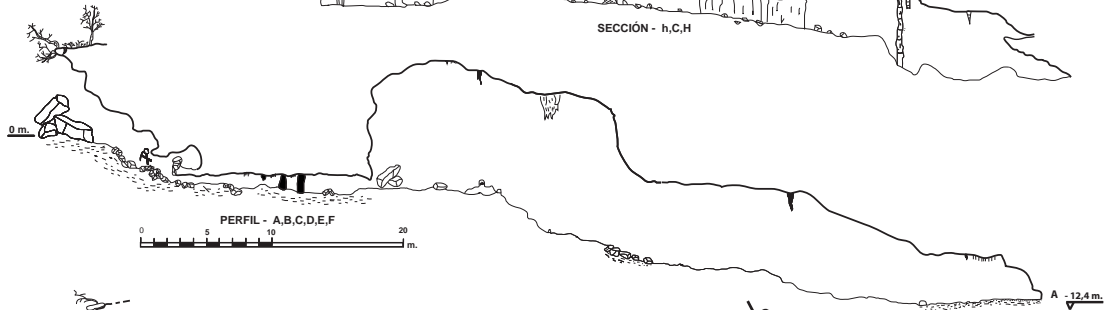
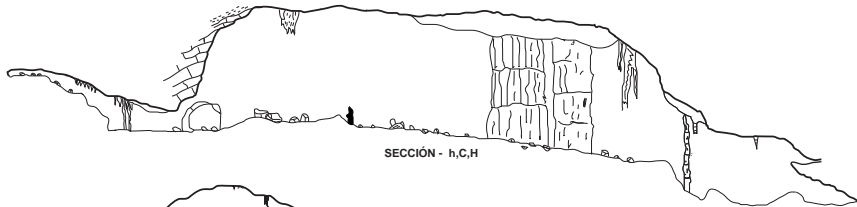
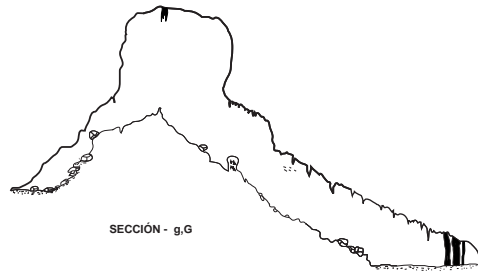




Figura 3: Sobre un impresionante caos de bloques se ha desarrollado un hermoso macizo estalagmítico (foto J. Bermejo).

*Figure 3: A beautiful stalagmitic massif has been formed upon an impressive accumulation of blocks (photo J. Bermejo).*

anteriormente, se encontraba originalmente relleno de piedras, hasta ser desobstruido por Ramón Martínez el 4 de Enero del 2012. Una vez en la base del mismo, el suelo se vuelve completamente horizontal y el techo es tan bajo que no nos permite recuperar la verticalidad hasta pasados unos cuantos metros, al acceder a lo que se conoce como Sala de sa Calavera.

Nada más acceder al interior de la sala nos encontraremos en un lugar polvoriento y recubierto de un gran número de raíces y avanzaremos entre columnas dejando a nuestra derecha un macizo estalagmítico. Si pasamos al lado opuesto del mismo, encontraremos una pequeña galería que nos conducirá a una pequeña salita de continuidad imposible, en un nivel inferior junto a la entrada.

La Sala de sa Calavera propiamente dicha consiste en una sala de hundimiento de grandes dimensiones, donde gran parte de los bloques desprendidos del techo se encuentran cubiertos por coladas de calcita.

La sala es de gran belleza (Figura 3) y no nos dejará indiferentes desde el primer momento. Su longitud ronda los setenta metros y desciende a través de una fuerte pendiente de E a O, aunque nosotros podemos hacerlo en dirección SO hasta llegar a la zona más profunda. La sala presenta una gran altura, llegando, en algún punto a estar a escasos metros del exterior.

En el centro de la sala, en la zona más elevada, destaca una hermosa colada parietal en forma de cascada, que esconde en su interior una pequeña salita.

Si nos fijamos en las paredes de la sala, y en los bloques caídos esparcidos a lo largo de la misma, observaremos acumulaciones de fósiles de equinodermos de grandes dimensiones, algunos pectínidos y ostreidos. Todos ellos nos confirmarán el origen arrecifal de los materiales calcáreos en los que se ha desarrollado la cavidad.

Podemos seguir avanzando hacia la zona más profunda, por el oeste, sin grandes problemas ya que, incluso, nos encontraremos una rampa de piedras construida por la mano del hombre para facilitarnos el acceso.

En el descenso, y a nuestra izquierda, pondremos cuidado en ir observando el caos de bloques que forma el centro de la cavidad, si no queremos perdernos algunos ejemplares de toberas (Figura 4). Por la información de que disponemos, en Mallorca solo se tiene constancia de respiraderos y toberas (cave rims) en la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor). Su génesis está relacionada con su posición en el nivel superior de la cavidad, por encima del nivel freático (MERINO et al., 2009); por tanto no es descartable la existencia de un nivel inferior bajo el caos de bloques cubiertos de calcita.

Una vez situados en el fondo de la cavidad, y sobre un suelo completamente horizontal cubierto de sedimentos, ya que este lugar hace las funciones de sumidero, podremos contemplar un grupo de estalactitas fistulares translúcidas a las que les falta poco para alcanzar el suelo (Figura 5). Estamos a -12,5 m de la superficie y a 10,5 m por encima del nivel del mar.

Podemos volver sobre nuestros pasos hasta llegar al inicio de la sala para, desde allí, ir ascendiendo hacia el este, dejando a la derecha la colada parietal y la pequeña sala que existe en su base. Una vez alcanzada la zona más alta y frente a nosotros, podremos observar un grupo de preciosos gours, carentes de agua.

Continuando en dirección sur entre el macizo estalagmitico, que ahora se encuentra al oeste, y tras superar un paso bajo accederemos a otro grupo de gours y a una zona donde abundan los restos óseos humanos y trozos de cerámica negra. Su presencia confirma que estamos ante una cueva de enterramiento.

Si seguimos descendiendo sobre la cresta del derrumbamiento, llegaremos hasta una de las zonas más bellas de la cavidad, rica en todo tipo de formaciones, destacando un grupo de estalactitas fistulares, y donde sobre alguna columna se desarrollan delicadas excéntricas. Además, en las cercanías podremos observar formaciones coraloides tanto en el techo como en el suelo de la cavidad.

El regreso lo podemos hacer por una galería que transcurre por el este y sobre el borde que cierra la sala dejando una pequeña salita por la izquierda, oculta por las abundantes formaciones. En este lugar también se ha detectado la existencia de una tobera. Un poco más adelante un paso estrecho pondrá a prueba nuestra habilidad para posteriormente acceder a la zona de la salida.



Figura 4: Uno de los respiraderos o toberas existentes en los bloques que forman el suelo de la sala principal (foto J. Bermejo).

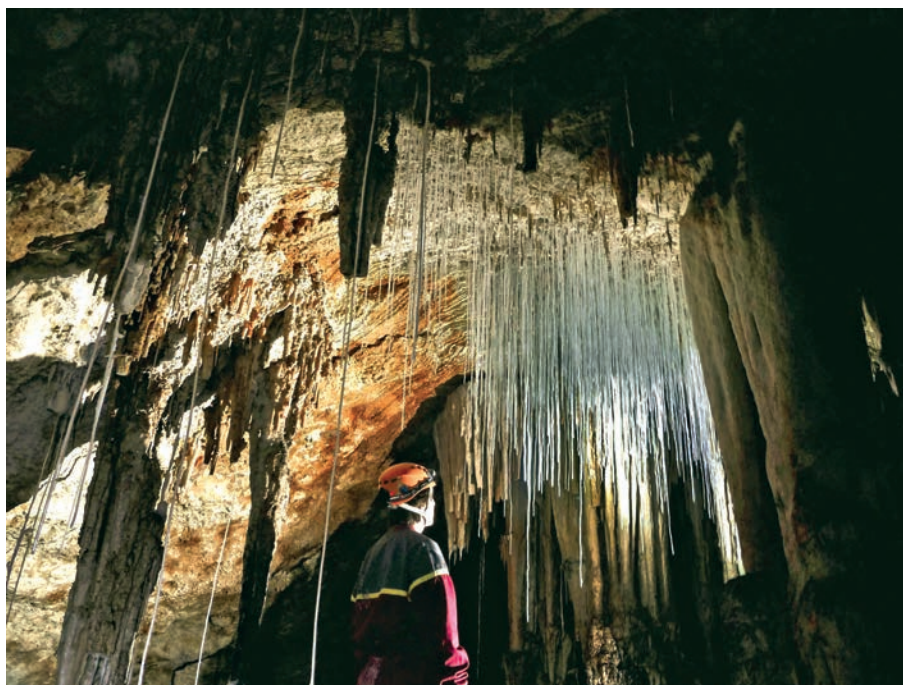
Figure 4: One of the vents existing among the rock blocks that cover the floor in the main chamber (photo J. Bermejo).

## Agradecimientos

Especial agradecimiento a Ramón Martínez, el descubridor de las continuaciones, por haber contado con nosotros para la realización de este trabajo. A Vicente Pardo y Tomás Cordón, por acompañarnos en la última jornada topográfica.

Figura 5: Un bosque de delicadas estalactitas fistulares pende del techo en el rincón más al sur de la cueva (foto J. Bermejo).

Figure 5: A forest of delicate straw stalactites are suspended from the ceiling in the southernmost corner of the cave. (photo J. Bermejo).





## Bibliografia

- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (2001): El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología. *Endins*, 24: 143-154.
- 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
- 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.
- MERINO, A.; FORNÓS, J.J. & ONAC, B. (2009): Datos preliminares sobre la mineralogía de los precipitados asociados a los respiraderos y toberas existentes en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 33: 99-104.
- ROBLEDO, P. (2005): *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, geológico, genético y evolutivo*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 359 pàgs. Inèdit.
- RODRIGUEZ, A. & GELABERT, B. (1998): Geologia de Mallorca. In: FORNÓS, J.J. (ed.) *Aspectes geològics de les Balears*. Universitat de les Illes Balears. 10-38. Palma de Mallorca.

## COVA DE SA SORPRESA (Calvià, Mallorca)

por José BERMEJO <sup>1</sup>, Tomeu MATEU <sup>1</sup>, Rafael MINGUILLÓN <sup>1</sup>,  
Gaspar HERRÁEZ <sup>1</sup> y Borja LÓPEZ <sup>2</sup>

### Resumen

En este trabajo presentamos la descripción y topografía de una cavidad inédita, de unos 100 metros de recorrido, situada en la Serra de na Burguesa (Calvià), en las proximidades del Puig des Mirador (416 m).

### Resum

En aquest treball presentem la descripció i topografia de una cavitat inèdita, d'uns 100 metres de recorregut, situada a la serra de na Burguesa (Calvià), a les proximitats del Puig des Mirador (416 m).

### Abstract

In this work we present the description and survey of a new small cave (about 100 m of development) situated in the Serra de na Burguesa mountain range (Calvià), in the vicinity of the Puig des Mirador (416 m).

## Introducción

La cavidad que aquí se describe se encuentra en una zona en la que con anterioridad ya se hicieron trabajos espeleológicos (BARCELÓ, 1992; CRESPI *et al.*, 2010). Se localiza en las cercanías del Puig des Mirador (416 m), en un área de cumbres que no superan los 440 m de altura. Las coordenadas UTM són: 462832/4380171-478, Datum european 1950.

## Entorno geológico

La Serra de na Burguesa corresponde a una de las estribaciones meridionales de la Serra de Tramuntana, al noroeste de la isla de Mallorca. Se trata de un conjunto de alineaciones montañosas, con alturas comprendidas entre 300 y 400 m y orientación NE-SO, que domina el sector occidental de la bahía y la ciudad de Palma, destacando el Puig des Cans (386 m), al norte, y el Puig Gros de Bendinat (486 m), al sur. Las formas de relieve más representativas corresponden a las crestas y las laderas, siendo frecuente que en la vertiente NO se den escarpes

muy abruptos mientras que en la vertiente SE predominan las laderas suaves.

Litológicamente la Serra de na Burguesa está constituida fundamentalmente por materiales mesozoicos del Triásico superior-Jurásico inferior, en su mayoría calizas, dolomías tableadas y brechoides, y carniolas, bajo los que aparecen los yesos y las rocas volcánicas del Keuper (RODRÍGUEZ & GELABERT, 1998). La cavidad se desarrolla dentro de la unidad de calizas y dolomías tableadas del Lías (Jurásico inferior).

## Descripción de la cavidad

Se trata de una cueva estructural, de unos 100 m de recorrido, de características similares a otras muchas sitas en la sierra (GINÉS, 2000; GINÉS & GINÉS, 2009), en las que el desarrollo de la cavidad tiene una morfología en forma de rampa descendente en sentido sur.

Tras varias desobstrucciones realizadas en la cueva, finalmente se pudieron completar los trabajos exploratorios y topográficos.

Aunque ciertas zonas de la cavidad están desprovistas de ornamentación, en otras sin embargo abunda tanto en cantidad como en variedad. Se pueden encontrar desde gours, columnas de variados tamaños y grosores,

<sup>1</sup> Grup d'Activitats de Muntanya i Espeleo (GAME), Palma de Mallorca.

<sup>2</sup> Grup Espeleològic de Llubí (GELL).

finísimas estalactitas, banderas y helictitas, algunas de ellas excéntricas de gran belleza. Procesos de solifluxión están presentes afectando a algunas de las formaciones.

### SALA DE ENTRADA

Para acceder a la sala, hay que hacerlo en primer lugar sentándonos sobre el borde de la entrada, para a continuación apoyar los pies sobre un bloque desprendido de la cueva y desde él terminar el descenso. La sala, de aproximadamente 5 x 8 m, no tiene gran interés; escasa de formaciones se adentra hasta una profundidad de -7 m, aunque posiblemente continúe tras las piedras que taponan el posible paso.

### SALA DE SA RAMPA

La continuidad de la cueva transcurre en dirección NO, a través de un paso estrecho cuya superficie está formada por una colada pavimentaria de aproximadamente 7 m de longitud, en la que se encuentran fijadas pequeñas formaciones estalagmíticas que nos permiten sujetarnos a ellas con las manos mientras nos arrastramos; nuestros pies en alguna ocasión se encuentran al borde del vacío. Tenemos que avanzar por este lugar unos 6 o 7 m hasta llegar a una zona, un poco más ancha, donde iniciaremos el descenso por una rampa con una inclinación media de 30°. Antes, habremos dejado una pequeña sala escondida a nuestra derecha que visitaremos en

el regreso, se trata de la Sala des Myotragus. Por el lado izquierdo, nada que merezca la pena; en algunas zonas el techo y el suelo casi se tocan convirtiendo este sector en intransitable. En el tramo inicial, compuesto por un suelo recubierto de tierra y piedras sueltas, se recomienda transitar de uno en uno, para así evitar que alguna de ellas se desprenda con el paso de un compañero.

Un poco más abajo, llegaremos a una zona mucho más horizontal en la que destacan sus formaciones cenitales. Por nuestra derecha, hacia el SO, se abre el paso a la Sala des Pou, que la describiremos después. En dirección descendente una ventana nos abre el paso hacia la Sala de sa Bassa.

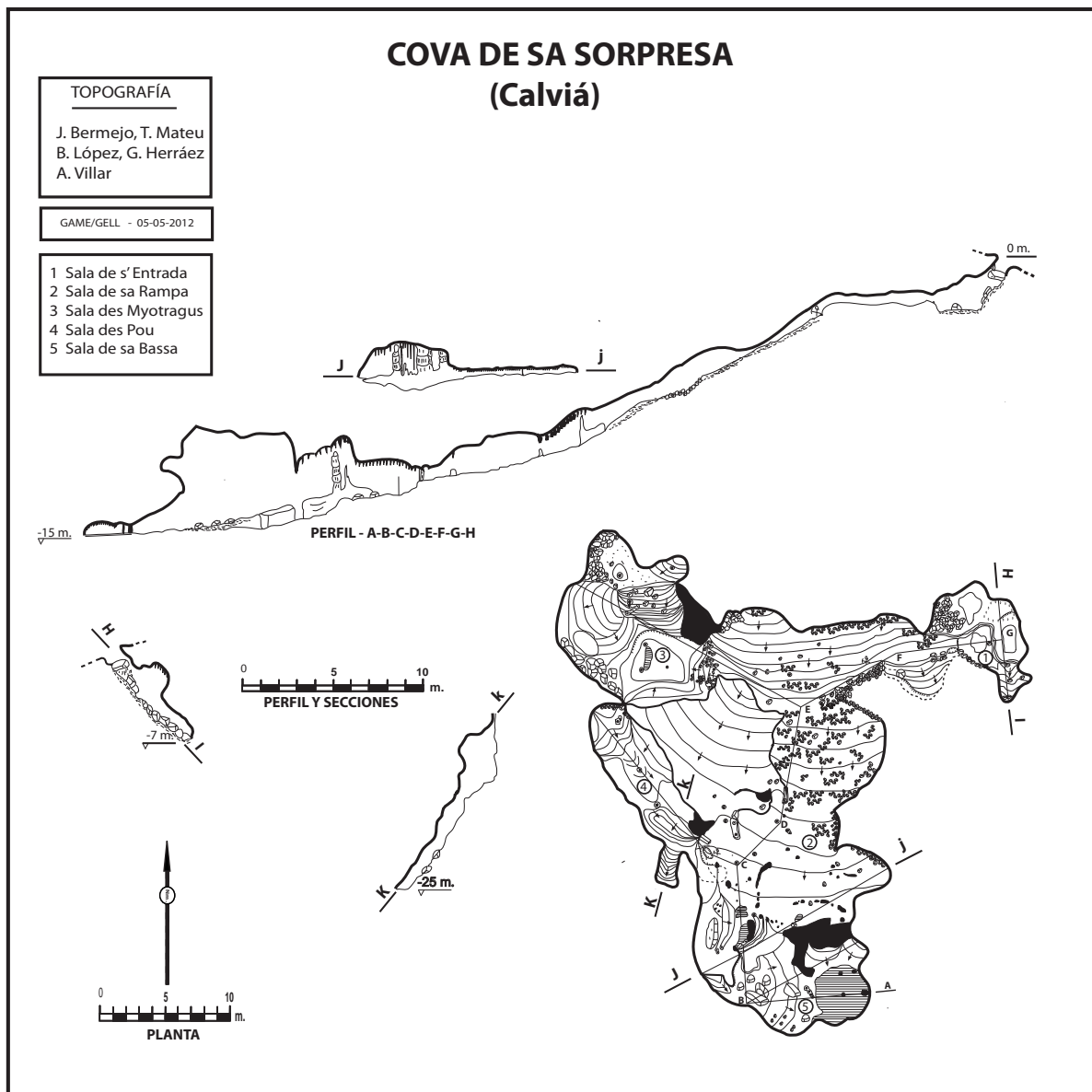
### SALA DE SA BASSA

Una ventana se abre ante nosotros indicándonos el camino a seguir; tendremos que poner especial atención de no romper ninguna de las formaciones, en especial una finísima estalagmita de aproximadamente un metro, ni dañar unos pequeños gours que nos salen al paso. Nos encontramos en la zona más bella de la cueva, donde una barrera de formaciones (Fig. 1) atraviesa la sala desde un extremo al otro. Una vez traspasada la mencionada barrera por el lado derecho, seguiremos descendiendo hasta llegar a un pequeño charco a -15 m, que da fin a la cueva por este lado. Destacar unas delicadas formaciones excéntricas adosadas a un saliente (Fig. 2) en las proximidades del charco. Movernos por el extremo NE se hace difícil dada la proximidad que existe entre el



Figura 1: Macizo estalagmítico en la Sala de sa Bassa (foto J. Bermejo).

Figure 1: Stalagmitic massif in the Sala de sa Bassa chamber (photo J. Bermejo).



suelo y el techo, además de la gran cantidad de formaciones en forma de columnas de todos los grosores y sobre todo de la gran cantidad de pequeñas estalactitas.

De regreso hacia la salida, vamos a visitar las dos salas que nos falta por ver y que necesitaron de labores de desobstrucción.

### SALA DES POU

Se llega a ella una vez atravesada su ventana de acceso adentrándonos por un estrecho pozo por el que descenderemos destrepando durante 5 m, para a continuación dirigirnos en dirección NO hasta alcanzar el fondo de la sala, con unas dimensiones de 13 x 4,5 m en la zona más

ancha. Un pozo de 5,5 m muy estrecho alcanza la zona más profunda de la cavidad. La sala está orientada SE-NO, de techo bajo, relativamente concrecionada; algunas columnas de pequeño tamaño se encuentran afectadas por un proceso de soliflucción. Probablemente el extremo más al NE de esta sala comunicaría en su día con la Sala des Myotragus.

### SALA DES MYOTRAGUS

Al igual que en el caso de la Sala des Pou, para acceder a la Sala des Myotragus se tuvo que desobstruir la entrada con ciertas dificultades, debido a la falta de espacio para poder utilizar la piqueta de geólogo, que fue la herramienta



Figura 2: Pequeño grupo de espeleotemas adosados a un saliente, en la Sala de sa Bassa (foto J. Bermejo).

Figure 2: Small group of speleothems attached to a rock protrusion, in the Sala de sa Bassa chamber (photo J. Bermejo).

empleada. Se trata de una sala de 10 x 13 m que a su vez alberga un pequeño rincón en la zona alta de la misma. Es una sala muy interesante, ya que albergaba en su interior restos de un posible *Myotragus* en el que la cabeza del mismo se encontraba razonablemente conservada a pesar de estar incompleta. Una finísima estalactita fistular, no translúcida debido a la inactividad, llama enseguida la atención por su tamaño de aproximadamente 2 m. La misma está desplazada horizontalmente con respecto a la estalagmita que en su día ayudó a formar. Otra gruesa estalagmita se desarrolla en un pequeño gour, actualmente seco debido a la inactividad de la sala. Estalactitas de aparente antigüedad con curiosas formas (Fig. 3) penden del techo, junto a otras más recientes. En la zona SO de la sala, abundantes bloques de piedras colmatados la separan de la Sala des Pou.

## Paleontología

Restos óseos de tres posibles ejemplares de *Myotragus* se han localizado en otros tantos lugares de la cueva, lo cual da a entender que



Figura 3: Extraño espeleotema cenital en la Sala des Myotragus (foto J. Bermejo).

Figure 3: Curious zenithal speleothem in the Sala des Myotragus chamber (photo J. Bermejo).

la topografía de la misma ha cambiado mucho desde que los animales entraron en ella, ya que hoy en día, les hubiera sido imposible el acceder a algunos de los lugares en los que se encuentran esparcidos.

## Agradecimientos

A Margalida Tur por sus consejos. A Amparo Villar, fiel compañera de fatigas; sin ella, muchos trabajos nunca se hubieran realizado. A nuestra traductora de inglés Deborah Ann Thompson.

## Bibliografía

- BARCELO, M. A.; (1992): Cavitades de la Serra de Na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 25-36.
- CRESPÍ, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VICENS, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M. A. & GRACIA, F.; (2010): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (3ª part) (Calvià, Mallorca). *Endins*, 31:141-160.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29: 140-148.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18.
- RODRIGUEZ, A. & GELABERT, B. (1998): Geología de Mallorca, *Aspectos geológicos de les Balears*. Págs. 10-38. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.

# ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca). CAVITAT LITORAL AMB INFLUÈNCIES HIPOGÈNIQUES EXCAVADA A LES EOLIANITES QUATERNÀRIES I ALS MATERIALS DEL PLIOCÈ

per Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup>, Bernat CLAMOR <sup>1</sup>, Pere GAMUNDÍ <sup>1</sup>, Antoni CIRER <sup>1</sup>,  
John Freddy FERNÁNDEZ <sup>1</sup>, Joan J. FORNÓS <sup>2</sup>, Àngel GINÉS <sup>2,3</sup>, Joaquín GINÉS <sup>2,3</sup>,  
Maria Jesús URIZ <sup>4</sup>, Sebastià MUNAR, Damià VICENS <sup>2,5</sup>, Antelm GINARD <sup>5</sup>,  
Nicolás BETTON <sup>1</sup>, Miquel Àngel VIVES <sup>1</sup>, Damià JAUME <sup>6</sup>, Guillem MAS <sup>2</sup>,  
Miquel Àngel PERELLÓ <sup>1</sup>, Francisca CARDONA i Alida TIMAR-GABOR <sup>7</sup>

## Resum

S'han fet exploracions i estudis per part del Grup Nord de Mallorca al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013 que han suposat 90 dies d'immersions. La cavitat, de direcció general SW-NE, compta amb tres esfondraments naturals que permeten accedir al sistema, que posseeix un recorregut de 4.100 m, amb un desnivell que supera els 36 m i una fondària màxima de 27 m. La distància lineal, si se segueix la cova, entre l'entrada més propera a la mar i la part interior més allunyada és de 1.444 m. Pràcticament tota la cova, llevat les entrades, és subaquàtica.

La troballa i documentació de la cavitat suposa donar a conèixer l'existència d'una important formació endocàrstica als materials del Quaternari i del Pliocè. La cova es pot considerar, com una megaforma constituïda per un sistema de cavitats de planta ramiforme, és a dir, una planta divagant a on els plans d'estratificació i les sales d'esfondrament han assolit un paper important en el desenvolupament d'algunes zones de la cavitat. La formació de la cova ha estat una combinació dels factors genètics hipogènics, freàtics litorals i amb fortes influències del drenatge de les aigües subterrànies cap a la mar. La cavitat consta de dos nivells molt diferenciats: per una part, galeries hipogèniques ascendents que constitueixen les zones més fondes de la cavitat, i que s'inicien dins dels materials del Pliocè i, per altra banda, les galeries horitzontals i d'aspecte freàtic, excavades a les eolianites del Quaternari.

Els estudis morfomètrics denoten una disposició consistent en un conjunt de galeries de dimensions relativament amples (>4 m), desenvolupades a unes fondàries bastant constants entre -6 i -12 m. Els passatges de major profunditat estan prou ben representats (gairebé un 25% de la cova discorre entre -14 i -26 m) en relació amb l'existència de conductes ascendents lligats a l'alimentació profunda del sistema de drenatge.

L'absència de morfologies secundàries o de precipitació és, llevat de poques excepcions, un dels trets més distintius de la cavitat, ja que són molt pocs els indrets on hi són presents. Els materials propis de la dinàmica sedimentària de la cavitat consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents de la desagregació i rentat mecànic de les eolianites de les parets. Els nivells molt llimosos de color vermellós que, a part de minerals de les argiles, incorporen elevades quantitats de quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració superficial. Destaquen dipòsits obscurs amb presència d'importants quantitats de ferro i especialment manganès que pot arribar a valors del 40%.

Els centenars de metres més propers a la mar són freqüentats per espècies marines de vertebrats i invertebrats que presenten elevada tolerància a les aigües més dolces. El descobriment més sorprenent i interessant a nivell faunístic ha estat la troballa de nombrosos espècimens del crustaci misidaci *Burrinymis palmeri* que només es coneixia fins ara de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera.

S'ha recuperat dins la cavitat una àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC.

<sup>1</sup> Grup Nord de Mallorca.

<sup>2</sup> Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.

<sup>3</sup> Grup Espeleològic EST.

<sup>4</sup> Centre d'Estudis Avançats de Blanes.

<sup>5</sup> Speleo Club Mallorca.

<sup>6</sup> Institut Mediterrani d'Estudis Avançats IMEDEA (CSIC-UIB).

<sup>7</sup> Laboratory of Luminescence Dating and Dosimetry, Babes-Bolyai University in Cluj-Napoca

L'abocament de les aigües residuals, provinents de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, suposa la contaminació de les aigües subterrànies i alhora la destrucció progressiva d'una cavitat excepcional, que drena cap a la mar, amb uns valors patrimonials naturals geològics i biològics de primer ordre.

### Abstract

Exploration and scientific research have been done by Grup Nord de Mallorca during the years 2011, 2012 and 2013 representing a total of 90 days of dives. The cave, with a general SW-NE trend, shows three collapse structures that give way to the entrance of the system. With a total length of 4100 m, and 36 m of maximum difference in height, attain a maximum depth of 27 m bsl. The maximum distance measured, along the cave course, between the entrance nearest the sea to the farthest inner part of the cave is 1444 m. Practically all the cave, apart from the entrances, develops underwater.

The finding of this cave and the subsequent documentation of its characteristics disclose the existence of a very important endokarst system carved in Pliocene and Quaternary deposits. The cave can be considered as a megaform constituted by a ramiform system of passages, with a mixed hypogenic and littoral phreatic genesis highly influenced by the groundwater drainage to the sea. The cave system show two clearly differentiated tiers: ascending hypogenic passages that constitute the deepest areas of the cave starting in the Pliocene materials, and the horizontal phreatic galleries formed within the Pleistocene aeolianites.

Morphometric data indicate that passages show relatively wide dimensions (>4 m) being developed at rather constant depths comprised between -6 and -12 m bsl. The deepest passages are quantitatively well represented (near 25% of the cave is located between -14 and -26 m) owing to the existence of the ascending galleries linked to the basal recharge of the system.

An almost absence of speleothems is one of the most distinctive characteristics of the cavity; they have only a scattered presence. The materials related to the sedimentary dynamics in the cave are represented by thin sandy levels composed by carbonate grains probably detached from the aeolianite walls. Silty reddish levels, formed by abundant quartz grains, apart from clay minerals, reveal a clear process of infiltration from the soil. It is especially important the presence of abundant dark Fe and Mn-rich sediments attaining values near 40%.

The passages that are closer to the sea are colonized by vertebrate and invertebrate marine species showing a high degree of tolerance to freshwaters. The more surprising fact has been the discovery of a great number of *Burrimysis palmeri* a misidacean crustacean only known till now from Cova del Burri, a coastal cave from the island of Cabrera.

An archaic Greco italic variant LWa amphora (MGS V) has been recovered into the cavity. Its chronology must be placed between the end of the IV century to the early III century b.C.

Wastewater discharge from the Colònia de Sant Jordi treatment plant implies the groundwater contamination as well as the progressive destruction of an exceptional cave, that can be considered as a first order phenomenon by their biologic and geologic natural heritage values.

## Introducció

A la Colònia de Sant Jordi i al terme municipal de ses Salines no es coneixien cavitats d'interès, almenys des del punt de vista espeleomètric (ENCINAS, 1997; ENCINAS, 2006), i en cap cas era d'imaginar que es pogués trobar una cova de les característiques que posseeix es Dolç al seu litoral, a un paisatge de costa baixa i gran abundància de platges. La litologia també es considerava un altre factor negatiu, ja que les eolianites quaternàries i dunes actuals afloren per tot arreu i no eren materials en absolut candidats de contenir formes endocàrstiques dignes de consideració. Al Pliocè i Quaternari de les Balears, només s'hi havien localitzat petites cavitats sense gaire importància (FORNÓS & GELABERT, 2011).

La platja des Dolç, arenal blanc i de gra fi, es troba a 300 metres de la Colònia de Sant Jordi. Veïnats de ses Salines, veïnats de Palma i d'altres localitats properes són els seus usuaris

assidus i habituals, ja que molts d'ells tenen aquí una segona residència, encara que aquest arenal és molt freqüentat pels turistes des de la construcció d'un passeig litoral d'accés.

L'especialista en toponímia Cosme Aguiló, doctor per l'estudi de la toponímia de Santanyí i Ses Salines (AGUILÓ, 2007), ens va assabentar dels topònims dels esfondrats i coves de sa Vall, que van resultar ésser diferents entrades a la mateixa cavitat. Segons Cosme Aguiló (com. pers.), el terme esfondrat com a topònim, es fa servir únicament al terme de ses Salines.

En l'article que es presenta a continuació s'inclou la història de les exploracions efectuades a la cavitat, la descripció del sistema de coves, la seva superposició respecte de la superfície, els condicionants litològics, les característiques hidrològiques de la cova, l'espeleogènesi, les sales d'esfondrament, els espeleotemes, els sediments, la fauna, el material arqueològic trobat, i algunes consideracions respecte de la seva conservació. L'estudi de les morfologies de

dissolució hipogèniques i de la zona de mescla litoral de la cavitat es fa a un altre article (GRÀCIA & FORNÓS, 2014).

## Història resumida de les exploracions

La primera notícia que vam tenir de la cavitat, va provenir d'en Miquel Alexandre Dot, amic i antic membre del Grup Nord de Mallorca (GNM), que l'any 2002 ens assabentà que a la platja des Dolç existia una cova submergida amb corrent d'aigua. No li férem gaire cas, i vam atribuir erròniament la seva informació, sense anar-hi tan sols a veure-la, a l'existència d'un bufador típic de la línia de costa.

Ens hem de situar al 2011 per tornar-nos a parlar del tema Antoni Cirer, "Xirino", espeleobussejador del GNM i gran coneixedor del litoral de ses Salines. També ell insistia en que hi havia "cosa de coves" a la Colònia de Sant Jordi. Van passar mesos fins que a la fi va acompanyar a Bernat Clamor, que feu una primera immersió a l'Esfondrat des Dolç (Figura 1). L'estretor de la galeria d'entrada, juntament amb la mala visibilitat i la força del corrent de sortida va fer que necessités diverses immersions per fer-se una primera idea de la importància de la troballa. L'interès era ben evident, es tractava d'explorar i estudiar l'origen d'es Dolç, la surgència que dona nom a la platja per tots coneguda. La fredor de les aigües procedents de l'interior es deixa notar a l'estiu a una distància considerable de la costa.

A mesura que van avançar les exploracions i coneixença de la cova, vam trobar del tot necessari anar a parlar amb en Cosme Aguiló per documentar-nos i respectar els topònims correctes i no crear neotopònims innecessaris i suplantadors. En aquells dies només coneixíem l'Esfondrat des Dolç i un informant ens parlava de l'existència d'un altre esfondrament a l'interior. Damunt la taula de l'estudi d'en Cosme, els mapes, les fotografies aèries i la seva tesi van deixar ben clar la presència d'altres fenòmens endocàrstics a l'interior de la costa, dins la finca de sa Vall. Aquests són, a més a més de l'Esfondrat des Dolç (començat ja a explorar per aquelles dates), la cova de s'Aigua i l'Esfondrat.

S'han fet recerques i exploracions al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013, que han suposat 90 dies d'immersions. Les tasques de busseig efectuades sumen un total de 443 hores sota l'aigua dins la cavitat. Si consideram els dies d'immersions i el nombre de bussejadors que

han participat en feines a cada immersió sumen 182 immersions individuals, que representen una mitjana de 2 bussejadors per jornada de feina, encara que molts dies s'han efectuat tasques en solitari i d'altres fins i tot han participat 5 bussejadors repartits per diferents indrets de la cavitat. La mitjana de temps de busseig ha estat de 2,4 hores per immersió, encara que aquestes han oscil·lat normalment entre 1 i 3 hores.

Constitueix la primera cova, allargada dels darrers 20 anys de tasques a cavitats sotaiguades, en què l'equip d'espeleobussejadors del GNM s'ha vist incrementat considerablement. Així, a més a més dels tradicionals espeleobussejadors del GNM, Bernat Clamor, Pere Gamundí i Francesc Gràcia han format part de l'equip de feina: Antoni Cirer, John Freddy Fernández, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló, Nicolás Betton i Antoni Cifre.

2011 - Bernat Clamor, del GNM, entra per l'Esfondrat des Dolç (Dolç Extern), i explora amb dificultat i en solitari el laminador del Corrent. Al llarg de 10 dies aconsegueix superar passos estrets (Figura 2) i accedir a la galeria del Llop, a la Davallada i superar el pas de les Dents.

2012 - La immersió i desobstrucció al llac molt som de la cova de s'Aigua, permet progressar per la galeria Rectal (Dolç Extern), molt difícil i estreta. El sediment que aixeca el bussejador es arrossegat pel corrent i l'acompanya al llarg de l'avanç, impeding la visibilitat. Després de diversos intents s'enllaça amb les guies que provenen de l'Esfondrat des Dolç. S'exploren els pous Amagats i la galeria del Cràter.

Exploració de l'Esfondrat (Dolç Intern). El petitíssim llac, situat al fons de l'Esfondrat (Figura 3), sembla obstruït per arena i pedres.



Figura 1: Esfondrat des Dolç (Foto GNM).

Figure 1: Collapse known as l'Esfondrat des Dolç (photo GNM).





Figura 2: Pas estret al final del laminador del Corrent (Foto GNM).

Figure 2: Narrow passage at the end of Laminador del Corrent (photo GNM).

Al rost d'entrada es descobreix una àmfora, gairebé enterrada a 3 m sota les aigües. Un pic superat el tap, s'accedeix a la galeria de les Anguiles. Les exploracions se succeeixen i es troba el pou Net i la galeria de l'Enfàs; aquesta darrera pel seu estretor sembla mentida que s'obri després i comunicui amb la voluminosa galeria de les Lloses. La cova creix centenars de metres, es descobreixen les galeries Paral·leles i l'inici de la galeria Nord. La galeria de les Lloses prossegueix amb la sala Blanca (Figura 4), la sala dels Blocs, la sala de l'Estalagmita i la sala de la Bombolla.

En total aquest any s'efectuen 46 dies d'immersions. Els bussos són: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Antoni Cirer, Miquel Àngel Vives, Antoni Cifre i Miquel Àngel Perelló.

2013 - Al Dolç Extern, un pic passat el pas de les Dents i la desviació de cap a la galeria Rectal, s'ascendeix un rost, travessant aigües molt contaminades. Els sediments cobreixen el terra i del sostre penjen filaments orgànics negres originats per les aigües de la depuradora. Posteriorment es torna a davallar, ja dins aigües netes i accedir al pou de Darrera.

A la cova de s'Aigua, a un lateral parcialment obstruït, s'aconsegueix arribar a un sífó que surt a una sala amb aire. Sense llevar-se el regulador de la boca per no respirar de l'aire de l'estança, se sent el remor d'aigua que cau. Segurament és el crui per on s'escola l'aigua de la depuradora. Des de la sala continua la galeria subaquàtica que accedeix a la galeria de les Anguiles (Dolç Intern). Continuen les exploracions de la galeria Nord, amb l'accés al pou Mascarat i la resta de la galeria Nord. A la sala de la Bombolla, zona més allunyada



Figura 3: Petit llac de l'Esfondrat que permet accedir al Dolç Intern (Foto GNM).

Figure 3: Small pool at l'Esfondrat, that gives way to the inner sector known as Dolç Intern (photo GNM).

de l'entrada, es realitza una desobstrucció i s'explora la galeria dels Despreniments, que és el lloc més interior de la cavitat.

Es comptabilitzen aquest any 34 dies d'immersions. Bussos: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Freddy Fernández, Antoni Cirer, Nicolás Betton, Miquel Àngel Vives i Miquel Àngel Perelló.

## Descripció de la cavitat

La cavitat posseeix un recorregut de 4.100 m, amb un desnivell que supera els 36 m entre el punt més elevat, l'Esfondrat (+9 m) i el fons de la galeria del Cràter (-27 m). La distància lineal per dins la cavitat, entre l'entrada més propera a la mar, això és l'Esfondrat des Dolç i la part interior més llunyana és de 1.444 m. La direcció general que segueix la cavitat és de 45°, és a dir SW-NE (Figura 7).

Compta amb tres esfondraments naturals que permeten accedir al sistema endocàrstic (l'Esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i l'Esfondrat) i un altre d'impracticable de petites dimensions (l'Esfondrat des Joncs – neotopònim–).

L'Esfondrat des Dolç dista de la mar només una trentena de metres, i drena l'aigua que transcorre entre blocs caiguts i surt a la bassa des Dolç, la qual forma un entrant de la mar de 45 m de llargària per 25 m d'amplària i poca fondària (0,5 a 1 m), que sembla ésser part de l'antic sistema càrstic, encara que molt afectat per la dinàmica litoral.

La cavitat, a gran trets es pot considerar subdividida en dos per mor del gran esfondrament que suposa la cova de s'Aigua (Figura 5), que l'ha

seccionada en dos segments: es Dolç Extern i es Dolç Intern. Es Dolç Extern suma un recorregut de 1.620 m i es Dolç Intern de 2.480 m. Al Dolç Extern, la distància lineal entre l'Esfondrat des Dolç i la sortida a la cova de s'Aigua és de 529 m. La distància més llunyana al final de la galeria del Cràter és de 630 m. Al Dolç Intern, la distància entre l'Esfondrat i la part més allunyada a l'interior és de 776 m.

La cova es pot considerar, com a una remarcable megaforma endocàrstica, constituïda per un sistema de cavitats d'estructura ramiforme amb una gènesi mixta hipogènica, freàtica litoral i amb fortes influències del drenatge d'aigües subterrànies epigèniques de cap a la mar. La litologia i estructura dels materials pliocens i de les eolianites, sense fracturació clara important, ha fet que la cavitat adopti la típica disposició en planta de caràcter ramiforme. La cavitat consta de dos nivells molt diferenciats: per una part, almenys 11 galeries ascendents hipogèniques importants, que constitueixen les zones més fondes de la cavitat (aquestes s'inicien dins dels materials calcisilícics del Pliocè); i per altra banda les galeries horitzontals i d'aspecte freàtic, excavades a les eolianites del Quaternari.

## DOLÇ EXTERN

### L'Esfondrat des Dolç

Esfondrament localitzat a una trentena de metres de la mar, envoltat de flora halòfita. Les seves dimensions són d'uns 16 x 12 m i poc més de 2 m de desnivell. Un llac d'una quinzena de metres de longitud, uns 2 m d'amplària i menys d'1 m de fondària permet accedir al Dolç Extern.

### Laminador del Corrent

La distància lineal de la galeria és de 131 m, fins a un pas molt estret. Les amplàries van dels 7 als 30 m i les alçàries entre 0,35 i 2,5 m, encara que són molt més freqüents les inferiors a 1 m. Les cotes de fondària del sostre estan compreses entre 3,5 i 6,3 m i del terra entre 4,2 i 7 m.

### Galeria del Llop

S'inicia al pas estret i acaba als 482 m de penetració, això suposa 351 m lineals (Figura 6). El recorregut total és de 617 m. A poc més d'una trentena de metres de l'inici de la galeria del Llop es troben les galeries dels Joncs, de 53, 43 i 13 m de longitud respectivament. Les



Figura 4: Sala Blanca (Foto GNM).

Figure 4: Chamber named Sala Blanca (photo GNM).



Figura 5: Llac de la cova de s'Aigua. Aquest esfondrament separa es Dolç Extern d'es Dolç Intern (Foto GNM).

*Figure 5: Pool from Cova de s'Aigua. This collapse feature divides the cave in two sectors: es Dolç Intern from es Dolç Extern (photo GNM).*

majors dimensions s'assoleixen a la sala del Llop, de 50 x 35 m, de la qual parteixen els pous Amagats. A la sala del Llop l'haloclina es troba normalment entre -6 i -7 m. Les alçades de tota la galeria estan compreses generalment al voltant dels 2 i 3 m fins a la sala i entre 2,5 i 7 m a la pròpia sala. Uns 20 m més endavant, la galeria prossegueix per la Davallada d'uns 50 m de llarg i entre 6 i 11 m d'alçada, que descendeix dels -8 m fins a més de -20 m. Als 425 m es localitza el pas de les Dents, nom inspirat dels penjants que guaiten del sostre. Als 452 m es troben la galeria Rectal, que ascendeix fins a emergir a la cova de s'Aigua i també les galeries del pou de Darrera, que ascendeixen i travessen l'haloclina per posteriorment tornar a descendir. Aquest darrer tram de la galeria del Llop té valors d'alçada molt menors, d'entre 1 a 5 m generalment.

Els valors de fondària del sostres estan compresos generalment entre -4,5 i -6 i el terra entre -6 i -12, menys a la Davallada on s'assoleixen els -9,6 i -17 respectivament.

### Pous Amagats

Comencen a partir de la sala del Llop, als 300 m de distància des de l'esfondrat des Dolç, mitjançant un laminador de devers 1 m d'alçada, amb abundant sediment. Una vegada passats poc més de 40 m s'incrementa el volum, i la cavitat es bifurca, de cap al SW, cap al S i també prossegueix per un nivell inferior. La continuació S, té una alçada d'entre 1 i 2 m i cotes de fondària similars a la del laminador, entre -7 i -8 m. Regressant al punt de bifurcació, la mateixa galeria avança en direcció SW fins que ascendeix per un laminador que es troba entre

-2,8 i -3,6 m i connecta amb una voluminosa galeria descendent. La galeria a la part superior, prop del sostre, té -2,5 m i davalla en pendent molt vertical, amb valors d'alçada i amplària que superen els 15 m. A la zona més fonda, que es troba a 400 m de distància de l'entrada de la cova, s'assoleixen els -24 m.

Tornant al creuament, si se segueix la davallada, aquesta es bifurca de seguida. La continuació més occidental, davalla en pendent molt acusat i assoleix els -25 m; és molt interessant la presència de solcs ascendents hipogènics a uns -19 m. L'altra galeria NE, de 62 m de longitud, prossegueix entre valors del sostre d'entre -19 i -20 m i del terra entre -21 i -25 m. En alguns indrets els valors d'amplària superen els 10 m i l'alçada els 6 m. El seu extrem es troba a 415 m de l'inici de la cavitat. El recorregut total dels pous Amagats és de 201 m.

### Galeria Rectal

És una angosta galeria de 77 m, que parteix d'una zona molt afectada per la contaminació procedent de la depuradora i emergeix a la cova de s'Aigua.

### Pou de Darrera

L'accés es pot fer mitjançant un rost ascendent d'esfondrament, situat a la part final de la galeria del Llop, que travessa l'haloclina i entra dins la capa d'aigües contaminades. Més endavant, la galeria descendeix fins als -20 m i l'aigua torna a estar neta, amb valors d'amplària i alçada que arriben als 13 m. Als 46 m d'inici de la galeria es troba un desviament de 75 m de longitud, que en direcció NW ascendeix fins a una petita cambra aèria després de superar una estretor. El recorregut de tot aquest sector és de 225 m.



Figura 6: Galeria del Llop (Foto GNM).

*Figure 6: Passage named Galeria del Llop (photo GNM).*

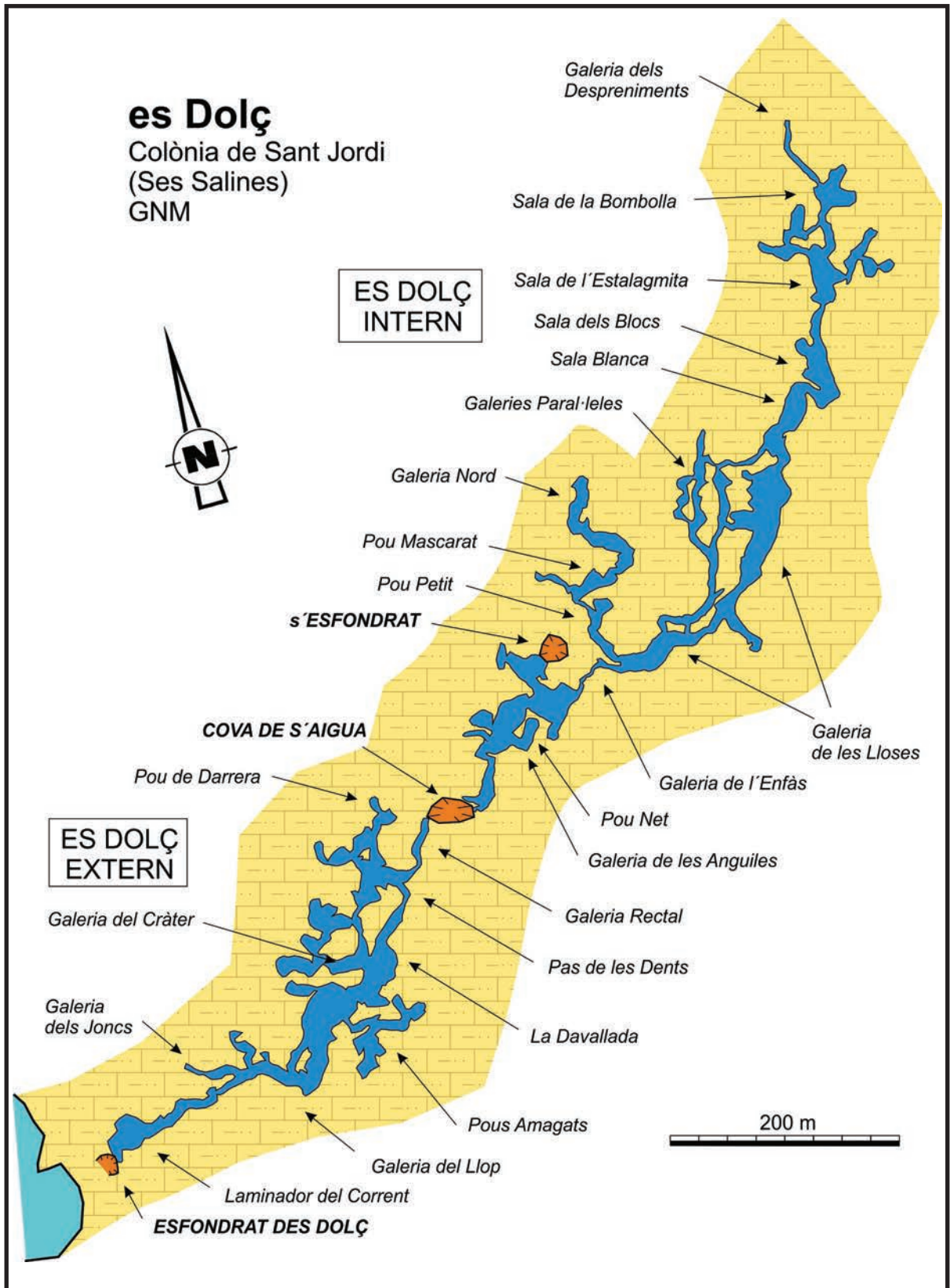


Figura 7: Mapa i toponímia de la cavitat.

Figure 7: Survey of the cave with indication of its toponymy.



Figura 8: Galeria del Cràter (Foto GNM).

Figure 8: Passage known as Galeria del Cràter (photo GNM).

### Galeria del Cràter

Comença a la part terminal de la galeria del Llop, amb tendència clarament descendent fins assolir els -21. Una bifurcació separa la galeria principal d'altres que tornen a connectar amb ella més endavant. La galeria comença amb una direcció S, per després tornar cap al NW, i a uns 60 m de superar el creuament es troba el Cràter, lloc realment màgic per les seves característiques úniques. És un indret voluminós amb 19 m d'amplària i gairebé 7 d'alçària. Uns 20 m més endavant s'assoleix un altre creuament que permet a l'E prosseguir una cinquantena de metres, i en direcció NW connectar amb la branca de la cova que es bifurcava al començament de la galeria del Cràter. Bàsicament tot aquest sector sembla provenir d'almenys 4 galeries ascendents hipogèniques fusionades, que formen una xarxa complexa. Contràriament a altres llocs de la cova, les morfologies d'esfondrament no són predominants, ja que es veu bé la roca mare que forma el terra de la cavitat sense recobrir generalment de blocs caiguts. El recorregut total és de 321 m i la distància màxima a l'entrada es troba als 630 m (Figura 8).

### COVA DE S'AIGUA

Dolina d'esfondrament que subdivideix es Dolç en dues parts (Dolç Extern i Dolç Intern), amb les quals connecta per entrades oposades (Figura 7). Dista en superfície 412 m en línia recta de l'entrada més propera a la mar, l'Esfondrat des Dolç, i 150 m de l'entrada més interna, l'Esfondrat. Es troba envoltada per dunes fixades per la vegetació i al costat SE les arenes actuals penetren en forma de rost suau. Les dimensions dels eixos de la dolina són de 41 i 28 m, i un desnivell màxim respecte als terrenys circumdants d'uns 5 m. El llac presenta molt poca fondària per la sedimentació de l'arena que per ben poc no tanca el pas a les galeries subaquàtiques del sistema. Els corrents, en ocasions considerables, pensam que han contribuït a mantenir oberts aquests accessos. El llac de més entitat i l'únic visible des de l'exterior és l'ubicat al costat SW, d'uns 15 m de longitud, 4 m d'amplària i entre 0,20 i 0,6 m de fondària, que és el que prossegueix per la galeria Rectal, d'es Dolç Extern. Al costat SE, a només 41 m del llac, s'ubica un pas estret que connecta també amb el nivell freàtic i comunica amb es

Dolç Intern, mitjançant la galeria de les Anguiles. L'aigua de la depuradora s'aboca al costat N de l'esfondrament i penetra dins el sistema afectant especialment aquest llac i impedit el busseig els mesos de major afluència turística. Actualment no és possible entrar per la cova de s'Aigua per anar de cap al Dolç Intern a causa de la contaminació i per aquest motiu la descripció la fem a partir de l'Esfondrat.

## DOLÇ INTERN

### L'Esfondrat

Encara que es Dolç Intern s'estén a partir de la cova de s'Aigua, l'accés principal i més còmode té lloc per l'Esfondrat, el qual es troba situat damunt d'un petit promontori i molt camuflat per la vegetació. Dista 590 m en línia recta de l'Esfondrat des Dolç i a 753 m de distància per dins la cavitat. L'Esfondrat és l'entrada més interior, de 23 x 15 m, i la que presenta un major desnivell, uns 9 m. Al seu interior es veu molt clarament l'estratificació de les eolianites, més o menys llimoses, fins assolir el nivell freàtic. El llac d'entrada és de dimensions molt reduïdes.

### Galeria de les Anguiles

El recorregut de la galeria és de 452 m i la distància lineal màxima que la separa de la cova de s'Aigua és de 186 m. No obstant això, és del tot preferible accedir a aquesta galeria per l'Esfondrat. És un àmbit molt voluminós, amb amplàries d'entre 9 i 21 m i alçàries d'entre 3 i 4 m. La galeria en direcció NW segueix uns 40 m per tancar-se per blocs despresos. En direcció

gairebé S, als 23 m es pot seguir de cap a la cova de s'Aigua o bé de cap a l'interior. Anant en direcció al Dolç Extern, als 100 m de l'inici de l'Esfondrat s'arriba al desviament que permet anar de cap al pou Net o bé prosseguir per dins la galeria en una zona molt contaminada i amb gran profusió d'anguiles. A un centenar de metres més enllà se surt a la cova de s'Aigua, després de sortir a una sala aèria i passar per un pas estret i molt terròs.

### Pou Net

S'entra en aquesta galeria per un pas entre blocs molt estret. La distància lineal d'aquesta galeria, que volta del SE al NE és d'uns 40 m, i assoleix en un fort rost els -25 m. L'amplària és d'entre 8 i 12 m i l'alçària arriba als 7 m. El sostre es manté constant al voltant dels -17 i -18 m i el terra entre -20 i -25 m.

### Galeria de l'Enfàs

Sembla mentida que una galeria de les minses dimensions d'aquesta connecti amb tot el que hi ha darrera, al Dolç Intern. La galeria, oberta dins les eolianites molt blanques pleistocenes, i el terra amb abundant sediment negre, presenta un recorregut lineal de 65 m, amb una direcció inicialment NE per després voltar a E. Malgrat les reduïdes dimensions presenta tot un bon mostrari de morfologies de corrosió de gran bellesa. El terra es troba sempre al voltant dels -9 i -10 m de forma molt constant. Els valors de les alçàries i de les amplàries són d'entre uns 0,4 i 3 m, encara que els valors més habituals siguin de devers 1 a 1,5 m.

Figura 9: La roca a on s'obri la galeria de les Lloses està formada per eolianites pleistocenes, a on es veu molt bé la laminació (Foto GNM).

Figure 9: The rock where Galeria de les Lloses is carved corresponds to Pleistocene aeolianites which show a sharp lamination (photo GNM).





Figura 10: Pareds molt fosques del pou Mascarat, per estar recobertes de manganès (Foto GNM).

*Figure 10: Very dark walls covered by manganese precipitates at Pou Mascarat (photo GNM).*

### Galeria de les Lloses

Comença al final de la galeria de l'Enfàs, després d'haver recorregut 150 m des de l'Esfondrat i a 818 m des de l'Esfondrat des Dolç i s'allarga 276 m fins que arriba a la sala Blanca, que es troba a 426 m del començament de l'Esfondrat i a 1.094 m des de l'Esfondrat des Dolç. La roca de les parets es clarament d'eolianites pleistocenes, a on es veu molt bé la laminació creuada, amb un color blanc intens, excepte si estan recobertes per sediments foscos (Figura 9). En alguns indrets hi ha llims vermells. Les morfologies de corrosió estan presents arreu. Es presenten algunes colades estalagmítiques males de reconèixer, ja que estan molt dissoltes. L'aspecte més destacat i vistós són les grans lloses caigudes del sostre, que han donat nom a la galeria; algunes superen els 10 m de longitud. El volum de moltes zones de la galeria és considerable, amb amplàries normalment entre 13 i 16 m, encara que poden assolir valors superiors als 20 m. Les alçàries habituals es troben entre 2 i 6 m, amb cotes de fondària del sostre entre -7,5 i -11 m i del terra entre -9,5 i -14,5 m. A les parets s'observa a -11,2 m un nivell horitzontal de manganès negre, per davall, mentre que les eolianites que es troben per damunt mantenen el color blanc. Aquest enfosquiment es deu a una pàtina de pocs mil·límetres que recobreix la roca.

### Galeria Nord

El seu recorregut total és de 352 m, amb una distància lineal màxima de 263 m des de l'inici a la galeria de les Lloses fins a l'extrem més distal, que des de l'Esfondrat representen 413 m i 1.081 m des de l'Esfondrat des Dolç. La direcció general és la que porta el seu nom; presenta

inicialment unes dimensions molt poc constants, ja que té llocs amb només 2 m i d'altres amb 12 m d'amplària. Les alçàries del primer tram estan compreses entre 1 i 2 m. Les cotes del terra i sostre són de devers -11 i -9 m respectivament. Als 60 m s'obre el pou Petit, de molt poca entitat. Uns 8 m més endavant, la galeria s'estreny fins a menys de 0,5 m, per després d'una desena de metres, tornar a obrir-se en una sala. El costat més occidental permet seguir una quarantena de metres, mentre que un nivell inferior permet davallar al pou Mascarat (Figura 10), de 20 m de fondària màxima i amb les parets molt fosques per estar recobertes d'una capa de manganès. El pou Mascarat posseeix alçàries d'uns 3 m i amplàries de fins a 10 m, amb cotes del sostre i terra de -16,4 i -19,5 m respectivament. Als 44 m de recorregut torna a ascendir entre blocs, i un pas molt estret accedeix a la continuació de la galeria, entre eolianites molt blanques i de laminació molt marcada (Figura 11). A poc a poc torna a agafar més fondària, fins tornar als -18 m, amb alguns trams laterals més fondos amb la típica estructura de galeria d'esfondrament.

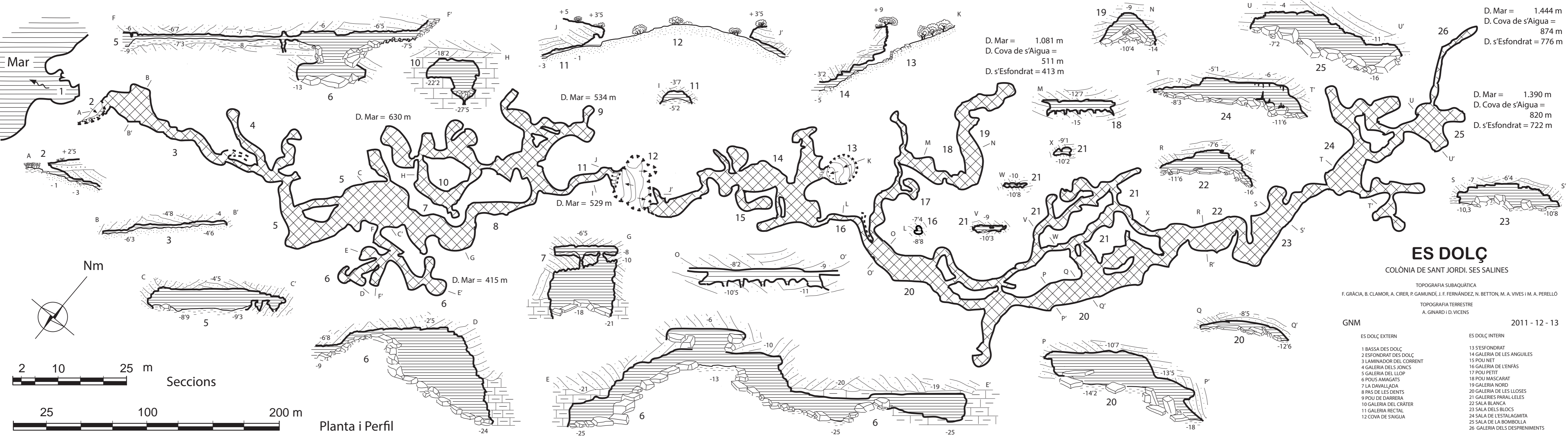
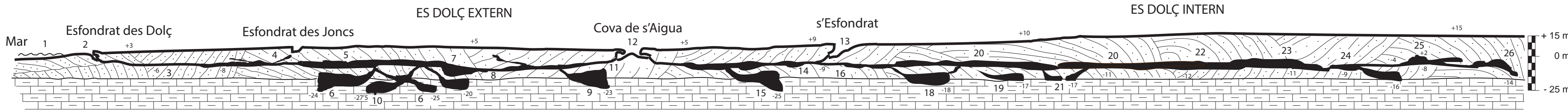
### Galeries Paral·leles

S'inicien a partir del segon desviament de la galeria de les Lloses, una vegada superada la galeria Nord, a uns 50 m de sortir de la galeria de l'Enfàs. Fins a 4 galeries perpendiculars a la galeria de les Lloses connecten amb elles. El total de recorregut d'aquesta zona és d'uns 650 m. El recorregut lineal de la galeria principal des del primer desviament fins a la sala Blanca és de 262 m. Els valors d'amplària van dels 3 als 10 m i els d'alçària d'entre 1 i 2 m, llevat dels passos estrets. Les cotes de sostres estan entre



Figura 11: Galeria Nord, amb les eolianites molt blanques i de laminació molt marcada (Foto GNM).

*Figure 11: Galeria Nord passage showing the very white aeolianites with their pronounced laminations (photo GNM).*



D. Mar = 1.444 m  
 D. Cova de s'Aigua = 874 m  
 D. s'Esfondrat = 776 m

D. Mar = 1.081 m  
 D. Cova de s'Aigua = 511 m  
 D. s'Esfondrat = 413 m

D. Mar = 630 m  
 D. Mar = 529 m  
 D. Mar = 415 m

D. Mar = 1.390 m  
 D. Cova de s'Aigua = 820 m  
 D. s'Esfondrat = 722 m

### ES DOLÇ

COLÒNIA DE SANT JORDI. SES SALINES

TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA

F. GRÀCIA, B. CLAMOR, A. CIRER, P. GAMUNDÍ, J. F. FERNÁNDEZ, N. BETTON, M. A. VIVES I M. A. PERELLÓ

TOPOGRAFIA TERRESTRE

A. GINARD I D. VICENS

GNM

2011 - 12 - 13

#### ES DOLÇ EXTERN

- 1 BASSA DES DOLÇ
- 2 ESFONDRA DES DOLÇ
- 3 LAMINADOR DEL CORRENT
- 4 GALERIA DELS JONCS
- 5 GALERIA DEL LLOP
- 6 POU AMAGATS
- 7 LA DAVALLADA
- 8 PAS DE LES DENTS
- 9 POU DE DARRERA
- 10 GALERIA DEL CRÀTER
- 11 GALERIA RECTAL
- 12 COVA DE S'AIGUA

#### ES DOLÇ INTERN

- 13 S'ESFONDRA
- 14 GALERIA DE LES ANGUILES
- 15 POU NET
- 16 GALERIA DE L'ENFAS
- 17 POU PETIT
- 18 POU MASCARAT
- 19 LA DAVALLADA
- 20 GALERIA DE LES LLOSES
- 21 GALERIES PARAL-LELES
- 22 SALA BLANCA
- 23 SALA DELS BLOCS
- 24 SALA DE L'ESTALAGMITA
- 25 SALA DE LA BOMBOLLA
- 26 GALERIA DELS DESPRENIMENTS



-8 i -10,5 m i les del terra entre -10 i -12 m; llevat de les galeries més al NW que davallen fins als materials del Pliocè i assoleixen els -17 m i 2 m d'alçària. El primer tram presenta abundants morfologies de corrosió. En alguns llocs puntuals es localitzen petites estalagmites. Els darrers cinquanta metres abans de la connexió amb la sala Blanca, l'haloclina, amb penjants que la travessen, suggereix que els processos corrosius segueixen actius.

### **Sala Blanca**

Des de la galeria de les Lloses s'ha de superar un angost esfondrament de llims vermells per arribar a aquesta sala, de 76 m de longitud, amb amplàries d'entre 10 i 20 m, que juntament amb les alçàries de fins a 5 m li atorguen un bell aspecte voluminós. El terra presenta grans lloses blanques de marès caigudes del sostre. Les cotes del terra estan habitualment entre -10,5 i -12 m i el sostre entre -6 i -10 m. També aquí el tret més característic és la laminació creuada típica de les eolianites; per tota la galeria s'aprecien famílies de tupins i concavitats que han aprofitat la laminació, així com multitud de forats i cilindres a les lloses del terra.

### **Sala dels Blocs**

És la continuació de la sala Blanca que s'ubica als 502 m des de l'Esfondrat i 1.170 m des de l'Esfondrat des Dolç. Es tracta d'una sala de 83 m de distància lineal, que s'inicia amb un volum considerable, d'entre 18 i 27 m d'amplària i uns 5 m d'alçària, per anar minvant considerablement entre 6 i 10 m d'amplària i 1,5

i 3,5 m d'alçària. Les cotes de fondària del terra estan compreses entre -10 i -12 m i el sostre entre -5 i -11 m. L'aspecte més definitori és sense cap dubte la presència de grans blocs irregulars caiguts (Figura 12).

### **Sala de l'Estalagmita**

Parteix als 585 m des de l'Esfondrat i 1.253 m des de l'Esfondrat des Dolç. Consisteix en una sala d'uns 46 m de longitud i entre 17 i 27 m d'amplària, amb alçades de 2 a 6 m. Les cotes del terra estan compreses entre -5 i -11 m i les del sostre entre -2,6 i -7 m. Es localitzen alguns espeleotemes que contrasten amb la pràcticament absència d'aquests precipitats dins la cavitat; entre ells una estalagmita que serveix com a fita inconfusible. La cavitat segueix com una forca, amb tres vies possibles. La situada més al NE consisteix en una sèrie de sales amb gran predominança dels processos d'esfondrament que afecten a eolianites molt blanques. Els altres dos extrems de la forca es connecten entre sí formant un circuit amb un pas considerablement estret. La continuació es troba per entre una haloclina molt marcada.

### **Sala de la Bombolla**

Per poder entrar dins la sala, d'uns 50 m de longitud, més de 30 m d'amplària màxima i alçàries entre 7 i 10 m, s'ha de superar un pas estret ascendent. A l'extrem terminal de la sala s'assoleixen els 722 m des de l'Esfondrat i els 1.390 m des de l'Esfondrat des Dolç. A la part central, el con de blocs despresos ascendeix a l'igual que ho fa el sostre, el qual arriba a una

Figura 12: Sala dels Blocs; l'aspecte més definitori són els grans blocs irregulars caiguts (Foto GNM).

Figure 12: Sala dels Blocs is a chamber characterized by the accumulation of irregular fallen blocks (photo GNM).



petita cúpula aèria, amb arrels que pengen dins l'aigua. Les cotes de fondària del terra més habituals estan compreses entre els -11 i -16 m.

### Galeria dels Despreniments

És el tram més allunyat de la cavitat, a on s'assoleixen els 776 m des de l'Esfondrat i 1.444 m des de l'esfondrat des Dolç. Consisteix en una galeria de tendència general N, d'uns 84 m de longitud, que comença un cop passat l'esfondrament de la sala de la Bombolla pel seu costat NW mitjançant una gatera molt angosta. L'amplària de la galeria està compresa entre 2 i 5 m i l'alçària és petita al començament encara que després es va incrementant considerablement.

### Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat transcorre sota dunes poc consolidades fixades per boscos de pins i savines i abundant vegetació arbustiva, així com també de cultius que semblen poc productius per la naturalesa arenosa del sòl. La proximitat

a la mar i l'horizontalitat són dos dels trets més definitoris del paisatge, ja que uns 10 m és el desnivell màxim que assolix el terreny entre la mar i la superfície a més d'1 km a l'interior (Figura 13).

Una de les característiques de la cavitat més estretament relacionades amb la dinàmica litoral és la presència de la bassa des Dolç, entrant de la mar de 45 m de llargària per 25 m d'amplària i de poca fondària (0,5 a 1 m); la qual seria part de la cavitat, però que el retrocés de la línia de costa i els processos d'esfondrament l'han convertida en una espècie de caló per on drenen les aigües subterrànies de cap a la mar, entre blocs, i que atorguen el nom de Dolç a tota la platja veïna. Constitueix un bon exemple de la formació d'un entrant a la mar d'origen càrstic (GRÀCIA *et al.*, 2011a).

Altres aspectes càrstics que es reflecteixen clarament a la superfície són els esfondraments naturals, anomenats a la contrada esfondrats, que permeten tenir accés a la cavitat (l'Esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i l'Esfondrat) i un altre d'impracticable de petites dimensions (l'Esfondrat des Joncs –neotopònim–).



Figura 13: Fotografia aèria de la zona de la Colònia de Sant Jordi, amb la planta de la cavitat superposada.

Figure 13: Aerial image from Colònia de Sant Jordi area, with the topographic survey of the cave superposed.

L'Esfondrat des Dolç dista de la mar, o sigui de la bassa des Dolç, només una trentena de metres, i drena l'aigua que transcorre entre blocs caiguts i surt a l'esmentada bassa. La distància que separa en línia recta l'entrada més propera a la mar, (l'Esfondrat des Dolç) de la cova de s'Aigua és de 412 m i aquesta dista 150 m de l'entrada més interna, l'Esfondrat. Aquesta darrera entrada es troba a 590 m en línia recta de l'Esfondrat des Dolç (l'entrada més propera a la mar). La distància en línia recta més llunyana entre els punts més distants de la cavitat és d'uns 1.100 m, amb una direcció SW-NE. El gruix de roca entre la superfície i el sostre de la cova comprèn dels 1,5 m als més de 25 m a les galeries més fondes.

## **Anàlisi morfomètrica de la cavitat**

La morfometria de les coves és un tema crucial a l'hora de intentar sistematitzar les característiques espacials definitòries de diferents cavitats, en base a observacions recolzades sobre dades quantitatives sòlides. Concretament, el tractament estadístic del patró planimètric de les xarxes endocàrstiques, o de la distribució en profunditat dels buits penetrables, poden ser abordats amb relativa facilitat a partir de topografies espeleològiques, sempre que aquestes siguin de qualitat suficient. En aquest sentit, les topografies de les coves són unes eines adequades per tal d'analitzar l'estructura tridimensional de les xarxes subterrànies.

La investigació morfomètrica de les coves mallorquines és un camp molt poc treballat a data d'avui. De fet, tan sols la publicació de GINÉS *et al.* (2013) s'ha ocupat de l'anàlisi morfomètrica detallada d'una cova de la regió càrstica del Migjorn, en particular de la cova Genovesa (Manacor). Així mateix, cal esmentar també l'estudi geoespeleològic de la cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor (GINÉS *et al.*, 2014), on s'aporten informacions quantitatives sobre les orientacions de les seves galeries i la seva estreta relació amb l'estructuració tectònica de l'àrea. El recent descobriment i exploració de la xarxa espeleològica d'es Dolç ens ha animat a prosseguir aquesta línia d'investigació, de cara a anar obtenint més dades estadístiques sobre les característiques de les cavitats desenvolupades en els materials postorogènics que afloren a l'illa de Mallorca.

## **METODOLOGIA UTILITZADA**

La metodologia general aplicada en aquest apartat fou establerta a l'esmentat treball de GINÉS *et al.* (2013). Tant en aquella ocasió, com en aquest cas, l'anàlisi s'ha centrat en l'avaluació estadística de dos paràmetres espacials molt concrets: per una part la determinació de la dimensió de les amplades de les galeries i sales de la cova i, per altra banda, la quantificació de la distribució en vertical (o sigui, la fondària) del desenvolupament dels buits que componen la cavitat.

Ambdues aproximacions estadístiques s'han beneficiat del fet que la presa de dades topogràfiques ha estat introduïda i calculada amb el software VisualTopo. Aquest programa permet l'exportació de plantes i alçats a format DXF, utilitat que s'ha emprat per obtenir representacions planimètriques i perfils longitudinals a escala, que puguin ser tractats amb una aplicació CAD (Computer-Aided Design). Els arxius DXF, exportats des de VisualTopo, han estat doncs convertits a format DGN mitjançant l'aplicació MicroStation v8, utilitzant les potents eines de dibuix i mesura d'aquest software per a la quantificació dels paràmetres objecte d'estudi.

En el cas de l'anàlisi estadística de les amplades de la cavitat, s'han determinat i mesurat les amplàries a intervals més o manco regulars d'aproximadament 5 m. Les mesures de les amplades han estat preses de forma perpendicular a la trajectòria lineal de les diferents poligonals planimètriques realitzades. D'aquesta manera s'obté una quantificació acurada i, sobretot, significativa de les dimensions en planta dels buits que conformen la cavitat. La distribució de freqüències dels valors de les amplades potencialment mostrarà una forma particular per a cada cova, en funció de les característiques del seu patró planimètric; aquesta distribució ens informarà sobre les dimensions d'amplada que presenten més pes estadístic en el conjunt de la cova, aspecte condicionat per particularitats tals com la presència o absència de grans sales o l'abundància relativa de conductes de mida petita.

Pel que fa a l'anàlisi de la fondària a la qual es desenvolupa la cavitat, l'estadística dirigida a quantificar la distribució vertical dels buits ha estat efectuada a partir dels alçats o perfils desplecats, de totes les galeries i sales incloses a la topografia. Sobre la base dels diferents alçats provinents del software topogràfic –i després d'exagerar de manera controlada la dimensió

vertical, per tal de facilitar la feina— s’ha procedit a mesurar la longitud de cova desenvolupada a una determinada profunditat, efectuant aquestes mesures a intervals regulars de 2 m de fondària. És fàcil comprendre que, amb aquesta tècnica, les galeries i sales de grans alçades estaran quantificades diverses vegades segons el ventall de profunditats que abracen els perfils, mentre que les galeries d’alçada inferior a 2 m hauran estat comptabilitzades tan sols una vegada.

Tant en un cas (amplades de les galeries) com en l’altre (profunditat on es desenvolupa la cova) els resultats s’han expressat com a percentatges del conjunt de la cavitat.

## ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LES AMPLADES

La distribució de freqüències obtinguda a partir de 754 amplàries mesurades a intervals regulars (aprox. 5 m) apareix recollida a la Figura 14. En aquesta gràfica s’observa el poc pes percentual que tenen els passatges de reduïdes dimensions (<2 m d’amplada: 3,6%), així com la relativa abundància de galeries de dimensions mitjanes corresponents a l’interval 2-4 m (15,5%). La distribució de freqüències mostra el valor modal a l’interval 6-8 m d’amplada (17,1%), valor que va minvant progressivament fins l’interval 18-20 m. Les mesures amb amplades superiors als 20 m són escasses, degut a la inexistència de grans sales.

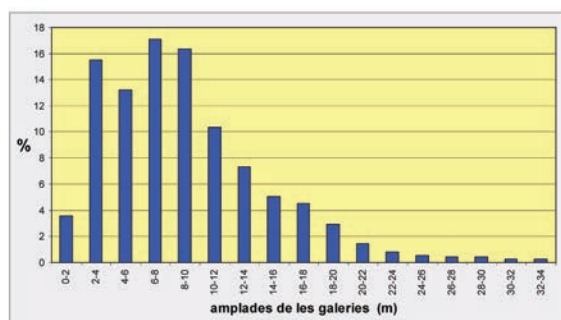


Figura 14: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries d’es Dolç.

Figura 14: Frequency distribution of cave passage widths from Es Dolç.

Bastant il·lustrativa és la representació inclosa en la Figura 15. Aquest gràfic ens mostra la distribució de les amplades, però agrupades en 3 intervals corresponents respectivament a: conductes i/o espais de dimensions petites o modestes (<4 m), galeries amples (4-12 m) i galeries molt amples i/o sales petites (>12 m).

En la figura es pot constatar que més del 80% de les galeries tenen una amplada superior als 4 m, amb gairebé un 24% de passatges que superen els 12 m. Aquestes dades ens defineixen una cavitat constituïda per galeries de mides mitjanes i fins i tot realment amples, però sense notables eixamplaments corresponents a grans sales d’esfondrament, fet aquest observable en canvi en la quantificació efectuada en el seu moment a la cova Genovesa (GINÉS *et al.*, 2013).

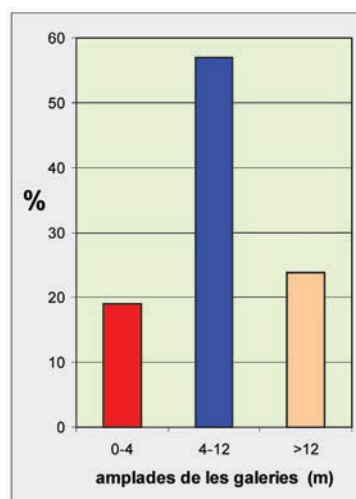


Figura 15: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries d’es Dolç agrupades en tres intervals significatius.

Figura 15: Frequency distribution of cave passage widths from Es Dolç, grouped in three major significant intervals.

## ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LES PROFUNDITATS

A la Figura 16 s’observa la distribució de freqüències de les profunditats a les quals es localitzen les galeries de la cova, amb un valor modal situat a -8 m de fondària sota el nivell de la mar (22,6% del desenvolupament de la cavitat). Cal remarcar que un percentatge similar, però una mica més baix (22,1%), correspon a la fondària de -10 m; així, prop del 45% de la cova se situa entre els -8 i -10 m de profunditat, i més d’un 67% de les seves galeries es desenvolupen a profunditats entre -6 i -12 m.

Els valors percentuals de les galeries situades a altres fondàries, menors o majors, són bastant baixos i representen d’una banda els passatges que des de l’exterior donen accés a les galeries principals (8% de galeries desenvolupades entre +2 i -4 m) i, d’altra banda, les ramificacions amb fort declivi descendent de possible origen hipogènic (GRÀCIA & FORNÓS, 2014) que arriben a les fondàries màximes de la cova (24,7% de passatges situats entre -14 i -26 m). Dins aquest segon grup, destaca l’increment relatiu de les galeries situades en torn dels -20 m de fondària, corresponent a determinats passatges relacionats amb la recàrrega basal

del sistema hidrològic. Encara així, els principals horitzons espeleogenètics se situarien entre els -8 i -10 m de fondària.

La distribució de freqüències obtinguda en aquesta localitat és marcadament unimodal, cosa que no passava en l'anàlisi morfomètrica de la cova Genovesa, al qual s'ha fet referència amb anterioritat (GINÉS *et al.*, 2013). En total s'han mesurat les fondàries de 6.106 m de passatges, xifra que supera el desenvolupament total d'es Dolç degut a que les galeries de major alçada poden estar comptabilitzades en dos o més intervals de profunditat.

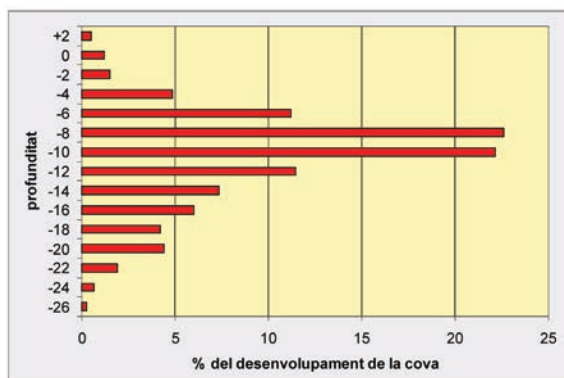


Figura 16: Distribució de freqüències corresponent al desenvolupament vertical d'es Dolç. Longitud dels passatges de la cova quantificats a intervals de 2 m de fondària.

Figura 16: Frequency distribution of the vertical development from Es Dolç (Ses Salines). Length of passages in the cave are quantified at depth intervals of 2 m.

## VALORACIÓ DELS RESULTATS

Els resultats obtinguts en es Dolç són prou simples, reflectint una disposició consistent en un conjunt de galeries de dimensions relativament amples (>4 m), desenvolupades a unes fondàries bastant constants entre -6 i -12 m. Els passatges de major profunditat estan prou ben representats (gairebé un 25% de la cova discorre entre -14 i -26 m) en relació amb l'existència de conductes ascendents lligats a l'alimentació profunda del sistema de drenatge.

Analtzades en detall, les gràfiques de les Figures 14 i 16 mostren una major simplicitat que les calculades en el seu dia per a la cova Genovesa (GINÉS *et al.*, 2013), fet que palesa la notable diferència existent pel que fa al patró tridimensional d'ambdues localitats. Aquesta major simplicitat de les anàlisis estadístiques d'es Dolç, no fa sinó reflectir en aquest cas la menor

rellevància de les grans sales d'esfondrament, que distorsionen les característiques en planta i en alçat de la major part de les cavitats del Migjorn (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2003, 2006, 2010, 2011b).

Encara que és molt prest per fer generalitzacions en base a aquestes dades morfomètriques –que de moment es limiten a dues cavitats del Migjorn de Mallorca– les perspectives d'aquesta línia de treball són encoratjadores. És evident que les peculiaritats planimètriques i volumètriques de les cavitats produeixen trets morfomètrics ben diferenciats, que de ben segur poden ser sistematitzats amb l'extensió d'aquestes metodologies a l'estudi de moltes més cavitats del Llevant i Sud de l'illa.

## Els condicionants litològics

La seqüència estratigràfica, perfectament visible dins de la cavitat, aporta una valuosa font d'informació a manca d'afloraments exteriors. Es Dolç es desenvolupa bàsicament en el contacte entre dues unitats estratigràfiques força diferenciades i que condicionen de forma clara els trets morfològics de la cova (FORNÓS *et al.*, 2013). Per una banda, els materials calcarenítics litorals del Pliocè mitjà-superior a la base i, per l'altra, els formats per eolianites amb paleosòls, que correspondrien ja al Pleistocè. El Pliocè presenta una seqüència regressiva que aniria des d'un ambient marí litoral format per calcisiltites bioturbades, passant per un ambient de platja més restringit i poc enèrgic tipus albufera (calcarenites amb intercalacions de nivells margosos). La unitat evoluciona en la vertical a calcarenites vermelloses-ocres (eolianites) força cimentades, corresponents segurament al Pliocè per passar després a eolianites del Pleistocè, sense que es vegi clarament la transició. Les eolianites mostren una clara estratificació plano-paral·lela. Amb més detall, a partir de l'article de FORNÓS *et al.* (2013) es distingeix la següent seqüència:

a) A una fondària situada entre els -19 i -22,5 m per davall del nivell marí, es troben calcisiltites del Pliocè amb uns 4,5 m de potència. La reconstrucció paleoambiental correspon a un ambient marí molt litoral de salinitat propera a la normal. Presenten forta bioturbació per l'activitat de crustacis i contenen fragments de motlles de petits gasteròpodes i bivalves, pues d'equinoïdeus, ostràcodes (*Cyprideis torosa*, cf. *Aurila* sp. i altres indeterminats), foraminífers



Figura 17: Calcarenites entre els -18 i -19 m, formades per una capa dura amb motlles de bivalves de la família Cardiidae. Pous Amagats (Foto GNM).

Figure 17: Between -18 and -19 m a hard level of calcarenites showing bivalve casts of the Cardiidae family crop out at Pous Amagats (photo GNM).

bentolitorals (*Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids) i crustacis (fragments de quelípodes de crancs).

b) Entre els -18 i -19 m ens trobem calcarenites amb petits nivells de margues, pròpies d'un ambient més restringit i poc enèrgic (augment de la presència de *Cyprideis* i *Ammonia*) tipus albufera. Estan formades per una capa dura de motlles de bivalves de la família Cardiidae (*Cerastoderma* sp., *Acanthocardia* sp.) i contenen motlles de gasteròpodes, família Hydrobiidae, i força abundància de l'ostràcode *C. torosa* i del foraminífer bentolitoral *Ammonia beccarii* (Figures 17 i 18).

c) Arenes eòliques i paleosòls (entre +2 i +9,8 i -18 m, amb una potència compresa entre 20 i 27,8 m) que correspondrien ja a un ambient d'acumulacions de platja alta i retoc eòlic. Aquestes eolianites que formen la major part de la cavitat han estat datades, mitjançant mètodes de cronologia absoluta, a la cota de -9 m com del Pleistocè inferior. Tanmateix pensam que a més fondària i abans dels -18 m les eolianites poden pertànyer al Pliocè. Presenten laminació centimètrica i contenen foraminífers bentolitorals fortament recristal·litzats, difícils de determinar; entre d'altres *Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids molt fragmentats i també fragments de pues d'equinoïdeus molt recristal·litzades.

S'interpreten aquests nivells com a dipòsits formats en moments d'acumulació eòlica d'arena bioclàstica procedent de la zona costanera, que formaria dunes parabòliques alternants amb etapes, probablement més humides i càlides, que permetrien el desenvolupament de sòls edàfics. Part dels dipòsits eòlics estan separats per cossos lenticulars de poca potència, que corresponen a materials llimosos vermells característics de desenvolupaments de tipus edàfic.

La fauna localitzada als llims vermells inclou caragols terrestres de l'espècie *Rumina decollata* var. *maxima* i cf. *Iberellus*. L'espècie *R. decollata*, de significació càlida, és un tàxon present als nivells del Pleistocè inferior de les Illes Balears. Segons CUERDA (1975) va desaparèixer totalment de les illes després de la glaciació Mindel i no estava comprovada la seva existència al Pleistocè mitjà. VICENS i PONS (2011) posaven en dubte la seva presència al Pleistocè superior de Mallorca, ja que només s'havia trobat un únic exemplar a cala Pudent a una platja eutirreniana (MIS 5e), emperò recentment se n'ha trobat un altre exemplar a una platja eutirreniana de cala Murada, la qual cosa manifesta que probablement aquesta espècie vivia al darrer interglacial a Mallorca (VICENS *et al.*, 2012). A dipòsits més recents del Pleistocè superior mallorquí, malgrat les recerques de VICENS i PONS (2007), no s'ha trobat. Actualment viu a les Illes Balears i és una introducció holocena a conseqüència de l'arribada de l'home a les illes. Tanmateix, *Rumina*



Figura 18: Galeries hipogèniques ascendents que s'obren dins els materials pliocens, que en aquesta cota d'entre -18 i -19 m correspondrien a un ambient restringit i poc enèrgic tipus albufera. Pous Amagats (Foto GNM).

Figure 18: Ascending hypogene galleries located -18 to -19 m deep in the Pliocene materials, which are related to a low-energy and restricted environment. Pous Amagats (photo GNM).

*decollata* var. *maxima* és un taxon bioindicador del Pleistocè inferior de les Illes Balears i molt probablement és tractat d'una altra espècie.

A més a més, encara que tan sols present a l'Esfondrat, just a l'entrada a la galeria de les Anguiles, i sense haver estat localitzat a altres indrets amb cotes similars, s'observa:

Calcarenita amb microcòdols i còdols plans (3 m de potència, entre els -3 al sostre i -4,5 a -6 m al terra, per davall del nivell freàtic). Correspondria a un ambient molt litoral bioturbat i parcialment retreballat amb cert nivell d'energia (microcòdols i còdols plans), corresponent a una nova transgressió marina. Aquests dipòsits contenen motlles de bivalves, família Cardiidae (*Acanthocardia* sp., cf. *Cerastoderma* sp.), fragments d'ostrèids (*Ostrea* sp.), motlles de petits gasteròpodes (cf. Hydrobiidae), l'ostràcode *C. torosa* (de forma monoespecífica i molt abundant), foraminífers bentolitorals (*A. beccarii* molt abundants, rars *Elphidium crispum*, *Cibicides* sp. i Miliolids). Podria correspondre a sediments d'una antiga albufera.

També convé fer constar que a la bassa des Dolç afloren llims rogencs cimentats dels Pleistocè superior, adossats als materials del Pleistocè mitjà (FORNÓS *et al.*, 2013). Aquests materials del Pleistocè superior contenen *Iberellus companyonii* i *Tudorella ferruginea*, taxons freqüents als dipòsits d'aquesta edat (CUERDA, 1975).

Per les rodalies de la bassa des Dolç no s'han observat jaciments amb fauna marina del Pleistocè superior. El jaciment més proper és es Delfí, localitzat a uns 300 m a l'E de la bassa, on es poden observar materials dels Pleistocè superior discordants sobre els del Pleistocè mitjà. Els materials del Pleistocè superior estan per sobre d'una superfície d'abrasió i constituïts a la base per unes arenas de platja cimentades amb fòssils marins, presumiblement del MIS 5a, d'un metre de potència. Per damunt de la platja fòssil hi ha una eolianita (FORNÓS *et al.*, 2013).

## Datació per luminescència de les eolianites quaternàries

Una mostra d'eolianita (D5), recollida a la galeria de l'Enfàs (Dolç Interior) a -9 m de fondària sota el nivell marí, va ser enviada al Luminescence Dating Laboratory de la Universitat Babeş-Bolyai de Cluj-Napoca, a Romania, per a la seva datació mitjançant tècniques de OSL (Optically Stimulated Luminescence). S'han realitzat

mesures de luminescència mitjançant un lector automatitzat Risø TL/OSL-DA-20 reader, així com lectures dels senyals de la luminescència emesa detectats per un fotomultiplicador Hoya U-340 amb filtre UV. Els resultats preliminars, i que es tenen que prendre amb precaució, indicarien una edat entre  $742 \pm 81$  ka ( $4-11 \mu\text{m Q}$ ) i  $1169 \pm 134$  ka, que ens situaria les eolianites a finals del Pleistocè inferior.

## Característiques hidrològiques de la cavitat

La cavitat actua, com molt bé indica el seu nom, drenant les aigües de cap a la mar amb un corrent considerable després de pluges importants. La força de l'aigua arriba a esser gran, dificulta en gran mesura l'avanç de cap a l'interior de l'espeleòleg subaquàtic i dispara el consum d'aire per l'esforç d'aletejar contra corrent. Per contra, en sortir, l'impuls de l'aigua de l'eixida provoca que en ocasions s'hagi de frenar l'avanç per no pegar contra les roques. El consum d'aire en aquest cas és molt reduït. Aquest comportament és molt més intens al Dolç Extern, encara que també és apreciable al Dolç Intern; en ambdós casos aquesta situació es dona a les zones de menys fondària, ja que a les galeries hipogèniques ascendents no s'aprecien aquests corrents. Un cas semblant a Mallorca es produeix a la cova des Coll, a la costa de Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 2005), també als sectors de la cova més propers a la mar.

Les dades de salinitat, temperatura i fondària s'han mesurat mitjançant l'aparell CTD-Diver (Schlumberger) transportat per un bussejador

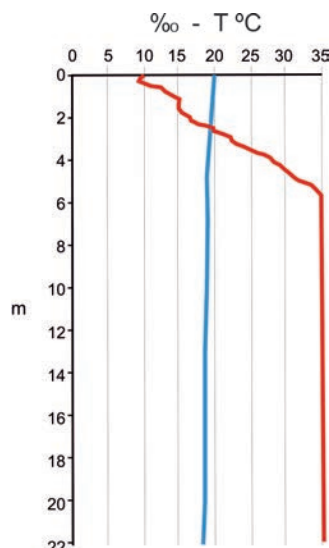


Figura 19: Perfil hídic d'es Dolç entre 0 i -22 m, que mostra l'estratificació en dues capes de salinitat diferent.

Figure 19: Salinity profile from es Dolç between 0 and -22 m, showing a clear stratification with two levels of different salinity.

fins als llocs a on s'han pres els paràmetres. Les mesures corresponen al dia 17-II-2012. Les aigües freàtiques d'es Dolç presenten des del punt de vista hidrològic un perfil estratificat, amb dues capes de salinitat diferent (Figura 19). La primera capa té uns valors d'increment gairebé constant des de 9 ‰ en superfície fins assolir a l'haloclina valors similars als de l'aigua de la mar, això és de 35‰. La cota a on es troba l'haloclina pot variar molt en funció de l'època de l'any entre els -6 i -11 m de fondària. És ben apreciable en alguns llocs com la massa d'aigua superior, més dolça, es desplaça a major velocitat de cap a la mar, per damunt de la massa d'aigua de major salinitat.

La temperatura de l'aigua es manté pràcticament constant al llarg de tot el perfil mesurat, anant al voltant dels 19°C, exceptuant a la superfície dels llacs, on es fa notar la temperatura exterior i per aquest motiu pot tenir valors més elevats a l'estiu i més freds a l'hivern, quan s'han assolit els 13°C.

## Espeleogènesi

La cavitat la podem classificar com a cova litoral amb influències hipogèniques, d'acord amb la sistematització formulada a GINÉS & GINÉS (2011) a partir de l'exemple paradigmàtic constituït per la cova des Pas de Vallgornera, al municipi de Lluçmajor (vegeu GINÉS *et al.*, 2009, 2014). Així, seria un sistema de cavitats ramiformes generat per l'actuació de diferents mecanismes espeleogenètics: els processos de dissolució lligats a la zona de mescla litoral,



Figura 20: Esfondraments a la galeria de les Lloses, que presenten la singularitat de que la caiguda de les eolianites ocasiona la presència de grans lloses (Foto GNM).

*Figure 20: Breakdown deposits at Galeria de les Lloses showing the characteristic large slabs blocks of aeolianites (photo GNM).*

una recàrrega superficial d'origen meteòric, que fa que la cavitat actui com a conducte de drenatge ben actiu de les aigües subterrànies, i la participació d'una alimentació hídrica de caràcter hipogènic –sensu KLIMCHOUK (2007)– associada als fenòmens geotermals recentment documentats al sud de Mallorca (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ *et al.*, 2004). Aquest darrer mecanisme genètic, l'hipogènic, pensam que ha tingut un paper considerable (GRÀCIA & FORNÓS, 2014), a causa de l'edat relativament recent dels materials on s'obri la cavitat, especialment les eolianites pleistocenes. Els importants volums de buit presents a la cova fan mal de creure que es puguin generar en un temps tan breu, sense la participació de fenòmens de dissolució molt actius i dinàmics. Tanmateix estam parlant d'una cavitat excavada al llarg del Quaternari. El procés d'evolució de la cova, a l'igual que succeeix a la resta de cavitats litorals, està molt influenciat per les oscil·lacions glacioeustàtiques, ja que l'alternança d'episodis d'inundació i assecament reiterats dels buits comporten la major o menor sustentació dels sostres i per tant la facilitat d'esfondraments. En aquesta cavitat, a diferència de molts d'altres del litoral del Migjorn i Llevant, les acumulacions de material caigut no es troben recoberts ni cimentats per colades i massissos estalagmítics.

## Les sales d'esfondrament

La presència de grans blocs i lloses caigudes pels processos de reajustament per assolir l'equilibri mecànic de sostres i parets, constitueix una de les característiques més definitòries d'es Dolç (Figura 20) i ha contribuït a originar caòtiques sales d'esfondrament o collapse chambers (GINÉS, 2000), encara que de dimensions més aviat modestes si les comparam amb altres cavitats clàssiques del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2011b). Les eolianites i materials vermells llimosos quaternaris per on es desenvolupa la cavitat encara afavoreixen més aquests processos, degut a la menor resistència de la roca en comparació amb les calcàries mesozoiques de les serralades o als materials miocènics de les plataformes tabulars del Migjorn i Llevant. Les pròpies entrades al sistema càrstic no són més que esfondraments parcialment reomplerts d'arenes actuals.

La connexió del nivell d'eolianites, on es desenvolupa la major part de la cavitat, amb les



galeries hipogèniques ascendents es fa també per un rost de materials caiguts en major o menor pendent. La galeria de les Lloses, com bé descriu el seu nom, està molt afectada per importants caigudes de lloses, a l'igual que la galeria Nord després del pou Mascarat, que ascendeix a través d'un gran esfondrament. La sala Blanca, la sala dels Blocs, la sala de l'Estalagmita i la sala de la Bombolla no són més que la continuació de la mateixa galeria de les Lloses, amb pujades i baixades en funció de la intensitat dels processos de reajustament.

La superació d'aquests esfondraments ha permès continuar la coneixença d'aquesta formació endocàrstica. Així, per franquejar la galeria de l'Enfàs, per anar més enllà del pou Mascarat, pujar a la sala Blanca, a la sala de la Bombolla o per accedir a la galeria dels Despreniments, s'han sobrepassat passos estrets entre grans blocs caiguts i pedres, en alguns casos gairebé obstruïts. La galeria dels Despreniments, la més interna, i altres de laterals, acaben en forma d'esfondraments inaccessibles, per la qual cosa és molt probable que aquests mateixos esclavissaments ens impedeixen poder anar més enllà.

## Els espeleotemes

La seva absència és, llevat de poques excepcions, un dels trets més distintius de la cavitat, ja que són molts pocs els indrets on hi són presents. Només constitueixen una característica definitòria els pocs, però bells i localitzats, de la sala de l'Estalagmita al Dolç Intern. Encara que no se'n trobin gairebé enlloc d'es Dolç, no és motiu per pensar que en altres èpoques no hi fossin més presents. De fet, hi ha restes de colades estalagmítiques parietals molt descalcificades i destruïdes per la corrosió a diferents localitzacions, com és la galeria de les Lloses (Figura 21). També s'han trobat espeleotemes petits, especialment estalagmites i restes de colades a algunes de les galeries Paral·leles, quasi sempre de colors foscos. A les mateixes galeries s'aprecia com han crescut els exigus recobriments parietals i zenitals a partir de la laminació de les eolianites. Al pou Mascarat s'observen algunes estalactites negres. Tot això recorda al que ocorre a la cova des Coll, a on la corrosió ha fet desaparèixer els espeleotemes i només queden algunes minses evidències de la seva existència.

## Els sediments

Els que recobreixen les entrades estan dominats pel que es poden considerar fàcies d'entrada. Per una banda, a les zones relacionades amb la proximitat cap al medi marí, al laminador del Corrent, hi són abundants les acumulacions d'arenas fines-mitjanes de composició principalment bioclàstica (amb mineralogia predominant calcítica), fortament laminades i amb abundants restes de fibres vegetals (restes de rizomes de *Posidonia oceanica*), que li poden arribar a donar uns valors en matèria orgànica superiors al 20%. Per altra banda, i relacionades amb els col·lapses més interns, com són la cova de s'Aigua i l'Esfondrat, tindriem les acumulacions d'arenas fines a molt fines, molt ben classificades i bioclàstiques (amb composició carbonatada calcítica, però amb elevats percentatges d'aragonita), també fortament laminades, amb intercalacions de capes mil·limètriques de matèria orgànica procedents probablement de la activitat eòlica externa.

Els materials propis de la dinàmica sedimentària de la cavitat consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents del rentat mecànic i de



Figura 21: Restes de colades estalagmítiques parietals molt descalcificades i destruïdes per la corrosió, a la galeria de les Lloses (Foto GNM).

Figure 21: Flowstone remains strongly affected by corrosion processes at Galeria de les Lloses (photo GNM).



Figura 22: Recuperació de l'àmfora grecoitàlica arcaica a l'Esfondrat (Foto GNM).

Figure 22: Recovery of the archaic grecoitalian amphora at l'Esfondrat (photo GNM).

la desagregació de les eolianites que formen les parets i sòtil de la cova. Els nivells molt llimosos de color vermellós, que a part de minerals de les argiles incorporen elevades quantitats de quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració des de la superfície.

Un fet característic de la cavitat són les importants acumulacions de dipòsits obscurs formats per materials fins (llims i argiles), on hi dominen els fil·losilicats com a elements mineralògics principals; també hi ha quars i la composició carbonatada és força variable. L'anàlisi química d'aquests nivells indica la presència d'importants quantitats de ferro i especialment manganès, que pot arribar a valors del 40%. Aquests sediments es troben al Dolç Intern a la galeria de l'Enfàs, al pou Petit, al pou Mascarat i zones de la galeria Nord, així com a bastants de trams de la galeria de les Lloses, llevat de les zones finals. Al Dolç Extern, als pous Amagats i zones de la galeria del Cràter. Puntualment són visibles alguns cons d'acumulació de cristalls de calcita flotant. Per altra part és freqüent a les parets la presència de nivells amb recobriments testimonials de llims vermells formats per fil·losilicats i elements silícics probablement associats a la introducció de materials fins en moments d'avingudes importants.

També, a segons quines àrees d'es Dolç Extern (galeria del Llop, pas de les Dents, inici de la galeria del Cràter i accés al pou de Darrera) i Dolç Intern (galeria de les Anguiles), hi ha sediments clarament associats amb la presència exterior d'una depuradora que aboca les seves aigües residuals al seu interior, fet que ocasiona una important acumulació de matèria orgànica.

## Estudi de l'àmfora grecoitàlica arcaica recuperada

L'àmfora es va localitzar al rost subaquàtic que hi ha a l'entrada de l'Esfondrat, a una cota d'uns 3 m de fondària. La peça, que estava gairebé enterrada per davall del sediment, va aparèixer completament aïllada, tan sols s'identificaren alguns fragments molt petits de ceràmica d'època moderna/contemporània escampats per les proximitats. La troballa va comunicar-se al Departament de Patrimoni del Consell de Mallorca i a la família March, propietària dels terrenys on s'ubica la cavitat. A més a més, es va proposar als tècnics l'extracció immediata de la peça per l'elevat risc d'espoli, però també per un perill seriós de trencament, ja que els espeleobussejadors travessen el passatge de cap a la galeria de les Anguiles i des d'allà a tot es Dolç Intern. Com a mesura preventiva, abans de la recuperació definitiva de l'àmfora, no quedà altre remei que canviar-la provisionalment de lloc i posar-la a un indret apartat del trànsit dels bussos.

Les condicions estables de l'ambient han ajudat a preservar l'àmfora. La peça va aparèixer en aigües amb uns valors de salinitat d'entre 15 i 25‰, encara enfora dels valors de l'aigua del mar (aproximadament 35‰). La temperatura de l'aigua és manté pràcticament constant al llarg de tot el perfil mesurat (en torn als 19°C). No obstant això, la ubicació de la peça en aigües de salinitat elevada recomanava un dessalat progressiu en condicions controlades.

L'extracció del recipient de terrissa es va realitzar de manera manual, ja que la utilització d'un globus era completament inviable per les dimensions tan reduïdes de l'entrada. Aquesta operació es va dur a terme per dos espeleobussejadors sota la supervisió de dos arqueòlegs (Figura 22). Una vegada extreta a la superfície es va embolicar amb tovalloles banyades amb aigua per mantenir-la humida. El trasllat es va realitzar a l'interior d'una caixa rígida de plàstic per protegir-la dels cops i els canvis extrems de temperatura i llum. Una vegada al laboratori es va netejar amb un raspall suau i es va introduir en una pica de grans dimensions amb aigua destil·lada. Actualment s'està realitzant el procés de dessalat de la peça, que consisteix en mantenir-la submergida durant un període aproximat d'un any, canviant de manera periòdica l'aigua per reduir el nivell de sals. Al finalitzar el procés de dessalat s'haurà d'eixugar-la de forma lenta i progressiva.

L'estat de conservació general de la peça és bo. A primera vista no s'observen fissures ni cruïes importants. El pivot està trencat i no s'ha conservat. També hi ha una lleugera degradació de la vora i s'observen alguns cops a la superfície exterior de la panxa. Morfològicament és una àmfora baixa, amb el cos panxut i forma de baldufa (Figura 23). Vora triangular allargada amb forma de bec d'ànec. La pasta és de color ocre-rostat a la superfície externa i vermella a l'interior. Desgreixant bastant depurat amb abundants partícules negres i blanques, que tal volta podria indicar-nos la seva procedència itàlica. Absència de resina a l'interior. Les dimensions mètriques de la peça són les següents: altura total conservada 56 cm (uns 60 amb el pivot), 41 cm de diàmetre màxim de la panxa, 12,4 cm d'altura del coll (per la seva cara externa, des de l'arrencament inferior de la vora al punt d'inflexió que ve marcat per l'inici de l'espatlla), 25 cm de diàmetre de la boca i 20 graus d'inclinació de la vora (de la cara superior del llavi en relació a la línia d'orientació de la peça).

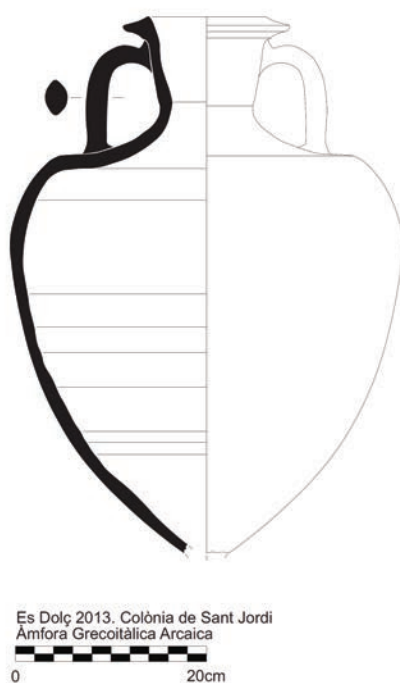
La peça recuperada al Dolç, concretament a l'Esfondrat, forma part d'un grup bastant ampli d'àmfores magnogregues (MGS) que estan datades entre el segle V i el segle II aC (VAN DER MERSCH, 1994). Els principals centres de producció estaven situats a les colònies hel·lenes de Sicília i el sud de la península d'Itàlia. Les variants més modernes d'àmfores

MGS del segle IV-II aC (MGS IV, MGS V i MGS VI), marquen la transició entre dos períodes històrics i culturals diferents, per aquesta raó, s'encavalquen amb les àmfores grecoitàliques arcaïques. El terme grecoitàlic fou creat pel professor Fernand Benoit per designar una sèrie de variants amfòriques del segle IV al II aC, amb una mateixa tendència evolutiva a partir dels prototipus orientals (BENOIT, 1957). Elizabeth L. Will va sistematitzar-les en cinc grups, depenent del grau d'evolució de la peça (WILL, 1982). Tot i les reticències d'alguns investigadors (MANACORDA, 1986; EMPEREUR & HESNARD, 1987; BATS, 1986), aquest treball ha constituït durant molt de temps l'únic marc de treball de referència. Les àmfores grecoitàliques més antigues, que equivaldrien als tipus IV, V i VI de les MGS de Van der Mersch, destaquen per la seva tendència ovoïdal amb els llavis alçats (LW a-c). A partir del segle III aC s'observa una evolució cap a recipients de majors dimensions amb el coll i el cos més estilitzats i amb el llavi més alt (LW d-e). El resultat de la progressiva transformació són les primeres àmfores pròpiament romanes del tipus Dressel I. Aquestes produccions passaren a convertir-se en els recipients amfòrics de vi més característiques de la Mediterrània a l'època tardorepublicana (segles II-I aC).

L'àmfora d'es Dolç equivaldria al tipus MGS V (VAN DER MERSCH, 1994), també

Figura 23: Àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaïca de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC.

*Figure 23: Type MGS V amphora, also referred as LWa variant of the archaic grecoitalian typologies. The chronology of this kind of productions ranges from the end of IV century to the early III century b.C.*



Es Dolç 2013. Colònia de Sant Jordi  
Àmfora Grecoitàlica Arcaïca  
0 20cm



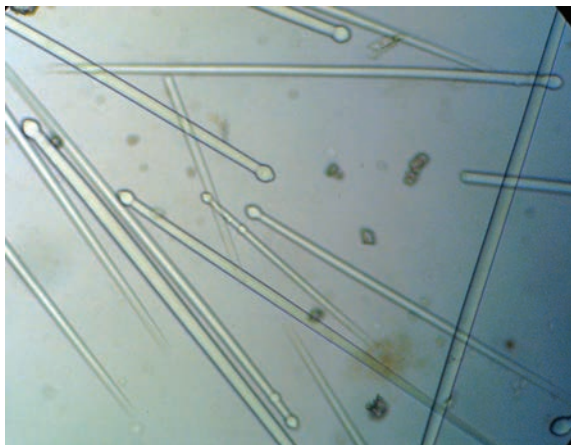


Figura 24: Tilostils grossos i petits amb inflaments secundaris de *Suberites carnosus incrustans* deguts a una alta concentració de silici a l'ambient.

Figure 24: Large and small tilostils with secondary enlargements of *Suberites carnosus incrustans* due to the high Si concentration in the environment.

denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa (WILL, 1982). La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC (ASENSIO & MARTÍN, 1998). És molt abundant i difosa per tot el Mediterrani. Els centres de producció són molt abundants, per aquesta raó, és difícil identificar la seva procedència concreta. Generalment es considera que les àmfores grecoitàliques antigues s'utilitzaven per transportar vi. Tot i així, en el cas particular de l'àmfora d'es Dolç, és probable que la peça fos reutilitzada per portar aigua. Per ventura, el pivot es va rompre accidentalment durant l'aiguada i fou abandonada a l'entrada de la cova.

Existeixen alguns paral·lels d'àmfores MGS localitzades a la costa oriental de la Península Ibèrica, i més concretament a les Illes Balears (ASENSIO, 2008; ASENSIO & MARTÍN, 1998). S'han documentat algunes variants antigues del tipus MGS I i MGS II al vaixell grec de Cala Sant Vicenç (NIETO & SANTOS, 2009). També cal destacar el carregament d'àmfores gregues recuperades al vaixell del Sec, entre les quals hi havia recipients del tipus MGS IV (ARRIBAS *et al.*, 1987). Pel que fa a les àmfores MGS tardanes o àmfores grecoitàliques arcaiques, com la que s'ha pogut identificar al Dolç, hem de destacar un carregament bastant homogeni format per 16 exemplars procedents del derelict del Bon Capó (Ametlla de Mar, Tarragona) (ASENSIO & MARTÍN, 1998). Al museu de la Punta d'Arenys de Mar, també hi ha un exemplar amb les mateixes característiques formals,

que fou rescatada per un pescador a un punt indeterminat de la costa de Mataró a una fondària d'uns 750 m (ASENSIO & MARTÍN, 1998). A les Illes Balears també van trobar-se dos exemplars complets d'àmfores grecoitàliques arcaiques al derelict de Cabrera II, juntament amb un important conjunt de materials púnics (CERDÀ, 2000; ASENSIO, 2008).

## Part faunística

### FAUNA MARINA

#### *Invertebrats no artròpodes*

La zona més propera a la mar (Dolç Extern) presenta zones molt influenciades per la mar, com són l'Esfondrat des Dolç, el laminador del Corrent i la galeria del Llop. Espècies marines, però que els hi agrada freqüentar les zones més properes a la mar de les cavitats són habituals al Dolç. Així, dues esponges de la família Suberitidae es troben a la cova.

*Suberites carnosus incrustans* Topsent 1900 és una esponja d'uns 4 x 4 cm de diàmetre, de color blanc en alcohol i groc en viu. Incrustant de fins a 0,5 cm de gruix. La superfície és uniforme, microhispida a la lupa, i reté quelcom de fang fi. La consistència és compacta i es fracciona al ser doblegada. L'òscul és petit i visible (ca. 1 mm de diàmetre) i sobresurt en forma de cònuls de la superfície. Sense ectosoma separable, ja que està travessat per multitud de puntes dels tilostils ectosòmics. Les espícules: tilostils de 220-850 x 4,4-15,4 µm de mida. Rectes o molt poc corbats, una mica fusiformes, amb el cap ben marcat, arrodonit o quelcom trilobulat i el coll una mica més estret que la tija (Figura 24). Vesícula axial conspícua formada per petits grànuls. La disposició esquelètica: tilostils amb la base avall i la punta cap a munt, formant feixos paral·lels, amb els petits situats pròxims a la perifèria. Feixos d'espícules desordenats a la part basal de l'esponja. La seva distribució coneguda és de les costes meridionals de l'Atlàntic Nord i Mediterrània occidental. Viu en fons rocosos a partir d'una certa fondària (cap als 30 m) fins als 300 m, encara que en condicions particulars es pot trobar des de 5 m. Suporta bé la sedimentació. Es coneixen tres formes de creixement, globular pedunculada (*S. carnosus carnosus*), ramosa (*S. carnosus remous*) i formant incrustacions o recobriments sobre el substrat (*S. carnosus incrustans*). La forma incrustant es troba amb freqüència en coves litorals. A es Dolç penetra

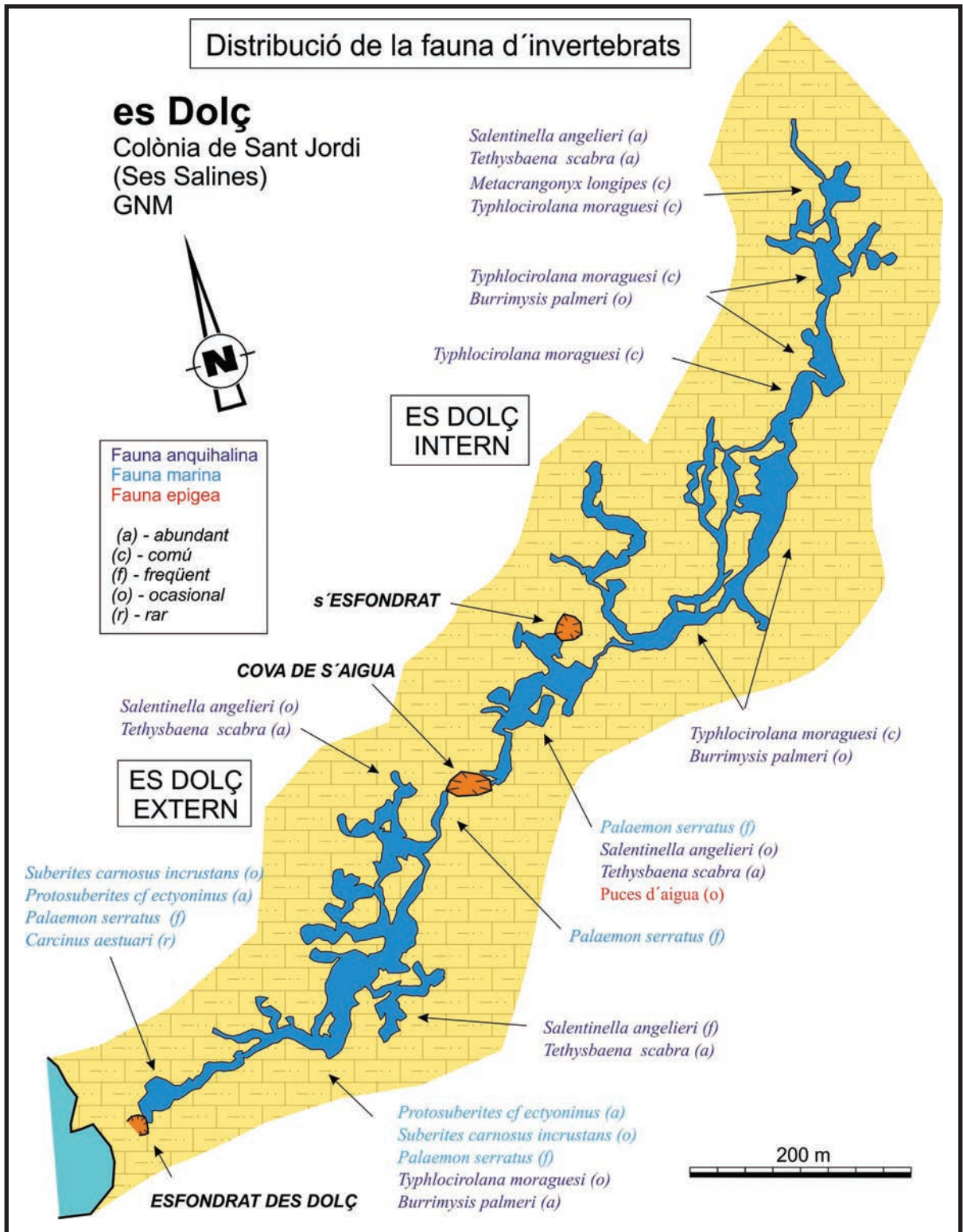


Figura 25: Distribució dels invertebrats.

Figure 25: Invertebrate fauna distribution.

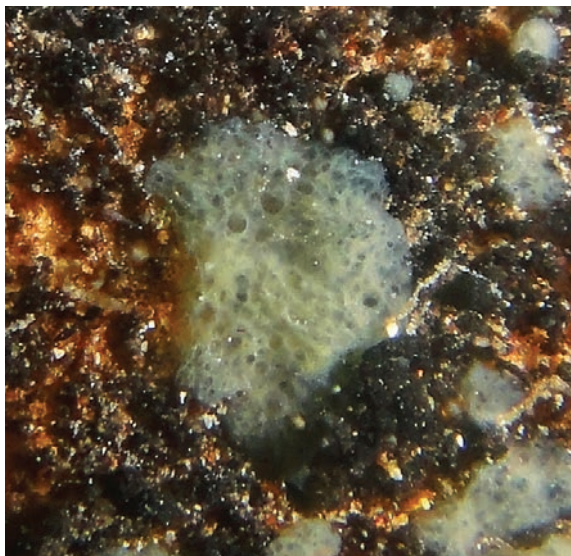


Figura 26: *Protosuberites cf. ectyoninus*, esponja d'1 cm de diàmetre, de color blanc brut. És una espècie incrustant, però amb un cert engruiximent a la zona central on se situa l'únic òscul. Molt abundant al Dolç (Foto GNM).

Figure 26: *Protosuberites cf. ectyoninus* is a sponge with a diameter of 1 cm and a dingy white color. Corresponds to an encrusting species that shows a light enlargement in their central part where a unique osculum is located. Very abundant at Es Dolç (photo GNM).

uns 300 m i s'ha vist al laminador del Corrent i a la galeria del Llop (Figura 25).

*Protosuberites cf. ectyoninus* (Topsent 1900), de sinonímia: *Laxosuberites ectyoninus* Topsent 1900 és una esponja d'1 cm de diàmetre, incrustant però amb un cert engruiximent a la zona central on se situa l'únic òscul, al final de una protuberància cònica. Color blanc brut (Figura 26). Superfície irregularment hispida amb abundant sediment atrapat entre les espícules. Sense ectosoma separable del coanosoma. Un tall longitudinal mostra els canals exhalants que transcorren per la part basal fins arribar a una cavitat central, que desemboca en l'òscul a través d'un canal central exhalant de 1-1,5 mm de diàmetre. Les espícules: tilostils rectes o poc corbats, amb el cap arrodonit, gens fusiformes, amb el major diàmetre de la tija a l'alçada del coll de la espícula. Mesuren 185-670 x 4,5-10 µm. Les espícules de les esponges d'es Dolç són més robustes que en els individus d'altres llocs, el que pot ser degut a una major concentració de silici als sediments o bé a l'aigua dolça que envaeix la cova. La disposició esquelètica: tilostils formant feixos amb la base en el substrat que acaben divergents i que travessen la superfície de l'esponja (Figura 27). Els més

petits se situen a la zona més superficial. La distribució coneguda: s'ha descrit a tota la Mediterrània occidental i central i a tot el Mar Egeu. A l'Atlàntic Nord s'ha trobat tan sols a les costes de Gran Bretanya i Irlanda. Viu recobrint tiges d'algunes espècies més profundes de l'alga *Cystoseira*, pedres, roques, espècies de l'ascidi *Microcosmus* i qualsevol organisme amb exoesquelet que sobresurti del sediment. També ha estat citada, encara que ocasionalment, a coves sublitorals. Pot arribar a viure fins a 600 m de fondària, sempre recobrint algun altre organisme. A la cavitat és extraordinàriament abundant al laminador del Corrent i a la galeria del Llop, a on recobreix parets, sostres i el terra i penetra dins la cavitat fins a uns 400 m cap a l'interior (Figura 25).

### **Invertebrats artròpodes**

S'ha observat el decàpode *Carcinus aestuarii*, anomenat popularment cama-serrada, cranc d'herba o de fang, a més d'un centenar de metres de l'entrada (Figura 25), damunt del sediment del laminador del Corrent. És un endemisme mediterrani que a les Balears forma poblacions molt localitzades. És una espècie característica d'ambients bentònics de fang a albuferes, ports i desembocadures de rius i torrents. Es tracta d'una espècie molt resistent que viu sense gaire problemes en ambients eutrofitzats (GARCIA, 2007). Un altre decàpode,

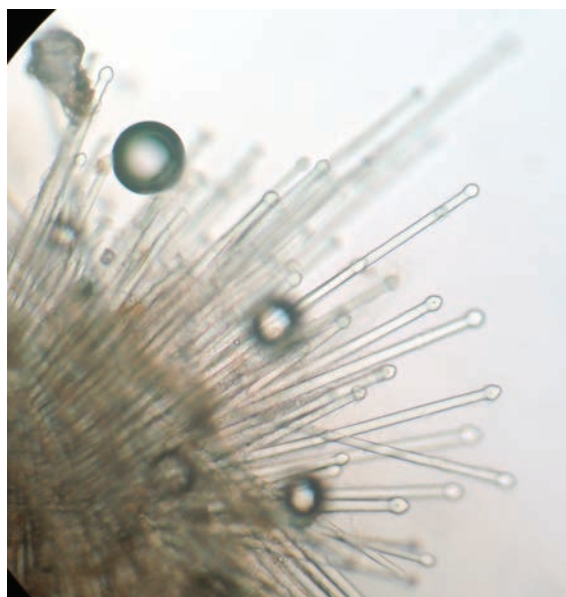


Figura 27: Feix de tilostils amb les espícules divergents de l'espècie *Protosuberites cf. ectyoninus*.

Figure 27: Tilostile bundle with divergent spicules of *Protosuberites cf. ectyoninus* species.



Figura 28: Les anguiles són molt abundants en la cavitat, especialment en la galeria de les Anguiles (Foto GNM).

Figure 28: Eels are very abundant at the cave, especially at Galeria de les Anguiles (photo GNM).

*Palaemon serratus*, tot i ésser una espècie marina, ha estat observada fins a la galeria de les Anguiles, a més de 800 m de la mar.

### Vertebrats

Els peixos de les famílies Mugilidae, Gobiidae i Moronidae, és a dir les llises, els cabots i els llops respectivament, són visitants ocasionals. Alguns exemplars de llops o llobarros han estat vistos al llarg d'algunes de les immersions fins a la Davallada, això són més de 300 m, des de la mar. Es tracta de peixos que toleren salinitats molt variables i que per això penetren dins la cavitat. Molt més adaptades a aquests ambients són les anguiles (*Anguilla anguilla*), abundants al laminador del Corrent, a la galeria del Llop i especialment a la galeria de les Anguiles (Figura 28), on assoleixen importants densitats.

### FAUNA ANQUIHALINA

S'ha prospectat mitjançant nanses i pesques actives dutes a terme a fondàries entre 0 i -21 m. 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.

El descobriment més sorprenent i interessant ha estat la troballa de nombrosos exemplars del crustaci misidaci *Burrimysis palmeri* Jaume & García, 1993, que presenta regressió de l'aparell ocular i amb el cos totalment despigmentat (Figura 29). Fins ara l'espècie només es coneixia de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera, a uns 22 km de distància d'es Dolç, amb presència d'un llac anquihalí, per la qual cosa era considerada

gènere i espècie endèmica de Cabrera.

L'espècie és molt abundant al Dolç Exterior, especialment a la galeria del Llop i també, encara que amb molt menys freqüència, al Dolç Interior, a la galeria de les Lloses, a la sala dels Blocs i a la sala de l'Estalagmita (Figura 25). Tots els exemplars han aparegut per davall dels -6 m de fondària, això són, les zones de major salinitat de l'aigua, amb valors propers a l'aigua marina. S'han observat molts exemplars nedant, sempre per davall de l'haloclina i també propers al fons de les galeries.

A la sala de la Bombolla, amb presència d'arrels d'arbres que guaiten pel sostre de la sala i que s'acumulen al terra, s'han localitzat abundants exemplars de *Metacrangonyx longipes*. També han estat capturades a les zones superiors, d'aigua més dolça, *Salentinella angelieri* i *Tethysbaena scabra*, gairebé al llarg de tot es Dolç. *Typhlocirolana moraguesi* ha estat observada a molts d'indrets, especialment a la sala de la Bombolla, on assoleixen mides considerables. Les galeries hipogèniques ascendents, les més pregones, no han resultat fructíferes, ja que no s'ha aconseguit capturar cap exemplar de crustaci per davall de les haloclines.

S'han trobat cladòcers de l'espècie *Daphnia magna* en gran quantitat a les capes més dolces de la galeria de les Anguiles, prop del lloc on s'aboquen les aigües de la depuradora, ja que són espècies molt freqüents a les aigües epigees (BELLÉS, 1987).



Figura 29: Crustaci misidaci *Burrimysis palmeri*, que fins ara només es coneixia de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera (Foto GNM).

Figure 29: Misidacean crustacean *Burrimysis palmeri*; only know till now from Cova des Burrí, in Cabrera Island (photo GNM).

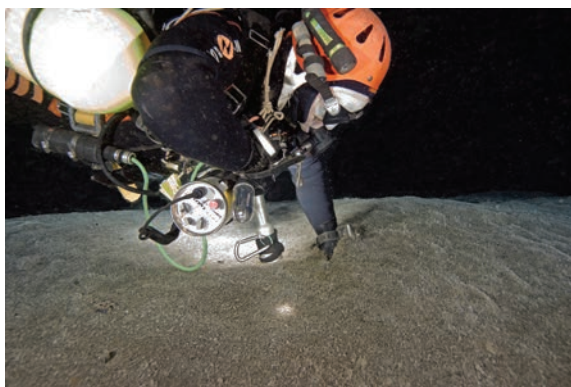


Figura 30: Sediments orgànics d'origen antròpic que superen en alguns indrets el metre i mig de gruix. Galeria del Llop (Foto GNM).

*Figure 30: Organic sediments of anthropic origin; they can reach a thickness exceeding 1.5 m. Galeria del Llop (photo GNM).*

## Conservació

Les aigües de la bassa de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, llevat dels dies que s'empren per regar els camps, s'introdueixen dins la cova per un dels costats de l'esfondrament que constitueix la cova de s'Aigua. L'aigua, els mesos d'hivern, quan la població és escassa, sembla que té una depuració correcta, ja que flueix transparent i inodora. Però, malauradament no ocorre el mateix al llarg de tot l'any. Es Dolç Extern i part d'es Dolç Intern es troben a molts de llocs recorreguts per les aigües mal depurades i recoberts de sediments d'origen fecal. No és aconsellable la immersió dins la cova els mesos d'estiu per la poca visibilitat dins la cova i per motius de salut de l'escafandrista. La gran quantitat de residents que estiuegen al nucli urbà, unit al de turistes que s'allotgen als hotels i apartaments, fa créixer de forma exponencial la població urbana. El deficient tractament de les aigües per part de la depuradora, segurament per no poder tractar un volum d'aigua residual per damunt de la seva capacitat, fa que no s'assoleixin uns mínims eficients de depuració de les aigües. A més a més, la cova actua com a una gran canonada que emet les aigües directament a la bassa des Dolç, vora la platja des Dolç, situada a pocs centenars de metres de la Colònia de Sant Jordi.

La contaminació assoleix uns nivells tan elevats el mes d'agost que fins i tot els llacs de la cova de s'Aigua tornen pútrids. L'aigua dolça contaminada, degut a la menor densitat es manté per damunt de la salada i penetra dins es Dolç Intern fins a contaminar també la

sala de les Anguiles i el llac de l'Esfondrat. La resta d'es Dolç Intern no es veu afectada per les aigües contaminades per mor del drenatge de les aigües subterrànies que circulen en sentit a la mar, i que impedeixen que entrin més endins.

Les galeries i sales més afectades per la contaminació són el laminador del Corrent, la galeria del Llop, l'accés al pou de Darrera, la galeria Rectal i part de la galeria de les Anguiles. A més a més d'una aigua pútrida amb molt poca visibilitat o ben bé nul·la, el recobriment per sediments orgànics supera en alguns indrets el metre i mig de gruix (Figura 30). Una pàtina de bacteris i matèria orgànica refereix les parets i sostres i fins i tot s'aglutina en forma de agregats que recorden, per la forma, estalactites que arriben a assolir unes dimensions superiors als 1,5 m de longitud (Figures 31 i 32). També els sediments fecals queden recoberts en molt d'indrets per fongs blancs que entapissen el terra.

Es Dolç constitueix part essencial del patrimoni natural i cultural de la Colònia de Sant Jordi, de ses Salines i de tota Mallorca. Les seves aigües han de tornar a brollar netes de cap a la mar i honorar el seu nom dins un espai privilegiat.

## Conclusions

L'exploració i estudi d'es Dolç ha suposat conèixer l'existència d'una important cavitat subaquàtica de 4.100 m de recorregut, que



Figures 31: Agregats de bacteris i matèria orgànica que s'aglutina al sostre de la cavitat i que recorden, per la forma, estalactites. Arriben a assolir unes dimensions superiors al 1,5 m de longitud. Galeria del Llop (Foto GNM).

*Figure 31: Aggregates of bacterial and organic material located at the cave ceiling and resembling stalactites. They can reach more than 1.5 m in length. Galeria del Llop (photo GNM).*



s'obre dins dues unitats estratigràfiques força diferenciades i que condicionen de forma clara els trets morfològics de la cova. Per una banda, els materials calcarenítics litorals del Pliocè mitjà-superior a la base i, per l'altra, els formats per eolianites amb paleosòls, que correspondrien ja al Pleistocè inferior.

La cova es pot considerar un sistema de cavitats de planta ramiforme, amb una gènesi mixta hipogènica, freàtica litoral i fortes influències del drenatge de les aigües subterrànies de cap a la mar.

Els estudis morfomètrics denoten una disposició consistent en un conjunt de galeries de dimensions relativament amples (>4 m), desenvolupades a unes fondàries bastant constants entre -6 i -12 m. Els passatges de major profunditat estan prou ben representats (gairebé un 25% de la cova discorre entre -14 i -26 m), probablement en relació amb l'existència dels conductes ascendents lligats a l'alimentació profunda del sistema de drenatge.

La gairebé absència d'espeleotemes és un dels trets més distintius de la cavitat. Els sediments principals consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents dels rentats mecànics i desagregació de les parets de les eolianites. Els nivells molt llimosos i vermells, amb minerals de les argiles i quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració de materials edàfics. Són importants les acumulacions de dipòsits obscurs amb elevades quantitats de ferro i manganès, que pot arribar a valors del 40%.

Les zones més properes a la mar són freqüentades per espècies de peixos i invertebrats que toleren salinitats molt variables; entre elles destaca el porífer *Protosuberites cf. ectyoninus*, espècie incrustant de petita mida que penetra fins a 400 m de cap a l'interior i presenta una gran densitat d'exemplars. El descobriment més sorprenent i interessant ha estat la troballa de nombrosos exemplars del crustaci misidaci endèmic i estigobiont *Burrimysis palmeri*, que només es coneixia fins ara de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera.

S'ha recuperat dins la cavitat una àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa, de cronologia entre finals del segle IV i inicis del III aC.

L'abocament de les aigües residuals, provinents de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, suposa la contaminació de les aigües subterrànies i alhora la destrucció progressiva d'una cavitat excepcional, amb uns valors



Figura 32: Detall dels penjarolls orgànics que es desfan amb el més mínim moviment de l'aigua (Foto GNM).

Figure 32: Organic hanging aggregates which are easily destroyed by a minimum water movement (photo GNM).

patrimoniais naturals geològics i biològics de primer ordre. La cova actua com a gran emissari que condueix directament les aigües a la mar.

## Agraïments

Volem fer constar el nostre més sincer agraïment a la nostra amiga Maria March i a tota la família March, per les facilitats, confiança i paciència que ens han atorgat aquests anys.

A la gent de la Colònia de Sant Jordi, ses Salines i d'altres pobles de la contrada què, assabentats de les nostres recerques, tant d'interès han mostrat per conèixer aquesta part de la naturalesa oculta a la vista de l'home.

A Beatriu Palomar, arqueòloga que ha contribuït amb les tasques de recuperació i de gestió de l'àmfora grecoitàlica.

A Cosme Aguiló, especialista en toponímia, per les seves informacions dels topònims de la cavitat.

El present treball forma part del projecte de recerca CGL2010-18616 que ha estat finançat pel Ministerio de Economía y Competitividad (abans MICINN) – FEDER.

També volem tenir un record especial al nostre amic i company Mateu Febrer, membre del GNM, finat en iniciar les nostres recerques a la cova, al qual enyorarem sempre.

## Bibliografia

- AGUILÓ, C. (2007): *La toponímia de Santanyí i ses Salines*. Tesi doctoral. Departament de Filologia Catalana i Lingüística General. Universitat de les illes Balears. 2.400 pp. Inèdita.
- ARRIBAS A.; TRÍAS G.; CERDÀ D. & DE HOZ J. (1987): *El barco de El Sec (costa de Calvià, Mallorca), estudio de los materiales*. Ajuntament de Calvià, pp. 659. Palma de Mallorca.
- ASENSIO D. (2008): El comercio de áforas itálicas en la Península Ibérica entre los siglos IV y I a.C. y la problemática en torno a las modalidades de producción y distribución, *Bolletino di Archeologia On line, Volume Especiale, International Congress of Classical Archaeology, Meetings between cultures in ancient Mediterranean*, 23-41. Roma.
- ASENSIO D. & MARTÍN A. (1998): El derelict de Bon Capó (l'Ametlla de Mar): l'inici de l'expansió de vi itàlic a la Península Ibèrica. *Actas do II Colloqui Internacional d'Arqueologia Romana (Badalona 1998): El vi a l'antiguitat, economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental. Monografies Badalonines*, 14: 138-150. Badalona.
- BATS, M. (1986): Le vin italien en Gaule aux Ile-ler s. av. J.C.: problèmes de chronologie et de distribution. *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 12: 391-430. Besançon.
- BELLÉS, X. (1987): *Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibèrica i les Illes Balears. Monografies Científiques 4*. Consell Superior d'Investigacions Científiques-Editorial Moll. 207 pp. Palma.
- BENOIT, F. (1957): Typologie et épigraphie amphoriques, les marques de Sestius. *Rivista di Studi Liguri*, XXIII: 247-285. Bordighera.
- CERDÀ, D. (2000): *Les àmfores salseres a les Illes Balears*. Consell de Mallorca, Cultura i Joventut. Col·lecció la Deixa, 4. 132 pp. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Diputación Provincial de Baleares. Instituto de Estudios Baleáricos. 304 pp. Palma.
- EMPEREUR, J.Y. & HESNARD, A. (1987): Les amphores Hellénistiques du Bassin Occidental de la Méditerranée. *Céramiques Hellénistiques et Romaines*, II: 24-7. Besançon.
- ENCINAS, J.A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears - any 1997. *Endins*, 21: 103-128.
- ENCINAS, J.A. (2006): *Relación Inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears*. Colecció Tarsilbet. 235 pp. Pollença.
- FORNÓS, J. J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 37-52.
- FORNÓS, J. J.; GRÀCIA, F.; MAS, G. & VICENS, D. (2013): Estratigrafia de la Cova des Dolç (Colònia de Sant Jordi, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Balears*, 55: (en premsa).
- GARCIA, LL. (2007): *Els cranis de les Balears*. Quaderns de Natura de les Balears. 104 pp. Documenta Balear. Palma.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148.
- 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. & GRÀCIA, F. (2013): 11. Cave development and patterns of caves and cave systems in the eogenetic coastal karst of southern Mallorca (Balearic Islands, Spain). In: LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds.) *Coastal karst landforms*. Springer. *Coastal Research Library*, Vol. 5: 245-260. Dordrecht.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfològica de les cavitats càrstiques de les illes Balears. *Endins*, 35: 85-102.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2014): Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124. Tampa, USA.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009): 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.
- GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2014): Les morfologies de dissolució hipogèniques i de la zona de mescla litoral a es Dolç (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca). *Endins*, 36: 97-112.
- 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.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2010): El sistema de cavitats Gleda - Camp des Pou (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 35-68.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & VICENS, D. (2011a): Relació genètica i hidrològica entre coves, cales i altres entrants al Migjorn de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 54: 161-176.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011b): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 103-132.
- 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.
- 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.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special paper 1. 106 pp. Carlsbad. USA.
- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de les anomalies geotèrmiques i la intrusió marina en la plataforma de Lluçmajor i la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países mediterráneos. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas*, 17: 379-613. Madrid.
- LÓPEZ, J.M.; MATEOS, R.M. & BALLESTER, A. (2004): Aportaciones del sondeo de investigación geotérmica Lluís Moragues al modelo de funcionamiento hidrogeológico de las aguas termales de la plataforma de Lluçmajor (Mallorca). VII *Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- MANACORDA, D. (1986): A proposito delle amfore cosidette "greco-italiche": una breve nota. *Recherches sur les amphores grecques*, BCH, sup. 13: 581-586. Atenas-Roma.
- NIETO, X. & SANTOS, M. (2009): *El vaixell grec arcaic de Cala Sant Vicenç*. Monografies del CASC 7. 469 pp. Barcelona.
- TOPSENT, E. (1900): Étude monographique des spongiaires de France. III Monaxonida (Hadromerina). *Arch. Zool. Exp. et Gén.* 3 sér. 8:1-331.
- VAN DER MERSCH (1994): *Vins et amphores de Grande Grèce et de Sicile*. IV-III s. Avant J.-C. Études I. Centre Jean Bérard. 280 pp. Nàpoles.
- VICENS, D. & PONS, G. X. (2007): Els mol·luscs terrestres del Pleistocè superior a jaciments costaners de la zona septentrional de Mallorca (Artà, Alcúdia i Pollença). In: PONS, G. X. & VICENS, D. (Eds.) *Geomorfologia Litoral i Quaternari*. Homenatge a Joan Cuerda Barceló. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 231-258.
- VICENS, D. & PONS, G. X. (2011): Els invertebrats fòssils als jaciments d'origen càrstic de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G. X.; GINARD, A & VICENS, D. (Eds.) *El Carst: Patrimoni Natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 283-298.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F. & GINÉS, A. (2012): Quaternary beach deposits in Mallorca: paleontological and geomorphological data. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GOMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. (Eds.) *Mallorca: a Mediterranean Benchmark for Quaternary Studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18: 55-84.
- WILL, E.L. (1982): Greco-italic amphoras. *Hesperia*, 51 (3): 338-356. Princeton.

# LES MORFOLOGIES DE DISSOLUCIÓ HIPOGÈNIQUES I DE LA ZONA DE MESCLA LITORAL A ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca)

per Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup> i Joan J. FORNÓS <sup>2</sup>

## Resum

La troballa d'es Dolç, cavitat subaquàtica inèdita del litoral de la Colònia de Sant Jordi (municipi de ses Salines) al migjorn de Mallorca, ha suposat una important font d'estudi de les morfologies de dissolució hipogèniques i de la zona litoral de mescla d'aigües. La cova, de dimensions quilomètriques, es desenvolupa dins dipòsits calcarenítics litorals i eolianites amb paleosòls, del Pliocè i Pleistocè, fet del tot sorprenent a les Balears. Aquests materials li confereixen uns trets molt diferenciats respecte a la resta de cavitats litorals del migjorn i llevant de Mallorca, desenvolupades als materials calcaris escullosos del Miocè superior.

## Resumen

El hallazgo de Es Dolç, cavidad subacuática inédita del litoral de la Colònia de Sant Jordi (municipio de Ses Salines) en el sur de Mallorca, ha supuesto una importante fuente de estudio de las morfologías de disolución hipogénicas y de la zona litoral de mezcla de aguas. La cueva, de dimensiones kilométricas, se desarrolla dentro de depósitos calcareníticos litorales y eolianitas con paleosuelos, del Plioceno y Pleistoceno, hecho sorprendente en Baleares. Estos materiales le confieren unas características muy diferenciadas respecto al resto de cavidades litorales del Migjorn y Llevant de Mallorca, desarrolladas en materiales calcáreos arrecifales del Mioceno superior.

## Abstract

Recent discovery and survey of the underwater coastal cave of es Dolç (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines) in the southern area (Migjorn) of Mallorca has permitted the study of a series of morphologies related with hypogene as well as coastal mixing zone dissolution processes. The cave, kilometric in length, develops within Pliocene and Pleistocene calcarenitic littoral deposits and eolianites with paleosols, a very uncommon fact in the Balearic karst. These materials confer the cave a very different appearance with a special morphological suite, if compared with other coastal cavities developed in the Upper Miocene calcareous reef materials of the southern and eastern part of Mallorca.

## Introducció

L'estratigrafia i litologia que es pot observar dins la cavitat es d'una seqüència regressiva que evoluciona des de fàcies marines bioturbades de plataforma soma, dipòsits entre calcisilítics i calcarenítics, a nivells calcaris que presenten una marcada estratificació d'ordre centimètric a decimètric, caracteritzats per la presència de fauna fòssil indicadora d'unes condicions litorals restringides d'aigües salobreses. La cronologia de tots aquests materials seria pliocena. Per

damunt d'ells, entre els -17 m i els -19,5 m fins a la superfície es troben eolianites pleistocenes que constitueixen la major part de la sèrie (FORNÓS *et al.*, 2013).

La composició calcarenítica, majoritàriament d'origen eòlic, en la qual es desenvolupa la cova, suposa un clar condicionament geològic i atorga un tret diferencial respecte de la major part de cavitats litorals del migjorn i llevant de Mallorca, desenvolupades als materials calcaris escullosos del Miocè superior. En el cas de es Dolç, es tracta de materials encara més porosos i permeables.

Pensem què, donada la relativa juvenesa geològica dels materials en els que es desenvolupa la cavitat, la contribució hipogènica

<sup>1</sup> Grup Nord de Mallorca (GNM)

<sup>2</sup> Karst and Littoral Geomorphology Research Group, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.

Email: xescgracia@yahoo.es; joan.fornos@uib.cat

en la seva gènesi ha estat molt important. Aquests processos poden haver potenciat la dissolució de considerables masses de roca i així formar els grans volums de les galeries obertes dins les eolianites pleistocenes, en un temps relativament breu geològicament parlant. La datació de les eolianites que formen les parets de la galeria de l'Enfàs (Dolç Intern), a uns 9 m de fondària per davall del nivell freàtic, supera el milió d'anys. Aquest fet, juntament amb la troballa del gastròpode *Rumina decollata* var. *major* dins els llims vermells pleistocens fa que situem l'edat de les eolianites al Pleistocè inferior.

No resulta gens fàcil agrupar les formes primàries o de dissolució, produïdes sobre el substrat carbonatat que actua de contenidor del buit que és la cavitat. Les morfologies, associacions i diferents mides d'aquestes, així com la seva diversitat genètica, obren un ventall tan extens de possibilitats que fan que les classificacions siguin molt complexes i relatives.

S'han fet dos grans grups de morfologies, en funció de la seva gènesi: les formes clarament atribuïbles als fluxos hipogènics i el grup integrat per les formes més pròpies de la zona de mescla costanera, no sense tenir present la contribució més que probable, en el cas que n'hi hagi, també dels processos hipogènics. Dins cada grup s'han ordenat en funció de les seves dimensions; així el catàleg de formes s'ha estructurat en 4 categories diferents: megaformes (organització de les xarxes endocàrstiques, d'ordre quilomètric a hectomètric), macroformes (morfologies d'ordre hectomètric a decamètric), mesoformes (morfologies d'ordre decamètric a mètric) i microformes (morfologies d'ordre mètric a centimètric). Algunes de les morfologies es poden trobar a la vegada en dues categories diferents. Per acabar de catalogar les formacions primàries, dins cada categoria dimensional s'ha seguit un criteri descriptiu i en algunes ocasions genètic.

Per tenir més informació de la cavitat convé consultar el treball de GRÀCIA *et al.* (2014).



Figura 1: Pous Amagats. Aquestes galeries hipogèniques ascendents s'han creat des de baix, dins els materials pliocens. (Foto GNM).

Figure 1: Pous Amagats. These ascending hypogenic passages have evolved vertically upwards in the Pliocene calcisiltites. (Photo GNM).



Figura 2: Cràter. a) Depressió, de 7 x 6 m de diàmetre i 6,5 m de vertical, a on s'assoleixen els -27,5 m i que presenta una forma característica d'embut. Al seu fons, semi-ocults per alguns blocs i pedres, es localitzen diversos punts d'alimentació. b) Lateral del Cràter. (Fotos GNM).

Figure 2: Crater. a) Vertical depression showing a characteristic funnel shape; it is 6.5 m deep with a diameter of 7 x 6 m, and a depth of -27.5 m is reached at its bottom. At the base, partially covered by rock fragments, local point feeders are located. b) Lateral view of the wall crater. (Photos GNM).



## Morfologies hipogèniques

Es tracta de les morfologies generades pels fluids més lleugers i agressius, que circulen en sentit ascendent provinents de les falles profundes que afecten a la depressió de Campos, i que serien en part responsables de la formació de la cavitat.

### MACROFORMES

(d'ordre hectomètric a decamètric)

#### Galeries hipogèniques ascendents

S'inicien en forma de galeria cega dins els materials pliocens i ascendeixen en pendent,

sovint molt acusat, fins connectar amb les eolianites pleistocenes (Fig. 1). Generalment, a la microtoponímia de la cavitat, s'han anomenat com a pous, pel gran desnivell relatiu que presenten. Per accedir a elles s'ha de davallar, encara que genèticament s'han format de baix a dalt, per la qual cosa les anomenem galeries hipogèniques ascendents. L'amplària d'aquestes galeries sol estar compresa entre 6 i 14 m, encara que arriben a assolir els 20 m. La seva alçària més comuna està entre 1,5 i 6 m, podent superar en alguns indrets els 13 m. El recorregut longitudinal està comprès entre uns 40 i 90 m. En alguns casos poden prosseguir algunes desenes de metres amb el terra molt pla, de roca

mare, o recobert de grans blocs despresos. Les obertures o conductes d'alimentació suposam que són els responsables, en gran mesura, de la seva formació, per la qual cosa les galeries s'han creat des de baix, dins els materials pliocens, més propers a les falles situades a sota que són les responsables de les sortides dels fluxos hipogènics. S'ha format així un gran volum buit per dissolució de la roca, que ha ascendit també en part per processos d'esfondrament, fins que ha afectat les eolianites pleistocèniques a on la cova adopta una disposició horitzontal. Les parets, sostres i el terra en ocasions estan recoberts per una pàtina negra de manganès que els dóna un aspecte molt fosc (pou Mascarat). La fondària d'aquestes galeries està compresa entre els -19 i -27,5 m; el valor màxim es troba just al fons del Cràter de la galeria homònima (es Dolç Extern).

Hi ha a la cavitat almenys 12 galeries hipogèniques ascendents, clarament diferenciades: a es Dolç Exterior 7 (els 3 pous Amagats, 3 a la galeria del Cràter i 1 al pou de Darrera) i 5 a es Dolç Interior (pou Net, pou Petit, pou Mascarat i 2 a les galeries Paral-leles).

## MESOFORMES

(d'ordre decamètric a mètric)

### Cràter

Podem considerar aquesta morfologia com a una obertura d'alimentació o *feeder*, a escala de mesoforma. L'indret on es troba el Cràter es localitza a -21 m, a la part més pregona d'una galeria a la qual dóna el seu nom. El Cràter consisteix en una depressió de forma troncocònica invertida (Fig. 2). S'obre a

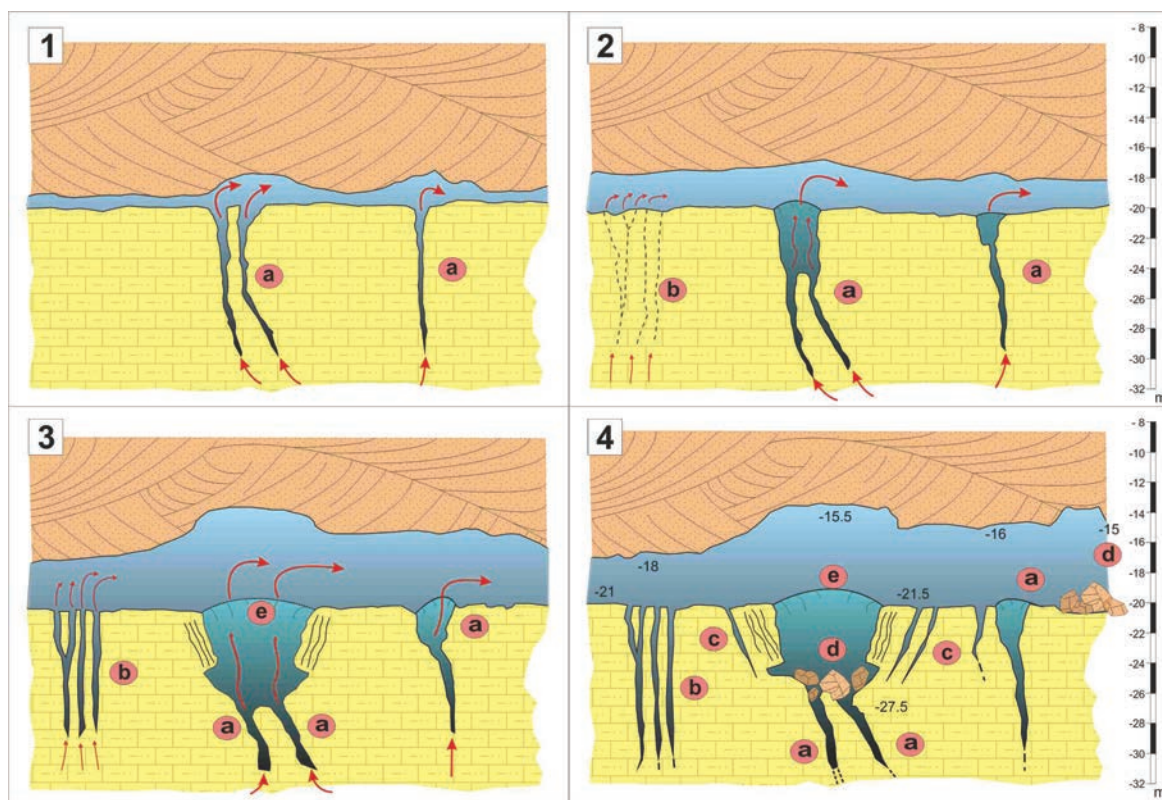


Figura 3: Hipòtesi de la formació del Cràter. 1) Primers estadis amb sortides de fluids hipogènics a través dels conductes d'alimentació. 2) Eixamplament progressiu de la galeria hipogènica ascendent. 3) Formació del Cràter i d'altres morfologies hipogèniques menors dels voltants. 4) Fossilització de les morfologies, aparició de crulls de descompressió al voltant del cràter i caiguda d'alguns blocs i sediments. (a, conductes d'alimentació; b, cilindres ascendents; c, crulls de descompressió; d, blocs caiguts; e, cràter)

Figure 3: Crater formation hypothesis. 1) First stages with hypogene fluids uprising through the feeding points. 2) Progressive formation of an ascending hypogene conduit. 3) Crater formation and enlargement of other minor hypogene forms in the vicinity. 4) Fossilization of the morphologies with sediment infilling and fallen blocks, as well as formation of decompression cracks surrounding the crater. (a, point feeders; b, ascending cylinders; c, decompression cracks; d, fallen blocks; e, crater).

nivell del terra, amb unes dimensions de 7 x 6 m de diàmetre i davalla 6,5 m a on assoleix els -27,5 m. Semi-ocults per alguns blocs i pedres, es localitzen diversos conductes d'alimentació impenetrables que es perllonguen i profunditzen de cap al fons. Sembla que han actuat provocant una gran dissolució local de les calcarenites pliocenes que formen el trespol de la galeria i això ha generat aquesta morfologia (Fig. 3). El Cràter pròpiament dit es troba circumval·lat per crulls de descompressió que envolten el buit generat i són els que ocasionen l'acumulació de blocs al seu interior.

El lloc on s'ubica no està afectat per esfondraments, ja que el terra, molt pla i situat a uns -21 m té el trespol format per roca mare, calcarenites pliocenes d'origen marí, molt blanques i gairebé sense recobrir de blocs caiguts. La galeria, amb aquesta espectacular forma de dissolució i altres conductes d'alimentació no posseeix morfologies zenitals dignes de menció.

#### **Crulls o fractures d'alimentació**

Corresonen als *feeders* o conductes d'alimentació amb aparença de fractura o esquerda descrits per MERINO & FORNÓS (2010). Arriben a assolir alguns metres de longitud i es perllonguen al llarg d'alguns indrets de les galeries on formen part del trespol irregular de les mateixes. Són morfologies molt irregulars pel que fa a forma i dimensions, i resulten difícilment definibles llevat de la seva llargària de diversos metres (Fig. 4). Sembla que a través de crulls han ascendit aigües agressives d'origen profund. S'han localitzat al terra de les parets de la galeria de les Lloses, galeria Nord i algun indret de les galeries Paral·leles (Dolç Intern), però també a d'altres indrets de la cavitat.

#### **Conductes verticals d'alimentació i Embuts**

Són els *feeders* o obertures d'alimentació puntual de MERINO & FORNÓS (2010), que acostumen a presentar a es Dolç una boca d'aspecte d'embut irregular a la part exterior (com un cràter en petit), o bé el·líptica i en alguns casos més o menys circular, més a l'estil dels que es troben a la cova des Pas de Vallgornera. Les seves dimensions són molt variables anant des d'1,5 m d'eix major fins a uns pocs decímetres. Els de forma d'embut esdevenen progressivament més estrets fins a connectar amb els conductes verticals impenetrables. La part interna dels conductes sol presentar una

forma tubular d'aspecte irregular que en vertical es perllonga profusament diversos metres fins no poder-se estimar la fondària que assoleixen (Fig. 5). A causa de la seva profunditat els hem inclòs dins mesoformes. En ocasions es troben parcialment reblerts de sediments. A la part terminal de la galeria de l'Enfàs sembla que aquestes estructures comuniquen amb un nivell inferior de buit. Sovint se situen molt a prop uns dels altres, fins i tot comparteixen el mateix embut, en cas de disposar-ne. A les eolianites pleistocenes és a on s'aprecien les morfologies més complexes, amb la part superior més oberta, en forma d'embut, mentre que a les calcarenites pliocenes d'origen marí adopten formes menys complexes, però també les mides més grans, com és el cas de la mesoforma anomenada el Cràter situat a la galeria homònima i que s'ha denominat amb aquest nom per les dimensions



Figura 4: Crull o fractura d'alimentació que es perllonga al llarg d'alguns metres i pareix que són llocs per on han ascendit aigües agressives d'origen profund. Galeria Nord. (Foto GNM).

Figure 4: Floor slot or joint feeder several meters in length from where deep aggressive waters have ascended. Galeria Nord. (Photo GNM).

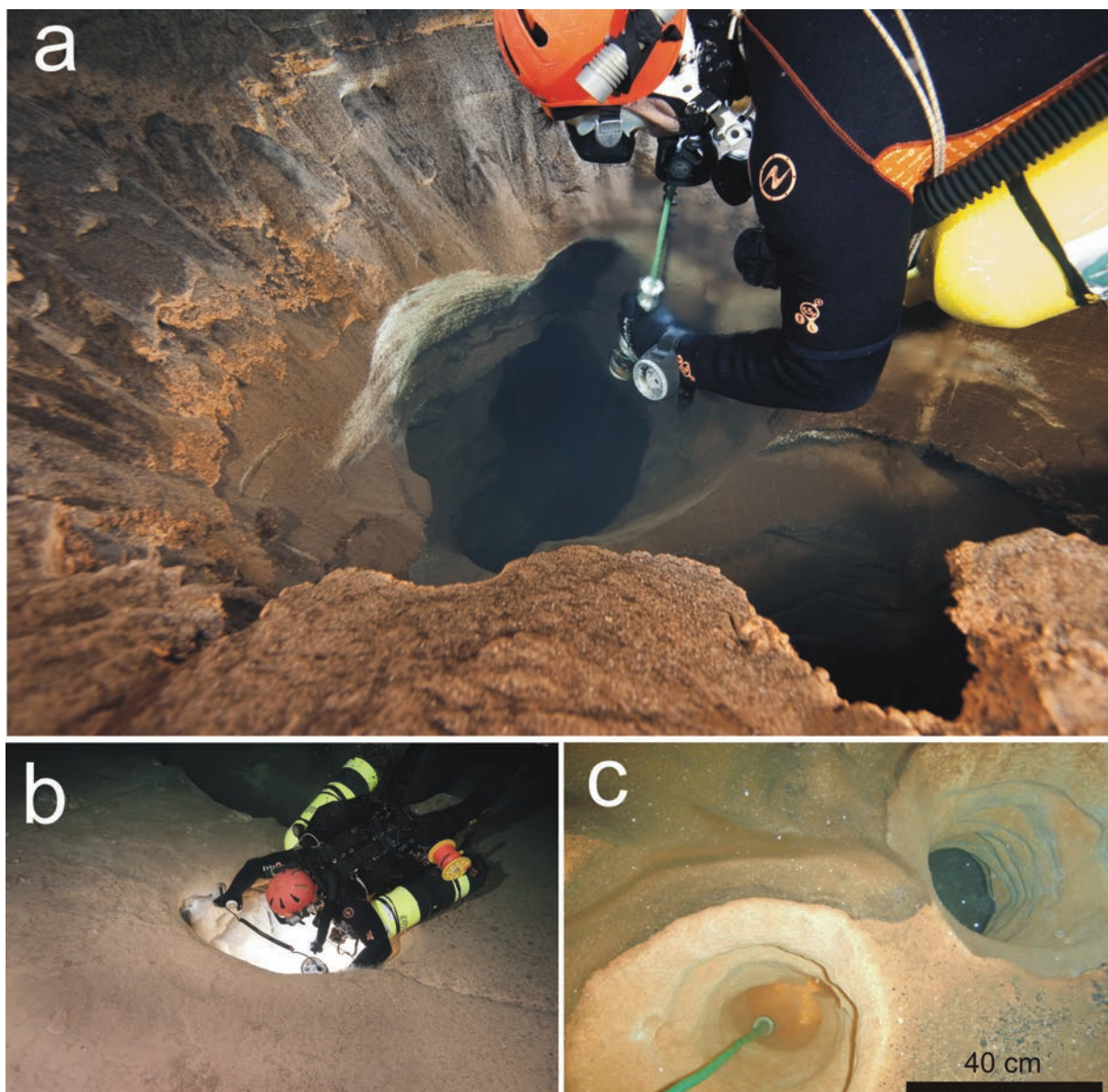


Figura 5: Conductes verticals d'alimentació i embuts. a) Acostumen a presentar a es Dolç una boca d'aspecte d'embut irregular a la part exterior per fer-se progressivament més estrets fins a connectar amb conductes verticals impenetrables. Galeria de l'Enfàs. b) i c) Alguns, especialment a les calcarenites del Pliocè, són més tubulars. Galeria del Cràter i galeria de les Lloses. (Fotos GNM).

*Figure 5: Vertical point feeders and funnels. a) At es Dolç the external part of the funnel shows an irregular form narrowing progressively till the connection with vertical impenetrable conduits. Galeria de l'Enfàs. b) and c) Some feeders, specially those located on Pliocene calcarenites, show a rather tubular form. Galeria del Cràter and Galeria de les Lloses. (Photos GNM).*

extraordinàries que assoleix. Tots els altres conductes d'alimentació que es localitzen en aquesta galeria presenten un aspecte molt més tubular, però a escala de microformes, entre 0,4 m i 2 m d'eixos majors, encara que les dimensions més freqüents es troben al voltant d'1 m.

### Cilindres ascendents

Són morfologies ascendents de dissolució,

que es troben al terra, parets i sostres i afecten fins i tot a grans blocs caiguts que són travessats completament de baix a dalt. En ocasions es presenten grups de cilindres situats pròxims entre si. S'han trobat de més de 2 m de longitud, en quedar seccionat i exposat el cilindre per despreniment de la massa rocosa parietal. La seva forma és cilíndrica, d'uns 10 a 25 cm de diàmetre i sembla que es manté constant al llarg del seu recorregut, encara que poden



anar serpentejant a mesura que ascendeixen (Fig. 6). Es diferencien dels conductes verticals d'alimentació en què els cilindres són de menor diàmetre.

S'han localitzat als materials calcarenítics pleistocènics d'origen eòlic i també a les calcarenites pliocenes d'origen marí. S'observen tant al Dolç Extern com al Dolç Intern i en alguns casos es troben reblerts per sediments cimentats vermells. Consideram els que s'observen al terra com a obertures d'alimentació i els que es troben al sostre com a punts de descàrrega. El cilindre en si mateix, al llarg del seu recorregut, vendria a ésser un canal ascendent que connectaria els punts d'alimentació que guaiten per la cavitat amb els de descàrrega.

### MICROFORMES

(d'ordre mètric a centimètric)

#### Punts d'alimentació laterals (*side feeders*)

Els *feeders* o punts d'alimentació laterals són morfologies localitzades a les parets de les galeries. En alguns casos són forats d'alguns centímetres, petits conductes i en altres indrets fractures de la roca o petits porus, en ocasions de dimensions mil·limètriques, que aprofiten fins i tot fòssils. També poden néixer des dels plans d'estratificació en el cas dels materials pliocenes o de la laminació a les eolianites (Fig. 7).

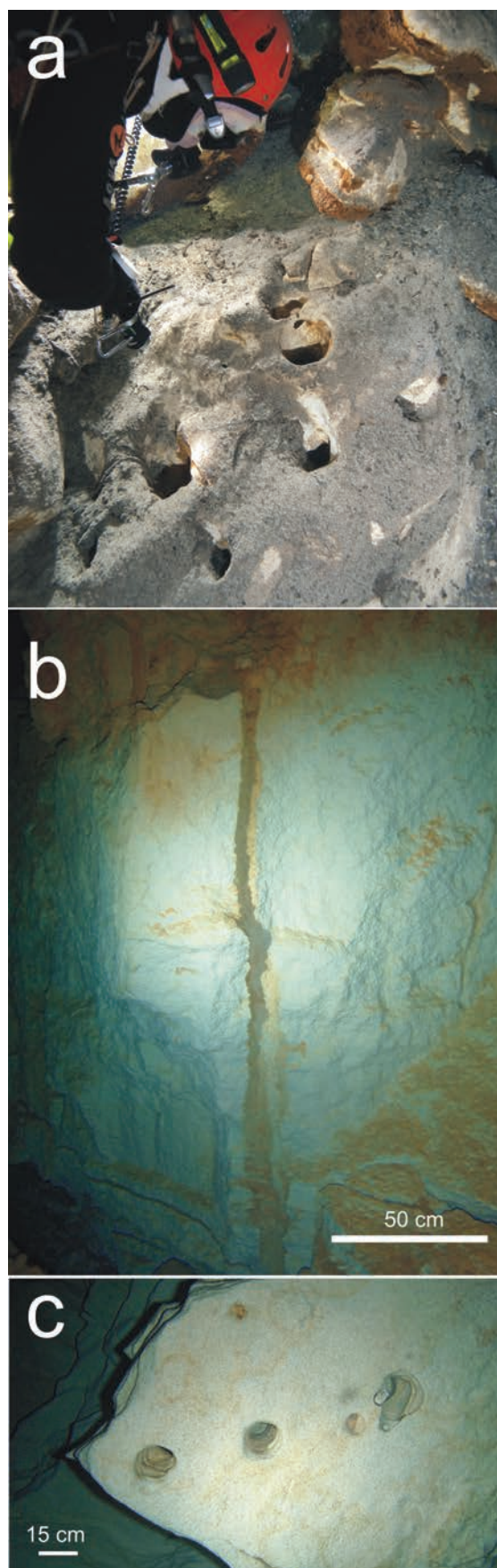
#### Canals ascendents de paret

(*rising wall channels*)

Aquestes estructures, de dimensions molt variables, surten dels punts d'alimentació lateral (*feeders*) i en ocasions connecten amb punts de descàrrega (*outlets*), essent per tant formes que indiquen un flux en sentit ascendent (KLIMCHOUK, 2007). Els *rising wall channels*, canals ascendents de dissolució, ja van ser descrits a la cova des Pas de Vallgornera (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a, 2009b; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b). A partir del punt d'alimentació i per sobre de la boca del *feeder*, es configura

Figura 6: Cilindres ascendents. Es tracta de morfologies ascendents de dissolució, que es troben al terra (a), parets (b) i sostres (c) i afecten fins i tot a grans blocs caiguts que travessen completament de baix a dalt. (Fotos GNM).

Figure 6: *Uprising cylinders*. They are ascending solutional features, located on the floor (a), walls (b) and ceiling (c). Several fallen big blocks are completely crossed by these vertical dissolution morphologies. (Photos GNM).



un canal o conjunt d'ells que de manera ascendent van desenvolupant-se al llarg de la paret, observant-se sovint com aquests canals se separen o bé entren en coalescència els uns amb els altres i en ocasions un canal es bifurca per poder-se tornar a solapar posteriorment (Fig. 8).

A es Dolç, la coloració dels solcs pot esser diferent a la que presenta la paret, fet que ressalta la seva existència i trajectòria. Als pous Amagats solen esser de color més clar que el color superficial de la paret, mentre que al final de la galeria de les Lloses n'hi ha que són de color molt fosc. La seva forma i dimensions van variant d'acord amb l'angle que presenta el pla de la paret respecte a la vertical. En molts de casos, els canals es van difuminant fins que desapareixen sense arribar a connectar amb cap lloc de descàrrega. A més, s'han localitzat una sèrie de conjunts de canals ascendants que

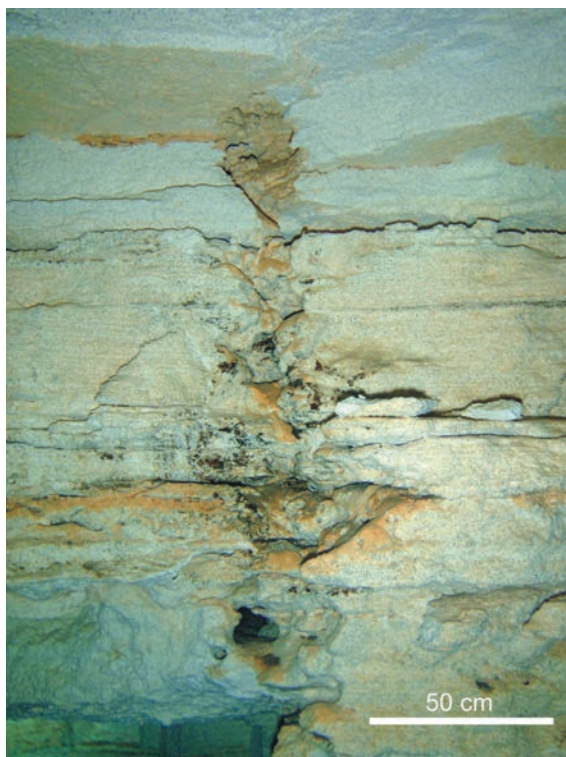


Figura 7: Els punts d'alimentació laterals són morfologies localitzades a les parets de les galeries que es continuen normalment amb canals ascendants de paret i en ocasions amb punts de descàrrega. Conjunt morfològic de flux ascendent a les eolianites de la galeria de les Lloses. (Foto GNM).

Figure 7: Lateral feeding points located in conduit walls are followed by ascending wall channels and, occasionally, outlets. Morphologic suite of uprising flow developed on eolianite deposits at Galeria de les Lloses. (Photo GNM).

es desenvolupen a partir de plans de fractures, que cobreixen en alguns casos amples zones de les parets de les galeries. Es tracta de solcs de mides variables que rarament arriben a presentar dimensions centimètriques en les seves amplada i profunditat, al contrari del que passa amb la longitud que pot superar els 1,5 m. El seu recorregut al llarg dels plans sobreplomats de les parets acaba en alguns casos en una nova esquerda o fractura per on desapareixen, o bé aquesta fractura afegeix i revitalitza el solc amb noves aportacions. S'ha posat en evidència la presència d'aquest tipus de canals ascendants, que en molts casos passa quasi desapercebuda, en alguns indrets de la cavitat. S'han localitzat a es Dolç Extern als pous Amagats, dins materials pliocens. Al Dolç Intern en alguns indrets de la galeria de les Lloses, dins eolianites.

#### Punts de descàrrega (*outlets*)

Aquestes formes consisteixen en forats, cilindres, porus i fractures que es localitzen al sostre o parets de les galeries. Representen una continuïtat dels *rising wall channels* o canals ascendants de paret. A es Dolç són molt poc abundants, segurament per l'elevada porositat dels materials que conformen la cavitat que ocasiona que els fluxos hipogènics no tinguin llocs preferents de descàrrega, una vegada abocats al buit en sortir dels punts d'alimentació.

#### Cúpules (*cupolas*, *bellholles*)

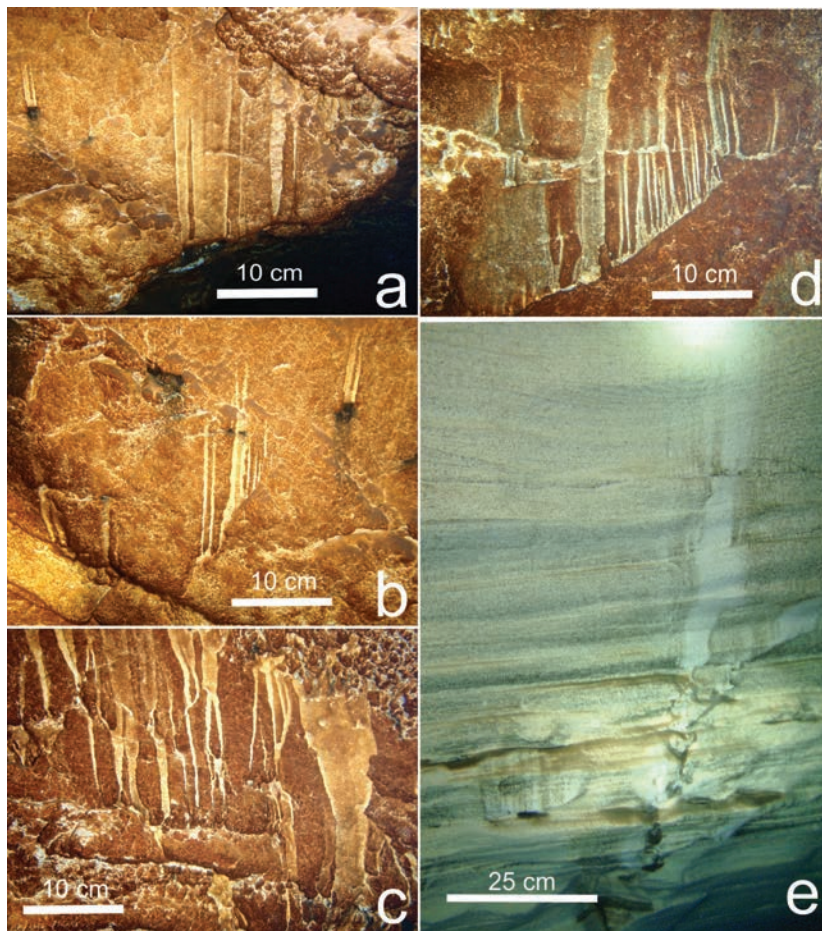
Les cúpules es localitzen al sostre de les galeries amb una forma que pot ser semiesfèrica, allargada o presentar formes mixtes entre ambdues i en ocasions superposades a diferents nivells (Fig. 9). Les seves dimensions a es Dolç són decimètriques arribant algunes d'elles a ordres mètrics. La seva importància a la cavitat és molt minsa, ja que són morfologies molt poc freqüents. Actuarien en alguns casos com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*). Les més cridaneres de la cavitat són prou diferenciades de les simples cúpules freàtiques.

### Morfologies de la zona de mescla litoral

En aquest apartat incloem les formes generades per la dissolució de les aigües a la zona de mescla entre aigües dolces d'origen meteòric i aigua salada que s'infiltra des de la

Figura 8: Els canals ascendents de paret indiquen un flux clarament hipogènic. a), b), c) i d) Canals ascendents a les calcarenites pliocenes dels pous Amagats; e) Canals a les eolianites de la galeria de les Lloses. (Fotos GNM).

Figure 8: Rising wall channels are characteristic of a hypogenic ascending flow. a), b), c) and d) Rising channels located on Pliocene calcarenites at Pous Amagats passage; e) Channels formed on eolianites at Galeria de les Lloses. (Photos GNM).



mar. S'ha de tenir ben present que aquestes morfologies poden estar també influïdes per la presència dels fluids hipogènics o bé combinar-se amb les morfologies hipogèniques.

## MEGAFORMA

(d'ordre quilomètric a hectomètric)

### Sistema de cavitats ramiformes amb influències hipogèniques (*ramiform caves*)

Correspon a aquesta categoria morfològica de la franja litoral, la pròpia cavitat en conjunt, és a dir, com a morfologia de dissolució d'ordre quilomètric. Com a megaforma està formada, de forma global, per una sèrie de galeries en declivi, de possible origen hipogènic, amb una fondària màxima de -27,5 m que s'inicien dins dels materials calcisilfítics del Pliocè i ascendeixen, en part per processos d'esfondrament, fins a coincidir amb les eolianites pleistocenes. En aquests materials més porosos canvia l'aspecte de la cova, ja que adopta una disposició horitzontal, amb desnivells causats especialment pels esfondraments soferts.

La cavitat, de direcció general NE-SW, sembla que segueix la direcció de fractures profundes, no observables dins la cavitat, per on han sortit els fluxos hipogènics que han dissolt la roca situada al damunt. La litologia i estructura dels materials pliocens i de les eolianites, sense fracturació clara important, ha fet que la cavitat adopti una disposició en planta de caràcter *ramiforme* en el sentit enunciat per PALMER (2007). Aquest patró és molt similar al de les coves excavades dins els materials escullosos del Miocè superior. A les eolianites, la zona litoral de mescla d'aigües ha contribuït a l'espeleogènesi del sistema càrstic, juntament amb un important corrent de drenatge de les aigües subterrànies de cap a la mar que pensam que ha suposat un factor afegit important. Les galeries ascendents hipogèniques s'han anant connectant amb les galeries obertes al nivell superior, en part per la pròpia obertura creada pels fluids ascendents i en part per l'esfondrament de les pròpies galeries inferiors. Així la cova ha crescut de forma tridimensional en dos nivells superposats interconnectats.

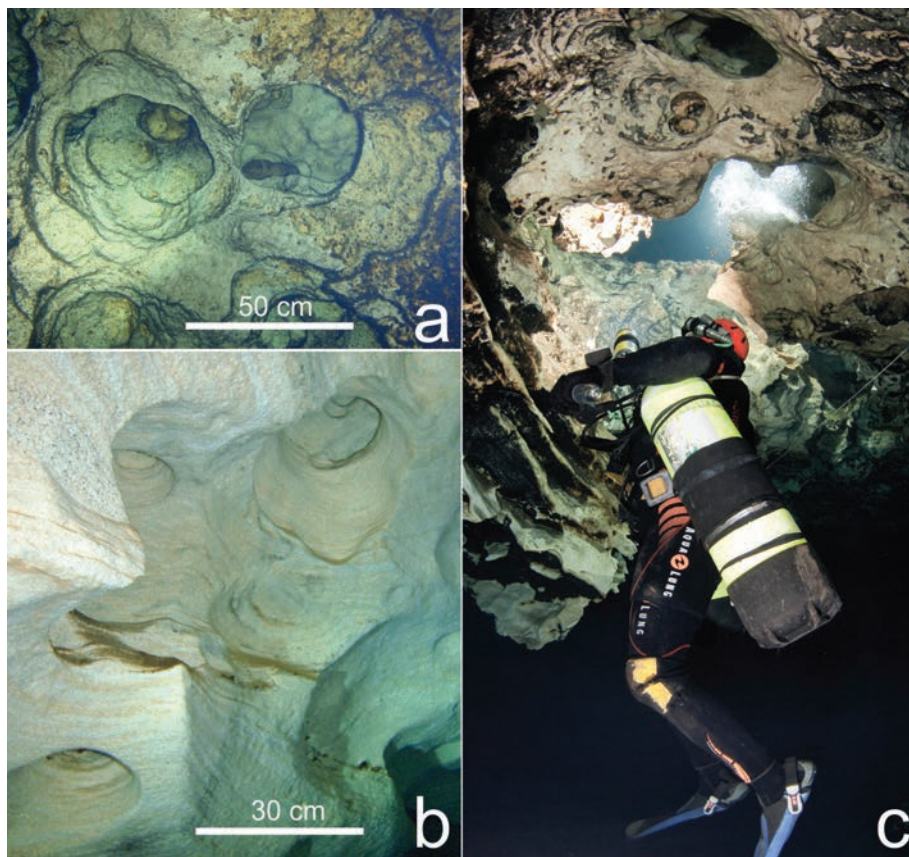


Figura 9: La presència de cúpules a la cavitat és molt minsa i es troben a les eolianites pleistocenes. Actuarien com a formes de descàrrega ascendent (outlets). (Fotos GNM).

Figure 9: The presence of cupolas or hellholes is scarce in the cave and they are only located on Pleistocene eolianites. Probably they would act as outlets. (Photos GNM).

Tanmateix, sembla que la megaforma està organitzada actuant com a drenatge de les aigües subterrànies de la contrada.

### MACROFORMES

(d'ordre hectomètric a decamètric)

#### Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic (bedding-plane phreatic passages)

Les galeries que presenta la cova en general són difícils d'enquadrar dins una determinada tipologia, ja que moltes estan transformades per intensos processos d'esfondraments i podrien ser considerades com a sales i galeries d'esfondrament, ja que les morfologies originals es troben desdibuixades. Però alguns dels trams de la cova, independentment de la litologia a on es troben, es poden catalogar com a galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, ja que, sense estar afectades gairebé per les caigudes de materials del sostre, presenten un aspecte generalment molt més ample que no pas alt. La dissolució de la roca ha aprofitat la separació entre les capes d'eolianites o bé ha seguit la laminació d'aquestes i ha generat seccions horitzontals o inclinades seguint l'estratificació de les dunes fòssils, en ocasions

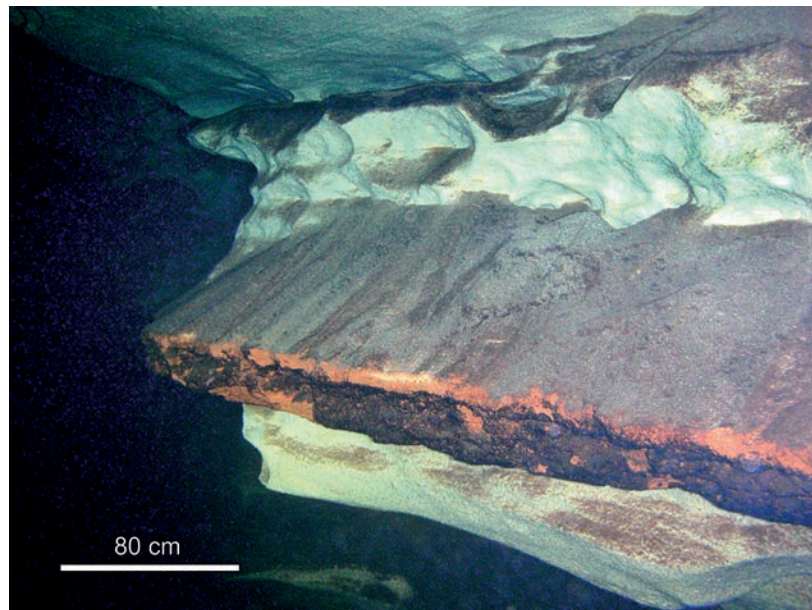


Figura 10: Galeria de les Lloses dins les eolianites pleistocenes. Es pot catalogar com a galeria freàtica de control estructural estratigràfic: aquest tipus de galeries presenten un aspecte generalment molt més ample que no alt. (Foto GNM).

Figure 10: Bedding-plane phreatic passages at Galeria de les Lloses, developed in Pleistocene eolianites. These stratigraphically controlled phreatic conduits usually show dimensions wider than tall. (Photo GNM).

Figura 12: Facetes de la galeria de les Lloses. Estan formades sobre eolianites recobertes d'una prima capa de llims vermells. (Foto GNM).

*Figure 12: Solution facets at Galeria de les Lloses. They are carved on eolianites that show a thin layer of reddish muds. (Photo GNM).*



d'amplades considerables. No s'aprecien fractures de tipus diàclasis o falles que hagin actuat com a condicionants de les galeries (Fig. 10).

## MESOFORMES

(d'ordre decamètric a mètric)

### Ponts (*bridges*)

Són molt poc freqüents a la cavitat, encara que n'hi ha un que destaca molt al Dolç Extern, a la Davallada (Fig. 11). Correspon al pis de separació entre dos nivells superposats, que actua com a envà horitzontal. La galeria superior, àmplia i relativament baixa, és una galeria freàtica de control estructural estratigràfic. La galeria inferior té un important volum i assoleix als costats els -21 m. La massa rocosa de l'envà, a la cara inferior, es troba en bastants de llocs afectada per cúpules de possible gènesi hipogènica. En diversos llocs, aquestes cúpules travessen per complet l'envà i tenen sortida a la cara superior del pont. En aquests casos es tractaria de punts de descàrrega del nivell de galeria inferior que es converteixen en conductes d'alimentació del nivell de la galeria superior.

### Regates de corrosió (*notches*)

Morfologies de corrosió negatives, a mode d'osca, que profunditzen a la roca mare i que es



Figura 11: Pont al Dolç Extern, a la Davallada. Correspon al pis de separació entre dos nivells superposats, que actua com a envà horitzontal. (Foto GNM).

*Figure 11: Bridge at the Dolç Extern near the point known as the Davallada. It corresponds to a bedding plane separation existing between two superposed dissolution passages. (Photo GNM).*

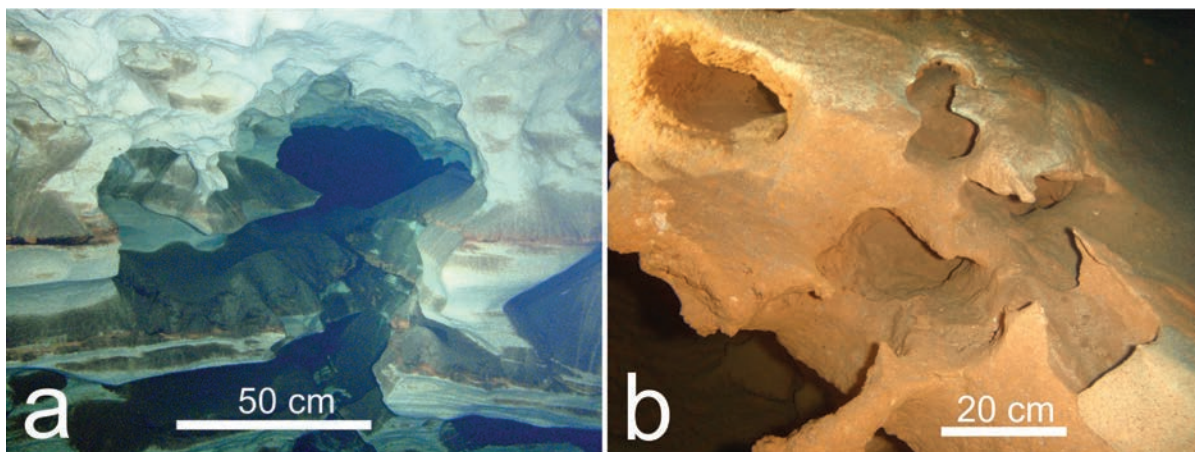


Figura 13: La combinació de diferents morfologies de dissolució positives i negatives configuren un aspecte molt caòtic del que es coneixen com morfologies espongiformes. a) eolianites pleistocenes. b) llims vermells pleistocens. (Fotos GNM).

Figure 13: Positive and negative dissolution morphologies characterize the chaotic appearance of the so-called spongework. a) Pleistocene eolianites. b) Pleistocene red silts. (Photos GNM).

perllonguen, en ocasions, desenes de metres al llarg de les parets de les galeries i sales. Indiquen el nivell d'haloclines actuals o pretèrites, encara que també podrien correspondre a antics nivells freàtics. Solen estar acompanyades per facetes, que les limiten per davall. A es Dolç es localitzen preferentment a la galeria de les Lloses.

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

Superfícies inclinades de roca, llises o amb solcs que segueixen el pendent. L'alçària entre la part superior de les facetes i la inferior és de l'ordre d'entre 30 cm i 1,5 m. Les facetes es desenvolupen al llarg de desenes de metres als costats de les galeries o sales. A es Dolç es troben molt sovint recobertes de llims vermells. Es localitzen especialment a la galeria de les Lloses (Fig. 12).

#### **Morfologies espongiformes** (*spongework*)

La combinació de diferents morfologies de dissolució positives i negatives formen, en alguns indrets molt concrets, un aspecte molt caòtic i agressiu a escala preferentment de mesoformes. Es combinen sobretot penjants, pinacles, concavitats poc marcades, tupins i fins i tot conductes iniciadors. A es Dolç Intern, estan presents aquestes morfologies especialment a la galeria de l'Enfàs, en alguns trams de les galeries Paral·leles i en alguns llocs molt concrets de la galeria de les Lloses (Fig. 13).

#### **Conductes seminals o iniciadors**

Es tracta de conductes horitzontals de dimensions impenetrables.

#### **MICROFORMES**

(d'ordre mètric a centimètric)

##### **Pinacles** (*cers*)

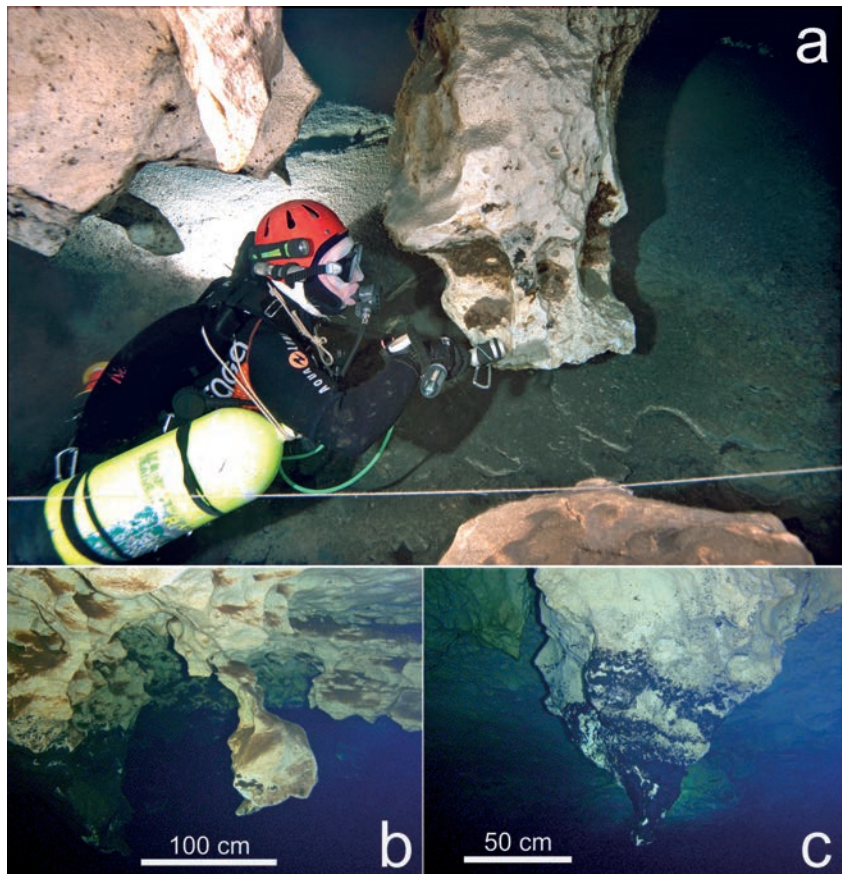
Són formes de relleu positives, que sobresurten del terra de galeries i sales. A la cavitat són més aviat escassos i molt localitzades preferentment a les eolianites pleistocèniques. Sembla que s'hagin generat per dissolució diferencial de masses de roca mare i no per desmantellament d'envans entre galeries paral·leles. La seva alçària a es Dolç està compresa entre 60 cm i 1,5 m.

##### **Penjants** (*rock pendants*)

Es troben al sostre d'algunes de les galeries de es Dolç, però localment són molt nombroses, especialment a zones a on es troba l'actual haloclina (Fig. 14). Sembla que es troben en ple procés de formació i evolució. Aquestes morfologies de relleu positives presenten unes mides que van des de centímetres a poc més de 1,5 m. Al Dolç Extern es troben especialment al pas de les Dents, que rep el nom dels penjants que caracteritzen l'indret. Al Dolç Intern són especialment abundants a les

Figura 14: Penjants generats a les eolianites. Són molt nombrosos al sostre de les zones a on es troba l'actual halocline. a) pas de les Dents, b) galeries Paral·leles i c) galeria de les Lloses. (Fotos GNM).

Figure 14: Rock pendants carved on eolianites. They are especially abundant in ceilings that are coincident with the presence of the current halocline. a) Pas de les Dents, b) Galeries Paral·leles and, c) Galeria de les Lloses. (Photos GNM).



galeries Paral·leles, a on marquen perfectament la divisòria que suposa l'halocline. A la galeria de les Lloses n'hi ha també algun de bones dimensions. La roca que forma els penjants és eolianita, encara que alguns d'ells tenen part de l'estructura formada també per llims vermells. Al penjants són comuns altres morfologies que se superposen, com són els tupins i les concavitats poc marcades.

#### Esperons (rocky jags)

Són cossos de roca que sobresurten lateralment de parets i sostres, per la qual cosa són morfologies de corrosió positives. Les seves mides solen ésser similars a les dels pinacles. A es Dolç són molt poc freqüents.

#### Concavitats poc marcades (subdued pockets)

Es tracta de morfologies negatives, de major longitud o amplària que no pas fondària i de forma allargada, més o menys semicircular o el·líptica. En alguns casos es veu clarament que són un estadi previ als tupins. Són extraordinàriament abundants en algunes

zones. A la cova, en alguns llocs, ben igual que els tupins, es presenten alineats seguint preferentment la laminació de les eolianites. Als materials del Pliocè es troben sovint a les calcisilites d'origen marí que són més poroses que no pas als materials més durs calcarenítics situats a sobre.

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

Són concavitats circulars, el·líptiques o semiesfèriques, és a dir morfologies negatives, de mides compreses entre uns pocs centímetres i menys d'un metre. Sovint presenten coalescències o unions (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). En funció de la situació on es troben de les galeries i sales cal puntualitzar si són de paret, sostre o pis (*wall pockets, ceiling pockets i floor pockets*).

A es Dolç es localitzen repartits per tots els sectors de la cavitat, encara que són més abundants als materials pleistocens que no pas als pliocens (Fig. 15). És molt interessant la distribució lineal dels tupins i la relació que presenta amb la laminació de les eolianites. A

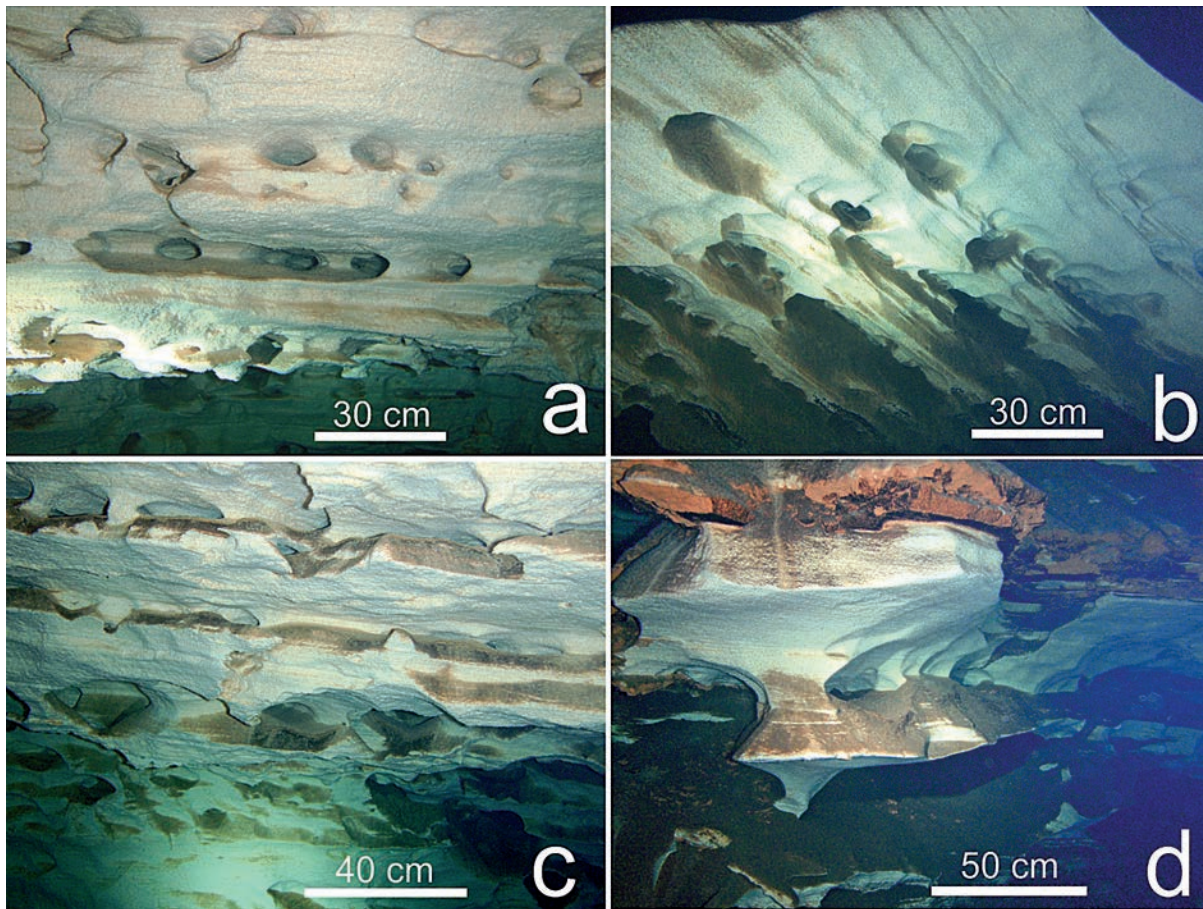


Figura 15: a), b) Els tupins es distribueixen linealment en funció de la laminació de les eolianites, factor preferent a l'hora de la dissolució dels materials. c) En alguns casos a on es superposen lateralment, poden arribar a formar terrasses horitzontals o inclinades seguint la laminació (d). (Fotos GNM).

Figure 15: a) and b) The wall pockets (composed pockets) show a linear distribution that follows the eolianite stratification, due to preferential dissolution along the closely packed bedding planes. c) Sometimes they show a clear lateral superposition, forming horizontal or tilted terraces (pocket levels) following the eolianite lamination (d). (Photos GNM).

moltes localitats es pot observar que ha estat un factor preferent a l'hora de la dissolució dels materials, de forma que es veu tot una alineació dels tupins seguint aquesta laminació, fins a superposar-se lateralment moltes d'aquestes morfologies. En aquests casos, es poden superposar de tal manera que creen una espècie d'encadenament de tupins i concavitats que poden arribar a formar regates o terrasses horitzontals o inclinades seguint la laminació i que profunditzen més o menys dins la roca. No són més que les laminacions que estan remarcades i profunditzades per l'acció de la corrosió. També s'han observat, però presentant una disposició caòtica, als llims vermells pleistocens, arribant a formar en algunes ocasions una espècie de morfologies esponjoses a escala de microformes.

### Canals subverticals de dissolució (wall combs)

Aquests solcs, separats per crestes suaus, sense caires, es desenvolupen damunt de les facetes i tenen una separació entre crestes o valls dels canals que supera els 20 cm.

### Conclusions

S'han catalogat i descrit les morfologies de dissolució hipogèniques i de la zona de mescla d'aigües d'una cova costanera inèdita situada al Migjorn de Mallorca. Aquesta cavitat s'ha desenvolupat dins dipòsits calcarenítics litorals i eolianites amb paleosòls, del Pliocè i Pleistocè, fet desconegut a les Balears. La cronologia molt recent dels materials a on es desenvolupa la



cova i el gran volum que assoleix la cavitat a molts d'indrets, fan que pensem en una important contribució hipogènica en la seva formació.

Les característiques litològiques en les quals s'ubica la cova li confereixen una fisonomia molt diferenciada respecte de la resta de cavitats litorals del Migjorn i Llevant de Mallorca, desenvolupades als materials calcaris escullosos del Miocè superior.

Algunes de les morfologies hipogèniques, com ara les galeries hipogèniques ascendents, el cràter, els embuts o conductes d'alimentació que s'eixamplen a la part de connexió amb la cavitat i els cilindres ascendents, no han estat citades a altres cavitats de Mallorca. Altres morfologies hipogèniques que es troben són els crulls o fractures d'alimentació, els conductes d'alimentació, els punts d'alimentació laterals, els canals ascendents de paret, els punts de descàrrega i les cúpules.

Les morfologies generades principalment a la zona litoral de mescla, entre l'aigua dolça i l'aigua salada, corresponen a les galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, els ponts, les regates de corrosió, les facetes, les morfologies esponjiformes, els conductes seminals o iniciadors, els pinacles, els penjants, els esperons, les concavitats poc marcades, els tupins de paret, sostre i pis i els canals subverticals de dissolució. Tanmateix s'ha de tenir present el possible origen poligenètic de moltes de les morfologies de dissolució trobades a la cavitat.

Es pot establir una clara relació entre la distribució dels tupins i la laminació de les eolianites, que ha suposat un factor preferent a l'hora de la dissolució dels materials. Els llims vermells pleistocènics també han estat objecte de l'atac químic de l'aigua i s'han creat morfologies de corrosió.

## Agraïments

Volem fer constar el nostre agraïment a tota la família March per les facilitats i confiança que ens han atorgat aquests anys.

A tots els companys del Grup Nord de Mallorca que han contribuït d'una manera o d'una altra en les feines desenvolupades a la cova. Especialment a: Bernat Clamor, Toni Cirer, Pere Gamundí, Freddy Fernández, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló, Nicolás Betton i Antoni Cifre.

A Antoni Cirer, que ha fet bona part de les fotografies de l'article.

També als amics Antelm Ginard i Damià Vicens, de l'SCM que van col·laborar en tasques topogràfiques de la cavitat.

A Joaquim Ginés, Àngel Ginés i Antoni Merino per les fructíferes discussions i rectificacions referents a les morfologies hipogèniques i de la zona de mescla litoral.

També volem tenir un record especial al nostre amic i company Mateu Febrer, membre del GNM, finat en iniciar les nostres recerques a la cova, al qual enyorarem sempre. De ben segur que ens espera a l'altre costat del sífo.

El present treball és una contribució al projecte de recerca finançat pel Ministerio de Ciencia e Innovación, CGL2010-18616/BTE.

## Bibliografia

- FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MAS, G. & VICENS, D. (2013): Estratigrafia de la cova des Dolç (Colònia de Sant Jordi, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 56: (en premsa).
- FORNÓS, J.J.; MERINO, A.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2011): Solutional features and cave deposits related to hypogene speleogenetic processes in a littoral cave of Mallorca Island (western Mediterranean). *Carbonates and Evaporites*, 26 (1): 69-81.
- GARAY, P. (2013): Consideraciones sobre karst y cuevas hipogénicas, con referencias al ámbito valenciano. *Boletín SEDECK*, 9: 16-29. Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst.
- 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.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears. Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 85-102.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2014): Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124. Tampa, USA.
- 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: 49-80.
- 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, USA.
- 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.

- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J. F.; FORNÓS, J. J.; URIZ, M. J.; MUNAR, S.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M. A.; JAUME, D.; MAS, G.; PERELLÓ, M. A. & CARDONA, F. (2014): es Dolç (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca): cavitat litoral amb influències hipogèniques a les eolianites quaternàries i materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J. J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; POCOVÍ, J. & PERELLÓ, M. A. (2009a): Les descobertes subaquàtiques a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): Història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35-72.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B. & POCOVÍ, J. (2009b): 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. *Endins*, 33: 73-98.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & MERINO, A. (2009c): Corrosion patterns related to meteoric-marine mixing zone in coastal cave systems of Mallorca island (western Mediterranean). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 496-500. Kerrville, USA.
- 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. & 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: 379-613. Madrid.
- LÓPEZ, J.M.; MATEOS, R.M. & BALLESTER, A. (2004): Aportaciones del sondeo de investigación geotérmica Lluís Moragues al modelo de funcionamiento hidrogeológico de las aguas termales de la plataforma de Llucmajor (Mallorca). *VII Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (*Morphologic Suite of Rising Flow*) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave books. 454 pàgs. Dayton, Ohio.

## COVA GENOVESA (Cala Anguila, Manacor). NOVES GALERIES TERRESTRES

per José BERMEJO <sup>1</sup>, Rafael MINGUILLÓN <sup>1</sup>, Gaspar HERRÁEZ <sup>1</sup>,  
Tomeu MATEU <sup>2</sup>, Borja LÓPEZ <sup>2</sup> i Amparo VILLAR <sup>1</sup>

### Resum

En aquest treball presentem la topografia i descripció de tres noves galeries terrestres que han aparegut recentment gràcies als treballs d'exploració i de desobstrucció realitzats el 2011 a la cova Genovesa.

### Resumen

En este trabajo presentamos la topografía y descripción de tres nuevas galerías terrestres que han aparecido recientemente gracias a los trabajos de exploración y desobstrucción realizados el 2011 en la Cova Genovesa.

### Abstract

In this paper we present the surveys and descriptions of three new terrestrial passages that have recently appeared thanks to the exploration and digging works developed during 2011 in Cova Genovesa.

## Antecedents

La cova Genovesa va ser topografiada per primera vegada el 1973 per T. Fortuny, F. Ruiz i M. Trias, de l'Speleo Club Mallorca (SCM); aleshores, el recorregut era només d'uns 430 metres. El 1988, els espeleobussejadors gal·lesos S. Ainley i O. Clark, del Cwmbran Caving Club (CCC), realitzaren la primera immersió en el llac i es varen dirigir fins a la sala de les Ratapinyades però sense sortir d'aquesta sala (GRÀCIA *et al.*, 2003a). Entre el 2000 i el 2002 els espeleobussejadors F. Gràcia, B. Clamor i M.À. Gual completaren la topografia de la zona submergida; la zona terrestre fou topografiada per P. Watkinson, M.A. Dot, a més dels abans citats F. Gràcia i B. Clamor.

En la topografia de les tres noves galeries que acompanya aquest treball, es pot apreciar la seva situació respecte a la zona d'entrada de la cavitat. Aquestes galeries han estat descobertes recentment gràcies als treballs d'exploració i de desobstrucció efectuats per Ramón Martínez l'any 2011.

## Entorn geològic

La cova es troba dins la unitat geomorfològica de la marina de Llevant (Fig. 1). Es tracta d'una franja litoral limitada per penya-segats de contorn irregular, de 75 km de recorregut i amb penya-segats de 30 m d'altura màxima.

Correspon a una plataforma progradant de caràcter postectònic (RODRÍGUEZ & GELABERT, 1998), adossada a les serres de Llevant, d'edat Tortoniense-Messiniense (Miocè superior, Terciari). L'activitat tectònica postmiocena, juntament amb la dinàmica litoral, l'encaixament de la xarxa fluvial i els processos de dissolució càrstica, han donat lloc a una costa amb abundants platges, com ara la de Cala Anguila, a les proximitats de la qual es troba la cova, i a nombrosos sistemes de cavitats al llarg de tota la costa.

Litològicament parlant, la cova es desenvolupa al complex escullós, més concretament en les fàcies de talús (segons ROBLEDO, 2005), amb presència d'ostreïdes (talús distal), fragments d'algues vermelles, corals, bivalves, gasteròpodes, equinoderms i halimedes (talús proximal).

<sup>1</sup> Grup d'Activitats de Muntanya i Espeleo (G.A.M.E.), Palma de Mallorca.

<sup>2</sup> Grup Espeleològic de Llubí (G.E.LL.), Llubí.

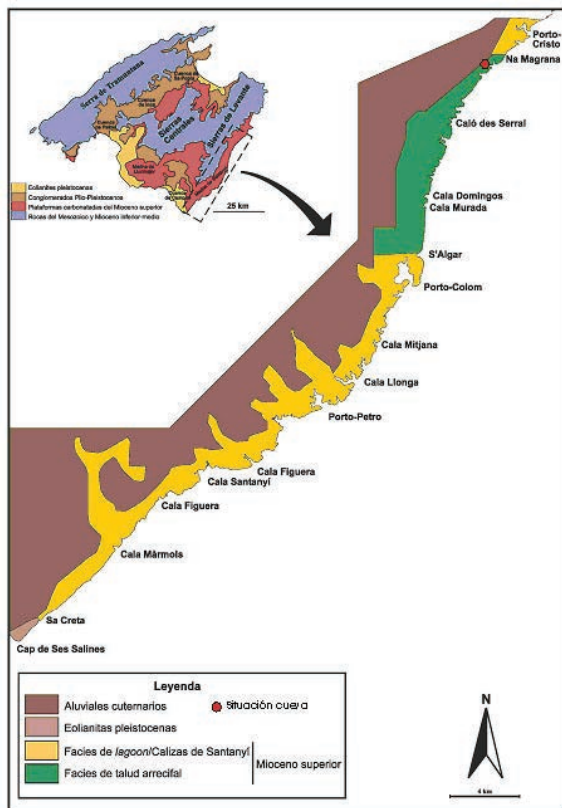


Figura 1: Mapa geològic de la Marina de Llevant (ROBLEDO, 2005).

Figure 1: Geological map of the Marina de Llevant coast (ROBLEDO, 2005).

Des d'un punt de vista genètic, l'endocarst de la marina de Llevant està clarament relacionat amb les oscil·lacions eustàtiques que varen tenir lloc durant el Pliocè i el Quaternari, a causa de l'alternància d'etapes glacials i interglacials (GINÉS & GINÉS, 1987; 1992; GINÉS 2001; GRACIA *et al.*, 2003b, 2006; GINÉS *et al.*, 2008).

A la visita a la cova es va poder constatar la presència dins la roca de fòssils d'ostreïds, bivalves i pectínids de gran mida, gasteròpodes i d'abundants equinoderms, entre els quals hi destacaven exemplars excepcionals de *Clypeaster*.

## Descripció de les noves galeries

A tan sols uns pocs metres del carrer de Leonardo da Vinci de l'urbanització de Cala Anguila, davant uns apartaments de nova construcció, es troba la dolina on es localitza la cova. L'accés es realitza per un petit caminó visible entre la vegetació. Un petit descens per

una rampa de roca ens situa a l'interior de la dolina, on hi creixen ullastres i figueres. Ens trobam a una zona de la cavitat condicionada per la mà de l'home, on es poden apreciar alguns habitatges aixecats amb parets de pedra seca (actualment restaurats per l'Ajuntament de Manacor). El terra sobre el que trepitjam és una altra modificació antròpica de la dolina. La cova continua en direcció SO a través d'una rampa empedrada situada en el centre de l'ampla sala, fins arribar al llac, darrere del qual continua la cavitat. Les noves galeries que descriurem es troben en el costat NE de la dolina.

## GALERIA DES PERFUM DE SA FIGUERA

Data de localització: 14/04/2011

Data d'exploració i topografia: 23/04/2011

Participants: José Bermejo, Gaspar Herráez, Tomeu Mateu i Amparo Villar.

Un petit forat, desobstruït a mà devora la paret de la dolina, dóna accés a una gatera amb una inclinació pròxima als 45°. L'entrada d'un metre per uns cinquanta centímetres d'ample, fa que l'accés a l'interior de la cavitat, per l'estreta gatera, no generi cap perill en els dos metres i mig que té. El sòl és la roca mare que tanca la cavitat; un petit salt d'un poc més d'un metre, ens situarà en un estret replà sempre i quan el descens es faci per el costat dret, ja que si ens desviam un poc cap a l'esquerra existeix el risc de precipitar-nos fins al fons, tres metres més a baix. És per això que es recomana la instal·lació d'una corda per ajudar, al manco al primer que realitza el descens. El replà mencionat sembla tenir continuïtat, però només s'endinsa uns pocs metres. El descens dels tres metres pròxims no presenta dificultat, sempre i quan es posi esment al que se està fent. Per a la descripció d'aquesta galeria es distingiran els quatre àmbits següents:

### Vestíbul o Sala dels Fòssils

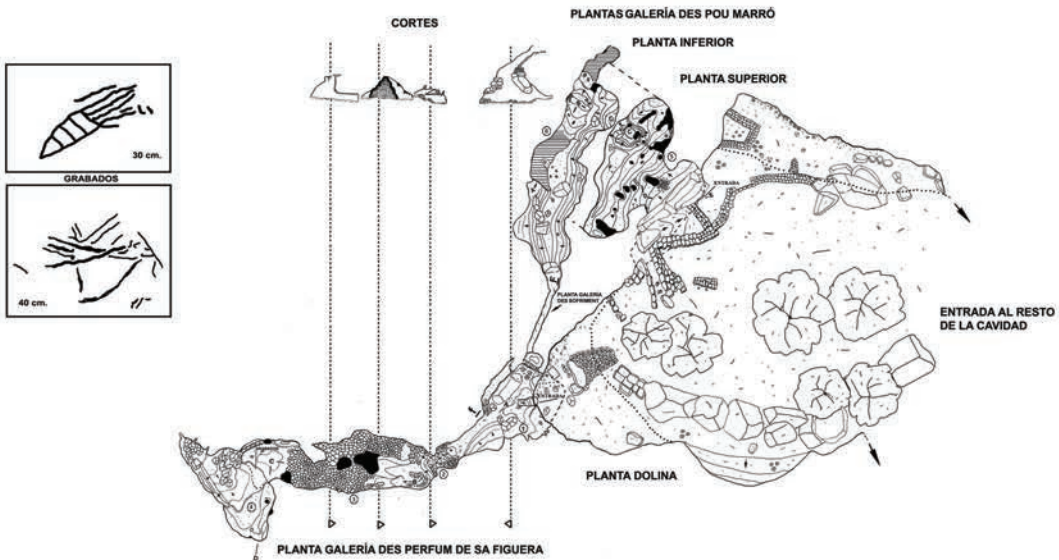
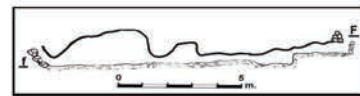
Les dimensions d'aquesta petita sala són de 12 x 4 m i està formada per l'esfondrament d'uns grans blocs encaixats uns damunt els altres, contrastant el color blanc del material del que estan formats amb el vermell intens de la terra. El paviment, igualment, es troba recobert de blocs i terra que el fan transitable. A l'extrem E de la petita sala es troba una paret de pedra seca, la qual cosa indica que

**GALERÍA DES PERFUM DE SA FIGUERA**

- 1 Vestíbul o sala dels Fòssils
- 2 Rampa de les Arrels
- 3 Sala dels Sediments
- 4 Sala final

**PLANTAS GALERÍA DES POU MARRÓ**

- 5 Sala superior
- 6 Sala inferior



**COVA GENOVESA ( Manacor )**

- NUEVAS GALERÍAS-

( Galeria des Perfum de sa Figuera , Galeria des pou Marró )

Top. J. Bermejo, R. Mingullón, G. Herraes, T. Mateu  
A. Villar, R. Martínez

**VOLTORS / GELL** - F. Inic. 23-04-2011 F. Fin. 08-05-2011

- NUEVAS GALERÍAS-

( Galeria des Sofriment )

Top. J. Bermejo G. Herraes, R. Martínez  
A. Rubia, A. Zamorano.

**GAME**

**22-10-2011**

no som nosaltres les primeres persones que visitam aquest lloc i que, possiblement de forma intencionada es tapà l'accés. Fragments de diferents tipus de ceràmica escampats pel terra varen fer que donéssim part a les autoritats pertinents a través de la FBE perquè puguin ser estudiats.

A diferents parets de la sala són visibles alguns fòssils. Es pot observar la closca d'alguns bivalves sense identificar, equinoderms i alguns exemplars d'ostreïds. A altres llocs de la cavitat, fora d'aquesta galeria, també hem pogut contemplar diversos fòssils, com ara pectínids i un nombre considerable de *Clypeaster*, tipus d'equinoderm que aparegué fa uns 40 milions d'anys, tot i que tingué la seva major expansió en el Miocè, fa 10 milions d'anys. En l'actualitat encara segueixen vivint algunes espècies a mars càlids.

### Rampa de les Arrels

Una vegada abandonada la Sala dels Fòssils, iniciam un suau descens, primer a través d'un terra entapissat de pedres. Una altra vegada trobam una petita paret a l'extrem esquerre que sembla un petit mur de contenció; un poc més a baix, al terra, es troben petites arrels recobertes de calcita i també algun espeleotema en forma d'ou fregit, inici del naixement d'una estalagmita. Els degoteigs en aquest lloc són intensos, sobretot a l'hivern, i no trobam res semblant a la resta de la galeria



### Sala dels Sediments

Es troba a la zona més profunda de la galeria a -12 m, amb unes dimensions de 20 x 6 m. És completament plana i recoberta en la seva majoria pels sediments que l'aigua arrossega fins a ella, formant polígons de retracció (Fig. 2) formats per estrets i poc profunds cruïxos; a l'extrem E, un lloc molt estret i inaccessible pareix que fa les funcions d'engolidor. En aquesta sala es troba la major concentració de formacions, tot destacant a la meitat de la sala dos grans massissos estalagmítics, separats l'un de l'altre per uns pocs centímetres, però que no impedeixen que es pugui travessar a l'altre costat, sent el costat dret el més còmode. Del sòtil surten boniques i finíssimes estalactites fistuloses (macarrons); a la paret occidental, si ho miram amb atenció descobrirem bonics espeleotemes, entres els quals es troben algunes excèntriques.

### Sala Final

La Sala Final (Fig.3), és la prolongació de la Sala dels Sediments. Per accedir-hi hem de superar, trepant, una altura d'un poc més de metre i mig; tan sols a un racó podem recuperar la verticalitat. El terra es troba ple de blocs caiguts del sòtil, les formacions són poques i la continuïtat de la cova es fa impossible. Cal destacar els dos gravats trobats a la paret, realitzats amb un objecte punxant en una época desconeguda i que apareixen representats en el treball topogràfic. Un dels gravats té forma de coet i l'altre, de mides similars, és de difícil interpretació.

Figura 2: Polígons de retracció a la Sala dels Sediments (Foto J. Bermejo).

Figure 2: Shrinking polygons in the Sala dels Sediments chamber (Photo J. Bermejo).



Figura 3: Col·lapse a la part final de la Sala de ses Arrels (Foto J. Bermejo).

Figure 3: Collapse at the far end of the Sala de ses Arrels (Photo J. Bermejo).

## GALERIA DES POU MARRÓ

Data de localització: 28/03/2011

Data d'exploració i topografia: 30/04/2011 i 08/05/2011

Participants: José Bermejo, Rafael Minguillón, Amparo Villar i Ramón Martínez.

Altra vegada, l'entrada a aquesta galeria es troba amagada darrere d'una pedra, que un pic retirada permet entrar fent un bot d'un poc més d'un metre, per un pou molt estret, en el que el cos s'ha de contornejar per superar-lo. Es distingeixen dos àmbits ben diferenciats, superior i inferior respectivament.

### Sala Superior

Per a l'accés a la Sala Superior, no fa falta cap equip, només recordar que es tracta d'un petit forat d'aproximadament un metre i mig de profunditat, que només té alguna dificultat en el moment de la sortida.

Es tracta d'una petita sala de 15 x 10 m, un poc coberta de terra per la mà de l'home quan va condicionar la dolina per el seu ús. El sòtil, per tant, és baix en el qual només podem estar drets a les proximitats del pou, que el comunica amb la Sala Inferior. A pesar de la seva grandària, la sala es troba completament concrecionada, abundant les columnes de diferents formes; no falten les estalagmites i estalactites, entre aquestes darreres moltes d'elles fistuloses, així com banderoles i colades parietals. Les arrels també s'estenen pel sòl d'aquesta sala. Alguns ossos, suposadament de rates, es poden trobar per la sala; també abunden les closques dels caragols, que en el seu dia els van servir d'aliment.

### Sala Inferior

Descendim uns metres fins a situar-nos damunt un dipòsit d'enderrocs, que segurament va dividir el petit llac en dos de més petits. Existeix la possibilitat que el llac occidental (Fig. 4) connecti amb la resta de la part subaquàtica de la cova. Les dimensions d'aquesta sala són d'uns 26 x 5 m. Per acostar-nos a l'extrem més lluny de la sala, hem de trepar per una colada al costat del llac occidental i caminar acotats paral·lels a ell; tot el costat esquerre es troba ple de blocs encaixats, uns contra els altres, que suporten la Sala Superior.

El descens a la Sala Inferior s'ha de realitzar utilitzant l'equip de progressió vertical. La instal·lació no té cap dificultat, ja que a les proximitats del pou de quatre metres es troben ancoratges naturals que ens permetran instal·lar la corda d'uns deu metres a una columna, per a continuació seguir amb un passamans fins una estalagmita amb la mateixa corda per fraccionar. Recomenam col·locar un protector en una aresta evident.



Figura 4: Llac occidental a la sala inferior de la galeria del Pou Marró (Foto J. Bermejo).

Figure 4: Western lake at the lower chamber of the Pou Marró passage (Photo J. Bermejo).

## GALERIA DES SOFRIMENT

Data de localització: 08/10/2011

Data d'exploració i topografia: 22/10/2011

Participants: José Bermejo, Gaspar Herráez, Ramón Martínez i Antonio Rubia.

La intenció de Ramón Martínez d'intentar ajuntar la galeria des Parfum de sa Figuera amb la galeria des Pou Marró, donà el seu fruit dia 8 d'octubre de 2011, després d'un gran i delicat treball de desobstrucció. Els treballs començaren per la galeria des Pou Marró, concretament a la Sala Inferior, connectant amb la galeria des Parfum de sa Figuera, mitjançant una estretíssima galeria/gatera horitzontal, amb una alçada que en molts de trams no supera els 30 cm. A tot això, cal afegir el perill de despreniments de pedres que poden bloquejar al sofer espeleòleg. No hi ha molt que afegir sobre la galeria des Sofriment, ja que manca d'interès, excepte el fet de la unió de les dues galeries.

## Agraïments

Volem agrair especialment la col·laboració de Cati Gelabert, que ha traduït el treball a la llengua catalana. A Deborah Ann Thompson per la traducció a l'anglès i a Margalida Tur pels seus consells. També volem donar les gràcies a Ramón Martínez que ens va acompanyar a la visita a la galeria des Pou Marró, i es va armar de paciència mentre realitzàvem la topografia del lloc.

## Bibliografia

- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Caves del Drac (Manacor, Mallorca). *Apuntes Históricas y espeleogenéticas*. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (2001): El karst litoral en el levante de Malloca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología. *Endins*, 24: 143-154.
- 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
- 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.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P. & 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.
- 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.
- ROBLEDO, P. (2005): *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, geológico, genético y evolutivo*. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.
- RODRIGUEZ, A. & GELABERT, B. (1998): Geología de Mallorca. In: FORNÓS, J.J. (ed.) *Aspectes geològics de les Balears*. Universitat de les Illes Balears. 10-38. Palma de Mallorca.



# COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca). TREBALLS TOPOGRÀFICS A LA SALA QUE NO TÉ NOM I SALES VEÏNES

per José BERMEJO <sup>1</sup>, Rafael MINGUILLÓN <sup>1</sup>, Tomeu MATEU <sup>1</sup>,  
Gaspar HERRÁEZ <sup>1</sup> i José Vicente PARDO <sup>1</sup>

## Resum

El treball que aquí presentam té com a objectiu fer justícia a una de les sales més grans de les Balears, la Sala Que No Té Nom, la qual forma part de la Cova des Pas de Vallgornera, situada al municipi de Llucmajor. Es presenta la topografia detallada de la Sala Que No Té Nom, amb una superfície superior als 12.000 m<sup>2</sup>. S'inclou així mateix a la topografia la Galeria dels Bussos i el Llac Quadrat.

## Resumen

El trabajo que aquí presentamos tiene como objetivo hacer justicia a una de las salas más grandes de las Baleares, la Sala Que No Té Nom, que forma parte de la Cova des Pas de Vallgornera, situada en el municipio de Llucmajor. Se presenta la topografía detallada de la Sala Que No Té Nom, con una superficie que excede los 12.000 m<sup>2</sup>. Se incluyen así mismo en la topografía la Galeria dels Bussos y el Llac Quadrat..

## Abstract

In the present paper we will deal with one of the largest chambers in the Balearic Islands, the Sala Que No Té Nom (Unnamed Chamber), which is part of Cova des Pas de Vallgornera, located in the Llucmajor municipality. The detailed topographic survey of the Sala Que No Té Nom is now presented, with a surface extension exceeding 12,000 m<sup>2</sup>. In the survey are also included the chambers known as Galeria dels Bussos and Llac Quadrat.

## Introducció

Amb unes dimensions de 280 x 60 x 12 metres, la Sala Que No Té Nom és la sala més gran, no subaquàtica, de les Illes Balears, amb una superfície superior als 12.000 m<sup>2</sup>, tan sols seguida de prop per la Sala des Gegants de la cova de sa Campana (Escorca), amb aproximadament 10.000 m<sup>2</sup>. Es tracta de la típica sala d'esfondrament (collapse chamber), tipologia descrita en detall per GINÉS (2000).

## Un poc d'història de la Sala Que No Té Nom.

### 19-06-2004

Després de tres caps de setmana d'esforç es va detectar un corrent d'aire al final de la Sala de na Bàrbara, gràcies al qual Guillem Mulet, Toni Merino i Toni Mulet localitzaren la gran sala objecte d'aquest article. Els espeleòlegs, embadalits per la seva espectacularitat, no trobaren cap nom apropiat per anomenar-la, d'aquí la denominació de Sala Que No Té Nom.

<sup>1</sup> Grup d'Activitats de Muntanya i Espeleo (GAME). Palma de Mallorca.

#### 04-07-2004

El mateix grup, aquesta vegada acompanyat per Ferran Martí, començà a posar les primeres poligonals amb la idea de saber-ne la direcció de la sala, ja que es creia que duia la mateixa direcció que el Llac de na Gemma. En explorar el lateral dret trobaren una galeria amb aigua —surant hi havia una guia de les que empren els espeleobussejadors—. Es tractava de l'actual Galeria dels Bussos, a la qual hi arribaren ignorant el que es trobarien al darrere.

#### 10-07-2004

Carregats amb una alternadora desmuntada i transportant les peces en bosses de plàstic, el grup es dirigí novament a la Sala Que No Té Nom, amb la intenció d'il·luminar-la tot el que fos possible. Gràcies a un focus de 500 W es pogueren veure les dimensions de la sala: molt grossa i espaiosa. Aquell mateix dia, Toni Merino i Ferran Martí, trobaren una gran Sala coberta d'aigua, amb un illot en el centre i amb un sòtil pla i llis, sense cap formació i de parets rectes. Es tractava del que actualment és conegut com a Llac Quadrat.

#### 20-11-2004

Es començà a entrar material a la Sala Que No Té Nom, per dur a terme la instal·lació del que avui en dia es coneix com a Es Campament, utilitzat per primera vegada el 18 i 19 de desembre de 2004.

#### 26 i 27-02-2005

Dos equips, un d'exploració format per Guillem Mulet i Ferran Martí, i un altre de

topografia integrat per Toni Merino i Toni Mulet, s'encarregaren d'aixecar un esquema topogràfic de la sala.

#### 21-05-2011 fins 12-05-2012

El 21-05-2011 un equip format per Rafael Minguillón, José Bermejo, Gaspar Herráez, Tomeu Mateu i Vicente Pardo entraren a la cova amb la intenció d'explorar les zones de treball, i acordaren iniciar els treballs topogràfics el 04-06-11, data en què s'entrà el material topogràfic necessari per poder fer l'aixecament topogràfic ben detallat, a més d'instal·lar les primeres poligonals. Les tasques finalitzaren després de 15 sessions, el 31-03-2012. El 12-05-2012 comencen els treballs fotogràfics amb la incorporació de n'Adolfo Sastre, Marcos Herrero i José Miguel Herreros. El 26-05-2012 amb la col·laboració de na Pilar García, es donen per acabats aquests treballs.

## Descripció

### SALA QUE NO TÉ NOM

D'ençà que la sala va ser descoberta el 19 de juny de 2004, s'han publicat nombrosos treballs que en fan referència (MERINO et al. 2006; 2007) per la qual cosa en aquesta descripció no podem aportar grans novetats; el que farem serà ampliar alguns apunts respecte a les publicacions anteriors. Les dimensions totals de la sala són: 280 x 60 x 12 m. La mitjana de l'amplària és, més o menys, de 45 metres, per la qual cosa assoleix una superfície de 12.000



Figura 1: Sala Qué No Té Nom, zona central mirant cap a la sortida. (Foto J. Bermejo)

Figure 1: Sala Qué No Té Nom, (Unnamed Chamber), central area looking towards the exit. (Photo J. Bermejo)

# COVA DES PAS DE VALLGORNERA

- LLUCMAJOR -

SECCIONS: - Sala Que No Té Nom - Galeria dels Bussos - Llac Quadrat -

Topografia
RUBEN MASQUILLON
JOSE BERMEJO
GAURU HENRIKZ
TOMU MATEU
JOSE VICENTE PISCO
04.08.2011 - 26.05.2012
GABRIE

## SALA QUE NO TÉ NOM

- 1 Fons de Sal
- 2 Sa Frasca Blau
- 3 Ses Rumbes
- 4 Sa Galeria des Plàstic
- 5 Es Campanant
- 6 Es Corull
- 7 Pou HP
- 8 Sala Amagada
- 9 Sala des Fang
- 10 Sala des Miconnik

## GALERIA DELS BUSSOS

- 11 Ses Fisalisses

## LLAC QUADRAT

- 12 S'Embut
- 13 Es Blocs
- 14 Es Trencadobegues

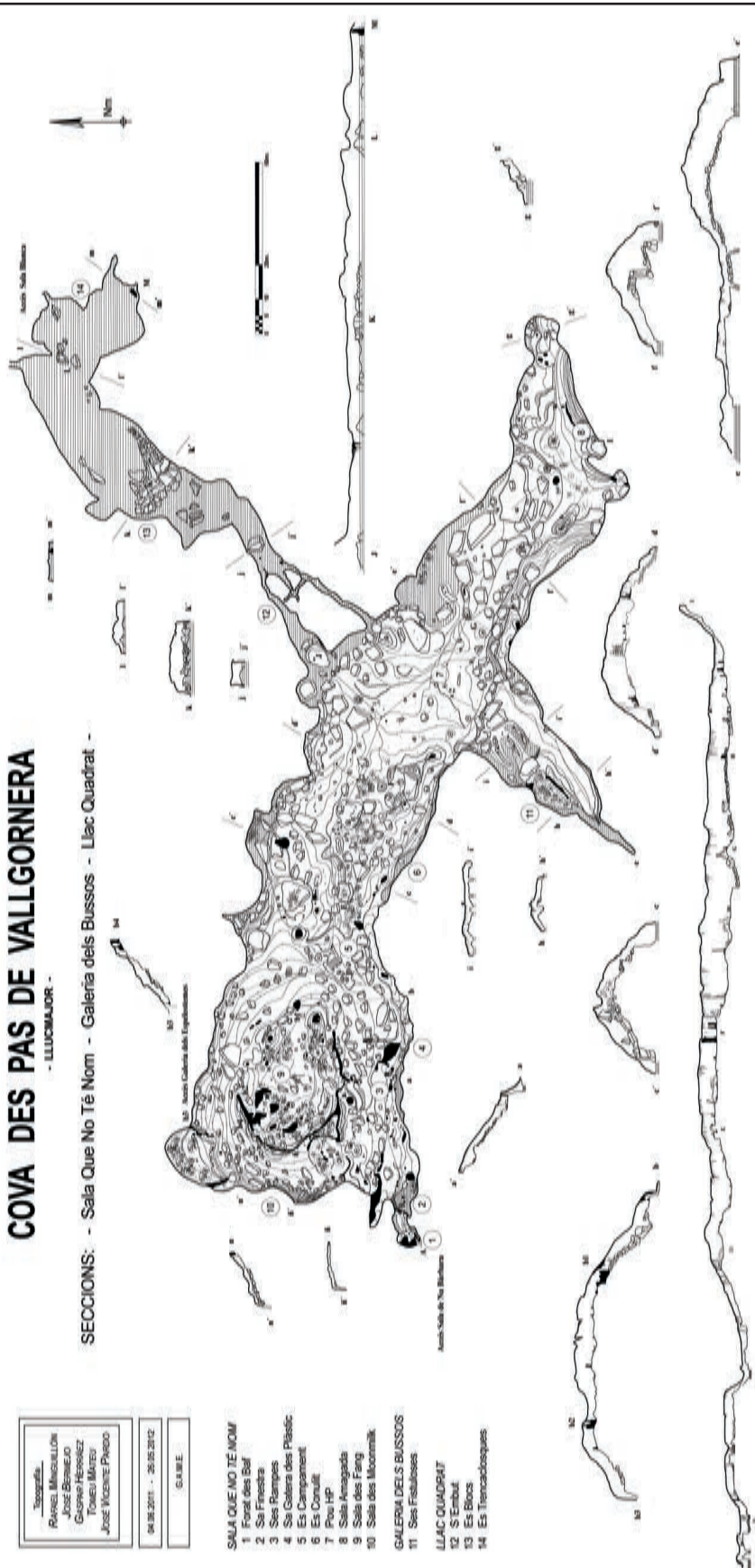




Figura 2: Sala Qué No Té Nom, zona Sala Amagada. (Foto J. Bermejo)

Figure 2: Sala Qué No Té Nom (Unnamed Chamber), zone known as Sala Amagada (Hidden Chamber). (Photo J. Bermejo)

m<sup>2</sup>, superant la Sala des Gegants de la cova de sa Campana (Escorca) amb una extensió aproximada de 10.000 m<sup>2</sup>. Aquestes dimensions ens han dut a donar noms a alguns dels seus indrets, convertint-los en subsales per així ésser identificats de forma fàcil. Per això, quan es faci referència a llocs com la Sala Amagada, s'entendrà que és un sector diferenciat de la Sala Que No Té Nom.

La Sala Que No Té Nom comença just en el lloc anomenat es Forat d'es Baf, lloc on es varen acabar els treballs topogràfics publicats per MERINO (1993; 2000). Una vegada superat l'estret pas, s'ha de caminar poc més de tres metres per una galeria estreta i pujar fins la zona que s'anomena de Sa Finestra, on hi ha una reixa metàl·lica. Una vegada creuada, una escala ens ajuda a baixar fins l'aigua; es tracta d'una zona inundada. A l'altre extrem començarem a pujar per una rampa de colada fins arribar a una zona més ampla: estam a Ses Rampes, un lloc amb gran inclinació que baixa en direcció NE-SE; al final de la sala, un passaman i una corda instal·lada ens ajudaran a baixar, un altre cop, fins arribar al nivell freàtic, per a continuació fer un petit ascens i entrar a sa Gatera des Plàstic. Es tracta d'un pas estret i a la vegada en forma de rampa en direcció NE-SE, en el que un plàstic col·locat damunt la superfície ens ajudarà a superar-lo. Un poc més endavant, i després de deixar a la nostra dreta un bonic racó amb espeleotemas epiaquàtics, pujarem a la zona d'es Campament, on la Sala Que No Té Nom comença a mostrar-nos la seva grandesa.

Una vegada assolit es Campament podrem continuar la visita pel costat sud de la Sala en direcció SE. A la nostra dreta contemplarem una



Figura 3: Sala Qué No Té Nom, llac de d'aigües salabroses. (Foto J. Bermejo)

Figure 3: Sala Qué No Té Nom (Unnamed Chamber), pool of brackish waters. (Photo J. Bermejo)

estreta franja d'aigua en part oculta per tot tipus de formacions, a la vegada que a l'esquerra els blocs caiguts del sostre estan coberts, en alguns casos, per bonics massissos estalagmítics. Aviat arribarem a una zona més plana, on a la nostra dreta es troba la Galeria dels Bussos, mentre que a l'esquerra hi ha una gran explanada (Fig. 1) escassa en formacions, que alberga l'anomenat Pou HP. Es tracta d'un petit pou que no arriba a la mitja dotzena de metres de profunditat i que després d'explorar-lo no va aportar-nos res d'interès.

Continuant el nostre camí, pujarem un poc més endavant a Es Conulit, un estret llac que val la pena visitar a les proximitats del qual es pot observar un conulit, espeleotema no massa freqüent que li dona nom. També, en algunes zones de les parets, es poden contemplar conjunts morfològics de flux ascendent (MERINO & FORNÓS, 2010). Així, arribarem a un lloc extraordinàriament concrecionat i que pareix donar fi a la sala: es tracta de la Sala Amagada (Fig. 2). Té una longitud d'uns quaranta metres i està amagada darrere un gran tap de blocs, fruit d'un gran col·lapse del sòtil de la galeria, actualment recoberts per gran quantitat de diferents espeleotemes. Aquest esfondrament es correspon amb un enfonsament visible a l'exterior. Cal destacar a la zona sud del tap la duna fossilitzada que, possiblement, es va colar a l'interior de la cova per alguna escletxa del col·lapse. Una gran rampa amb direcció SE-NE recoberta per una capa de calcita, ocupa la totalitat d'aquesta sala bellament concrecionada i a la vegada molt activa pel que fa als degoteigs. Restes d'un Myotragus han estat localitzats a les proximitats d'es Campament. És possible

que aquest animal accedís a la cova a través del col·lapse abans mencionat.

Una vegada acabada la visita a la Sala Amagada, cal travessar-la en direcció NE, per començar la tornada pel costat NO. El primer que ens sorprendrà és el llac d'aigües salabroses (Fig. 3) que s'estén al voltant de 90 m de longitud, tot connectant primer amb el meandre que dona accés al Llac Quadrat i posteriorment amb S'Embut, l'accés natural. Ens trobam en una zona bastant caòtica on s'acaramullen enormes blocs, tot destacant-ne un situat a la zona més occidental del llac i que té unes dimensions de 18 x 8 m. Cal destacar els diferents massissos estalagmítics que van quedant a la nostra esquerra, fins a arribar a les proximitats d'es Campament, on s'acumulen precioses formacions, especialment una columna coneguda popularment amb el nom de sa trompa de s'Elefant (Fig. 4).

Podem seguir la visita pujant a la Sala des Fang: partint d'es Campament cal anar en direcció N. Mentre pujam, deixem a la Nostra dreta l'accés cap a la Galeria dels Espeleotemes), aviat tindrem contacte amb el fang, company fidel que no ens abandonarà durant la visita a aquesta zona de la sala. L'àrea central està adornada per espeleotemes variats, al final de la qual, i anant en la mateixa direcció, anirem fins la Sala des Moonmilk, una zona baixa on el sostre a alguns llocs quasi toca el terra i on el moonmilk es posarà per tot el nostre cos.

## GALERIA DELS BUSSOS

Descoberta l'any 2001 per bussejadors del GNM, deixaren per a més endavant la seva exploració. La connexió entre la Platja des Fòssils i la Sala Que No Té Nom passant per la Galeria dels Bussos, va ser de gran utilitat per introduir a la cova el material necessari de l'Expedició Tragus 2010.

Amb unes dimensions de 60 x 24 m, la Galeria dels Bussos a més de la seva importància com a lloc de pas per al transport de materials des de l'exterior de la cova, és una zona que alberga racons de gran bellesa, on abunden diferents tipus de formacions, tant zenitals i parietals com pavimentàries. Entre les primeres destaca un bell «bosc» d'estalactites fistuloses que assoleixen unes dimensions que poden aproximar-se als tres metres. Igual que la seva veïna Sala Que No Té Nom, la Galeria dels Bussos és una sala típica d'enfonsament on grans blocs, molts d'ells recoberts de calcita, descansen damunt aigües salabroses. A la zona més profunda de la galeria es troba un petit llac, al qual hi anirem per una petita rampa que ens situarà damunt un balcó des d'on contemplar-lo. Després de més d'una dotzena de metres d'aigua, el llac té continuïtat per un estret meandre.

Fòssils marins es troben incrustats pel sostre i parets de la sala, principalment mol·luscs bivalves.

Figura 4: Sala Qué No Té Nom, prop d'es Campament es troba la que tal vegada sigui la columna més maca de la cova, sa Trompa de s'Elefant. (Foto J. Bermejo)

*Figure 4: Sala Qué No Té Nom (Unnamed Chamber), close to es Campament (The Camp) is perhaps where you will come across the most beautiful column in the cave, sa Trompa de s'Elefant (the Elephant's Trunk). (Photo J. Bermejo)*





Figura 5: Llac Quadrat. (Foto J. Bermejo)

Figure 5: Llac Quadrat (Square Lake). (Photo J. Bermejo)

## LLAC QUADRAT

A la zona NE de la Sala Que No Té Nom i no molt enfora d'es Campament, es troba el Llac Quadrat (Fig. 5). Per arribar-hi s'hi pot anar per dos llocs: el primer és molt visible, ja que es tracta d'un petit llac en el qual sobresurten uns grans blocs de pedra, just devora l'entrada d'una petita galeria en forma d'embut —S'Embut—. Una vegada superat un tram carregat de formacions zenitals arribam al Llac Quadrat pròpiament dit. El segon accés al llac es troba un poc més a l'est, i es realitza a partir d'un estret meandre inundat.

La morfologia del llac és la següent: es tracta d'una galeria d'esfondrament, d'aigües salabroses, de forma més o manco rectangular (d'aquí el seu nom), amb una longitud aproximada, des de l'inici de S'Embut, de 124 m, una amplària màxima de 25 m i una alçada de 7 m. Grans blocs caiguts del sostre surten de l'aigua, principalment a la zona central de la galeria; es tracta de la zona anomenada Es Blocs, formant una illa de dimensions considerables. Tant les parets com el sostre no tenen cap tipus d'espeleotemes, només cal ressaltar les esclatxes que el recorren. La part final del Llac Quadrat és el lloc de pas a zones tan emblemàtiques com la Sala Blanca, la Galeria del Quilòmetre o la Plaça de Toros; per accedir a tots ells primer haurem de passar per Es Trencaclosques, una zona de sostre molt baix.

## Sistema topogràfic emprat

La tècnica topogràfica emprada ha consistit en materialitzar i mesurar poligonals al llarg de les zones a topografiar i des d'aquestes, mitjançant

distanciòmetre làser, anar mesurant i dibuixant la sala. Es varen instal·lar etiquetes numerades a cada punt d'ancoratge de les poligonals, per així poder corregir qualsevol possible errada. L'escala utilitzada per a realitzar aquest treball ha estat d'1/200.

L'equip emprat ha estat el següent: escalímetre, clinòmetre, distanciòmetre (làser), brúixola amb clinòmetre incorporat, cinta mètrica, flexòmetre, a més del paper mil·límetrat en fulls de format A3.

## Agraïments

Volem donar les gràcies especialment a Guillem Mulet, president de la FBE, per totes les facilitats rebudes, la qual cosa va permetre dur a bon port aquest projecte. A Adolfo Sastre, Marcos Herrero i José Miguel Herreros per la seva col·laboració, paciència i bon treball en les dues jornades fotogràfiques, a les que també aportaren la il·luminació necessària, sense la qual el resultat hauria estat un altre. A Pilar García que també va participar a la darrera jornada fotogràfica. A Cati Gelabert, la nostra traductora de català. A Deborah Ann Thompson, per la traducció a l'anglès i a Margalida Tur, per els seus consells.

## Bibliografia

- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.
- MERINO, A. (2007): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observaciones. *Endins*, 31: 111-116.
- MERINO, A. & FORNÓS, J. (2010): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- MERINO, A.; MULET, A. i G. MULET. (2006): La cova des Pas de Vallgornera 23 kilòmetres de desenvolupament topografiat (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48.
- MERINO, A.; MULET, A.; G. MULET; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilòmetres de desenvolupament topografiat. *Endins*, 31: 101-110.

# DESCRIPCIÓ DE LA MANDÍBULA, ELS SEGONS MOLARS I LES INCISIVES DE *Muscardinus cyclopeus* Agustí, Moyà-Solà & Pons-Moyà, 1982 (Mammalia, Rodentia, Myoxidae)

per Josep QUINTANA <sup>1,2</sup>

## Resum

El muscardí gegant del Pliocè de Menorca (*Muscardinus cyclopeus* Agustí, Moyà-Solà & Pons Moyà, 1982) és, juntament amb el conill gegant de Menorca (*Nuralagus rex* Quintana, Köhler & Moyà-Solà, 2011), l'únic mamífer no volador present en els jaciments càrstics de Punta Nati (Ciutadella de Menorca) i un dels mamífers menys coneguts de les faunes vertebrades endèmiques del Neogen balear. De fet, la descripció original de *M. cyclopeus* es realitzà tan sols a partir de nou dents, entre les que no hi havia ni els segons molars (m2, M2) ni les incisives. A més d'aquestes dents, es descriuen les primeres restes mandibulars. Malgrat el seu estat de conservació, s'ha pogut constatar que la mandíbula de *M. cyclopeus* mostra un marge interalveolar (hiatus) proporcionalment més curt i ample que el seu parent continental, *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758). Aquest caràcter pot estar relacionat amb l'evolució insular o bé, tractar-se d'un caràcter primitiu conservat en condicions d'insularitat.

## Abstract

The Pliocene giant Minorcan dormouse (*Muscardinus cyclopeus* Agustí, Moyà-Solà & Pons-Moyà, 1982) is, together with the giant Minorcan rabbit (*Nuralagus rex* Quintana, Köhler & Moyà-Solà, 2011), the unique non flying mammal present in the karstic deposits of Punta Nati (Ciutadella de Menorca) and one of the lesser known mammal from the Neogene endemic terrestrial vertebrate faunas of the Balearic Islands. The original description of *M. cyclopeus* was made, in fact, from ten teeth only, among which no was any second molar (m2, M2) and incisor. These teeth are, for the first time, described in addition with the first mandibular remains. Despite its poor condition, the mandible shows a proportionally shorter and wider interalveolar margin (hiatus) than their mainland relative *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758). This character may be related with insular evolution or a primitive character retained under insular conditions.

## Introducció

El muscardí gegant del Pliocè de Menorca, *Muscardinus cyclopeus* Agustí, Moyà-Solà & Pons Moyà, 1982 és un dels mamífers menys coneguts de les faunes vertebrades endèmiques del Neogen de les Balears. La descripció original de la nova espècie es basà únicament en nou dents (un p4, un P4, tres m1, dos M1, un m3 i un M3) (AGUSTÍ *et al.*, 1982) i no es fa menció a cap resta mandibular, cranial (a excepció, òbviament, de les dents) o postcranial.

*M. cyclopeus* és l'únic rosegador present en l'anomenat segon episodi faunístic de Menorca (sensu QUINTANA i MONCUNILL-SOLÉ, en premsa), els components més coneguts del qual

són la tortuga gegant menorquina (*Cheirogaster gymnesica* [Bate, 1914]) i el conill gegant de Menorca (*Nuralagus rex* Quintana, Köhler & Moyà-Solà, 2011). També formen part d'aquest mateix grup una fauna ornitològica, herpetològica i quiropterològica ben interessant (BAILLON *et al.*, 2002, 2005; QUINTANA *et al.*, 2005; SEGUÍ, 1998, 1999, 2002; SEGUÍ *et al.*, 2001; SEVILLA *et al.*, 2013).

La localització, el març de 1988, d'un nou jaciment amb restes relativament abundants de *M. cyclopeus* (Punta Nati-3) (QUINTANA, 2005) ha permès l'estudi, en dates relativament recents, de les primeres restes postcranials d'aquest rosegador (QUINTANA, en premsa) i realitzar les primeres aproximacions de pes (MONCUNILL-SOLÉ *et al.*, en premsa).

<sup>1</sup> Gustau Mas, 79-1er 07760 Ciutadella de Menorca (Illes Balears).

<sup>2</sup> Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP) Edifici ICP. Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Cerdanyola de Vallés (Barcelona). e-mail: picoguevo@hotmail.com

La descripció dels segons molars i les incisives de *M. cyclopeus* ve a completar, per tant, la descripció original de la dentició d'aquest rosegador. De la mateixa manera, l'estudi de les poques restes mandibulars trobades fins ara també ajudarà a conèixer, una mica millor, aquest tàxon.

## Context geogràfic i geològic

Els jaciments de Punta Nati-Cala es Pous formen part d'un o més dipòsits càrstics localitzats al nord-oest del terme municipal de Ciutadella de Menorca (fig. 1), desenvolupats tant en les dolomies juràsiques com en les calcàries miocèniques. Els llims vermellosos que formen el jaciment de Punta Nati-3 (coordenades UTM: 570.380, 4.433.920, 32) tenen una extensió bastant reduïda i es disposen sobre les dolomies juràsiques (QUINTANA, 1998: fig. 4; 2005: figs. 1 i 2).

En aquest jaciment, *M. cyclopeus* s'ha trobat associat a *N. rex*, un quiròpter (*Rhinolophus euriata* Blasius, 1853) (SEVILLA *et al.*, 2013), *Ch. gymnesica*, un lacèrtid indeterminat i algunes aus (*Tyto balearica* Mourer-Chauviré, Alcover, Moyà & Pons, 1980 i *Pterodromoides minoricensis* Seguí, Quintana, Fornós & Alcover, 2001) (QUINTANA, 2005; SEGUÍ, 1998).

Com en la resta dels jaciments existents en la zona de Punta Nati-Cala es Pous, resulta molt difícil atribuir una edat, en termes absoluts, a

aquest jaciment, donada la seva poca extensió i la impossibilitat d'establir correlacions amb altres jaciments amb una edat coneguda. Tot i així, l'estudi dels quiròpters presents en alguns d'aquests jaciments (Punta Nati-3 i Punta Nati-16), amb formes antigues i més modernes (SEVILLA *et al.*, 2013) indica que aquests dipòsits es van formar en èpoques diferents, sempre però, dins el Pliocè, ja que alguns d'aquests dipòsits fossilitzen les calcàries del Miocè superior (QUINTANA, 1998: fig. 6).

## Metodologia de treball

La recuperació de les restes de *M. cyclopeus* incloses en ells llims vermells es va realitzar utilitzant àcid acètic dissolt en aigua en una concentració del 10%. Al tractar-se de restes d'una mida relativament petita, no va ser necessària la seva consolidació amb Paraloid B-72 durant el tractament químic. Un cop alliberats de la matriu, els ossos i les dents es van submergir en un bany d'aigua destil·lada durant diverses hores per neutralitzar les restes d'àcid acètic i les sals bàsiques (acetat de calç). Un cop secs, els ossos i les dents van ser consolidades amb Paraloid B-72.

Les restes mandibulars i les incisives van ser conservades a l'interior de tubs de vidre (L=40 mm; Ø=10 mm) amb les corresponents etiquetes, on hi figura el nom de la col·lecció i del tàxon, la localitat i el número de registre. Els molars van ser fixats, mitjançant goma aràbiga, en l'extrem d'unes agulles entomològiques del núm.1. Les agulles es van tallar fins assolir una alçada de 15 mm, es van fixar en una base d'escuma sintètica densa i conservades en unes caixetes de plàstic transparent de 50 x 50 mm, acompanyades dels corresponents números de registre i la indicació referent al tipus de dent.

En el cas dels premolars (amb una sola arrel o dues de fusionades i que no es poden fixar adequadament en el cap d'una agulla entomològica) es van utilitzar, per a la seva fixació i conservació, semiesferes de silicona (Ø=3 mm), el centre de les quals es va perforar per facilitar la inserció de la dent (fig. 2).

La mesura de les dents es va realitzar a partir de fotografies, amb l'ajut d'una càmera digital i una lupa binocular amb una escala micromètrica incorporada. En el cas de les incisives, s'ha mesurat l'amplada dorso-ventral en la zona mitja de la dent. La mandíbula de *M. cyclopeus* ha estat comparada amb la de dos exemplars

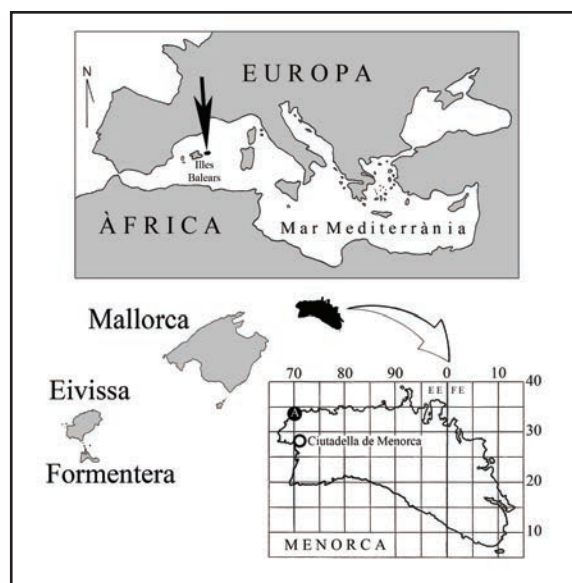


Figura 1: Situació geogràfica del jaciment de Punta Nati-3 (punt A).

Figure 1: Geographic situation of Punta Nati-3 site (A)



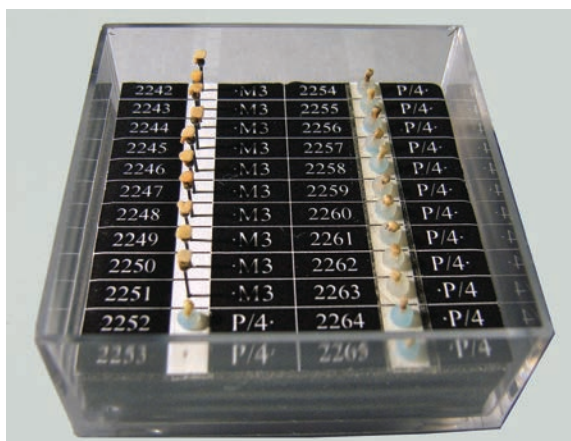


Figura 2: Detall dels molars i premolars muntats en els caps de les agulles entomològiques i en les semiesferes de sílica.

Figure 2: View of the molars and premolars set on the entomological pins and the silicone semi-spheres.

actuals de *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758) procedents del National Museums of Scotland (department of Natural Sciences) amb els números de registre 360/93 i 364/93.

Tots els ossos i les dents de *M. cyclopeus* es troben actualment conservades en la col·lecció d'Història Natural de l'autor (acrònim CBQ, Col·lecció Bep Quintana, Ciutadella de Menorca, Illes Balears, Espanya) i estan a l'abast de qualsevol investigador per al seu estudi.

## Sistemàtica

Ordre RODENTIA Bowdich, 1821  
 Família MYOXIDAE (Gray, 1821)  
 Subfamília MYOXINAE (Gray, 1821)  
 Gènere *Muscardinus* Kaup, 1829  
*Muscardinus cyclopeus* Agustí, Moyà-Solà & Pons-Moyà, 1982

## Mandíbula

**Material.** CBQ-4354. Mandíbula dreta incompleta i sense cap dent, de la qual només es conserva la meitat anterior (la mandíbula està trencada a l'alçada dels alvèols anteriors de l'm3). Hi manquen els processos condilars; CBQ-4355. Fragment molt mal conservat d'una mandíbula esquerra. La part conservada queda compresa entre el foramen del mentó, l'alvèol del p4 i els alvèols anteriors de l'm1.

**Descripció.** Vist lateralment, el marge dorsal de la zona interalveolar de *M. cyclopeus* és, comparat amb el de *M. avellanarius*,

proporcionalment més curt i sinuós (amb una curvatura més marcada). En vista oclusal, la zona interalveolar de *M. cyclopeus* es proporcionalment més ampla en sentit medio-lateral, especialment en l'extrem anterior (fig. 3).

**Comentari.** En desconèixer les característiques morfològiques de l'espècie ancestral de la qual deriva *M. cyclopeus*, és difícil saber si l'escurçament de la zona anterior de la mandíbula es va produir o no com a conseqüència de l'evolució en una illa. En el cas de *N. rex*, el diastema (marge interalveolar) és proporcionalment més curt que en els lepòrids continentals (QUINTANA, 2005: fig. 18) i es relaciona, com en el cas de *M. balearicus*, amb l'escurçament de la cara (ALCOVER *et al.*, 1981). En canvi, en *Gymnesicolagus gelaberti* Mein i Adrover, 1982 l'escurçament de la zona anterior de la mandíbula és un caràcter primitiu conservat en condicions d'insularitat (QUINTANA & AGUSTÍ, 2007).

## Segon molar inferior

**Material.** CBQ-2125~2140 (setze m2 drets); CBQ-2141~2153 (tretze m2 esquerres).

**Descripció.** En vista superior la dent té un perfil subquadrangular, tant llarga com ampla, amb sis crestes transversals, la curvatura i la longitud de les quals disminueix cap el marge posterior. Marge lingual amb una concavitat més marcada que el marge posterior. Quatre arrels, dues d'anteriors i dues de posteriors (fig. 4, taula

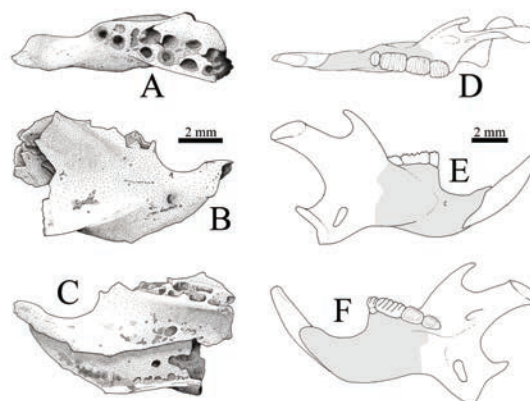
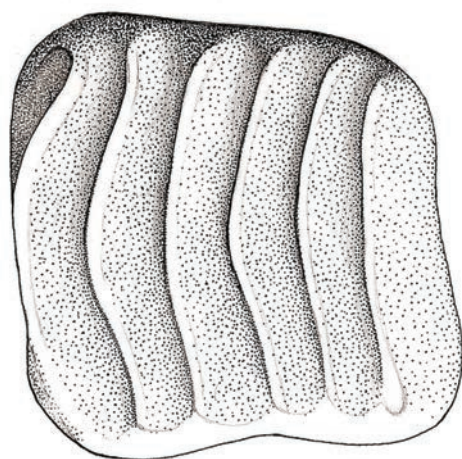


Figura 3: Mandíbula dreta de *M. cyclopeus* (A: vista oclusal; B: vista labial; C: vista lingual) comparada amb la de *M. avellanarius* (D: vista oclusal; E: vista labial; F: vista lingual).

Figure 3: Right mandible of *M. cyclopeus* (A: upper view, B: labial view, C: lingual view) compared with *M. avellanarius* (D: upper view, E: labial view, F: lingual view).



1 mm

Figura 4: m2 de *M. cyclopeus* (CBQ-2130). Escala: 2 mm

Figure 4: m2 of *M. cyclopeus* (CBQ-2130). Scale: 2 mm.

## Segon molar superior

**Material.** CBQ-2192~2204 (dotze M2 drets); CBQ-2205~2218 (catorze M2 esquerres); CBQ-2187~2190 (quatre M2 drets / esquerres).

**Descripció.** En vista superior la màxima amplada labio-lingual de la dent és en el marge anterior i disminueix cap el marge posterior. Dent amb vuit crestes transversals. En algunes dents apareix una cresta addicional bastant curta en el vèrtex antero-labial, que de vegades està més desenvolupada cap el marge anterior. Les crestes més llargues, en sentit labio-lingual, corresponen a la segona i tercera cresta anterior. Les quatre crestes anteriors estan més corbades (sinuoses) que les quatre crestes posteriors. Dent amb quatre arrels, dues anteriors i dues de posteriors (fig. 5, taula 1)

## Incisiva inferior

**Material.** Lot CBQ-4235, format per deu incisives esquerres i disset de dretes.

**Descripció.** En relació a l'alçada dorso-ventral de la dent, l'esmalt ocupa, per la cara labial, una franja situada al terç inferior, mentre que per la cara lingual l'alçada màxima d'aquesta franja només ocupa (en el marge ventral) una setena part de l'alçada total de la dent. Les tres seccions transversals estudiades mostren un perfil ovalat allargat, amb el marge dorsal més estret que el ventral. El marge labial mostra un perfil més convex que el marge lingual (fig. 6, taula 2).

## Incisiva superior

**Material.** Lot CBQ-4356, format per 11 incisives esquerres i 13 de dretes.

**Descripció.** Vista per la cara labial, la franja d'esmalt ocupa el terç superior (dorsal), mentre que per la cara lingual aquesta franja només ocupa la sisena part de l'alçada total de la dent. Les tres seccions transversals estudiades són ovalades, allargades en sentit dorso-ventral, amb el marge ventral més estret i agut que el marge dorsal. Els marges labial i lingual mostren un grau de concavitat similar (fig. 7, taula 2).

## Conclusions

L'estudi dels segons molars i les incisives de *M. cyclopeus* ve a completar el coneixement sobre la sèrie dental donada en la descripció original d'aquesta espècie. La troballa de les primeres restes mandibulars ofereix algunes pistes interessants sobre l'evolució d'aquest rosegador. De totes maneres, no està clar si l'escurçament de la zona anterior de la mandíbula (i de la cara) és o no conseqüència de l'evolució en una illa (tal com passa en *N. rex* i *M. balearicus*) o és un caràcter primitiu conservat en condicions d'insularitat (com en *G. gelaberti*).

Tal com ja feren notar AGUSTÍ *et al.* (1982), *M. cyclopeus* és una espècie de mida gran comparada amb altres espècies del mateix gènere, que pot assolir un pes mitjà de 100 g (MONCUNILL-SOLÉ *et al.*, en premsa). L'estudi preliminar de l'esquelet postcranial indica una mida mitjana un 69 % superior al de *M.*

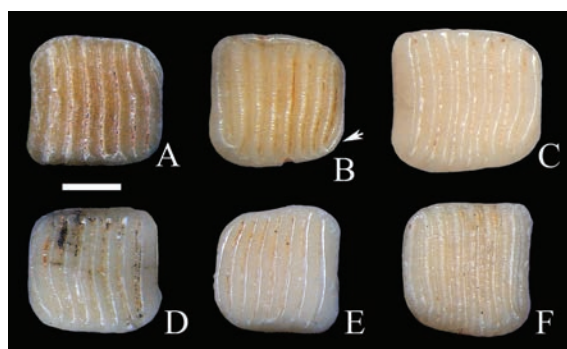


Figura 5: M2 drets (A: CBQ-2192; B: CBQ-2196; C: CBQ-2198) i esquerres (D: CBQ-2188; E: CBQ-2217; F: CBQ-2216) de *M. cyclopeus*. La fletxa indica la presència d'una cresta addicional. Escala: 1 mm.

Figure: 5 Right M2 (A: CBQ-2192; B: CBQ-2196; C: CBQ-2198) and left M2 (D: CBQ-2188; E: CBQ-2217; F: CBQ-2216) of *M. cyclopeus*. White arrow indicates the presence of an additional crest. Scale: 1 mm.

Taula 1: Mesures (en mm) dels molars i dels premolars de *M. cyclopeus*. n: nombre d'individus; SD: desviació estàndard.

Table 1: Measurements (in mm) of the molars and premolars of *M. cyclopeus*. n: number of individuals; SD: standard deviation.

	n	Longitud			Amplada		
		Max. - min	Promig	SD	Max. - min	Promig	SD
P4	12	1,23-1,03	1,15	0,05	1,48-1,26	1,37	0,07
p4	19	1,26-0,97	1,14	0,06	1,35-1,09	1,22	0,07
M1	28	2,92-2,46	2,69	0,14	2,21-1,91	2,10	0,07
m1	28	2,80-2,31	2,50	0,12	2,49-1,98	2,12	0,11
M2	30	2,46-1,95	2,18	0,11	2,32-1,93	2,15	0,09
m2	28	2,39-1,84	2,12	0,11	2,34-1,90	2,09	0,11
M3	33	1,84-1,35	1,63	0,10	1,98-1,69	1,82	0,07
m3	2	2,08-2,00	2,04	0,05	2,19-2,02	2,10	0,11

*avellanarius* i l'existència d'algunes diferències morfològiques interessants (QUINTANA, en premsa). Com en el cas de la mandíbula, no és possible esbrinar (per la falta d'estudis al·lomètrics) quines d'aquestes diferències són o no conseqüència de l'evolució insular.

És molt possible que l'augment de mida no suposés, per *M. cyclopeus*, uns canvis i uns problemes biomecànics equiparables als d'altres mamífers més grans (*N. rex* i *M. balearicus*). Algunes d'aquestes diferències, com l'escurçament de l'ílium (QUINTANA, en premsa) sí podrien indicar canvis deguts a la insularitat, en ser presents en alguns tàxons típicament insulars (SONDAAR, 1977; ALCOVER *et al.*, 1981; QUINTANA *et al.*, 2011). Per altra part, un percentatge molt elevat (75%) d'extrems distals de l'húmer de *M. cyclopeus* estan sense epifisar (QUINTANA, en premsa), el que probablement és indicatiu (com en el cas d'*Hypnomys* [GARCÍA-MARTÍNEZ *et al.*, 2011]) d'un allargament del cicle vital de *M. cyclopeus* i un retràs en la seva maduració.

La presència de rapinyaires en el Pliocè de les Balears (SEGUÍ, 1998) degué actuar com un factor limitant pels canvis al·lomètrics, especialment en els mamífers de mida més petita, pels efectes estressants que exercí la depredació (encara que amb una intensitat menor que en les zones continentals). En el cas d'*Hypnomys* no s'han pogut constatar canvis al·lomètrics significatius en la longitud funcional i en el diàmetre sagital dels ossos llargs de les extremitats (QUINTANA & MONCUNILL-SOLÉ, en premsa).

Malgrat tot el que s'ha dit fins ara, no es possible saber fins a quin punt es poden establir paral·lelismes entre *M. cyclopeus* i el gènere *Hypnomys*. Sense cap dubte, l'estudi de la histologia òssia de *M. cyclopeus* i els canvis al·lomètrics en els ossos llargs de les extremitats ens ajudaran a comprendre millor, en el futur, el tipus de locomoció i el cicle de vida del muscardí gegant de Menorca.

## Agraïments

L'autor vol expressar el seu més sincer agraïment al Dr. Andrew Kitchener (*Principal Curator of Vertebrates, National Museums of Scotland, Department of Natural Sciences*) pel préstec temporal de dos esquelets de *M. avellanarius*, que han resultat ser molt útils a l'hora de veure i entendre les particularitats morfològiques de la mandíbula de *M. cyclopeus*.

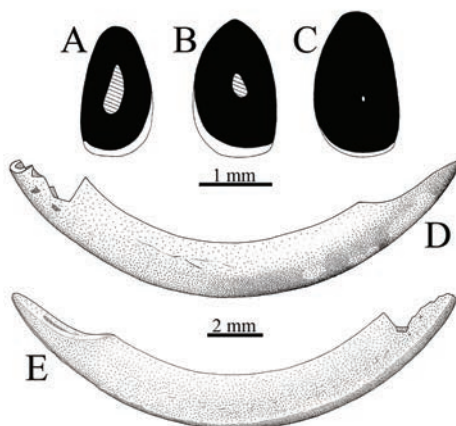


Figura 6: Incisiva inferior de *M. cyclopeus*. A-C: Seccions transversals; D: vista labial; E: vista lingual.

Figure 6: Lower incisor of *M. cyclopeus*. A-C: cross sections, D: labial view, E: lingual view.

	n	Diàmetre dorso-ventral		
		Max. - min	Promig	SD
Incisives superiors	18	2,22-1,60	1,90	0,1710
Incisives inferiors	15	2,02-1,36	1,77	0,2509

Taula 2: Mesures (en mm) de les incisives de *M. cyclopeus*. n: nombre d'individus; SD: desviació estàndard.

Table 2: Measurements (in mm) of the incisors of *M. cyclopeus*. n: number of individuals; SD: standard deviation.

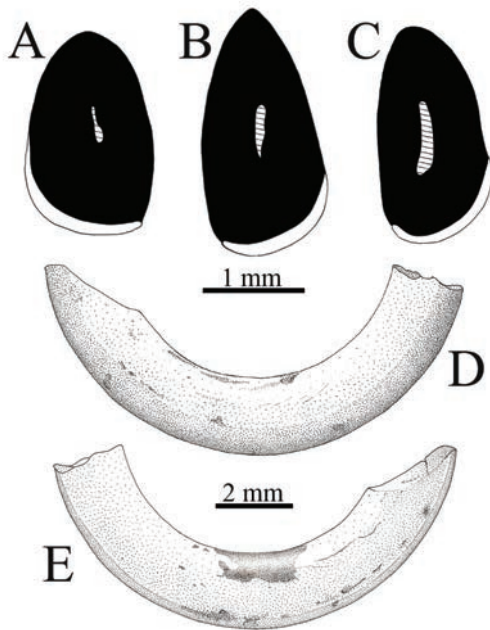


Figura 7: Incisiva superior de *M. cyclopeus*. A-C: Seccions transversals; D: vista labial; E: vista lingual.

Figure 7: Upper incisor of *M. cyclopeus*. A-C: cross sections, D: labial view, E: lingual view.

De la mateixa manera, agrair, a na Majo Leon (Directora del Museu Municipal del Bastió de Sa Font, Ciutadella de Menorca), la mediació entre el Dr. Kitchener i l'autor, gràcies a la qual s'han pogut estudiar els dos esquelets de *M. cyclopeus*. La realització d'aquest treball ha estat possible gràcies a l'ajut del Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España (I+D MINECO CGL2012-34459).

## Bibliografia

- AGUSTÍ, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1982): Une espèce géante de *Muscardinus* Kaup, 1829 (Gliridae, Rodentia, Mammalia) dans le gisement karstique de Cala es Pou (Miocène supérieur de Minorque, Baléares). *Geobios*, 15: 783-789.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1981): Les quimeres del passat. *Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Monografies Científiques 1. Editorial Moll, Palma de Mallorca, 260 pp.
- BAILON, S.; GARCÍA-PORTA, J. & QUINTANA-CARDONA, J. (2002): Première découverte de Viperidae (Reptilia, Serpentes) dans les îles Baléares (Espagne): des vipères du Néogène de Minorque. Description d'une nouvelle espèce du Pliocène. *Comptes Rendus Palevol*, 1: 227-234.
- BAILON, S.; QUINTANA, J. & GARCÍA, J. (2005): Primer registro fósil de las familias Gekkonidae (Lacertilia) y Colubridae (Serpentes) en el Plioceno de Punta Nati (Menorca, Islas Baleares). In: ALCOVER, J. A. & BOVER, P. (eds.): *Proceedings of the International Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach"*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 12: 27-32.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, R.; MARÍN-MORATALLA, N.; JORDANA, X. & KÖHLER, M. (2011): First results from bone histology of the giant fossil dormouse *Hypnomys*. In: KÖHLER, M.; JORDANA,

- X. & MARÍN-MORATALLA, N. (eds.): *Book of abstracts of the First International Symposium on Paleohistology* (Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Sabadell (Barcelona): 78.
- MONCUNILL-SOLÉ, B. ; JORDANA, X.; MARÍN-MORATALLA, N.; MOYÀ-SOLÀ, S. & KÖHLER, M. (en premsa): How large are the extinct giant insular rodents? New body mass estimations from teeth and bones. *Integrative Zoology*. DOI: 10.1111/1749-4877.12063.
- QUINTANA, J. (1998): Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 41: 101-117.
- QUINTANA, J. (2005): *Estudio morfológico y funcional de Nuralagus rex (Mammalia, Lagomorpha, Leporidae)*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 360 pp +Anexo III, Medidas osteológicas: lepóridos actuales y *Nuralagus rex*. 142 pp
- QUINTANA, J. (en premsa): Estudio preliminar del esqueleto postcraneal de *Muscardinus cyclopeus* Agustí, Moyà-Solà & Pons-Moyà, 1982 (Mammalia, Rodentia, Myoxidae). *Estudios Geológicos*.
- QUINTANA, J. & AGUSTÍ, J. (2007): Los mamíferos insulares del Mioceno medio y superior de Menorca (islas Baleares, Mediterráneo occidental). *Geobios*, 40: 677-687.
- QUINTANA, J.; ALCOVER, J. A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & SANCHIZ, B. (2005): Presence of *Latonia* (Anura, Discoglossidae) in the insular Pliocene of Menorca (Balearic Islands). In: ALCOVER, J. A. & BOVER, P. (eds.): *Proceedings of the International Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach"*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 12: 293-296.
- QUINTANA, J.; KÖHLER, M. & MOYÀ-SOLÀ, S. (2011): *Nuralagus rex*, gen. et sp. nov., an endemic insular giant rabbit from the Neogene of Minorca (Balearic Islands, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 31 (2): 231-240.
- QUINTANA, J. & MONCUNILL-SOLÉ, B. (en premsa): Reconsidering locomotor habits and life style of the balearic insular giant rodent *Hypnomys* Bate, 1918 from the allometry of the limb long bones. *Comptes Rendus Palevol*. DOI: 10.1016/j.crpv.2013.11.003.
- QUINTANA, J. & MONCUNILL-SOLÉ, B. (en premsa): *Hypolagus balearicus* Quintana et al., 2010 (Mammalia: Leporidae): new data from the Neogene of Eivissa (Balearic Islands: Western Mediterranean). *Geodiversitas*.
- SEGÚI, B. (1998): *Successió estratigràfica d'aus en els reblliments càrstics de les Gymnèsies*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. 194 pp.
- SEGÚI, B. (1999): A late tertiary woodcock from Menorca, Balearic Islands, Western Mediterranean. *The Condor*, 101: 909-915.
- SEGÚI, B. (2002): A new genus of crane (Aves: Gruiformes) from the late tertiary of the Balearic Islands, western Mediterranean. *Ibis*, 144: 411-422.
- SEGÚI, B.; QUINTANA, J.; FORNÓS, J. J. & ALCOVER, J. A. (2001): A new fulmarine petrel (Aves: Procellariiformes) from the upper Miocene of the Western Mediterranean. *Palaeontology*, 44 (5): 933-948.
- SEVILLA, P.; QUINTANA, J. & FURIÓ, M. (2013): Bats in islands: new data from the Pliocene-Early Pleistocene fossils from Menorca (Spain). *XXIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología: la paleontología del Paleozoico. Simposio del proyecto PIGC 596*. Centro Paleobotánico, Real Jardín Botánico de Córdoba, Universidad Complutense de Madrid y Sociedad Española de Paleontología: 187-188.
- SONDAAR, P.Y. (1977): Insularity and its effect on mammal evolution. In: HECHT, M. K., GOODY, P. C. & HECHT, B. M. (eds.): Major patterns in vertebrate evolution. *Plenum Publishing Corporation*: 671-707.

# COVES LITORALS, GEOMORFOLOGIA I JACIMENTS DEL QUATERNARI DE LA MARINA DE LLUCMAJOR. ZONA 1: LA FRANJA COSTANERA ENTRE ES RACÓ DES LLOBETS I CALA ESGLESIETA (2a part)

per Antelm GINARD<sup>1,3</sup>, Damià VICENS<sup>1,3,5</sup>, Pere BOVER<sup>1,6</sup>, Damià CRESPI<sup>1,4</sup>,  
Francesc GRÀCIA<sup>2,3,5</sup>, Miquel Àngel GUAL<sup>1</sup> i Pau BALAGUER<sup>3,6</sup>

## Resum

Es presenta la topografia i descripció de 18 coves litorals de Lluçmajor (Illa de Mallorca). Es comenta la seva possible gènesi i les característiques morfològiques més destacades.

Es descriuen jaciments paleontològics inèdits del Pleistocè superior marí; s'amplien dades d'alguns jaciments coneguts d'antany.

Se cita per primer cop el malacostraca *Xanto incisus* i el gastropoda *Ovatella firminii* al Pleistocè de les Illes Balears. El gastropoda *Potamides conicus*, conegut al Pleistocè superior mallorquí, s'ha trobat al Pleistocè mitjà de s'Estelella.

## Resumen

Se presenta la topografía y descripción de 18 cavidades litorales de Lluçmajor (Isla de Mallorca). Se comenta su posible génesis y los rasgos morfológicos más destacados.

Se describen yacimientos paleontológicos inéditos del Pleistoceno superior marino; se amplían datos de algunos yacimientos conocidos de antaño.

Se cita por primera vez el malacostraca *Xanto incisus* y el gastropoda *Ovatella firminii* en el Pleistoceno de las Islas Baleares. El gastropoda *Potamides conicus*, conocido en el Pleistoceno superior mallorquín, se ha hallado en el Pleistoceno medio de s'Estelella.

## Abstract

The topographic survey and description of 18 littoral caves in the municipality of Lluçmajor (Mallorca) are presented. We also comment on their possible origins and the most remarkable morphological features.

Inedit marine paleontological deposits from the Upper Pleistocene are described and additional information on known deposits is provided.

The first record of the malacostraca *Xanto incisus* and the gastropoda *Ovatella firminii* from the Pleistocene of the Balearic Islands are presented. The gastropoda *Potamides conicus*, known from the Mallorcan Late Pleistocene, has been found in the Middle Pleistocene from s'Estelella.

## Introducció

Les captures càrstico-marines i les coves marines (o d'abrasió marina) entren dins la denominació genèrica de cova litoral. A les primeres, originalment existeix una forma endocàrstica que és capturada pel progrés de

l'erosió litoral i el conseqüent retrocés de la línia de costa. Les coves marines, en el sentit estricte de la paraula, s'originen a partir de processos aliens als de la carstificació i són cavitats excavades per l'acció erosiva lligada a la dinàmica litoral de les aigües marines (GINÉS, 2000; GRÀCIA *et al.*, 2001; VICENS *et al.*, 2011).

Aquest treball és una continuació de l'iniciat per GINARD *et al.* (2008) en el que es catalogaren les cavitats litorals situades entre es Racó des Llobets i cala Esglesieta, algunes de les quals foren topografiades entre els estius de 2007 i de 2008. GINARD *et al.* (2008) situen 29 cavitats, 2 basses temporals i 2 torrents, i es

<sup>1</sup> Speleo Club Mallorca. Palma.

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

<sup>3</sup> Societat d'Història Natural de les Balears. Margarida Xirgu 16 baixos. E-07011. Palma.

<sup>4</sup> Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra. Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100. Sóller.

<sup>5</sup> Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122. Palma.

<sup>6</sup> Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB), Miquel Marqués 21. E-07190. Esporles.

va presentar la topografia de 12 cavitats. En el present treball s'actualitza el mapa de la zona i es presenta la planimetria de 18 cavitats més, topografiades entre els estius de 2009 i 2012. Les 30 cavitats topografiades i els 14 jaciments es poden localitzar en el mapa de situació de la Figura 1.

La gran majoria de les cavitats d'aquesta zona són indubtablement d'abrasió marina; si més no, la cova des Coloms II presenta algunes

evidències que fan pensar que és una cova de dissolució. Diferenciar les coves d'abrasió marina és una tasca força complicada, la qual cosa pot provocar confusions.

Les cavitats es troben instal·lades dins els materials del Miocè, del Pliocè i del Quaternari, al litoral de la marina de Llucmajor. Aquesta marina n'és una de les tres que hi ha a Mallorca on hi ha relleus tabulars post-orogènics i separats per àrees de conca reblides per

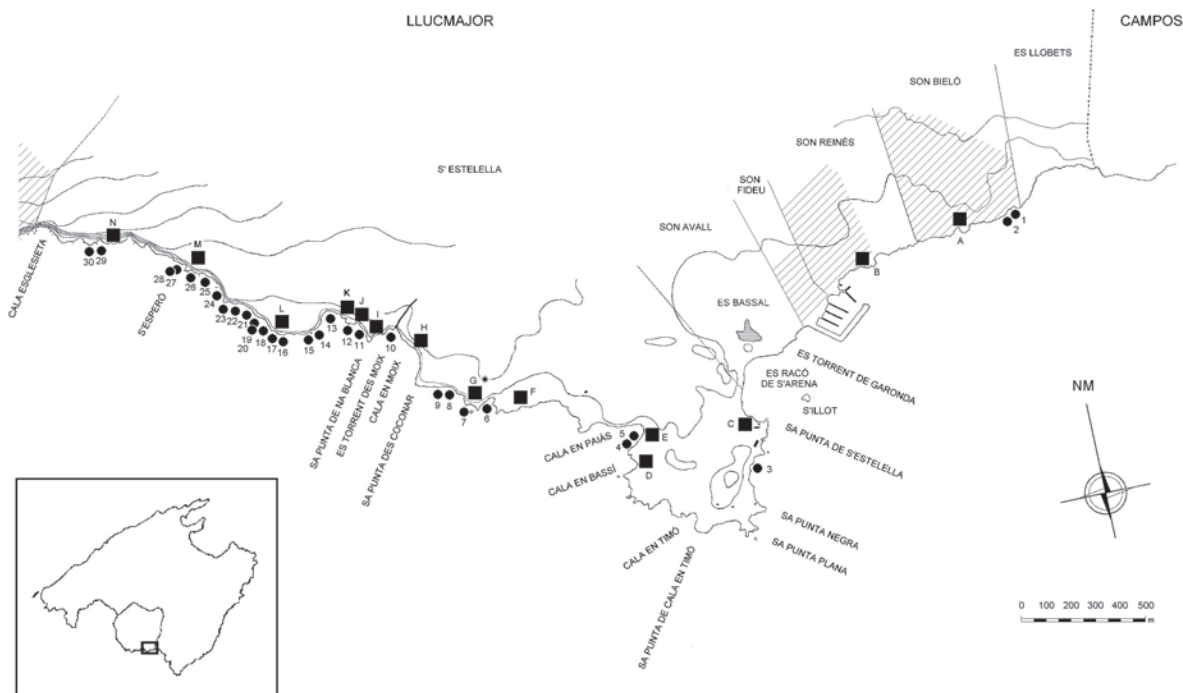


Figura 1: Mapa de la zona amb la situació de les cavitats (basat en AGUILÓ, 1996): 1) Cova des Ribell, 2) Cova des Mollet des Canons, 3) Cova Pudenta, 4) Cova de Cala en Paiàs, 5) Cova de ses Aranyes, 6) Cova de sa Torre, 7) Cova de na Venturera, 8) Cova des Metge Mames, 9) Cova des Coconar, 10) Cova de Cala en Moix, 11) Cova de na Blanca, 12) Cova de s'Arena, 13) Cova des Coloms I, 14) Balma de s'Escui, 15) Cova de s'Escui, 16) Cova de sa Punta, 17) Cova Foradada, 18) Cova de s'Estelella I, 19) Cova de s'Estelella II, 20) Balma des Coloms, 21) Cova des Coloms II, 22) Balma des Cap, 23) Cova des Cap, 24) Cova de ses Bistis Mortes, 25) Cova des Cap de sa Paret, 26) Cova de s'Esperó I, 27) Cova de s'Esperó II, 28) Cova de s'Esperó III, 29) Cova de s'Enterrossai, 30) Cova de sa Panada. Situació dels jaciments del Pleistocè mitjà: G) Torre de s'Estelella, H) Cala en Moix. Situació dels jaciments del Pleistocè superior marí: A) Rentador de ses Egos, B) S'Estanyol, C) Niu de Metralladora, D) Pedrera de Cala en Bassí, E) Cala en Paiàs, F) Torre de s'Estelella nivell +3m i +4,5m, G) Torre de s'Estelella nivell +10,5m, I) Punta de na Blanca, K) Jaciment a 50 m al WNW de la cova de s'Arena, L) Cova Foradada, M) S'Esperó, N) Cocó de Ca n'Esglesieta. Situació dels jaciments de cronologia imprecisa (Pleistocè superior-Holocè): J) Cova de na Blanca.

Figure 1: Location map of the caves (following AGUILÓ, 1996): 1) Cova des Ribell, 2) Cova des Mollet des Canons, 3) Cova Pudenta, 4) Cova de Cala en Paiàs, 5) Cova de ses Aranyes, 6) Cova de sa Torre, 7) Cova de na Venturera, 8) Cova des Metge Mames, 9) Cova des Coconar, 10) Cova de Cala en Moix, 11) Cova de na Blanca, 12) Cova de s'Arena, 13) Cova des Coloms I, 14) Balma de s'Escui, 15) Cova de s'Escui, 16) Cova de sa Punta, 17) Cova Foradada, 18) Cova de s'Estelella I, 19) Cova de s'Estelella II, 20) Balma des Coloms, 21) Cova des Coloms II, 22) Balma des Cap, 23) Cova des Cap, 24) Cova de ses Bistis Mortes, 25) Cova des Cap de sa Paret, 26) Cova de s'Esperó I, 27) Cova de s'Esperó II, 28) Cova de s'Esperó III, 29) Cova de s'Enterrossai, 30) Cova de sa Panada. Location of the Middle Pleistocene deposits: G) Torre de s'Estelella, H) Cala en Moix. Location of the Upper Pleistocene marine deposits: A) Rentador de ses Egos, B) S'Estanyol, C) Niu de Metralladora, D) Pedrera de Cala en Bassí, E) Cala en Paiàs, F) Torre de s'Estelella level +3m and +4,5m, G) Torre de s'Estelella level +10,5m, I) Punta de na Blanca, K) Deposit at 50 m to the WNW of the cova de s'Arena, L) Cova Foradada, M) S'Esperó, N) Cocó de Ca n'Esglesieta. Location of the deposits without accurate chronology (Upper Pleistocene-Holocene): J) Cova de na Blanca.

dipòsits plioquaternaris; té una longitud de 41,2 km (BALAGUER, 2007). Les majors cotes i verticalitat a la costa de Lluçmajor es troben en el sector del Cap Blanc-Escut del Barcelona, on hi ha penya-segats de més de 120 m. A ambdós costats del Cap Blanc, les cotes van disminuint progressivament fins a passar a costes amb escaló o en *nip*, tant a Son Verí com a s'Estellella (GÓMEZ-PUJOL *et al.*, 2007).

El Quaternari és present a la zona d'estudi, i alguns dels jaciments són coneguts des de fa uns cinquanta anys (CUERDA i SACARÉS, 1992), per la qual cosa a la primera part del treball (veure GINARD *et al.*, 2008) es va iniciar una revisió dels jaciments del Pleistocè superior amb fauna marina i que es continua en aquesta segona part.

## Consideracions topogràfiques

L'escassa complexitat topogràfica i geològica de les cavitats publicades en aquest treball ha permès presentar les topografies en diferents colors que, addicionalment als símbols topogràfics convencionals, proporcionen una major informació a nivell geològic i en faciliten la visualització. Existeixen uns estàndards pel que fa a les coloracions dels diferents nivells cronostratigràfics (veure, per exemple COHEN *et al.*, 2013), però, malauradament la gamma de grocs que s'empren per a la representació dels estrats que van des del Miocè fins a l'Holocè podrien resultar pocs visibles en topografies d'aquesta mida. Per aquest motiu, s'han realitzat petits canvis de coloració per a evitar confusions. A la Figura 2 es pot veure un quadre explicatiu dels colors i símbols emprats en totes les topografies.

## Marc físic i geomòrfic de la zona d'estudi

El tram de costa comprès entre es Racó d'es Llobets i cala Esglesieta té una longitud aproximada de 8.600 m, dels quals 8.500 m pertanyen a l'illa de Mallorca i uns 100 m pertanyen a l'illot de s'Estanyol de Migjorn. Es tracta d'un segment costaner localitzat dins del municipi de Lluçmajor, a uns 400 m a l'Est de la urbanització de Vallgornera, i conforma la línia de costa dels nuclis urbans de s'Estanyol i de la Urbanització de Son Bieló. La major part de la línia de costa no presenta modificacions (79%, 6.760 m) i pràcticament la totalitat de les modificacions antròpiques es concentren a la

zona de s'Estanyol de Migjorn, al voltant del club nàutic (21%, 1.840 m) (GINARD *et al.*, 2008).

Es pot observar una disminució constant en l'alçada de la línia de costa del tram estudiat de l'Oest cap a l'Est (ROSSELLÓ, 1964; CUERDA i SACARÉS, 1992). A la zona de cala Esglesieta les costes presenten altures compreses entre els 15 i els 20 m, mentre que a la zona d'es Racó des Llobets es troben costes baixes amb altures compreses entre 1 i 2 m, desenvolupant-se costes d'erosió en estrats o de tipus sapa (BUTZER, 1962; ROSSELLÓ, 1975).

Referent al mesomodelat dels penya-segats de les marines mallorquines es pot trobar informació de les morfologies més freqüents a GRÀCIA i VICENS (1998), GRÀCIA *et al.* (2001), GINÉS (2000) i sobre coves d'abrasió marina a VICENS *et al.* (2011).

Un fet no constatat a GINARD *et al.* (2008), és la presència de nombrosos blocs de mida mètrica prop de sa Torre de s'Estellella, a una alçada entre 3 i 4,5 m, allunyats de la línia de costa entre 20 i 40 m. A hores d'ara, ROIG-MUNAR *et al.* (2013) inicien un estudi a nivell de les Illes Balears on s'intentarà esbrinar si els blocs que hi ha a les crestes dels penya-segats o terrasses litorals són degudes a l'acció de tsunamis o de forts temporals, o bé a l'acció conjunta d'ambdós.

## Situació geològica

A la zona d'estudi, què es troba a la plataforma post-orogènica de la marina de Lluçmajor, hi ha materials del Miocè superior, del Pliocè i del Quaternari. Es comenta breument el Miocè i el Pliocè, per donar pas al Quaternari que es descriu amb més detall, sobretot els dipòsits del Pleistocè superior amb fauna marina.

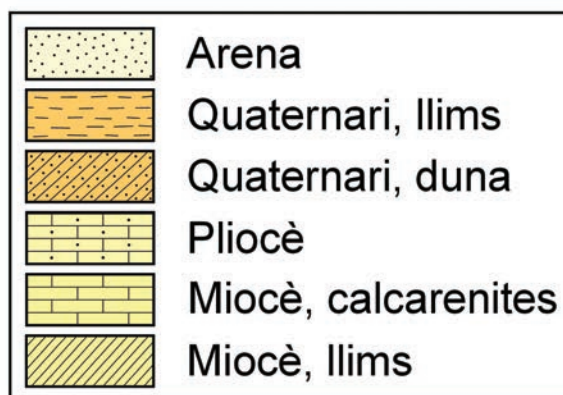


Figura 2: Colors i símbols emprats a les topografies.

Figure 2: Colours and symbols used in the topographic surveys.

Les coves que es troben en aquesta zona d'estudi es troben majoritàriament dins materials miocens i pliocens i parcialment pleistocens.

## MIOCÈ I PLIOCÈ

Fins fa poc, a la zona del present treball, el Miocè es considerava representat per les Calcàries de Santanyí (també anomenat Complex Terminal) i per sota per les Calcàries d'Escull. Un estudi recent de MAS *et al.*, (2013), entre cala Pi i es Pas, ha donat pas a una nova interpretació referent al materials interpretats fins fa poc com a miocens. Aquests autors consideren que la major part dels dipòsits atribuïts a la Unitat de Calcàries de Santanyí per FORNÓS i POMAR (1983) i POMAR *et al.* (1983), i el tram superior de les Unitats de Calcàries Oolítiques, Estromatolítiques i Unitat Manglar del Miocè superior descrites per GÓMEZ-PUJOL *et al.* (2007) i BALAGUER (2007), en realitat corresponen al Pliocè (Figura 3).

Segons MAS *et al.*, (2013) les discontinuïtats i unitats de la sèrie estratigràfica observada de base a sostre del Miocè són:

1- Biocalcarenites i calcilitites, amb coralls, mol·luscs, algues rodofícies i foraminífers corresponents a la Unitat d'Esculls de POMAR *et al.*, (1983).

2- Discontinuitat intra-messiniana, constituïda per una superfície erosiva.

3- Fangs carbonatats, oolites i microbialites corresponents a la Unitat de Calcàries de Santanyí de FORNÓS i POMAR (1983) atribuïda al Complex Carbonàtic Terminal de



Figura 3: Materials del Miocè (M), Pliocè (P) i del Quaternari mitjà (Q) a la zona de s'Esperó (Foto D. Vicens).

Figure 3: Miocene (M), Pliocene (P) and Middle Quaternary (Q) materials in S'Esperó area (Photo D. Vicens).

ESTEBAN (1979) finimessinià. Aquesta unitat es troba principalment representada per la Unitat de Manglar a base i en menor proporció per part de les Unitats Estromatolítica i Oolítica de FORNÓS (1983), erosionades a sostre. Les fàcies de manglar presenten concentracions importants d'ostreïds i pectínids.

El Pliocè, segons MAS *et al.*, (2013), està constituït de base a sostre per:

1- Discontinuitat fini-messiniana formada per un *firmground* amb perforacions de litòfags pliocens que penetren els fangs carbonatats de la unitat inferior erosionada. Aquesta discontinuitat en ocasions pot arribar a erosionar tota la unitat de Calcàries de Santanyí i, fins i tot, part de la Unitat d'Esculls.

2- Seqüència transgressiva-regressiva del Pliocè que s'inicia amb un *lag* transgressiu per després passar a platges i finalment nivells eòlics.

Aquesta seqüència pliocena té similituds amb l'assenyalada per CUERDA *et al.*, (1969), a son Mulet i a son Fullana (Llucmajor), a uns 8 km de la costa i a uns 150 m d'alçada respecte del nivell de la mar actual.

## QUATERNARI

A la zona hi ha jaciments quaternaris de cronologia diferent. Per una banda hi ha els dipòsits del Pleistocè superior, i per altra, els del Pleistocè mitjà.

### Pleistocè mitjà

CUERDA i SACARÉS (1966) estudien dipòsits anteriors al Pleistocè superior a cala en Beltran i es Bancals, situats a la zona confrontant a la nostra zona d'estudi. Anys més tard, NIELSEN *et al.*, (2004) realitzen datacions absolutes i situen aquests dipòsits dins el Pleistocè mitjà.

Aquests materials del Quaternari, anteriors al Pleistocè superior, consten principalment d'una alternança de paleosòls i d'eolianites.

BUTZER i CUERDA (1960) a sa Torre de s'Estelella citen la presència del Tirrenià I (Pleistocè Mitjà). Expliquen que per damunt la plataforma a + 4 m –per sobre dels materials miocens– hi ha uns llims arenosos roig-groguencs d'entre 15 a 30 cm on s'ha trobat *Monodonta sp* i *Patella caerulea*. També esmenten que han trobat exemplars reelaborats de *Cerastoderma glaucum* i *Acanthocardia sp* procedents del Miocè.



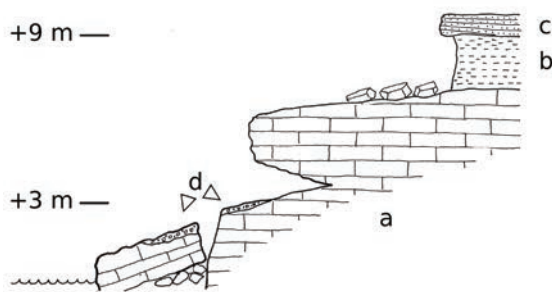


Figura 4: Jaciment a 50 m al WNW de la Cova de s'Arena: a- Materials del Miocè i Pliocè. b- Paleosols del Pleistocè mitjà. c- Eolianita del Pleistocè mitjà. d- Dipòsit del Pleistocè superior amb fòssils marins.

Figure 4: Deposit at 50 m to the WNW of Cova de s'Arena: a- Miocene and Pliocene materials. b- Middle Pleistocene paleosols. c- Middle Pleistocene aeolianite. d- Upper Pleistocene deposit containing marine fossils.

El Pleistocè mitjà de s'Estelella se cita en articles posteriors, afegint poques novetats al respecte (BUTZER i CUERDA 1962a; CUERDA 1975; CRABTREE *et al.*, 1978; GINARD *et al.*, 2008; entre d'altres).

En aquest article es presenta una novetat malacològica. Revisant les col·leccions J. Cuerda-SHNB no catalogada i D. Vicens-SHNB, s'ha trobat *Potamides conicus*, procedent de cala en Moix. Aquest és un tàxon interessant, actualment no viu a les Illes Balears i és un indicador de paleo-ambient de basses litorals salines.

### Pleistocè superior

Jaciments del Pleistocè superior varen ser estudiats a inicis de la dècada del 60 del segle passat per BUTZER i CUERDA (1960; 1962a; 1962b), SOLÉ-SABARÍS (1962), i per ROSSELLÓ (1964). CUERDA (1975) a la seva obra del Quaternari balear, posa un especial esment en els jaciments de s'Estelella per la seva importància. ROSE (1978) i CUERDA *et al.* (1983) estudien algun jaciment concret de la zona. HEARTY (1987) fa comentaris sobre la possible gènesi del jaciment de +10,5 m de s'Estelella. CUERDA i SACARÉS (1992) fan una recopilació dels jaciments del Quaternari marí de Lluçmajor. SERVERA (1997) a la seva tesi sobre sistemes dunars litorals de les Balears parla àmpliament del sistema dunar de s'Estelella. GINARD *et al.* (2008) realitzen un estudi d'una sèrie de jaciments inèdits i també s'amplien dades d'alguns jaciments que ja s'havien publicat. MUHS *et al.* (2010) en un treball on estudien paleosòls de Mallorca,

estudien la mineralogia present a paleosòls i eolianites a una secció de s'Estelella. VICENS *et al.* (2012) en un treball de caire general, parlen dels jaciments de s'Estelella. A banda dels articles o treballs anteriors, hi ha una sèrie de treballs que citen jaciments de la zona, on la informació donada és molt general i d'altres on es comenta algun jaciment basant-se en els autors anteriors. Aquesta bibliografia es pot trobar a la relació bibliogràfica de les obres anteriorment citades.

## Els jaciments del Pleistocè superior

### METODOLOGIA

La metodologia és semblant a la seguida per GINARD *et al.* (2008). S'han revisat els articles que fan referència als dipòsits quaternaris de la zona. S'ha seguit prospectant la zona i s'ha continuat amb la revisió de la col·lecció J. Cuerda i la col·lecció D. Vicens (ambdues dipositades a la Societat d'Història Natural de les Balears) on hi ha material procedent de jaciments de la zona.

Per a la toponímia i situació dels jaciments (Figura 1), s'ha utilitzat el mapa toponímic d'AGUILÓ (1996). La datació relativa dels dipòsits està basada amb els estudis de CUERDA (1975; 1987), adaptada a la corba del nivell marí presentada per TUCCIMEI *et al.*

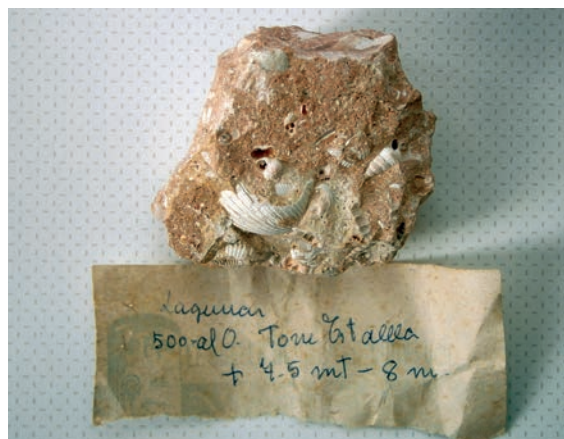


Figura 5: El gastropoda *Potamides conicus* i el bivalvia *Cerastoderma glaucum* del Pleistocè mitjà de cala en Moix. Col·lecció J.Cuerda-SHNB (Foto D. Vicens).

Figure 5: *Gastropoda* *Potamides conicus* and *bivalve* *Cerastoderma glaucum* from the Middle Pleistocene of Cala en Moix. Collection J.Cuerda-SHNB (Photo D. Vicens).

(2006). L'ordenació de les espècies trobades es basa en CUERDA (1987).

## DESCRIPCIÓ DELS JACIMENTS

### Cala en Paiàs

CUERDA *et al.* (1983) varen estudiar el jaciment i el citen com a cala en Timó, fet ja constatat a GINARD *et al.* (2008).

Els tàxons trobats al jaciment es poden consultar a GINARD *et al.* (2008). Totes les espècies viuen actualment a les nostres aigües i l'única espècie que ofereix un cert valor estratigràfic és *Monodonta lineata* ja que actualment és rara a les nostres costes. CUERDA *et al.* (1983) donen una cronologia del Neotirrenià inferior per aquest jaciment i GINARD *et al.* (2008) no fan cap comentari al respecte.

A una pedrera de marès abandonada, situada a uns 100 m al SSO de cala en Paiàs, i a la part més occidental de cala en Bassí, hi ha un nivell de platja d'uns 20 cm amb fauna marina situat en un buit entre els llims vermellosos i l'eolianita considerada per CUERDA *et al.* (1983) com a Eutirreniana i que GINARD *et al.* (2008) varen dir que tant podia ser del MIS 5e com del MIS 5c. A hores d'ara, per la corba eustàtica de TUCCIMEI *et al.*, (2006) i seguint el que es diu a VICENS *et al.*, (2012) s'hauria de situar cronològicament aquest jaciment al MIS 5e o al MIS 5a.



Figura 6: Cala en Paiàs, caleta amb les riberes de marès, on s'acumula una gran quantitat de posidònia (Foto A. Ginard).

Figure 6: Cala en Paiàs, small cove with sandstone shores where a large amount of the seagrass *Posidonia* piles up (Photo A. Ginard).

Pocs metres cap al S del jaciment descrit a cala en Paiàs per CUERDA *et al.* (1983), i a prop de la cova de ses Aranyes hi ha més taques de Quaternari amb fauna marina. Algunes d'aquestes taques presenta la tipologia del jaciment de cala en Paiàs i alguna altra presenta la tipologia de la pedrera de cala en Bassí. A les taques de l'exterior de la cova de ses Aranyes, els fòssils trobats són els següents:

*Brachyurus* indet.  
*Xantho incisus*  
*Arca noae*  
*Striarca lactea*  
*Spondylus gaederopus*  
*Ctena decussata*  
*Cardita calyculata*  
*Patella* sp  
*Astrea rugosa*  
*Caralliophila meyerdorffi*

I a un dipòsit a l'interior de la cova de ses Aranyes:

*Patella* sp  
*Monodonta* sp  
*Ovatella firminii*

Dels tàxons anteriors, el crustacea *Xantho incisus* i el gastropoda *Ovatella firmini* no s'havien citat en el Pleistocè de les Illes Balears.

Referent a la cronologia, creiem que tant les taques d'una tipologia com de l'altra són de la mateixa edat. CUERDA *et al.* (1983) proposaven una edat del Neotirrenià inferior pel jaciment de cala en Paiàs i GINARD *et al.* (2008) proposaven una edat del MIS 5e o del MIS 5c pel proper jaciment de la pedrera de cala en Bassí. Si es consulta la corba del nivell marí presentada per TUCCIMEI *et al.* (2006) es pot apreciar que el més probable és que aquests jaciments siguin del MIS 5e o del MIS 5a, sempre que la costa hagi estat estable tectònicament durant el Pleistocè superior i fins ara.

Si seguim a CUERDA (1975; 1987), ens hauríem de decantar pel Neotirrenià (el MIS 5a), tant per l'alçada dels dipòsits com per la falta de fauna termòfila, amb l'excepció de *Cantharus viverratus*.

Pel que s'ha dit anteriorment, el més probable és que aquest jaciment sigui del MIS 5a.



Figura 7: Sòtil de la cova de s'Arena. Es poden veure les perforacions de litòfags pliocens efectuades inicialment sobre uns materials del Miocè, i reomplides per arenes pliocenes. Els materials subjacents del Miocè han desaparegut a conseqüència de l'abrasió marina (Foto D. Vicens).

*Figure 7: Ceiling of Cova de s'Arena. Borings made by Pliocene lithophags on Miocene sediments can be observed. These borings were re-filled with Pliocene sands. The Miocene underlying materials are missing as a result of marine abrasion (Photo D. Vicens).*

### Torre de s'Estellella. Nivell Eutirrenià +10,5 m

Es tracta d'un jaciment molt citat, la inusual alçada a les Illes Balears de +10,5 m el caracteritzava com exemple d'una platja eutirreniana més alta del que és habitual.

Els primers en estudiar el jaciment varen ser BUTZER i CUERDA (1960). Aquests autors diuen que per sobre del complex del Riss, i en un màxim de +10,2 m snm, s'observen uns 30 cm d'arena fina i consolidada, amb llims vermells, clastes angulosos i fòssils. La superfície topogràfica plana de les dunes rissianes no va permetre que es conservàs una clara plataforma litoral. L'edat assignada és del Tirrenià II inicial.

Pocs anys després, BUTZER i CUERDA (1962a) presenten un tall estratigràfic més acurat que la descripció inicial. STEARNS i THURBER (1965,1967) daten amb mètodes de cronologia absoluta aquest nivell eutirrenià i donen una edat de  $135 \pm 10$  Ka.

CUERDA (1975) presenta un tall més simple que el realitzat anys abans, emperò utilitza les datacions absolutes d'STEARNS i THURBER (1965,1967) i l'altimetria del jaciment per a realitzar la seva corba glacioeustàtica.

El jaciment s'ha comentat a més obres, com ara a ROSE (1978), CUERDA i SACARÉS (1992), VICENS i GRÀCIA (1998), MOREY (2008a), GINARD *et al.* (2008) i a VICENS *et al.* (2012).

A GINARD *et al.* (2008) es fa una anàlisi més acurada de l'estudi del jaciment des d'un punt de vista històric però oblidant-se de citar a HEARTY (1987), autor que fa comentaris força encertats respecte d'aquest jaciment.

L'altimetria del jaciment aportada per CUERDA (1975) i les seves relacions amb els canvis glacioeustàtics ja va ser discutida àmpliament per GINÉS (2000). Segons aquest darrer autor, els estudis sobre paleonivells freàtics de coves litorals mallorquines no corroboraven de cap manera que a l'Eutirrenià (=MIS 5e) la mar hagués estat a +10,5 m.

Fa temps, HEARTY (1987) deia que aquest dipòsit eutirrenià situat a una inusual alçada de +10,5 m s'havia originat per l'acció d'antigues tempestes. VICENS *et al.* (2012) opinen igual que l'autor anterior.

Sembla que aquest sector de costa de Lluçmajor ha estat estable tectònicament, al menys des del Pleistocè superior fins ara. El fet de trobar els paleonivells freàtics del Pleistocè superior a la cova des Pas de Vallgornera, a una alçada de 1,6 m i 2,6 m, donant unes edats d'uns 81 ka els primers i uns 120 ka els segons (DORALE *et al.*, 2010) i el fet d'haver-hi jaciments del Pleistocè superior adossats als penya-segats de la zona, a una alçada no superior als +3 m, com ara el jaciment d'es Bastons (en estudi), i el jaciment situat 50 m al WNW de sa cova de s'Arena, confirmarien aquesta hipòtesi (Figura 4).

### Torre de s'Estellella. Nivell Pleistocè superior +3 m

Aquest dipòsit es troba molt a prop del nivell de +4,5 m descrit per BUTZER i CUERDA (1962b)



Figura 8: La cova Foradada, d'abrasió marina, excavada dins miocè. A una alçada d'uns 5 m té un bufador que dona el nom a la cova (Foto A. Ginard).

*Figure 8: Cova Foradada, a marine erosion cave excavated in Miocene sediments. The name of the cave is due to the blowhole present at a height of 5 m (Photo A. Ginard).*



Figura 9: La cova des Coloms II, la gènesi de la qual podria ser de dissolució i no d'abrasió marina (Foto A. Ginard).

Figure 9: Cova des Coloms II, whose speleogenesis could be caused by dissolution and not by marine erosion (Photo A. Ginard).

i es poden trobar tot una sèrie de comentaris i aclariments a GINARD *et al.*, (2008).

CUERDA (1975) descriu aquest dipòsit quaternari a +3 m, que es troba situat entre la mar i el dipòsit de +4,5 m. Uns llims arenosos cimenten una filera de blocs que es troben paral·lels a la costa, a uns +3 m snm. *Patella ferruginea*, va ser l'únic fòssil bioindicador que es va trobar en aquest dipòsit. L'alçada i la poca presència d'espècies termòfiles va fer que CUERDA (1975) li assignàs una cronologia de l'Eutirrenià final, essent més modern que el nivell de +10,5 m i el de +4,5m. Anys més tard, CUERDA i SACARÉS (1992) assignen una edat neotirreniana a aquest dipòsit. També es fa una assignació al Neotirrenià quan es parla de *P. ferruginea* d'aquest dipòsit a CUERDA (1987), emperò quan es parla a la mateixa obra de *Conus mediterraneus var vayssieri* trobat en aquest dipòsit se li assigna una edat eutirreniana.

MOREY (2008a; 2008b) no aclareixen res al respecte, ja que consideren els jaciments de s'Estelella com una única localitat. A MOREY i CABANELLAS (2007-2008) separen els jaciments, i al de menys alçada li assignen, basant-se en Cuerda (1975), una edat neotirreniana.

Com s'ha comentat abans, hi ha tota una confusió al voltant de la cronologia del jaciment. El nombre de taxons bioindicadors procedents del jaciment, encara que és escàs, havia estat fonamental per poder separar aquest jaciment del proper nivell de +4,5 m on si són abundants els taxons termòfils.

Revisant la col·lecció Vicens-SHNB s'han trobat dos taxons bioindicadors com són *Cantharus viverratus* i *Bursa scrobiculator*. El darrer, segons CUERDA (1987), només s'ha

trobat a les Balears, a l'Eutirrenià. A Mallorca, s'ha citat a jaciments eutirrenians de Palma (CUERDA, 1987), Lluçmajor (CUERDA, 1987; GINARD *et al.*, 2008) i el torrent de son Real (VICENS, 2010). Així el nivell de +3 m comptaria amb quatre tàxons bioindicadors.

Per la posició i context geomorfològic, i per la fauna present creiem que el nivell de +3 m i el de +4,5 m són un mateix jaciment. L'erosió holocena ha fet que un únic jaciment de cronologia eutirreniana (=MIS 5e) hagi quedat fragmentat en dos.

### Cocó de Ca n'Esglesieta

GINARD *et al.* (2008) assenyalaven en aquest indret una petita taca de platja a uns +3 m snm amb fòssils marins molt trencats, per la qual cosa no se'n va poder determinar cap. Aquesta taca es presentava per sobre d'una eolianita presumiblement del Riss. Aquests mateixos autors també citaven *Iberellus companyonii* i *Tudorella ferruginea* a unes bretxes de color vermellós situades entre els blocs del Miocè.

S'ha revisat la col·lecció D. Vicens-SHNB i s'han pogut determinar els següents tàxons procedents d'unes bretxes amb matriu vermellova (7.5YR 6/6) situades a uns +4 m en aquest indret:

*Balanophyllia* sp

*Arca* noae

*Pseudochama* gryphina

*Fissurella* nubècula

*Littorina* neritoides

Vermetidae indet.

*Theridium* rupestre

*Iberellus* companyonia

La majoria dels espècimens es troben en estat fragmentari i no hi ha cap bioindicador. Aquest dipòsit no és una platja, és un dipòsit de vessant que es va originar a prop d'una antiga platja pleistocena o senzillament a prop de la mar.

### Cova Foradada

Aquest jaciment, estudiat per GINARD *et al.* (2008), es troba per sobre de la cova Foradada entre +9 m i +10,5 m snm. Als fòssils citats pels autors abans esmentats, s'hi han d'afegir *Ctena decussata*, *Hyothisa mcgintyi* i *Conus testudinarius*. Els dos darrers es troben en estat fragmentari i són bioindicadors d'una mar més càlida que l'actual. GINARD *et al.* (2008) ja trobaren espècies bioindicadores en aquest jaciment com ara *Barbatia plicata*, *Cardita senegalensis*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Bursa scrobiculator* i *Cantharus viverratus*, per la qual cosa la cronologia era eutirreniana i presumiblement del MIS 5e.

Aquest dipòsit és molt semblant al jaciment eutirrenià de la Torre de s'Estelella de +10,5 m.

### S'Esperó

En aquest indret hi ha una eolianita del Pleistocè superior i en un punt s'han observat arenas cimentades amb fauna marina (amb una superfície decimètrica). A l'eolianita s'ha observat la presència de *Xerocrassa frater* i *Iberellus companyonii*. A les arenas cimentades s'ha observat:

*Monodonta turbinata*

*Cantharus viverratus?*

*Conus mediterraneus*

Els fòssils es troben en molt mal estat. Hi ha un fragment de gastropoda que pot ser de *Cantharus viverratus*, emperò no es pot assegurar.

### Jaciment a 50 m al WNW de la Cova de s'Arena

Es tracta d'un jaciment molt interessant ja que per la seva situació, alçada entre 0 i +3 m, i context geomorfològic reforça la hipòtesi de que els jaciments amb fòssils marins del Pleistocè superior propers, situats a cotes més elevades (+6 a la Punta de na Blanca, +9 a la cova Foradada, +10,5 a s'Estelella), han estat generats per l'acció dels temporals.

El dipòsit consisteix en arenas de platja cimentades, blocs i fòssils marins. S'ha pogut observar la presència de:

*Arca noae*

*Theridium vulgatum*

*Trunculariopsis trunculus*

*Thais haemastoma*

*Cantharus viverratus*

*Conus mediterraneus*

La platja quaternària es troba dins un petit entrant costaner on hi ha evidències d'erosió anterior a la deposició de la platja. També hi ha una marmita de gegant a una plataforma d'abrasió situada a +1,2 m (Figura 4).

No es descarta la idea de que la marmita sigui antiga, d'un estadi alt de la mar del Pleistocè superior. A l'actualitat, només quan hi ha un fort temporal es posa en funcionament.

Tots els indicis indiquen que ens trobam davant d'una cova d'abrasió marina molt evolucionada i que aquesta es troba

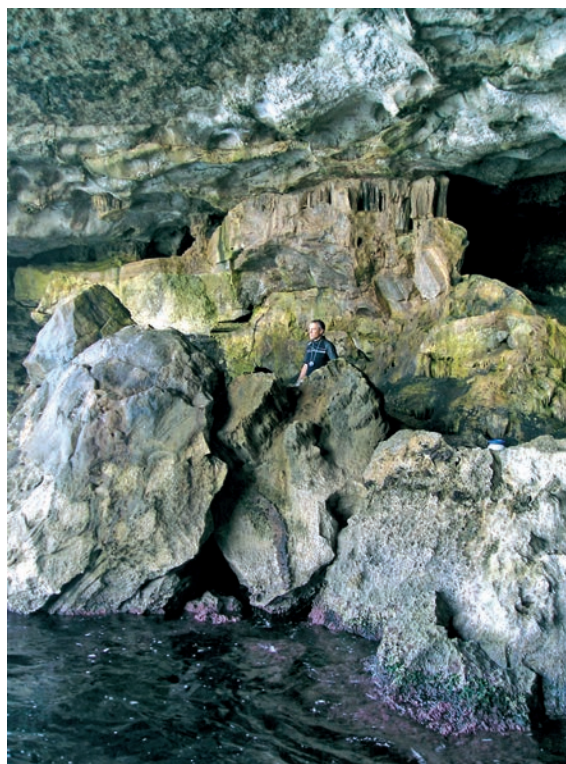


Figura 10: Massís estalagmític erosionat per l'abrasió marina a la cova des Coloms II. El sòtil presenta cúpules de dissolució (Foto D. Vicens).

Figure 10: Stalagmitic massif eroded by marine erosion observed in Cova des Coloms II. The ceiling displays solutional cupolas (Photo D. Vicens).



Figura 11: Entrada al túnel al fons de la balma, a la cova des Cap (Foto A. Ginard).

Figure 11: Entrance to the tunnel located at the bottom of the rock shelter, in Cova des Cap (Photo A. Ginard).

emmascarada pels dipòsits quaternaris adossats.

Els escassos fòssils observats indiquen un ambient litoral de fons rocós. Tots viuen al Mediterrani a l'actualitat a excepció de *Cantharus viverratus*, fòssil bioindicador del Pleistocè superior de les Illes Balears (CUERDA, 1987; VICENS *et al.*, 2012).

Pel context geomorfològic i pels fòssils presents no hi ha dubte que és un dipòsit del darrer interglacial, el MIS 5, però no podem precisar si és del MIS 5e o del MIS 5a.

## Jaciments de cronologia imprecisa

### Cova de na Blanca

Per sobre dels blocs i també entre blocs, a una profunditat de -0,5m, es varen localitzar restes d'un dipòsit arenós mig cimentat amb fragments de mol·luscs marins com ara *Barbatia barbata*, *Clamys* sp, *Spondylus gaederopus*, *Patella* sp i *Columbella rústica*. Cap dels tàxons és un bioindicador i tots viuen actualment al Mediterrani, per la qual cosa és difícil precisar si es tracta d'un dipòsit del Pleistocè superior o de l'Holocè.

## Sistemàtica

En aquest apartat es dóna informació addicional sobre dos gastropoda i un malacostraca procedents de jaciments quaternaris de la zona d'estudi.

Per a la sistemàtica i denominació dels tàxons s'ha seguit la *Checklist of European Marine Mollusca* (CLEMAM).

## MOLLUSCA GASTROPODA

CAENOGASTROPODA Cox, 1959

CERITHIOIDEA Fleming, 1822

Potamides Brongniart, 1810

**Potamides conicus (de Brainville, 1829)**

Material: 1 exemplar procedent de cala en Moix, col. Cuerda-SHNB; 1 exemplar fragmentat procedent de cala en Moix, col. Vicens-SHNB. Cronologia: Pleistocè mitjà.

Closca de forma cònica-allargada amb unes 15 voltes quasi planes i que presenten tres cordons granulosos alineats. La seva mida oscil·la entre els 15 i 20 mm d'alçada i entre el 6 i 8 mm d'amplada (CUERDA, 1987).

És una espècie que pot viure a basses o llacunes litorals amb poca comunicació amb la mar, on la salinitat és elevada.

A Alacant, CUERDA i SANJAUME (1978) troben a un dipòsit del Neotirrenià, *Potamides conicus* associada amb *Cerastoderma glaucum* de mida petita, pròpia d'ambients molt salins.

En el Pleistocè de les Illes Balears s'havia trobat únicament al jaciment Neotirrenià (=MIS 5a) de Magalluf (CUERDA 1975; 1987).

En Joan Cuerda, no l'havia citat al Pleistocè mitjà de s'Estellella, emperò tenia espècimens procedents d'aquesta zona a la seva col·lecció no catalogada (Figura 5). A la col·lecció D. Vicens-SHNB també s'ha trobat.

Els fragments de *Cerastoderma glaucum* que acompanyen a *P. conicus*, del dipòsit de s'Estellella, són d'espècimens de mida petita, la qual cosa fa pensar en l'existència de llacunes o bassots amb una elevada salinitat al Pleistocè mitjà.

HETEROBRANCHIA Gray, 1840

PULMONATA Cuvier, 1817

ELLOBIOIDEA Pfeiffer, 1854

Ovatella Bivona Ant., 1832

**Ovatella firminii (Payraudeau, 1826)**

Material: 1 exemplar procedent de la cova de ses Aranyes (cala en Paiàs). Col. Vicens-SHNB. Cronologia: probablement del MIS 5a.

La closca és oval-fusiforme i té entre 7 i 9 voltes d'espira; un màxim de 13 mm d'alçada i 6 mm de diàmetre. Presenta dos plec parietals desiguals, profunds, i un plec columelar més petit i oblic (MARTÍNEZ-ORTI, 2009). L'obertura

de la closca presenta, segons GASULL (1965), el periostoma tallant i reforçat per dintre, armat de 5 plecsc: 2 paletals, 1 columelar i 2 parietals un poc enfonsats. Les voltes són molt planes, de sutura lineal. La darrera volta és un poc inflada, ventruda, i l'apertura és allargada, de menys de la meitat de l'alçada de la closca.

MARTÍNEZ-ORTI (2009) remarca que aquesta espècie pel seu caràcter amfibi, tant està citada a llistats de mol·luscs continentals, com a llistats de mol·luscs marins. És una espècie que en l'actualitat viu a les costes mediterrànies, emperò també s'ha citat a les atlàntiques properes al Mediterrani.

Segons GASULL (1965) és una espècie molt generalitzada a totes les voreres del Mediterrani, pròpia del seu clima temperat i sec i gairebé sempre localitzada a les voreres de la mar. A les Balears, *Ovatella firminii* es troba a maresmes, que són zones planes a prop de la mar i de vegades negades pels temporals, per la qual cosa presenten una elevada salinitat i una flora halòfila. Aquest mol·lusc es troba al peu de les plantes o davall de les pedres. *Ovatella myosotis*, i *Ovatella bidentata* també es poden trobar en aquest ambient.

A les Illes Balears, és la primera vegada que aquest tàxon es troba fòssil. CUERDA (1987) havia citat fòssil *Ovatella bidentata* i *O. myosotis* al Neotirrenià d'uns quants jaciments mallorquins. Aquestes espècies es caracteritzen per poder viure a la zona supralitoral, on hi ha restes de vegetals marins i en basses litorals i salobrans.

A l'inici dels anys 60 del segle passat, només es coneixien a les Illes Balears dues cites actuals de l'espècie *O. firminii*, ambdues a Menorca (GASULL, 1965). La seva presència a Mallorca

es va confirmar poc després per GASULL (1969) i anys més tard per FORÉS (1984). BECKMANN (2007) la cita a Menorca i Mallorca.

MARTÍNEZ-ORTI (2009) cita viva *O. firminii* al litoral d'Alacant, a la zona supralitoral, entre les roques on s'acumulen detritus de vegetació marina, i convivint amb *Littorina neritoides* i *Littorina punctata*.

## MALACOSTRACA DECAPODA

XANTHIDAE MacLeay, 1838

*Xantho* Leach, 1814

*Xantho incisus* Leach, 1814

Material: 1 fragment del lòbul supra-branquial, procedent de la cova de ses Aranyes (cala en Paiàs). Col. Vicens-SHNB. Cronologia: probablement del MIS 5a.

A molts dels jaciments del Pleistocè superior de les Balears s'ha citat la presència de crancs, emperò a molts d'ells ni tal sols a nivell genèric. Així, és molt freqüent citar la presència de quelípodes de braquiürs a jaciments pleistocens; aquest és el cas de Sa Tanca de sa Torre II (CUERDA *et al.*, 1989-90) o les cites de crustacea indeterminat a VICENS (2008). També hi ha cites a nivell genèric; s'ha citat *Xantho* sp al jaciment del Pleistocè superior de Son Real (CUERDA *et al.*, 1991). I a nivell específic s'ha citat *Eriphia verrucosa* (CUERDA, 1957), *Ocypode cursor* (VIA, 1966) i *Xantho poresa* (CUERDA i GALIANA, 1976).

Actualment, es poden trobar vius a les Balears tres crancs del gènere *Xantho*, dos dels quals viuen a poca fondària, a uns 15 m de profunditat màxima. És el cas de *X. poresa* i de *X. incisus* (GARCIA, 2007).

Figura 12: Les grans possessions, com ara s'Estelella, solien tenir un lloc per a llançar-hi el bestiar mort. A s'Estelella, aquest lloc té un nom molt aclaridor, Ses Bistis Mortes (Foto A. Ginard).

Figure 12: Large farmhouses, as S'Estelella, used to have a place for dead animal disposal. At S'Estelella, this place has a self-explanatory name, Ses Bistis Mortes (The Dead Livestock) (Photo A. Ginard).



*Xantho incisus* és la primera vegada que se cita fòssil al Quaternari de les Illes Balears.

## Descripció de les cavitats

Les coordenades UTM s'han calculat utilitzant el visor del sistema d'informació geogràfica de parcel·les agrícoles (SIGPAC) (<http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>) i s'ha fet servir el DATUM ED50.

### COVA DES MOLLET DES CANONS

**Coordenades UTM (ED50): 493801 / 4357262**

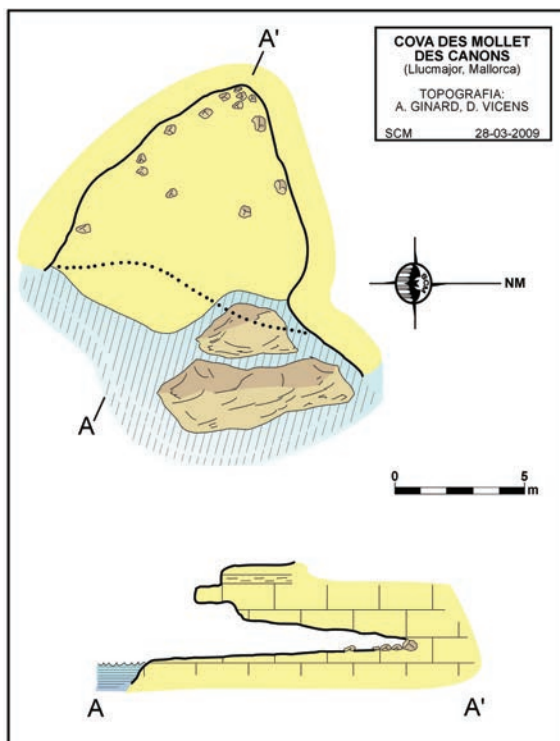
Cova situada al litoral de Son Bieló, a prop del mollet des Canons i just al costat de la cova des Ribell. En aquest lloc, la costa és molt baixa (d'1 a 2 m), i la cova es troba arran de la mar. És una cova d'abrasió marina, de dimensions discretes (9 x 8 m) i una alçada de 2 m. En aquesta zona, coneguda com es Racó des Llobets, són notables els bancs de motlles d'arrels fòssils (rizoconcrecions) (CUERDA i SACARÉS, 1992).

Ha estat anomenada cova des Mollet des Canons perquè es troba just devora un mur construït sobre la penya, al costat mateix de la mar, adaptat a les sinuositats, destruït



Figura 13: Tasques de mesura, a prop de s'Esperó (Foto D. Vicens).

Figure 13: Measurement tasks, close to S'Esperó (Photo D. Vicens).



parcialment per l'onatge, anomenat es mollet des Canons. El pla superior del mur, a nivell, es troba a 2,30 m sobre la mar. Algunes irregularitats de la topografia fa que a uns llocs sigui més alt o més baix. L'alçada màxima és d'1,70 m. El mur fou construït vers 1949-1950 per a desembarcar-hi, primer, dos canons i, després, un tercer, procedents del vaixell Rei Jaume I (el veritable nom, tanmateix, deu ser en castellà), enfonsat a Cartagena. Els informants solen donar xifres sobre el pes que mai no coincideixen. El destí d'aquestes peces d'artilleria era el fort conegut militarment amb el nom de *punta Llobera*, deformació del nom d'una pesquera des Cap Roig (AGUILÓ, 1996).

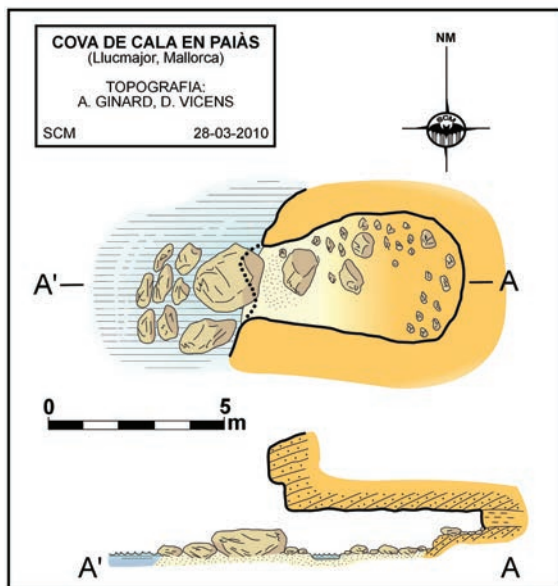
### COVA DE CALA EN PAIÀS

**Coordenades UTM (ED50): 492197 / 4356460**

Petita cova d'abrasió marina, excavada dins eolianites, de 6 x 3,5 m i una alçada aproximada d'1 m, situada a cala en Paiàs, a prop de la cova de ses Aranyes.

La cova es localitza a cala en Paiàs (Figura 6), caleta amb les riberes de marès, aixecades entre 2 i 4 m. La caleta no té platja, però la mar hi sol amuntegar serres d'alga que tradicionalment eren aprofitades per a adobar les terres de conreu. És estesa la creença que el nom de la cala fou motivat per l'alga que s'hi acaramulla, la qual cosa no es pot assegurar que sigui només una falsa etimologia popular (AGUILÓ, 1996).



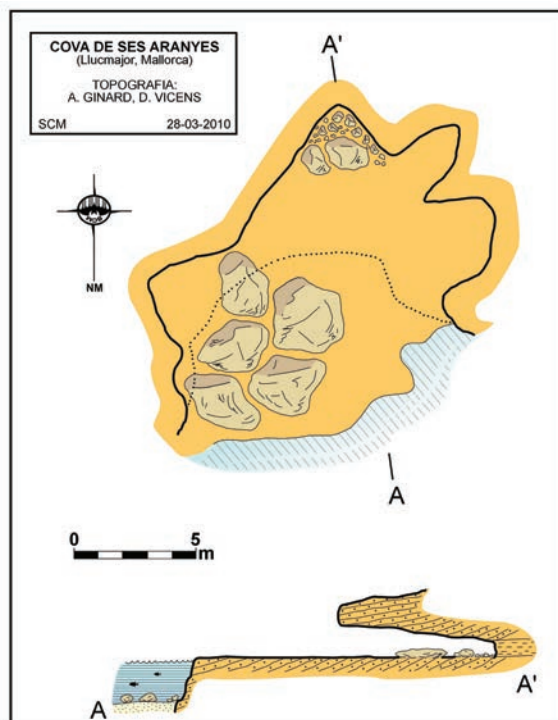


### COVA DE SES ARANYES

**Coordenades UTM (ED50): 492223 / 4356479**

Cova d'abrasió marina, situada dins les eolianites de cala en Paiàs. La cova fa uns 15 x 6 m i una alçada d'1 m aproximadament; es troba molt crivellada i fins i tot esbucada en alguns llocs. S'hi va localitzar un cranc fòssil, *Xantho incisus* (vid. apartat de sistemàtica).

El nom de la cova era conegut per alguns veïnats de s'Estanyol. La gran quantitat d'aranyes (*Araneae*) que s'hi poden trobar dona fe del nom de la cova.



### COVA DE NA VENTURERA

**Coordenades UTM (ED50): 491586 / 4356717**

La cova es pot localitzar a prop de la cova de sa Torre. És de dimensions discretes (14 x 5 m) i té una alçada de 4 m sobre el nivell de la mar i 2,5 m de fondària d'aigua.

El nom de la cova s'ha agafat d'una pesquera, anomenada na Venturera, que es troba a prop de la cova. Aquesta pesquera de na Venturera era molt apreciada per les seves bones condicions (AGUILÓ, 1996).

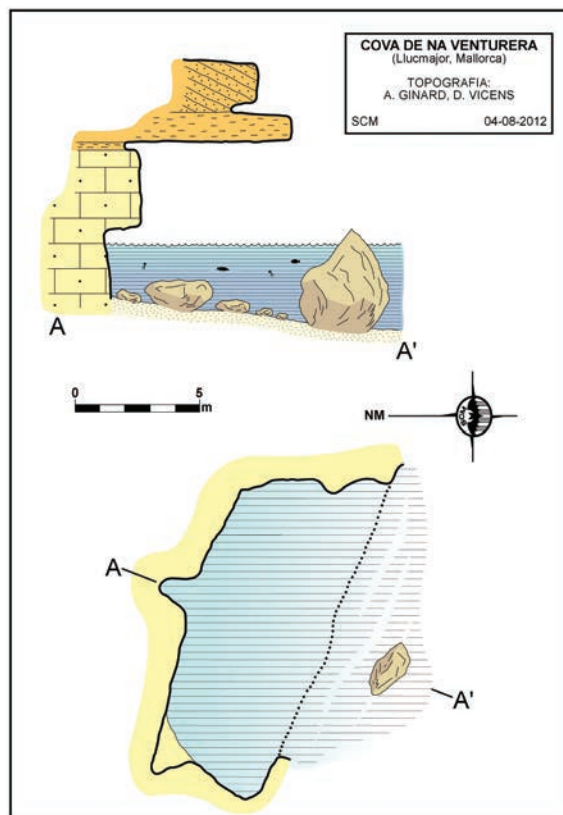


Figura 14: Eolianita del Pleistocè superior (centre-esquerre) adossada a materials del Miocè i Pliocè, a la cova de s'Esperó III (Foto A. Ginard).

Figure 14: Upper Pleistocene aeolianite (centre-left) attached to Miocene and Pliocene materials, at Cova de s'Esperó III (Photo A. Ginard).

## COVA DE NA BLANCA

**Coordenades UTM (ED50): 491194/ 4357044**

Cova d'abrasió marina, excavada en el penya-segat, dins materials del Miocè. La boca té una amplada considerable, de 16 m i una alçada màxima d'aproximadament 3 m sobre la mar i 2 m de fondària d'aigua. La cova s'endinsa fins als 24 m. L'embat de mar hi bat amb força, la qual cosa dificulta força les tasques de topografia.

A la cova, s'hi han localitzat 2 dents de *Sparus* sp., dins el Miocè. A més, s'han localitzat fragments de mol·luscs marins a un reduït dipòsit arenós cimentat. La cronologia d'aquest dipòsit és dubtosa i tant pot ser del Pleistocè superior com de l'Holocè.

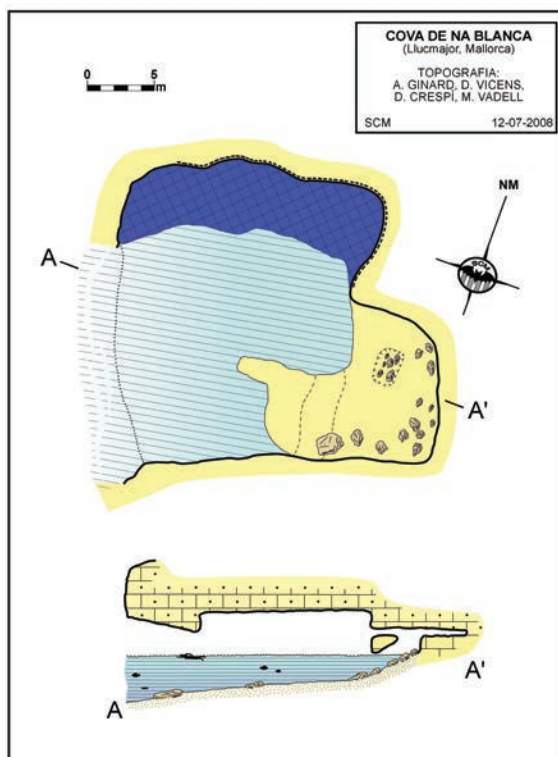
No tenim constància de cap nom conegut per aquesta cova; el nom de cova de na Blanca és perquè es troba situada a la vora de na Blanca que és el nom d'una pesquera, el nom de la qual ve motivat per la constitució del fons marí que és d'arena. Alguns informants situen



Figura 15: Tub de dissolució dins materials del Miocè, a la cova de s'Enterrossai (Foto A. Ginard).

Figure 15: Solutional tube in Miocene sediments, at Cova de s'Enterrossai (Photo A. Ginard).

aquesta pesquera vora el torrent des Moix, cap a sa punta des Coconar. Hi ha gent que empr aquest nom per designar el caló on es troba situada la pesquera. Hom pot dir que el topònim ha sofert una intensa dispersió (AGUILÓ, 1996).



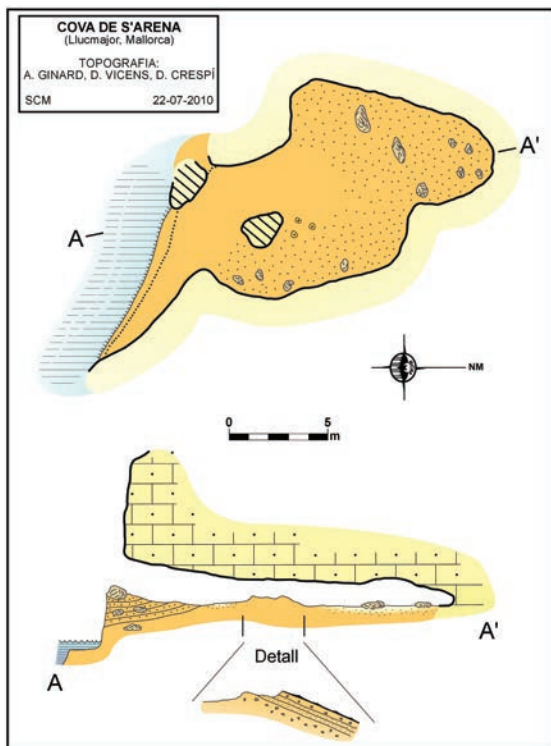
## COVA DE S'ARENA

**Coordenades UTM (ED50): 491160/ 4357093**

Cova que es troba situada entre la cova de na Blanca i la cova des Coloms I. És una cova d'abrasió marina, tapada per una duna adossada. A l'interior, a una duna (de 20 a 30 cm de gruixa) situada a sobre d'una bretxa de la cova de 60 cm de gruixa, s'hi han identificat els fòssils *Iberellus companyoni* i *Tudorella ferruginea* de cronologia probablement del Pleistocè superior. L'alçada de la cova no arriba en cap cas als 2 m, s'endinsa fins als 18 m i l'amplada assoleix en alguns llocs els 10 m aproximadament. Dins la cova, es poden localitzar restes de colada.

Al sòtil de la cova, es poden veure les perforacions de litòfags pliocens efectuades inicialment sobre uns materials del Miocè, i reomplides per arenès pliocenes (Figura 7). Els materials subjacents del Miocè han desaparegut a conseqüència de l'abrasió marina.

És una cova de nom desconegut; el nom de cova de s'Arena és per la quantitat d'arena (entre 20 i 30 cm de gruixa) que es pot trobar-hi a l'interior de la cavitat.

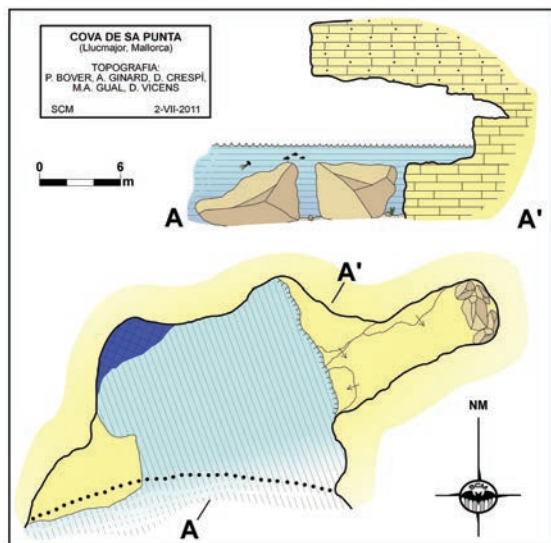


### COVA DE SA PUNTA

**Coordenades UTM (ED50): 490871 / 4357083**

Cova d'abrasió marina de dimensions discretes, de 30 m en direcció NE-SO i 14 m en direcció N-S. A la part SO de la cova s'observa una galeria per sobre del nivell de la mar, d'uns 15 m de llargària per 4 m d'amplada en direcció NE-SO.

El nom de la cova l'ha agafat perquè es troba situada a sa punta de sa Cova des Coloms, que és plana i neta de vegetació. El nom, de sa punta de sa Cova des Coloms, no gens popular, és degut al veïnatge de la cova des Coloms (AGUILÓ, 1996).



### COVA FORADADA

**Coordenades UTM (ED50): 490819 / 4357102**

Cova situada en el litoral de s'Estelella. És una cova d'abrasió marina, excavada dins Miocè, amb una boca considerable de 17 m d'amplada aproximadament i s'endinsa uns 15 m aproximadament. La cova té una alçada d'uns 5 m sobre la mar i 4 m de fondària d'aigua. Té un bufador, que dona el nom a la cova, des del qual no s'hi pot accedir i s'hi ha d'entrar des de la mar (Figura 8).

Nom conegut del litoral de s'Estelella. És una cova marina amb sortida a la part alta de la plataforma miocènica per un forat d'uns 5 m per 3 m. El pont que forma l'obertura superior està molt crivellat a causa dels temporals (AGUILÓ, 1996).

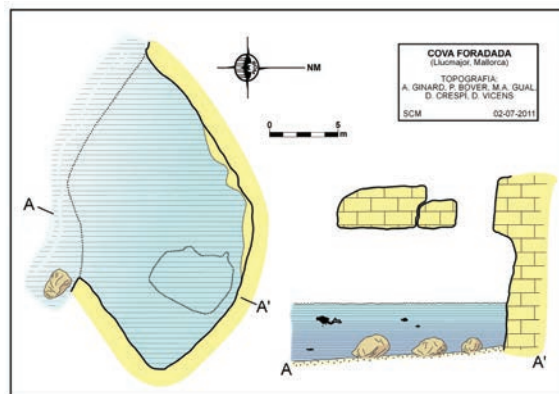


Figura 16: Penya-segats des de s'Enterrossai fins a sa Torre de s'Estelella, al litoral de s'Estelella (Llucmajor), zona en què es poden veure una gran quantitat de roques caigudes (Foto D. Vicens).

Figure 16: View of the cliffs from S'Enterrossai to Sa Torre de S'Estelella, at the coast of S'Estelella (Llucmajor), where a large amount of fallen rocks can be observed (Photo D. Vicens).

**COVA DES COLOMS II**

**Coordenades UTM (ED50): 490731 / 4357201**

Cova que es troba en el litoral de s'Estelella. La gènesi d'aquesta cova podria ser de dissolució i no d'abrasió marina com és el cas de la resta de coves d'aquest treball (Figura 9). A la part de dalt de la cavitat s'hi poden localitzar possibles cúpules de dissolució (Figura 10), per la qual cosa podria tractar-se d'una captura càrstico-marina.

L'entrada de la cavitat és d'uns 16 m aproximadament, s'endinsa fins als 11 m i té una alçada d'uns 3 m sobre la mar i 1 m de fondària d'aigua. La cova no es gaire fonda i s'hi ha d'accedir amb una barca.

En el litoral de Lluçmajor es repeteix sovint el nom de cova des Coloms; en particular a s'Estelella es repeteix el topònim en dues ocasions. Emperò, aquest nom no té la popularitat de l'altra Cova des Coloms (AGUILÓ, 1996). A la zona de dalt, hi ha

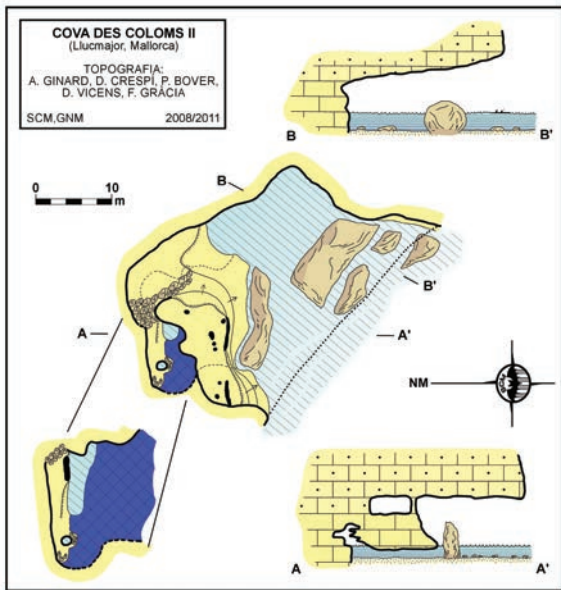


Figura 17: Sa Panada, constituïda per materials miocens i pliocens del penya-segat proper (Foto A. Ginard).

Figure 17: Sa Panada, constituted of Miocene and Pliocene materials coming from the surrounding cliffs (Photo A. Ginard).

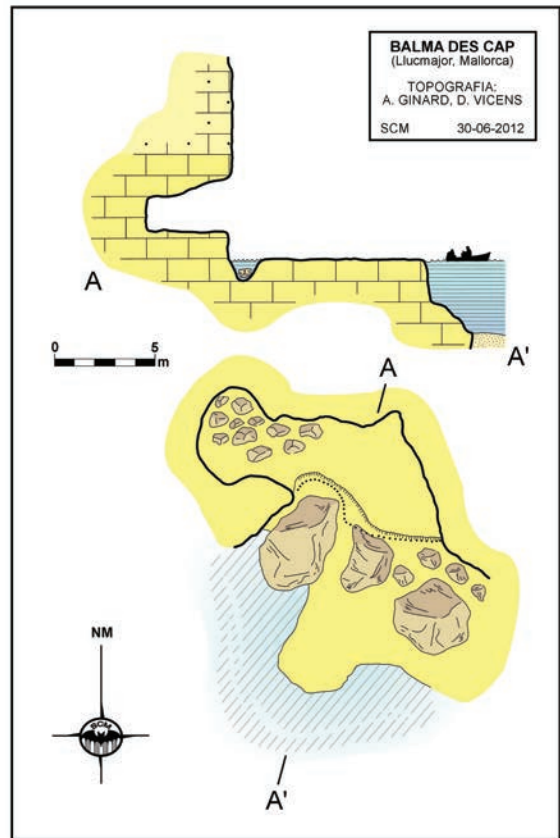
una quantitat ingent de coloms que justifiquen totalment el nom de la cavitat, com a conseqüència d'això, la cova és troba completament coberta per una capa d'excrements que li confereixen l'aspecte d'un autèntic colomer. A la zona de baix, a través de blocs es pot accedir a una petita sala, sense continuació.

**BALMA DES CAP**

**Coordenades UTM (ED50): 490661 / 4357236**

Balma d'abrasió marina, de dimensions discretes. L'amplada de la balma és d'uns 8 m aproximadament, l'alçada és d'uns 2,5 m i la cavitat s'endinsa fins a 5 m. Just davant la balma hi ha grans blocs caiguts, gairebé com a tot el litoral de s'Estelella.

La cavitat es troba situada en un cap sense nom de s'Estelella, a prop del lloc anomenat ses Bistis Mortes.



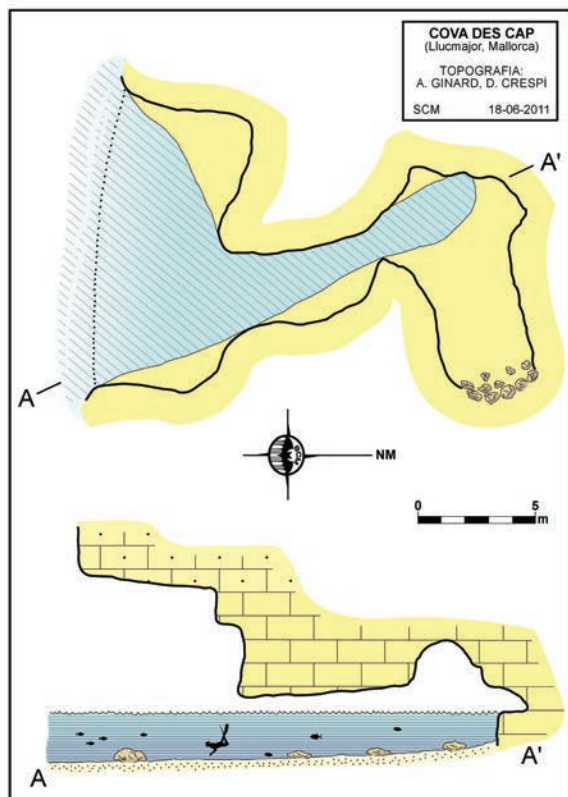
**COVA DES CAP**

**Coordenades UTM (ED50): 490634 / 4357238**

Cova d'abrasió marina, excavada en el Miocè, dins el complex terminal. La cova ha format una balma (13 m d'amplada i una alçada de 6 m sobre el nivell de la mar i 2 m de fondària d'aigua). Al fons de la balma, podem veure una

continuació en forma de túnel (Figura 11) (de 12 m de llargària, alçada aproximada d'1 m sobre la mar i 2 m de fondària d'aigua, i una amplada que varia entre 1 i 3 m). El túnel mor en una petita sala, sense continuació.

La cavitat es troba situada molt a prop d'un cap sense nom de s'Estelella.

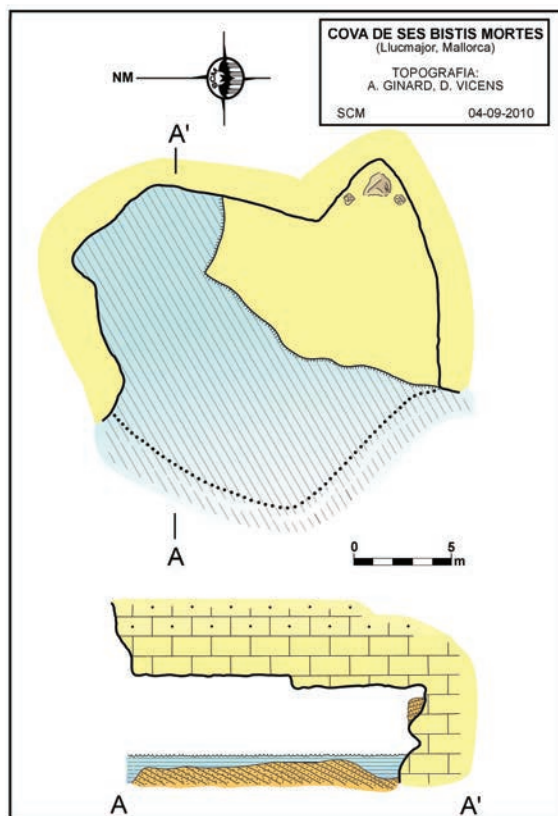


### COVA DE SES BISTIS MORTES

**Coordenades UTM (ED50): 490611 / 4357291**

Cova amb entrada d'una amplada considerable, d'uns 16 m aproximadament, que s'endinsa més de 15 m. La cova té una alçada d'uns 4 m sobre la mar i dins l'aigua hi ha una duna fòssil que fa que hi hagi menys d'1 m d'aigua. També es pot localitzar una altra duna del Pleistocè a la paret de la cova (a una alçada que va des dels 1,7 m fins als 2,7 m sobre la mar).

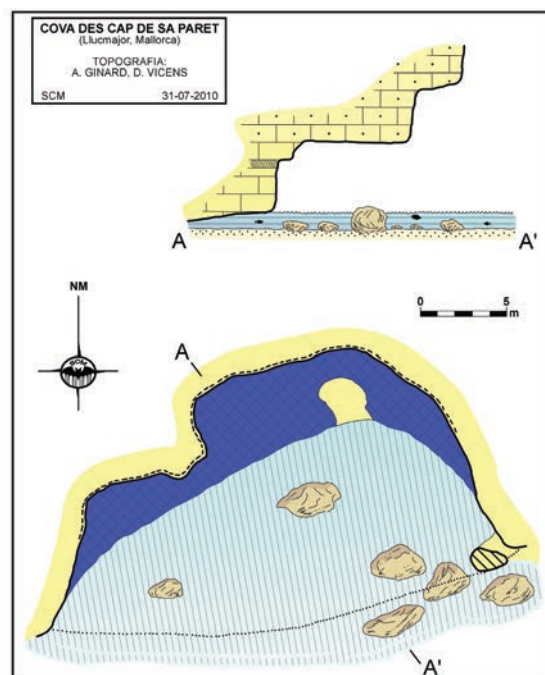
Les grans possessions, com ara s'Estelella, solien tenir un lloc per a llançar-hi el bestiar mort. Les que tenien franja costanera acostumaven de fer-ho al costat mateix de la mar, en un espatat on els cossos dels animals no poguessin caure dins l'aigua. En aquest punt de s'Estelella, anomenat ses Bistis Mortes (Figura 12), hi ha penyes altes amb blocs caiguts que en facilitaven la retenció (AGUILÓ, 1996). La cova es troba situada en aquest punt, d'on agafa el nom.



### COVA DES CAP DE SA PARET

**Coordenades UTM (ED50): 490537 / 4357367**

Cova d'abrasió marina del litoral de s'Estelella, amb una entrada d'uns 27 m d'amplada aproximadament i una alçada de 7,5 m sobre la mar i 1 m de fondària d'aigua. La cova s'endinsa uns 10 m fins arribar a la zona



subaquàtica. A la zona hi ha un arc d'abració marina. Si es fes un tall, de sota a sostre, es podrien trobar: calcàries, margues, calcarenites bioturbades i eolianites.

Se l'hi ha donat el nom de cova des Cap de sa Paret perquè la cova es troba situada en el lloc anomenat es cap de sa Paret, dins la possessió de s'Estelella, lloc que separa es pinar Vei de sa Pleta Gran (AGUILÓ, 1996).

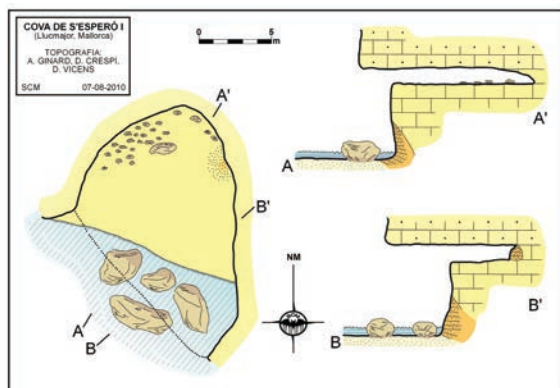
### COVA DE S'ESPERÓ I

**Coordenades UTM (ED50): 490510 / 4357381**

S'Esperó correspon a una duna fòssil dipositada als peus dels penya-segats, que en aquest punt no són excessivament alts. Acaba en una punta que es prolonga dins la mar amb una ampla tenassa. El lloc és accessible (Figura 13). Tota la planura rasa de la plataforma miocènica és socarrada pels vents de ponent, que no hi permeten el més mínim desenvolupament de cap tipus de vegetació arbustiva. Els mariners fan servir aquesta punta de marès com a senya (AGUILÓ, 1996). En ambdós costats de s'Esperó es poden localitzar 3 coves. S'han anomenat cova de s'Esperó cadascuna d'elles i s'han diferenciat amb xifres romanes.

La cova I, d'abració marina, amb una duna fòssil adossada a la qual es pot localitzar *Tudorella ferruginea*. També es poden observar bioturbacions al sòtil. Cal destacar una marmita de gegant a l'entrada de la cova.

La cova té una amplada d'uns 14 m i una alçada de gairebé 6 m sobre la mar, punt en què només hi ha mig metre d'aigua. La balma d'entrada, s'endinsa fins a 5 m en el lloc més llarg i aproximadament a uns 5 m d'alçada es forma un penya-segat a la paret i la cova es torna a endinsar uns 10 m més (alçada d'1 m).

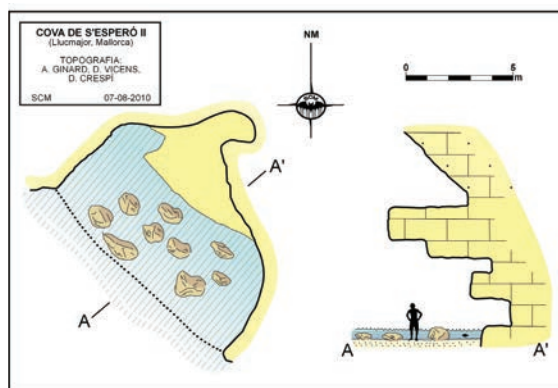


### COVA DE S'ESPERÓ II

**Coordenades UTM (ED50): 490478 / 4357413**

És una cova d'abració marina que es troba just devora s'Esperó. Les seves dimensions són

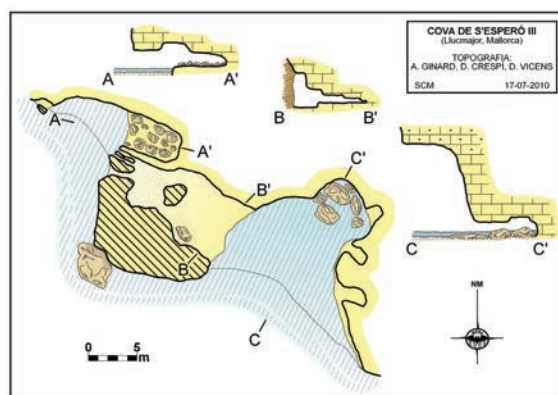
discretes: l'amplada de la balma és d'uns 11 m i una alçada de 4 m sobre la mar i mig metre d'aigua; s'endinsa fins als 9 m en el punt més pregon. La justificació del topònim es pot veure a l'apartat de descripció de la cova de s'Esperó I.



### COVA DE S'ESPERÓ III

**Coordenades UTM (ED50): 490456 / 4357426**

Cavitat d'abració marina, és la cavitat més de gran de la zona de s'Esperó. Està formada per dues balmes comunicades. La balma de llevant té una amplada d'uns 19 m i s'endinsa uns 12 m, l'alçada és d'1 m aproximadament sobre la mar i mig metre d'aigua pràcticament



a tota la balma. La balma de ponent, d'uns 8 m d'amplada, té una alçada de 1,5 m sobre la mar i uns 40 cm d'aigua i s'endinsa uns 10 m. La zona que comunica ambdues balmes està tapada a l'exterior per una duna fòssil adossada que evita que tota la cavitat sigui una sola balma (Figura 14). La justificació del topònim es pot veure a l'apartat de descripció de la cova de s'Esperó I.

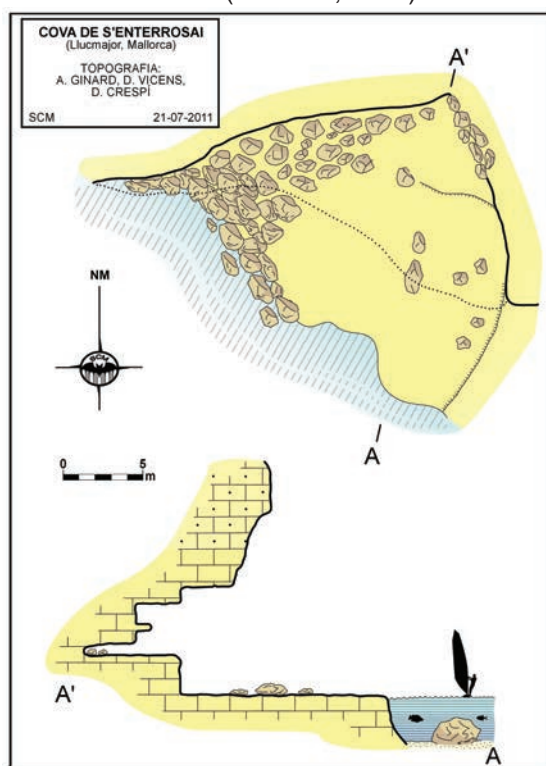
### COVA DE S'ENTERROSSAI

**Coordenades UTM (ED50): 490155 / 4357555**

Cova amb una boca de dimensions considerables (25 x 7 m) i 10 m aproximadament de fons. A un costat de la cova, s'hi poden

observar 2 tubs de dissolució d'unes dimensions aproximades de 0,7 m d'alçada per 0,8 m d'amplada i 3,2 m de fons (Figura 15).

El nom se li ha donat perquè es troba situada a s'Enterrossai, nom d'una zona afectada per uns grans enderrocaments de les penyes. Hi ha uns caramulls de pedres disforjes. Alguns informants desplacen aquest nom cap el debaixador; d'altres ho fan cap a la raconada que fa partió entre s'Estelella i es Pas (AGUILÓ, 1996).



### COVA DE SA PANADA

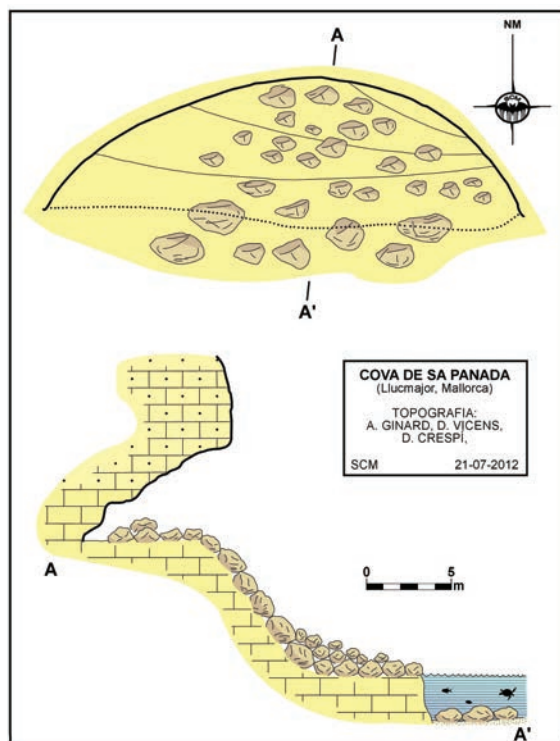
**Coordenades UTM (ED50): 490077 / 4357578**

Cova situada a uns 8 m sobre la mar, de dimensions considerables (28 m d'amplada per 5 m d'alçada i gairebé 9 m de llarg). Es troba a la zona de s'Enterrossai, i com a tota la zona, a la cova també hi trobam una gran quantitat de roques caigudes (Figura 16).

S'ha designat a la cova amb el nom de sa Panada perquè es troba just devora la roca més grossa de s'Enterrossai, nom d'origen metafòric pel fet que, de dins la mar, sembla el pastís mallorquí típic de les festes de Pasqua. Aquesta roca, deu tenir uns 10 m d'alçada i el damunt és ben pla (Figura 17) (AGUILÓ, 1996).

### Agraïments

Volem agrair a Antònia Uguet la col·laboració en les tasques de disseny digital, a l'hora de representar les topografies de les cavitats.



### Bibliografia

- AGUILÓ, C. (1996): *La toponímia de la costa de Lluchmajor*. Institut d'Estudis Catalans. Treball de l'Oficina d'Onomàstica II: 1-184.
- BALAGUER, P. (2007): Inventari quantitatiu de les costes rocoses de Mallorca. In: PONS, G. X. i VICENS, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 201-230.
- BECKMANN, K.H. (2007): *Die Land- und Süßwassermollusken der Balarischen Inseln*. ConchBooks. Hackenheim. 255 pp.
- BUTZER, K.W. (1962) Coastal geomorphology of Majorca. *Annals of Assoc. American Geographers*, 52 (2): 191 - 212.
- BUTZER, K. W. i CUERDA, J. (1960): Nota preliminar sobre la estratigrafia y la paleontología del Cuaternario marino del Sur y S.E. de la isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 6: 9-29.
- BUTZER, K. W. i CUERDA, J. (1962a): Coastal stratigraphy of Southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. *Journal of Geol.*, 70,4: 398-416.
- BUTZER, K. W. i CUERDA, J. (1962b): Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. *Notas y Comunicaciones Inst. Geol. Min.*, 67: 25-70.
- COHEN, K. M.; FINNEY, S. C.; GIBBARD, P. L. i FAN, J. X. (2013): *The ICS International Chronostratigraphic Chart*. Episodes, 36: 199-204.
- CLEMAM – Checklist of European Marine Mollusca – Base de données scientifiques publique, consultée le 10-03-2014, hébergée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (M.N.H.N.), Paris, à: <http://www.mnhn.fr/biotaxis/clemam>
- CRABTREE, K.; CUERDA, J.; OSMASTON, A. H. & ROSE, J. (1978): *The Quaternary of Mallorca*. Quaternary Research Association. Field meeting guide. 114 pp.
- CUERDA, J. (1957): Fauna marina del Tirreniense de la Bahía de Palma (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 3-76.
- CUERDA, J. (1975): *Los Tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Est. Bal. Palma. 304 pp.
- CUERDA, J. (1987): *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". Palma. 420 pp.
- CUERDA, J. i GALIANA, R. (1976): Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la costa Norte de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears.*, 21: 115-124.
- CUERDA, J. i SACARÉS, J. (1966): Nueva contribución al estudio del Pleistoceno marino del término de Lluchmajor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears.*, 12: 63-99.

- CUERDA, J. i SACARÉS, J. (1992): *El Quaternari al Migjorn de Mallorca*. Conselleria de Cultura Educació i Esports. Govern Balear. Palma. 130 pp.
- CUERDA, J. i SANJAUME, E. (1978): Datos paleontológicos y sedimentológicos del litoral Pleistoceno de Santa Pola. *Cuad. de Geogr.*, 23: 19-62.
- CUERDA, J.; SACARÉS, J. i COLOM, G. (1969): Hallazgo de terrazas pliocénicas marinas en la región de Lluchmayor (Mallorca). *Acta Geol. Hisp.*, 4,2: 35-37.
- CUERDA, J.; GRÀCIA, F. i VICENS, D. (1989-90): Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno superior marino en Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 49-66.
- CUERDA, J.; SOLER, A. i ANTICH, S. (1983): Nuevos yacimientos del Pleistoceno marino de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears.*, 27: 117-125.
- CUERDA, J.; VICENS, D. i GRÀCIA, F. (1991): Malacofauna y estratigrafía del Pleistoceno superior marino de Son Real (Santa Margalida, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 98-108.
- DORALE, J.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GINÉS, À.; TUCCIMEI, P. i PEATE, D.W. (2010): Sea-Level Highstand 81,000 Years Ago in Mallorca. *Science*, 12 february 2010, 327: 860-863.
- ESTEBAN, M. (1979): *Significance of the Upper Miocene coral of the western Mediterranean. Paleogeog. Paleocli. Paleoeco.* 129:169-188.
- FORÉS, M. (1984): Nuevas aportaciones al conocimiento de la fauna malacológica terrestre y de agua dulce de Baleares y Tarragona. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 28: 115-122.
- FORNÓS, J.J. (1983): *Estudi sedimentològic del Miocè Terminal de l'illa de Mallorca*. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona. Inèdit.
- FORNÓS, J.J. i POMAR, L. (1983): Mioceno Superior de Mallorca: Unidad Calizas de Santanyí ("Complejo Terminal"). A: POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J. i RODRIGUEZ-PEREA, A. (Eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca – Menorca)*. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Institut d'Estudis Baleàrics-Universitat de Palma de Mallorca, 177-206.
- GARCIA, L. (2007): *Els crancs de les Balears*. Edicions Documenta Balear. 104 pp.
- GASULL, L. (1965): Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11:7-161.
- GASULL, L. (1969): Adiciones y rectificaciones a la fauna malacológica terrestre y de agua dulce de Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 15: 59-73.
- GINARD, A.; VICENS, D.; CRESPI, D.; VADELL, M.; BOVER, P.; BALAGUER, P. i GRÀCIA, F. (2008): Coves litorals, geomorfologia i jaciments del Quaternari de la Marina de Llucmajor. Zona 1: la franja costanera entre es Racó des Lobets i cala Esglesieta (1a part). Llucmajor, Illa de Mallorca. *Endins*, 32: 81-104
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi doctoral. Inèdit. Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs.
- GÓMEZ-PUJOL, L.; BALAGUER, P. i FORNÓS, J.J. (2007): El litoral de Mallorca: síntesis geomòrfica. A: FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. y GÓMEZ-PUJOL, L. (eds.) *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 15: 39-59.
- GRÀCIA, F. i VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: FORNÓS, J. J. (ED.). *Aspectes Geològics de les Balears*. Universitat de les illes Balears: 307-329.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. i WATKINSON, P. (2001): Evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí. In: PONS, G. X. i GUIJARRO, A. (Eds.). *El canvi climàtic: passat, present i futur*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 9: 91-119.
- HEARTY, P. (1987): New Data on the Pleistocene of Mallorca. *Quaternary Science Reviews*, 6: 245-257.
- MARTÍNEZ-ORTI, A. (2009): Sobre la presencia de *Ovatella (Ovatella) firminii* (Payraudeau, 1826) (Gastropoda, Ellobiidae) en la Comunidad Valenciana. *Noticario SEM*, 52: 44-47.
- MAS, G.; FORNÓS, J.J. i LÓPEZ, B. (2013): Revisió de la sèrie neògena de la zona de cala Pi-Vallgornera-es Pas (Llucmajor, Mallorca). In: PONS, G. X.; GINARD, A. i VICENS, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 114-116.
- MOREY, B. (2008a): *El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca*. *Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i conservació*. Memòria d'Investigació. Universitat de les Illes Balears. Dep. Ciències de la Terra. Inèdit. 288 pp.
- MOREY, B. (2008b): El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i propostes per a la gestió i conservació. *Boll. Soc. His. Nat. Balears*, 51: 227-258.
- MOREY, B. i CABANELLAS, M. (2007-2008): Los yacimientos del Pleistoceno marino mallorquin como puntos de control del litoral (estado en que se encuentran y factores que provocan su destrucción). *Territoris*, 7: 69-86.
- MUHS, D.R.; BUDAHN, J.; AVILA, A.; SKIPP, G.; FREEMAN, J. i PATTERSON, D. (2010): The role of African dust in the formation of Quaternary soils on Mallorca, Spain and implications for the genesis of Red Mediterranean soils. *Quaternary Science Reviews*, 29: 2518-2543.
- NIELSEN, K.A.; CLEMMENSEN, L.B. i FORNÓS, J.J. (2004): Middle Pleistocene magneto-stratigraphy and susceptibility stratigraphy. Data from carbonate aeolian systems, Mallorca, Western Mediterranean. *Quaternary Science Reviews*, 23: 1733-1756
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. i BARÓN, A. (1983): La unidad arrecifal del Mioceno superior de Mallorca. A: POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J. i RODRIGUEZ-PEREA, A. (Eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca – Menorca)*. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Institut d'Estudis Baleàrics-Universitat de Palma de Mallorca, 139-175.
- ROIG-MUNAR, F.G.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; VILAPLANA, J.M.; MARTÍN-PRÍETO, J.A.; PONS, G.X.; GELABERT, B. i MIR-GUAL, M. (2013): Presència de blocs acumulats a terrasses i penya-segats marins a les illes de Menorca i Mallorca: tsunamis o tempestes ?. In: PONS, G. X., GINARD, A., i VICENS, D. (edit.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 62-64.
- ROSE, J. (1978): Shorelines at s'Estanyol. In: ROSE (ed.) *The Quaternary of Mallorca*. Quaternary Research Association. Field meeting guide. 82-84.
- ROSSELLÓ, V. M. (1964): *Mallorca. El Sur y Sureste*. Cámara de Comercio y Navegación. 553 pp. Palma.
- ROSSELLÓ, V. M. (1975): El litoral de Mallorca. Assaig de genètica i classificació. *Mayurqa*, 14: 5 -19. Palma de Mallorca.
- SERVERA, J. (1997): *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears. Dep.Ciències de la Terra. Inèdit. 903 pp.
- SOLÉ-SABARIS, L. (1962): Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique. *Quaternaria*, 6: 309-342.
- STEARNS, CH. E. i THURBER, D. L. (1965): Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean littorals. *Quaternaria*, 7: 29-42.
- STEARNS, CH. E. i THURBER, D. L. (1967): Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean and Moroccan littorals. *Prog. Oceanography*, 4: 293-305.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, M.C.; GINÉS, À.; GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. i TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from prehistoric overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50, 1-21.
- VIA, L. (1966): Abundantes restos de *Ocyropa cursor* (Crustáceo decápodo) en el Cuaternario de Mallorca. *Acta Geológica Hispana*, 1: 22-24.
- VICENS, D. (2008): Jaciments del Quaternari amb macrofauna marina al litoral de la badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 71-102.
- VICENS, D. (2010): *El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a la zona Nordoriental de Mallorca (Badia de Pollença i Badia d'Alcúdia)*. Memòria d'investigació, 337 pp. UIB. inèdit.
- VICENS, D. i GRÀCIA, F. (1998): Aspectes paleontològics i estratigràfics del Plistocè superior de Mallorca. In: FORNÓS J.J (ed.). *Aspectes geològics de les Balears*: 191-220. UIB. Palma.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F. i GINÉS, À. (2012): Quaternary beach deposits in Mallorca: paleontological and geomorphological data. In: GINÉS, À.; GINÉS, J.; GOMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. *Mallorca: a Mediterranean Benchmark for Quaternary Studies*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 18: 55-84.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; CRESPI, D. i BALAGUER, P. (2011): Cavitats litorals de gènesi marina a les Illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 133-142.