

EL SISTEMA PIRATA - PONT - PIQUETA (Manacor, Mallorca): GEOMORFOLOGIA, ESPELEOGÈNESI, HIDROLOGIA, SEDIMENTOLOGIA I FAUNA

per Francesc GRÀCIA^{1,2}, Bernat CLAMOR¹, Joan J. FORNÓS², Damià JAUME³ i Mateu FEBRER¹

Resum

Les noves exploracions subaquàtiques han aconseguit connectar les coves del Pirata i la cova del Pont amb la cova de sa Piqueta. També s'han descobert altres galeries i sales importants que situen el recorregut actual en 3020 m, dels quals 1190 m són subaquàtics. L'àrea ocupada per la superfície dels llacs s'estima en 5000 m². La penetració lineal del sistema de coves, perpendicular a la línia de costa, és d'uns 700 m.

La gènesi del sistema Pirata-Pont-Piqueta correspon als processos de dissolució en la zona de mescla d'aigües marines i continentals, on els ulteriors processos d'esfondrament, amb grans acumulacions de blocs, i els recobriments litogenètics configuren quasi totalment el seu aspecte actual. De 8 grans unitats d'esfondrament que es poden individualitzar, 4 d'elles formen les entrades a les cavitats, inclosa la veïna cova des Xots. De l'estudi i interpretació de la topografia replantejada sobre el terreny es dedueix que la depressió situada entre el sistema i la cova des Xots és una dolina d'esfondrament. Presentam també un catàleg de les morfologies de corrosió, localitzades només en algunes de les galeries situades per davall de l'actual nivell freàtic.

El sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta presenta una important acumulació de sediments dins les zones negades. Aquesta sedimentació és caracteritzada per la presència de materials llimosos-argilosos de coloracions marronoses i composició silícica que es relacionen de forma primordial amb les principals entrades per esfondrament; arenes molt fines de composició carbonatada fruit de la decantació i acumulació de calcita flotant al fons dels estanys amb cambra d'aire; i argiles llimoses vermelles corresponents a una etapa anterior de rebliment de la cavitat, probablement el darrer estadi glacial com ho indicaria la presència d'esquerdes de dessecació.

La columna d'aigua del sistema de cavitats presenta quatre masses d'aigua amb característiques ben diferenciades a on s'han enregistrat un total de 10 espècies de crustacis estigobionts. Totes elles són endèmiques de les Gimnèsies, de les quals destaca el copèpode misofrioid *Speleophria gymnesica*, conegut fins a les hores únicament de les coves C i A de Cala Varques (Manacor), i també de la cova des Coll (Felanitx).

Abstract

New underwater explorations have managed to connect Coves del Pirata with two other nearby caves: Cova del Pont and Cova de sa Piqueta. Other important galleries and chambers have also been discovered and the survey length is now 3020 m, of which 1190 m are underwater. The surface area occupied by the subterranean lakes is estimated at some 5000 m². The lineal penetration of the cave system from the coast, perpendicular to the coast line, is some 700 m.

The origin of the Pirata-Pont-Piqueta system corresponds to the mixing processes of continental and marine waters, where the breakdown processes, with large accumulations of blocks, and the speleothems ornamentation make up for almost all the system's current aspect. Of the 8 principal breakdown units which can be identified, 4 of them form the entrances to the caves, including the neighbouring cave known as Cova des Xots. From the study and interpretation of the cave survey projected on detailed maps of the area, it can be deduced that the depression between the system and Cova des Xots is a breakdown doline. We also present a catalogue of the corrosion morphologies, limited to some of the passages below the phreatic level.

The Pirata-Pont-Piqueta cave system has an important accumulation of sediments in its drowned zones. These sediments are characterised by the presence of: 1) silty-clayey materials having a brownish colour and a siliceous composition which are clearly related to the main breakdown entrances; 2), very fine sands with a carbonated composition consequence of the decantation and accumulation of floating calcite at the bottom of the pools with air chambers; 3) and reddish silty-clays that correspond to an early infilling stage of the cave, probably occurred during the last glacial event which should be indicated by the presence of desiccation cracks.

The water column of the cave system has four water masses, with well-marked differences, where a total of 10 species of stygobiont crustaceans have been registered. All of them are endemic to Mallorca and Menorca, of which *Speleophria gymnesica* is worth mentioning, only known up to now in the caves C and A at Cala Varques (Manacor), and also in Cova des Coll (Felanitx).

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

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

3 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats IMEDEA (CSIC-UIB). email: d.jaume@uib.es

Introducció

Les coves del Pirata, la cova des Pont i la cova de sa Piqueta estan situades a la possessió de Can Frasquet, a la marina de Manacor, prop de cala Falcó i allunyades de nuclis habitats. Les dues primeres van esser condicionades parcialment per poder rebre visites turístiques a finals del segle XIX, tot i que un grafit documenta la data de 1614 (PASQUAL i NICOLAU, 2006). Molts són els treballs que fan referència a aquestes cavitats i que han suposat aportacions al seu coneixement, entre ells cal destacar, per ordre cronològic MARTEL (1903), GINÉS i GINÉS (1976), TRIAS i MIR (1977), GARCIA *et al.* (1986) i CLARKE (1990-91). Les cavitats són molt conegudes, tant per la gent de Manacor, com per part dels espeleòlegs, que han fet d'aquestes coves unes "clàssiques". El Grup Nord de Mallorca al llarg dels anys 2005 i 2006 ha fet una revisió de les zones inundades, aportant nous descobriments. Les darreres recerques han suposat 25 dies d'immersions. S'ha pogut realitzar l'estudi interdisciplinari del sistema gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social i Cultural de la Caixa d'Estalvis de les Balears "Sa Nostra", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2006.

La propietat manté un control estricte de les visites, havent-hi barrat les entrades amb un mur d'obra flanquejat per una reixa de ferro amb pany i clau. És del tot necessari per poder visitar la zona i les seves cavitats demanar permís a la propietat. Les cavitats estan situades dins zona ANEI (Àrea Natural d'Especial Interès) ("Cales de Manacor") i tenen la consideració de LIC (Lloc d'Importància Comunitària), a excepció de la cova de sa Piqueta. La cova des Pont a més a més presenta la figura de protecció BIC (Bé d'Interès Cultural).

Història de les exploracions

1897 - Les coves del Pirata són agençades per poder-se visitar, amb motiu de l'Exposició Agrícola i les Fires i Festes de Manacor; fent-se un camí per recórrer la cavitat oferint varis itineraris als visitants.

1901 - Les coves del Pirata i la cova des Pont són visitades per l'explorador francès Edouard Alfred Martel el qual publicà els croquis esquemàtics d'ambdues coves (MARTEL, 1903).

1971 - El Grup Espeleològic EST realitza la topografia de les coves del Pirata (GINÉS i GINÉS, 1976).

1972 - Primera cabussada al llac Gran de les coves del Pirata (Fig. 1).

1971-77 - Topografia detallada de la cova des Pont per part de l'Speleo Club Mallorca (SCM). Amb anterioritat a la topografia es van trobar considerables continuacions, la qual cosa demostra la superficialitat de les exploracions històriques de la cova, que s'aturaren davant l'aigua, deixant verges zones tan importants com el llac Nou, la galeria Myotis i la sala del Tanga. La cova, amb les darreres exploracions, arriba a tenir un desenvolupament de 1075 m, essent així la sisena més

llarga de Mallorca (TRIAS i MIR, 1977).

1982 - El dia 6 de març cinc aficionats a l'espeleologia entren a les coves del Pirata per a explorar llocs desconeguts. Dos d'ells resulten ferits greus en produir-se un desplaçament de blocs.

1986 - Membres de l'Espeleo Club de Gràcia (ECG) de Barcelona, publiquen el descobriment i topografia a les coves del Pirata d'una nova zona descoberta anys abans: la *sala Ignorada* (GARCIA *et al.*, 1986).

1988 - Troballa a la sala del Tanga de la galeria Tancada i la sala Dàmocles per part dels escafandristes gal·lesos del Cwmbran Caving Club (CCC).

1989 - El replantejament de la planta de les cavitats damunt la fotografia aèria promou l'exploració subaquàtica per part de membres del CCC, que permet, mitjançant el forçament d'una estreta galeria inundada, comunicar aquesta cova amb les properes coves del Pirata (CLARKE, 1990-91). Així aquest sistema càrstic totalitza un desenvolupament subterrani que supera els 2025 m.

2002 - Intent frustrat de localització del llac de la cova de sa Piqueta (sala Obstruïda) per poder cabussar, per part de membres del Grup Nord de Mallorca (GNM).

2003 - Segon intent d'accedir al llac de la cova de sa Piqueta per part de vuit espeleòlegs del GNM, EST i GEM. Al llarg de tot un dia es revisa minuciosament tota la cavitat sense èxit. Tenim la seguretat de què s'ha produït una esbaldregada que impedeix entrar a la sala on es troba el llac.

2005 - Exploracions i tasques efectuades pel (GNM) a les cavitats, dels quals detallam només els moments més significatius:

9 - V - 05. Immersió al llac Victòria (cova des Pont) per part de Francesc Gràcia (FG) i Mateu Febrer (MF). Se n'adonen de la presència d'un fil-guia que parteix prop de la base del moll del llac i a través d'una angosta galeria prossegueix en direcció W i segueix obert (galeria Corcada). No hi ha constància documental d'aquesta exploració.

14 - V - 05. Exploració (FG) d'un forat vist per en MF a la part terminal del llac Victòria. Una galeria d'una trentena de metres connecta amb el llac Nou. Des del punt de vista exploratori aquesta descoberta curta és molt engrescadora perquè permet anar des del llac Victòria (d'accés còmode) a d'altres zones aquàtiques de la cavitat sense haver de sortir fora de l'aigua.

9 - VI - 05. Exploració de més d'un centenar de metres a la galeria Corcada a diferents indrets. Amb les noves descobertes hi ha gairebé 200 m de guia que en direcció SW travessa una gran sala aèria (sala dels Caramells), molt engalanada i amb continuacions terrestres i finalitza en un altre esfondrament. MF i FG surten a la cambra terminal per revisar-la. Se n'adonen de que es troben a la sala del Llac de la cova de sa Piqueta (sala Obstruïda), des de la qual no es pot accedir a la resta de la cova per mor d'una esbaldregada recent. També observen, al lloc més elevat i a prop del pas tancat, marques de cremades de carbur a la roca.

11 - VI - 05. BC revisa els llacs de les coves del Pirata. Va enllaçant els successius llacs, sempre voltant l'esfondrament de la sala.

18 - VI - 05. BC intenta forçar sense èxit, un laminador que tal vegada permeti accedir a la sala des



Figura 1: El llac Gran de les coves del Pirata va ésser el primer on es va realitzar una immersió l'any 1972 per part d'espeleòlegs catalans. Tot i la seva espectacularitat, no presenta continuacions d'importància (Foto A. Merino).

Figure 1: The pool called *Llac Gran*, in *Coves del Pirata*, was the first to be explored by Catalan cave-divers in 1972. In spite of its spectacular appearance, no important continuations were found (Photo A. Merino).

Tanga sense haver de sortir fora de l'aigua. Exploració de la sala dels Caramells. FG explora l'extrem de la galeria Myotis i baixa uns 6,5 m, però una estretor l'impossibilita seguir endavant.

25 - VI - 05. FG aconsegueix forçar el pas de la galeria Myotis i assolir els -9,5 m amb la presència de molts de paleonivells freàtics. Més endavant la galeria ascendeix molt decorada i es torna a tancar per un col·lapse concrecionat.

3 - VII - 05. BC aconsegueix superar el laminador i accedir així, des de la galeria Migpunt fins a la sala del Tanga. Una altra àmplia àrea inundada és accessible entrant pel llac Victòria, sense menester sortir fora de l'aigua. Mentrestant, FG inspecciona el llac Ras (Figs. 2 i 3) i passant entre formacions, avança 175 m per una àmplia galeria de trespol planer i estibada de formacions litoquímiques. Sembla increïble que després de 18 anys d'exploracions amb escafandres, a un dels llacs clàssics de la cova, molt a prop de la boca d'entrada i sense massa dificultats, es trobi una important continuació subaquàtica.

5 - XII - 05. BC a la sala del Tanga força una estre-

tor i instal·la uns 15 m fins accedir al que sembla una sala (galeria Decorada). Per mor de dur poc llum no segueix endavant.

27 - XII - 05. FG s'endinsa al lloc trobat per en BC i veu que es tracta d'una galeria que prossegueix. Instal·la uns 65 m a 9,5 m de fondària entre un vistós paisatge ornat de delicades formacions. Acaba en una zona més estreta i que sembla tancada per fines formacions. Uns 15 m abans del final, ascendeix per un coster molt decorat fins a una allargassada cambra d'aire que envolta un esfondrament.

2006. Tot l'any prossegueixen les feines de topografia, estudi i documentació de la cavitat.

25 - II - 06. Intent fallit de fotografiar sota l'aigua. Les intenses pluges dels darrers dies han arrossegat aigua amb fang dins el llac Ras i llac Victòria. La visibilitat és gairebé nul·la. La cavitat es comporta, en casos de fortes precipitacions, d'engolidor de les aigües dels voltants.

24 - VI - 06. FG desobstrueix un pas i explora una trentena de metres entre la cova de sa Piqueta i la sala dels Caramells fins que un col·lapse li tanca el pas.



Figura 2: Malgrat ésser la cova des Pont una "clàssica" dins el món del busseig espeleològic, alguns indrets com el llac Ras han aportat noves descobertes (Foto A. Merino).

Figure 2: In spite of Cova des Pont being a "classic" in the world of cave diving, some areas such as Llac Ras pool have produced new discoveries (Photo A. Merino).

Descripció del sistema de cavitats

El recorregut actual del sistema de cavitats és de 3020 m, dels quals 600 m són aquàtics aeris i 1190 m subaquàtics. La distància màxima en línia recta que separa els extrems entre la cova de sa Piqueta i les coves del Pirata és de 512 m. La direcció general del conjunt de cavitats sembla ésser aproximadament NW-SE, encara que la coalescència d'esfondraments li han conferit un aspecte caòtic. Hi ha 13 llacs principals a més d'altres molts de marginals que suposen una superfície total estimada de 5000 m². El desnivell màxim entre la boca superior (+ 36 m) i la fondària màxima sota les aigües (-11 m) és de 47 m.

COVES DEL PIRATA

Empram aquest nom per designar el conjunt de sales que integren la part clàssica d'aquestes coves i la sala Ignorada.

Sector Clàssic

El topònim de la cavitat al·ludeix a una llegenda que fa referència a un pirata ferit que trobà refugi en aquesta cova, tot esperant de poder-se reunir amb els seus companys. Segons informacions d'en Toni Pascual, les

persones de molta edat de Manacor coneixen la cavitat amb el nom de cova de ses Vistes.

En realitat és una gran sala, de 140 m de longitud i amplada màxima que supera els 70 m, escindida per columnes, massissos estalagmítics i blocs que li confereixen una gran complexitat topogràfica. La caverna es divideix en dues porcions ben diferenciades, que s'estenen en direccions N i S, amb pendents descendents oposats. Presenta diversos llacs a les cotes situades per davall del nivell freàtic, a -32 m respecte de la boca d'entrada. La zona N, de major pendís, disposa d'abundants acumulacions de blocs i espeleotemes i el sostre assoleix els 7 m d'alçada. La zona S, de coster menys acusat, és de majors dimensions i ornamentació. Són ben notables els imponents massissos estalagmítics i les columnes que engalanan bona part de l'estança. La major part dels marges meridionals de la sala estan flanquejats pels llacs que no presenten continuacions importants (Fig. 1). El recorregut de la cova és d'aproximadament uns 800 m (GINÉS i GINÉS, 1976).

Sala Ignorada

Es troba al ponent del sector Clàssic. Consisteix en un rost de grans blocs, molts d'ells inestables que assoleix la zona freàtica. Correspon a la zona posterior de l'esfondrament que ha format les sales de les coves del Pirata condicionades per a la visita. Als llacs de la sala Ignorada s'hi pot arribar també des d'un petit llac, de

SISTEMA PIRATA-PONT-PIQUETA Manacor

Topografia Coves del Pirata
A. Ginés, J. Ginés
Est 1971

Topografia Cova des Pont
M. Trias, V. Garcia-D., F. Comas
SCM 1971

Topografia Cova de sa Piqueta
M. Trias, J. Ginés, C. Payeras
SCM-Est 1977

Topografia Sala Ignorada
X. Delgado, J. Ferreres, J. Garcia
ECG 1976

Topografia subaquàtica
F. Gràcia, B. Clamor, M. Febrer
GNM 2005-06

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| Coves del Pirata | 10 Galeria Miotis |
| 1 Sector Clàssic | 11 Sala del Tanga |
| 2 Sala Ignorada | 12 Galeria Tancada |
| Cova des Pont | 13 Sala Dàmocles |
| 3 Sala Gran | 14 Galeria Decorada |
| 4 Llac des Carbonat | 15 Sala d'Entrada |
| 5 Llac Victòria | Cova de sa Piqueta |
| 6 Galeria Migpunt | 16 Sala Obstruïda |
| 7 Galeria del Llac Ras | 17 Galeria Corcada |
| 8 Galeria del Terrat | 18 Sala dels Caramells |
| 9 Llac Nou | |

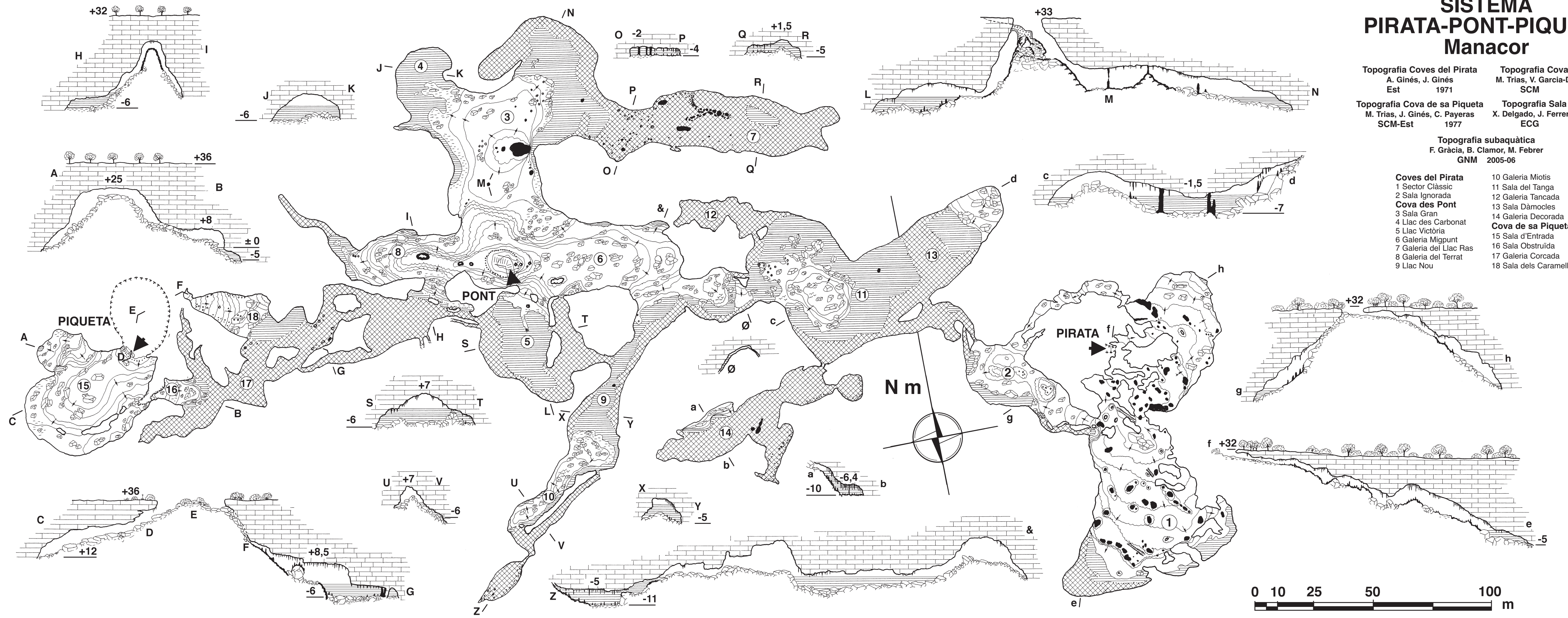




Figura 3: Pas entre formacions al llac Ras, que ha permès descobrir una nova galeria sota les aigües que finalitza poc abans d'apropar-se a la dolina on s'obre la cova des Xots (Foto B. Clamor).

Figure 3: Passage between speleothems in Llac Ras, which permitted the discovery of a new underwater gallery which ends a little before reaching the exterior doline. (Photo B. Clamor).

difícil accés, situat al costat W de les coves del Pirata, capbussant uns 25 m. La sala amida 65 x 20 m i tot el sector té un recorregut de 200 m. Al costat NW es troba la connexió subaquàtica amb la cova des Pont.

COVA DES PONT

Està formada, a efectes pràctics i de forma arbitrària, per la major part de galeries i sales del sistema. S'obre a l'exterior per una boca d'esfondrament, amb 7 m de desnivell fins al cim del con d'enderrocs, que se salven amb el pont que dona nom a la cavitat (TRIAS i MIR, 1977).

Sala Gran

Des de la boca d'entrada, en direcció N es desenvolupa la sala Gran, de 70 m de llarg i 40 m d'amplària, fins que s'arriba al llac des Carbonat situat al NW (de 575 m²) i al llac Ras al NE (de 725 m²). Aquí la distància de la part aèria, entre els extrems dels dos llacs supera els 80 m, amb una alçada del sostre entre els 7 i 9 m. Les colades pavimentàries i estalagmites recobreixen gran part del pis de la sala.

Llac Victòria

Amb una superfície de 575 m², de gran vistositat, on hi destaquen el gran nombre de formacions estalactí-

ques. Pel que fa a la seva superfície és de 575 m². Es va tancar en temps relativament recents amb un mur de marès i una reixa de ferro per evitar el deteriorament dels espeleotemes per part de visitants desaprensius, però a hores d'ara la reixa és oberta. Genèticament és la perllongació de l'esfondrament que ha generat l'entrada a la cavitat, que arriba fins al llac, 33 m per davall del nivell del terreny. A l'E del llac s'obre la connexió subaquàtica d'uns 30 m fins al llac Nou i a l'W prossegueix de cap a la cova de sa Piqueta. A les parets de l'W del llac, sota les aigües, hi són presents nombroses morfologies de corrosió, en forma de penjants, pinacles, tupins, galeries iniciadores i envans. Els espeleotemes són abundants en forma d'estalactites amb helictites superposades, estalagmites que recobreixen els blocs del fons del llac, així com recobriments freàtics subactuals i paleonivells situats a +2,1m.

Galeria Migpunt

Un centenar de metres separa la boca d'entrada de la cova fins la connexió amb la sala del Tanga. L'amplària és de 30 m i l'alçada màxima 10 m. La galeria presenta en secció una volta quasi perfecta, amb el pis totalment ocupat per grans blocs.

Galeria del Llac Ras

Galeria subaquàtica de més de 100 m de longitud, uns 20 m d'amplària i 4 m de fondària (Figs. 2 i 3). Pre-

senta una cambra d'aire de 15 x 7 m, que correspon a la part central d'un esfondrament. És una de les zones més decorades de la cavitat, amb la peculiaritat que les formacions són de colors molt foscos, exceptuant les estalactites situades a la zona superior que presenten un color totalment blanc. El trespol planer de gran part de la galeria està recobert de polígons de retracció dels sediments argilosos.

Galeria del Terrat

És la mateixa galeria Migpunt, però en sentit oposat. El fort rost és el més característic dels 70 m lineals de l'estança, per després seguir una trentena de metres més sota les aigües. L'amplada està compresa entre uns 18 i 30 m, exceptuant la part terminal a on s'estreny.

Llac Nou - Galeria Myotis

El llac Nou, de 60 m de longitud i amb un domini de les morfologies d'esfondrament, permet assolir la galeria Myotis, el final de la qual ha estat forçat per tècniques de busseig espeleològic. Un pas molt angost a la zona sotaiguada es va haver de desobstruir, entre el rost concrecionat i la paret frontal. La nova zona subaquàtica és de modestes dimensions i molt decorada per formacions litoquímiques. La totalitat de la galeria, juntament amb les noves descobertes té un traçat lineal de 175 m. El total de superfície del llac és de 600 m². S'ha pogut resseguir, sota les aigües i en sentit contrari, la galeria Myotis, entre blocs que formarien la continuació del rost de la sala. L'amplària real de la galeria, una vegada incorporades les zones subaquàtiques està compresa entre els 7 m de mínima i els 25 m de màxima.

Sala del Tanga

S'hi pot accedir des de la cova des Pont per tres llocs. El més "clàssic" és l'accés aeri pel laminador que hi ha al final de la galeria Migpunt. Una segona manera és per la perllongació sota l'aigua del mateix laminador; uns 10 m de sífó molt estret, però que permet passar sense haver de sortir fóra de l'aigua. La tercera possibilitat parteix només a 13 m al N de l'anterior, de dins un petit llac aïllat per blocs. És un sífó ample i fàcil de capbussar de 7 m de longitud. La sala del Tanga, de 70 x 60 m, és una important sala d'esfondrament que sobresurt envoltada d'aigua, la qual representa més de les 2/3 parts de superfície. És el llac més extens de tot el sistema, ja que s'ha estimat en 1500 m². Els enderrocques que formen el pis de la sala es troben en alguns llocs recoberts de revestiments litoquímics i abunden també les acumulacions de guano. L'alçària màxima és d'uns 5 m i 10 m el desnivell total fins als llacs.

Galeria Tancada

Situada al N de la sala del Tanga, és una galeria subaquàtica de 50 m de longitud, 10 m d'amplària i 5 m de profunditat que finalitza en un coster d'enderrocques que tanca el pas a la galeria Migpunt. Presenta al començament abundants penjants, per després predominar els espeleotemes.

Sala Dàmocles

A l'E de la sala del Tanga, després de recórrer 25 m de llac des del final de la part terrestre més propera, 15 m d'espaió sífó aïllen la sala Dàmocles de la resta de la cavitat. Es tracta d'un rost tancat de blocs i pedres. Destaquen les dimensions de 35 m d'amplària i les columnes i espeleotemes freàtics subactuals. Al S de la sala es troba la connexió amb les coves del Pirata.

Galeria Decorada

S'inicia al S de la sala del Tanga per un angost rost subaquàtic, continuació de l'esfondrament de la sala. És una galeria d'uns 100 m de longitud i 10 m de fondària màxima. Els espeleotemes són extraordinàriament abundants, especialment en forma boscos de llargues estalactites fistuloses, colades pavimentàries i columnes. A la part final ascendeix per un coster fins a sortir a un llac cobert de làmines de calcita flotant que delimita una allargada cambra terrestre. Presenta paleonivells freàtics a -3,6 m i importants precipitats de cristalls que envolten el llac.

COVA DE SA PIQUETA

S'inclouen aquí totes les galeries i sales més occidentals del sistema, separades de la cova des Pont per la galeria Corcada.

Cova de sa Piqueta

L'entrada es troba al fons d'una dolina d'esfondrament de 36 x 26 m. Està constituïda per una gran sala de 54 x 48 m, que baixa en suau pendent, menys a la part NW on la davallada es fa per un fort rost de blocs, fins que s'assoleix el nivell freàtic als 36 m de desnivell (TRIAS i MIR, 1977). En temps recents, la comunicació amb la sala del Llac (sala Obstruïda) s'ha esbaldregat.

Sala Obstruïda

És l'antiga sala del Llac (TRIAS i MIR, 1977), de 22 x 12 m i 6 m d'alçada. En la qual es fa ben palesa la morfologia clàstica de l'estança. Es tracta del coster d'un con d'enderrocques que davalla fins al llac, subdividit per blocs, amb les zones properes a l'aigua especialment inestables. És la mateixa sala que forma la cova de sa Piqueta separada per enderrocques que l'han acabada de segregar. Al llac abunda la calcita flotant.

Galeria Corcada

L'accés des de la cova des Pont és una estreta galeria freàtica de secció semicircular amb abundants formes de dissolució. S'aprecia un lleuger corrent a l'entrada que és capaç d'endur-se'n el sediment en suspensió. Aquest túnel comunica amb una primera sala voluminosa, amb la presència a tot el costat N de grans blocs que provenen de la galeria del Terrat i en pendent descendeixen sota les aigües. També destaca el trespol planer i recobert de fang. Són abundants els espeleote-

mes, especialment columnes i estalagmites, parcialment descalcificades. Aquí la cavitat adquireix un aspecte ramificat, amb diverses galeries. Després de travessar una zona caòtica i estreta se surt a una segona sala molt concrecionada, especialment per estalactites gruixudes, columnes i estalagmites. Més endavant i a dalt, s'obri el llac de la sala dels Caramells d'uns 175 m², passat el qual tornen a proliferar les morfologies de corrosió.

Sala dels Caramells

Accessible únicament a través de la galeria Corcada. Està situada a l'E de la cova de sa Piqueta, amb la qual comparteix el mateix origen. Malgrat la poca distància que separa ambdues sales, la riquesa en espeleotemes és molt desigual. El llac està recobert per un tel de calcita flotant i les parets i formacions presenten recobriments freàtics subactuals de color bru. També hi ha un paleonivell freàtic situat a uns +2 m de color molt blanc. A les parets es destrien perfectament els plans d'estratificació i el sostre està folrat de estalactites fistuloses i altres formacions, algunes excèntriques creats boscos d'estalactites de calcita molt blanca, molt contrastats en comparació als freàtics subactuals, de colors bruns. La sortida fóra de l'aigua és per un gran rost de

blocs concrecionat, que s'allarga 50 m des de la paret del llac fins a fer-se impracticable a poca distància de la dolina d'esfondrament que forma l'entrada de la cova de sa Piqueta. L'amplària màxima és de 20 m. Destaca per la bellesa i delicadesa de les formacions litoquímiques que la recobreixen: blanques colades estalagmítiques, colgadores i estalactites amb helictites de gran bellesa.

Valors Arqueològics

La cova des Pont rep aquest nom pel pont que facilita l'entrada, el qual presenta la volta feta de marès tallat i la resta de pedra seca. Des d'un rebaix fet a la vora de la boca per eliminar part del desnivell, el pont va fins una plataforma de pedres i argamassa que anivella el cim del con d'enderrocs que ocupa el fons de l'abisament d'entrada (Figs. 4 i 5). El pont està muntat damunt una volta de mig canó de 3,6 m de llum i 3,5 m d'amplària. La volta està feta de marès tallat i molt ben compost acabada en un arc de 28 dovelles de 40 x 30 cm aproximadament; la resta del pont i del camí que el segueix és de pedra sense picar (TRIAS i MIR, 1977).



Figura 4: Rost de l'esfondrament que forma l'entrada de la cova des Pont (Foto A. Merino).

Figure 4: Slope of the breakdown structure that forms the entrance to Cova des Pont (Photo A. Merino).



Figura 5: Detall del pont d'accés a la cavitat homònima. Si es pot acceptar que els materials ceràmics trobats a dins la cavitat són d'entrada posterior a la construcció del pont, s'atribuiria al segle XVII (TRIAS i MIR, 1977) (Foto A. Merino).

Figure 5: Detail of the access bridge giving its name to the cave (Cova des Pont). If it can be accepted that the pottery materials found inside the cave are later than the construction of the bridge, then it can be attributed to the 17th century (Photo A. Merino).

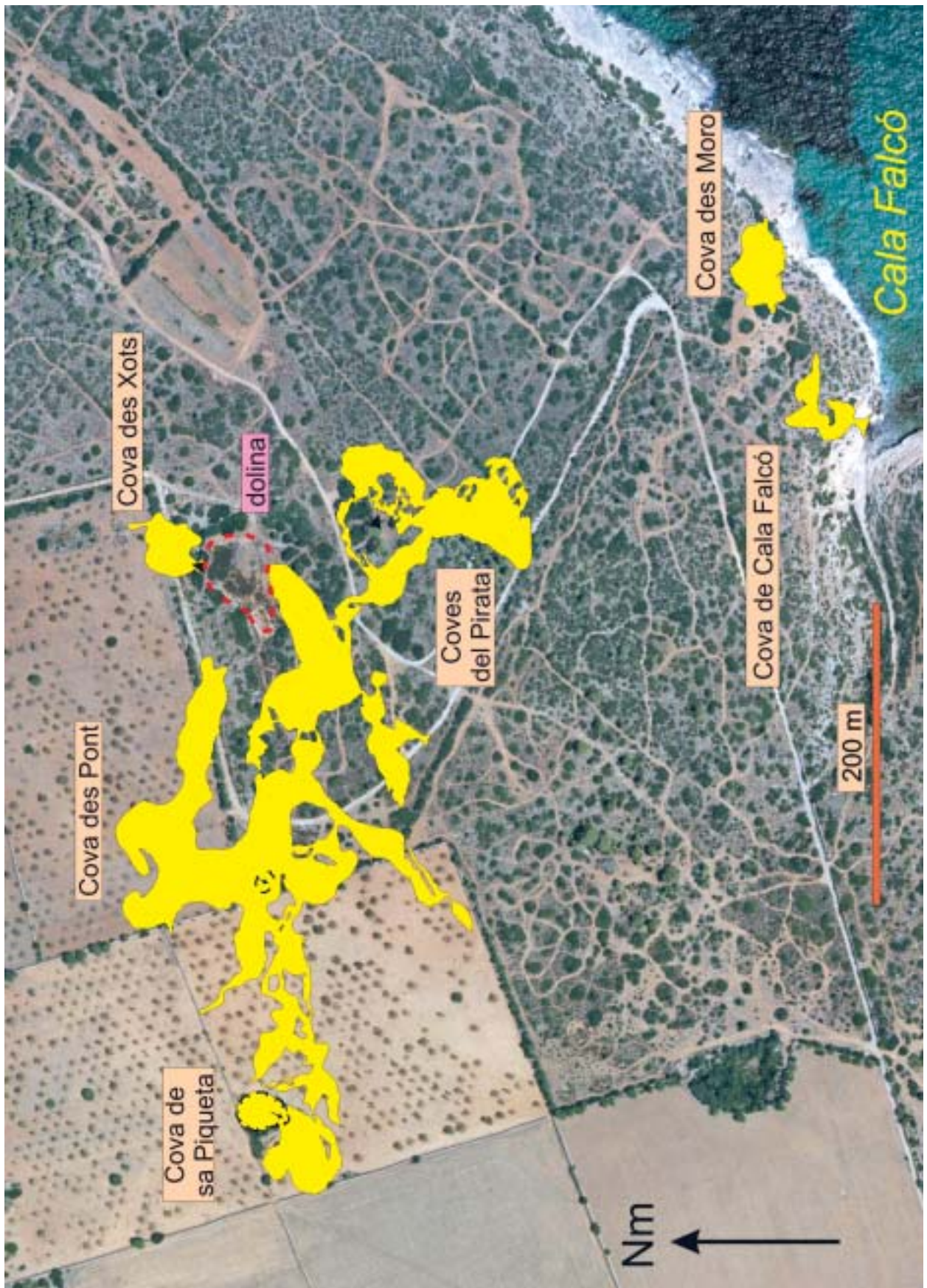


Figura 6: Fotografia aèria de cala Falcó amb la planta de les coves del Pont, Pirata, Piqueta, Xots, Moro i de cala Falcó superposades. (Foto cortesia dels Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, S.A. -SITIBSA).

Figure 6: Aerial photograph of Cala Falcó showing superimposed the plan outline of the caves: Pont, Pirata, Piqueta, Xots, Moro and Cala Falcó. (Photo courtesy of Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, S.A. -SITIBSA).

El que sorprèn és la importància de l'obra unida al que no quedi memòria ni de quan ni de perquè es va fer. Ni tant sols queda cap llegenda que en faci referència. La cita més antiga és d'ESTELRICH (1897) que indica que a la seva època ja no quedava memòria de qui l'havia fet, i que s'havia construït per a poder entrar les ovelles a sestar. MARTEL (1903) diu que el pont era fet pels moros; això no és més que una prova de que el poble havia perdut tot record de qui l'havia bastit. Si podem acceptar que els materials ceràmics trobats a dins la cova són d'entrada posterior a la construcció del pont, la podríem atribuir al segle XVII, d'on data la troballa més antiga: una olla amagada entre uns grans blocs al peu del con d'entrada (TRIAS i MIR, 1977).

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La penetració lineal del sistema de coves, perpendicular a la línia de costa, és d'uns 700 m (Fig. 6). Mereix especial atenció que la distància que separa les coves del Pirata de les properes cova des Moro i cova de Cala Falcó és de menys de 200 m. Les cavitats esmentades són també sales d'esfondrament, segurament capturades per la mar en retrocedir els penya-segats litorals (GINÉS, 2000). Nosaltres pensam que tenen relació amb el sistema Pirata-Pont-Piqueta, i que col·lapses actualment infranquejables, barren el pas entre elles, fet similar al que passa en relació a la cova des Xots, on s'aprecia una gran dolina al lloc ensorrat. Si aquesta suposició fos certa, l'antic sistema presentaria una clara orientació de drenatge cap a la mar i coincidiria amb el traçat d'altres importants cavitats del llevant mallorquí. És el cas de la cova de Cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000) i cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b) a la marina de Manacor; cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005), cova dets Ases (GRÀCIA *et al.*, 1997) i cova d'en Bassol - cova de Cala Mitjana (GRÀCIA *et al.*, 1998a) a les marines de Felanitx; cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b).

La superfície exterior de la plataforma miocènica on es localitza el sistema de cavitats està a una alçària respecte al nivell de la mar d'uns 35 m, excepte a la depressió de l'entrada a la cova des Xots, que assoleix els 25 m. Les dimensions de la dolina abans esmentada (Fig. 7), de forma ovalada, són de 112 x 60 m. La potència de roca al llac de les coves del Pirata està compresa entre 13 i 20 m, essent la màxima de poc més de 30 m, ja sota les aigües. A la cova des Pont les potències de roca van dels 20 m a la sala Gran, als 25 m al llac Ras i més de 36 m en alguns llocs sotaiguats de la galeria. Els 30 m del llac Nou es redueixen als 16-18 m a la galeria Myotis i la galeria Migpunt. A la sala del Tanga és d'uns 24 m, mentre que només assoleix els 10 m a la galeria des Terrat. Els 28 m al llac Victòria i a la sala Obstruïda de la cova de sa Piqueta i els 36 m d'alguns llocs de la galeria Corcada.

Control estructural

Malgrat que no s'ha realitzat en el camp una anàlisi acurada de la fracturació i diaclasament de l'àrea envoltant de la cavitat ni pròpiament de la mateixa, sembla força evident que hi ha un cert control estructural en el seu desenvolupament original. Els dipòsits carbonatats (calcarenites i calcàries) on evolucionen les cavitats descrites són considerats postorogènics, però malgrat això presenten una forta fracturació de tipus distensiu en part originada per un cert basculament de tota la marina de llevant vers el sud (FORNÓS *et al.*, 2002). A la figura 8 s'han dibuixat les principals alineacions que s'observen en la planta del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta. Aquestes alineacions mostren dues clares direccions predominants 080° i 155°. Encara que la morfologia actual de les cavitats és deguda als progressius esfondraments dels conductes originals (veure l'apartat Sales d'Esfondrament) aquestes alineacions hi queden força reflectides.

La presència dels conductes, suposadament originals, en els quals s'hi observen abundants morfologies de corrosió (veure l'apartat Sales d'Esfondrament) s'alineen també clarament en una d'aquestes direccions (080°).



Figura 7: Vista parcial de la dolina de 112 x 60 m d'eixos principals i 26 m snm, situada entre la cova des Xots, la galeria Dàmocles, la galeria del Llac Ras i les coves del Pirata. Es tracta d'una depressió generada per l'esfondrament d'antigues galeries i sales del sistema. Es veu un espeleòleg a l'entrada de la cova des Xots (Foto F. Gràcia).

Figure 7: Partial view of the doline, measuring 112 x 60 m along its principal axes and reaching a depth of -26 metres, located between Cova des Xots, Galeria Damocles passage, Llac Ras and Coves del Pirata. It is a depression generated by the breakdown of older galleries and chambers of the system. A caver at the entrance to Cova des Xots can be seen (Photo F. Gràcia).

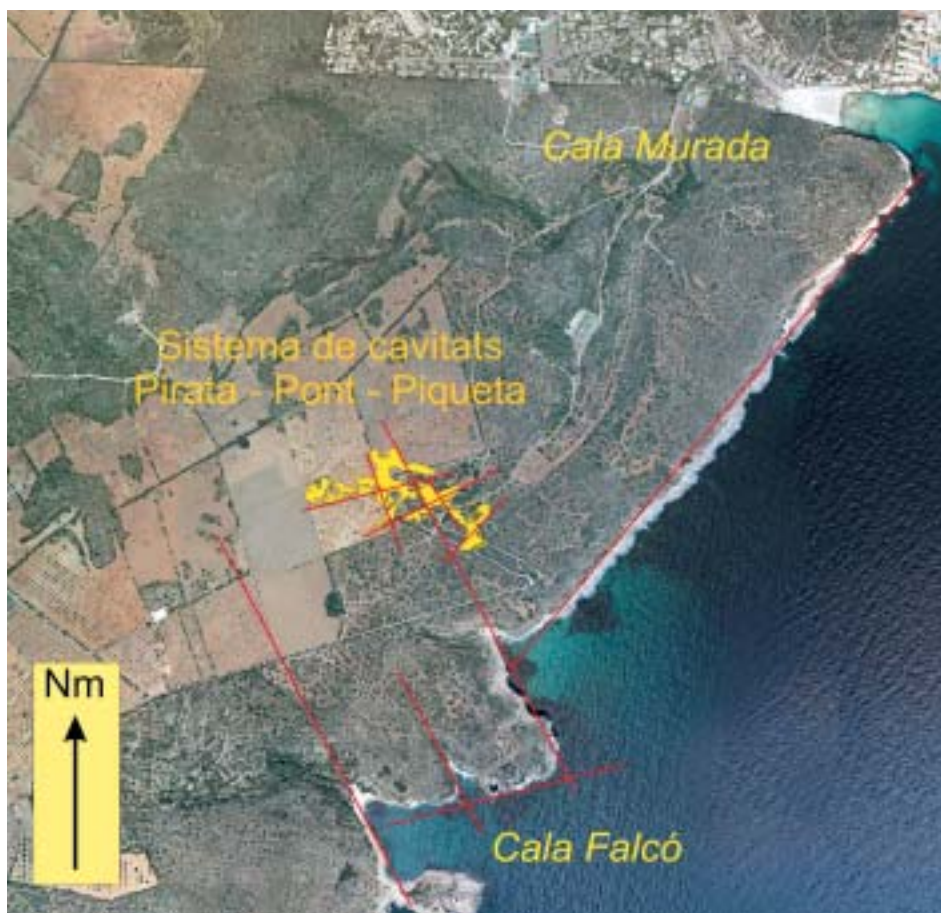


Figura 8: Principals alineacions estructurals de la zona de Cala Murada - Cala Falcó i del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta.

Figure 8: Main structural lineations at Cala Murada - Cala Falcó area and Pont-Pirata-Piqueta cave system.

Les direccions anteriorment comentades per a l'àrea de la cavitat s'emmarquen bé dins del context estructural que afecta al Miocè superior i que condiciona la morfologia de la costa deguda a la fracturació distensiva (FORNÓS *et al.*, 2005). En aquest sentit i si observem la figura 8 veurem que la línia de costa presenta un traçat totalment rectilini molt clar de direcció 040° i una de menor entitat (080°) que s'entrecreuen amb una altra direcció quasi perpendicular a la primera (155°) que li dona una típica forma de tallserrat a la mateixa i que es aprofitada per al desenvolupament i encaixament dels barrancs i/o torrents. Aquestes direccions coincideixen amb les del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta.

cionats amb les oscil·lacions glacioeustàtiques, els processos d'esfondrament (GINÉS, 2000). Aquest model va esser adaptat per a l'espeleogènesi del Migjorn de Mallorca, per GINÉS i GINÉS (1992). Els materials carbonatats del Miocè superior, de fàcies d'escull, d'elevada porositat i solubilitat, afectats per fracturació postorogènica són els components idonis per a l'actuació dels processos de dissolució per mescla d'aigües. El sistema de coves Pirata-Pont-Piqueta correspon a aquesta gènesi freàtica, a on els processos d'esfondrament, amb grans acumulacions de blocs, i els recobriments litogenètics posteriors configuren gairebé totalment el seu aspecte actual i oculten quasi per complet les morfologies de corrosió. Aquestes morfologies són visibles a pocs llocs i sempre a cotes actualment sota les aigües.

Espeleogènesi

L'agressivitat química de les aigües a les proximitats de les picnoclines és el principal agent espeleogenètic a les costes calcàries litorals (*coastal-mixing-zone*). Aquestes zones de mescla d'aigües de diferent salinitat són els espais preferents on es produiria la dissolució de la roca (BACK *et al.*, 1984). Les oscil·lacions del nivell de la mar al llarg del Pleistocè determinen, juntament amb l'aportació d'aigües meteòriques, la localització d'aquests àmbits, que migren en funció d'aquestes variacions. En l'evolució de les cavitats litorals són molt importants, i també rela-

Morfologies de corrosió

La documentació publicada sobre les formes primàries o de dissolució, de les cavitats del Miocè superior de Mallorca s'ha incrementat considerablement els darrers anys, tot i que el seu coneixement i sistematització és encara insuficient (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2003b, 2005; MERINO, 1993, 2000, 2006b). Alguns dels termes emprats s'han consultat de BRETZ (1942), NÚÑEZ (1967), FORD i WILLIAMS (1989) i SLABE (1995). S'ha de fer constar

que en moltes ocasions es fa difícil atribuir les morfologies de corrosió a una determinada tipologia, ja que es presenten juxtaposicions de diferents classes, amb formes intermèdies i diferents gradacions d'intensitat de la dissolució. També les variacions de mida de les morfologies suposa un increment de la dificultat de sistematització. A la cavitat, les morfologies de corrosió, només es troben de manera significativa a la galeria Corcada, algunes zones parietals del llac Victòria i sostres de la galeria Tancada. Aquest fet segurament es deu als fenòmens d'esfondrament que han fet desaparèixer les morfologies en ésser desmantellades i sepultades. A continuació exposam el catàleg de formes trobades:

MEGAFORMES

Morfologies de corrosió d'ordre quilomètric a hectomètric.

Cavitats espongiformes o Xarxes de cavitats espongiformes (*spongework caves*)

Encara que els esfondraments i processos clàstics han desmantellat la gran majoria d'evidències sobre les primeres fases de l'excavació del sistema espeleològic,

cal considerar aquelles cavitats inicials com una xarxa freàtica de buits amb una disposició espongiforme (a les sales i galeries actuals s'observen poques directrius estructurals clares que controlin el seu desenvolupament). Aquest tipus de cavitats laberíntiques estarien formades per la fusió de sales circulars i galeries en les que no s'observa una direcció clara. Han arribat a un extrem tan elevat de dissolució i interconnexió que tot el buit en conjunt constitueix una morfologia espongiforme a gran escala. Els espais estan interconnectats tant a nivell de grans sales i galeries com de conductes iniciadors.

MACROFORMES

Morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric.

Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*)

Tenen secció circular, semicircular o el·líptica. S'han format sense que intervingui de forma activa el control estructural. De forma clara només hem localitzat galeries d'aquest tipus a l'inici de la galeria Corcada, amb un diàmetre d'uns 1,5 m.



Figura 9: Tupins de paret i pinacles que han experimentat coalescències amb tendència vertical, a la paret del llac Victòria (Foto C. Bodi).

Figure 9: *Solutional pockets and pinnacles which have merged vertically on the wall of Llac Victòria pool (Photos C. Bodi).*

MESOFORMES

Morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric (Fig. 10).

Conductes seminals o iniciadors

Semblen galeries freàtiques de control estructural o bé galeries freàtiques de secció circular, emperò ja que presenten una secció de reduïdes dimensions no són penetrables per l'home. Longitudinalment poden assolir longituds considerables. Són l'estadi previ a la formació d'autèntiques galeries, fet que es produeix per la continuació dels processos de corrosió i coalescència de conductes. A la cavitat s'aprecien sota l'aigua en indrets del llac Victòria, llac Nou i també a la galeria Corcada (Fig. 10 c i d).

Envans de dissolució (*rock spans*)

La presència de galeries o cambres paral·leles determina que a mesura que progressa la dissolució de la roca es generin parets primes separadores d'àmbits. Aquestes masses rocoses remanents poden mostrar diferents graus de dissolució i es presenten associades a moltes altres morfologies com ara ponts i arcs que permeten veure o passar d'una galeria a l'altra, columnes de roca, penjants, pinacles i esperons (Fig. 10c).

Columnes de roca (*rock pillars*)

En ocasions pareixen columnes de precipitació litoquímica, però es tracta de morfologies de corrosió formades per roca mare que uneixen sostre i pis. És freqüent la seva procedència d'envans en avançada fase d'evolució. La dissolució de la columna de roca evoluciona cap a un penjant al sostre i a un pinacle al terra (Fig. 10b). Es poden localitzar a la galeria Corcada i parets del llac Victòria.

Ponts (*bridges*)

Són masses rocoses remanents de la separació d'àmbits superposats verticalment (a nivells diferents) o bé horitzontalment. Les mides dels ponts són decamètriques i mètriques, respecte als arcs, que són de dimensions menors (mètriques a centimètriques) (Fig. 10a).

Morfologies espongiformes (*spongeworks*)

A nivell de mesoformes (d'ordre decamètric) deno-

minam amb aquest nom a l'agrupació d'altres morfologies de corrosió de mida més petita. Aquestes comprenen diverses mesoformes (d'ordre decamètric a mètric): conductes seminals, envans de dissolució, columnes de roca i ponts; així com nombroses microformes (d'ordre mètric a decimètric): morfologies espongiformes d'ordre inferior, arcs, anells, penjants, pinacles, esperons, concavitats poc marcades, nínxols de paret, cúpules de corrosió i tupins (Fig. 9d).

MICROFORMES

Morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric.

Arcs (*archs*)

Els arcs són de mida més petita que els ponts. Es generen per la dissolució progressiva d'altres morfologies, com són els envans de dissolució, columnes de roca, pinacles, cúpules de corrosió, entre d'altres (Fig. 10a). Per coalescència d'arcs es poden arribar a convertir en ponts.

Anells (*rings*)

Són petits forats de pocs centímetres de diàmetre. Solen ésser molt abundants a les morfologies espongiformes, especialment a les que presenten un intens grau de corrosió.

Penjants (*rock pendants*)

Formes de dissolució que pengen del sostre, de dimensions centimètriques a mètriques (Fig.10b). Procedeixen generalment de la corrosió dels envans, de les columnes de roca i dels processos de coalescència de cúpules de corrosió i tupins de sostre, com a part residual de les arestes resultants. A la galeria Corcada són abundants, com també a les parets subaquàtiques del llac Victòria i a l'inici de la galeria Tancada.

Pinacles (*Čers*)

Sobresurten del terra en forma de protuberàncies de dimensions centimètriques a mètriques. Es generen a partir de la corrosió dels envans i de la part inferior de les columnes de roca en avançat procés de dissolució, encara que poden provenir també d'altres morfologies. Són l'equivalent invers als penjants. Exemples molt il·lustratius es localitzen al final de la galeria Corcada (Fig. 11a).

Figura 10: Morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric (mesoformes): a- Ponts ; b- Columna de roca d'uns 2 m d'alçària; presenta a la part superior un arc, que juntament amb altres, ja oberts, denoten una evolució de la dissolució progressiva de la roca. A l'esquerra, un pinacle ha servit per fraccionar el fil-guia. Sembla que ambdós formarien part d'un antic envà; c- Conductes iniciadors de secció vertical, que deixen enmig envans i penjants (Fotos C. Bodi); d- Morfologies espongiformes d'ordre decamètric. Es tracta de morfologies combinades de corrosió. S'intueix al front de l'escafandrista un conducte iniciador i s'aprecien als voltants, columnes de roca, arcs, tupins i concavitats poc marcades. Els processos de dissolució han afectat també als recobriments litoquímics (Foto B. Clamor).

Figure 10: Decametric to metric corrosion morphologies (mesoforms): a- bridges; b- Rock column 2 m high, which has in its upper part an arch, which along with others, already open, denote an evolution of the progressive dissolution of the rock. On the left, a pinnacle has served to tie the guideline. Both seem to have formed part of an old partition; c- Embryonic conduits showing a vertical section, that leave in the middle partitions and pendants (Photos C. Bodi); d- Decametric spongework morphologies. They are combined corrosion morphologies. In front of the cave diver an embryonic conduit can be envisaged and in the surroundings there can be seen rock columns, arches, and little marked wall pockets and hollows. The dissolution processes have also affected the speleothem deposits (Photo B. Clamor).

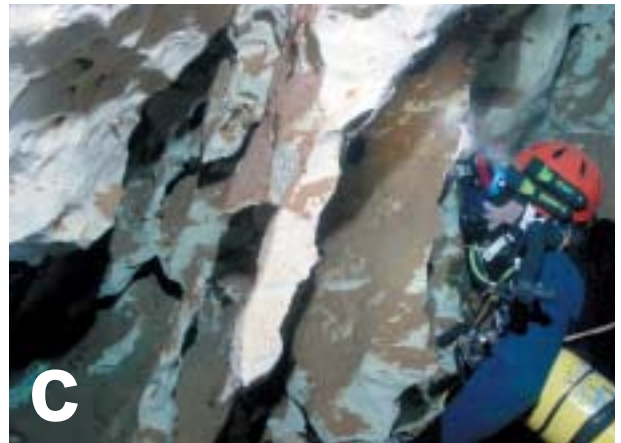




Figura 11: Morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric (microformes): a- Pinnacle de 1,5 m d'alçària, que presenta un arc a la part superior. Grans concavitats afecten a la base; b- Cúpula de corrosió oberta per la dissolució progressiva; c- Tupins de paret que han sofert coalescències; d- Penjants; e- Tupins i concavitats poc marcades al sostre (Fotos C. Bodi).

Figure 11: Metric to centimetric corrosion morphologies (microforms): a- Pinnacle 1.5 m high, which forms an arch in the upper part. Large hollows affect its base; b- Solutional cupola opened by progressive dissolution; c- Coalescing wall pockets; d- Rock pendants; e- Wall pockets and subdued hollows on the ceiling (Photos C. Bodi).

Esperons (*rocky jags*)

Prominències laterals relacionades generalment amb ponts, arcs, envans i cúpules de corrosió, de les quals procedeixen secundàriament per transformació progressiva.

Concavitats poc marcades (*subdued pockets*)

Depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars centimètriques que s'endinsen poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. Es presenten recobrint superfícies extenses de les parets i sostres de les galeries i sales. Normalment s'han associat als tupins (*solution pockets*), però els considerem un estadi previ que pot arribar en certs casos a formar-los (Fig. 11e).

Cúpules de corrosió

Depressions semiesfèriques, circulars o allargades, de mida decimètrica a mètrica, que poden penetrar en forma de tubs dins la roca. Les diàclasis poden condicionar la gènesi d'associacions de cúpules de secció d'arc gòtic. En la seva gènesi se suposa que tenen un paper important les aportacions d'aigua zenital que en contacte amb l'aigua freàtica condicionaria una zona corrosiva (Fig. 11b).

Tupins de paret, sostre i pis

(*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)

Petits clots semiesfèrics circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilindres (Figs. 9 i 11c). És freqüent que presentin coalescències o dependències (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). Segons la localització espacial a les sales i galeries cal puntualitzar si són de parets, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets i floor pockets*).

Els espeleotemes

Les formes reconstructives són abundants i dignes d'esment, especialment a les coves del Pirata i en menor mesura a la cova des Pont (Figs.12 i 13). Per contra, la cova de sa Piqueta és molt més minsa en espeleotemes. Els més abundants són els de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes), així com els de flux (colades pavimentàries i parietals), mentre que els de percolació es presenten en forma d'helictites (Fig. 14). Els espeleotemes freàtics estan també presents en forma d'estalagmites còniques formades per l'acumulació de làmines de calcita flotant i cristallitzacions freàtiques indicadores dels nivell dels llacs. Algunes zones amb formacions



Figura 12: Progressió entre espeleotemes foscos a la galeria del llac Ras. Abunden les helictites que sorgeixen d'estalactites i també les estalactites fistuloses (Foto B. Clamor).

Figure 12: Progression between dark speleothems in Llac Ras passage. Abundant are the helictites growing on some stalactites as well as the straw stalactites (Photo B. Clamor).



Figura 13: Espeleotemes i processos que els hi afecten: a- Massís estalagmític de les coves del Pirata (Foto A. Merino); b- Estalactites fistuloses de color blanc, mentre que a partir d'una certa fondària els espeleotemes són totalment negres, segurament per processos químics que tenen lloc a l'aigua a la galeria del Llac Ras (Foto B. Clamor); c- Espeleotemes fortament afectats per la corrosió (Foto C. Bodi); d- Soliflúxió (trençament) molt visible a les columnes i colades de les coves del Pirata (Foto A. Merino).

Figure 13: Speleothems and the processes that affect them: a- Stalagmitic massif in Coves del Pirata (Photo A. Merino); b- White straws are abundant, while after a certain depth the speleothems become totally black, undoubtedly owing to chemical processes of the water drowning Llac Ras gallery; c- Speleothems affected by corrosion processes (Photo C. Bodi). d- Local subsidence being very conspicuous as broken columns and flowstone in Coves del Pirata (Photo A. Merino).



Figura 14: Espeleotemes freàtics del llac de la sala dels Caramells: a- Espectacular estalactita folrada d'helictites i de cristal·litzacions freàtiques que corresponen a un paleonivell situat a uns + 2m; b- Concrecionament freàtic subactual sobre parets i estalactites; c- Estalactita amb recobriment freàtic. S'aprecien les làmines de calcita flotant cimentades i les helictites a la part superior; d- Contrast entre les blanques colades parietals i la franja de cristal·lització freàtica subactual de color bru; e- Recobriment zenital. (Fotos C. Bodi).

Figure 14: Phreatic speleothems in the pool of the chamber called Sala dels Caramells: a- Spectacular stalactite covered with helictites and coated by phreatic crystals which correspond to a paleolevel situated at +2m; b- Postglacial phreatic crystallizations on walls and stalactites; c- Stalactite with phreatic coating. Cemented calcite rafts and helictites can be appreciated in the upper part; d- Contrast between the white flowstone pavement and the brownish belt of postglacial phreatic crystallizations. e- Zenital phreatic coating (Photos C. Bodi).



Figura 15: Morfologies d'esfondrament de la galeria Migpunt (cova des Pont). S'aprecia la tendència de la volta a adquirir el perfil d'equilibri (Foto A. Merino).

Figure 15: Breakdown morphologies in Galeria Migpunt (Cova des Pont). The tendency to reach a state of equilibrium can be seen in the vault profile (Photo A. Merino).

secundàries presenten descalcificacions intenses o processos de reajustaments gravitatoris (solifluxions).

Els importants processos de precipitació litoquímica de les coves del Pirata (especialment columnes i massissos estalagmítics) han determinat la compartimentació de la cova. Les formacions litoquímiques apareixen profusament distribuïdes i confereixen a la cavitat, a més d'una elevada complicació topogràfica, una gran bellesa (GINÉS & GINÉS, 1976).

A la cova des Pont alternen zones de pis cobert majoritàriament per blocs caiguts, amb altres indrets amb importants recobriments de formes de precipitació. Destaquen colades pavimentàries, estalagmites, columnes i petites estalactites fistuloses al sòtil. Si bé s'hi troben concrecions per tot arreu, arriben a tenir importància davall la boca i a la galeria des Terrat, on recobreixen quasi totalment l'acúmulo clàstic i prenen formes espectaculars, així com també, sota les aigües, a la galeria del Llac Ras i la galeria Decorada. A la sala dels Caramells els blocs es troben recoberts per importants recobriments litoquímics que han consolidat i decorat l'esfondrament.

Els espeleotemes freàtics són també destacats (Fig. 14). Els subactuals, que es troben arran de la superfície dels llacs són molt vistosos i freqüents a les voreres de llacs de les coves del Pirata i a la cova des Pont (galeria Decorada, sala del Tanga, sala dels Caramells, llac Victòria, llac Ras i llac del Carbonat) recobrint parets i estalactites.

Els corresponents als nivells de + 2,1 m per damunt el nivell freàtic es localitzen al W de la sala Gran, llac Ras, sala del Tanga, sala dels Caramells i a les coves del Pirata. La datació d'aquests revestiments freàtics ens informen d'una edat de $133 \pm 1,9$ ka per les coves del Pirata i $122,7 \pm 1,9$ ka per la cova des Pont (TUCCIMEI *et al.*, 2006), corresponent per tant ambdues dates amb els màxims transgressius del darrer interglacial. Els trobats a cotes negatives corresponen als següents nivells: -3 m al llac del Carbonat, -3,6 m a la galeria Decorada i -7 m a la galeria Myotis.

Els mecanismes de reajustament gravitacional del substrat inestable de la cavitat han provocat la presència d'importants fenòmens de solifluxió, especialment cridaners a les coves del Pirata. Molts massissos estalagmítics, columnes i colades pavimentàries es troben trencades per aquest motiu (Fig. 13d), presentant desplaçaments de fins a 4 m. També són abundants les estalagmites basculades respecte a la primitiva disposició vertical. Algunes esclatxes de desferrament al terra de les zones superiors de la cova, superen els 6 m de fondària. Aquests trencaments del pis, paral·lels a les alineacions dels basculaments constitueixen una morfologia que obeeix al lent flux dels materials clàstics i al grau de rigidesa del conjunt (GINÉS & GINÉS, 1976).

També s'observen a les zones situades per davall del nivell freàtic, espeleotemes afectats per intenses processos de corrosió que els han destruït en gran part.

Les sales d'esfondrament

El sistema Pirata-Pont-Piqueta el podem definir com a un conjunt de sales d'esfondrament interconnectades en les quals, de ben segur, aquests mateixos esbucaments aïllen altres cavitats ara per ara inacessibles a l'home (Fig. 15). La superació d'esfondraments per poder accedir a altres zones de les cavitats és una constant exploratòria dins l'espeleologia subaquàtica al llarg de Mallorca. Importants continuacions s'han aconseguit forçant alguns esfondraments que barraven el pas (GRÀCIA *et al.*, 1998a; 1998b; 2000; 2003; GRÀCIA i CLAMOR, 2001). S'ha de tenir present que, llevat d'algunes zones de la galeria Corcada, gairebé tots els contorns del sistema estan tancats per productes dels enderrocs, revestiments litoquímics o rebliments sedimentaris fins. També els espais actualment negats per les aigües presenten com a morfologia predominant les acumulacions de blocs caiguts (Fig. 16). Els processos d'esfondrament (*breakdown processes*) són el tret principal d'aquest sistema càrstic originant voluminoses i caòtiques sales. El col·lapse dels sostres i parets per inestabilitat i falta de sustentació dona lloc a voltes i sales de seccions arrodonides per intentar assolir l'equilibri mecànic. Els blocs caiguts s'acumulen en el centre de les cambres per formar caramulls còncics d'enderrocs o per produir rosts de blocs si els esfondraments són asimètrics. El sentit de creixement del buit es produeix sempre en sentit ascendent, per la qual cosa

les àrees inicials d'espeleogènesi es localitzaven sempre a cotes més baixes respecte del nivell actual del pis de la cova. Les sales d'esfondrament o *collapse chambers* (GINÉS, 2000) constitueixen una de les darreres etapes de l'evolució espeleogenètica abans de la degradació total dels sistemes càrstics.

Els processos d'evolució d'aquestes cavitats als litorals càrstics estan molt influenciats 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'esfondrament. L'ampliació de les cavitats només és eficaç si actuen també mecanismes que impliquen la retirada de la roca mitjançant la seva dissolució.

El fet de que els sostres actuals i els grans volums de materials despresos estiguin coberts d'espeleotemes depèn principalment de l'antiguitat dels darrers esbucaments, del regim freàtic o vadòs al qual ha estat sotmès el buit i de la velocitat de formació dels espeleotemes. En molts casos els cons d'enderrocs es troben cimentats i parcialment consolidats per potents colades i massissos estalagmítics (Fig. 19).

Al sistema podem reconèixer, si es procedeix a l'estudi detallat de la topografia, la fusió de diverses unitats d'esfondraments independents (Fig. 17). L'observació de les corbes de nivell és una eina ben útil per intentar delimitar les diferents unitats. Així sembla que la cova de sa Piqueta (amb la sala Obstruïda inclosa) i la sala dels Caramells formen part d'una mateixa unitat d'es-



Figura 16: L'abundància de blocs i pedres caiguts són ben presents també a la major part de les zones sotaiguades del sistema (coves del Pirata). (Foto A. Merino).

Figure 16: The abundance of blocks and fallen boulders is common in most part of the underwater zones of the system (Coves del Pirata). (Photo A. Merino).



Figura 19: Massís estalagmític de les coves del Pirata. Les formes litoquímiques recobreixen gran part de l'esfondrament que ha creat la cavitat, dissimulant els enderrocs (Foto A. Merino).

Figure 19: Stalagmitic massif in Coves del Pirata. Speleothem deposits cover the larger part of the breakdown material that has shaped the cave, hidden the resulting rock piles (Photo A. Merino).

col·locades a la estufa i secades durant 24 h a 105 °C. Un cop seques es va descriure altre cop el color en sec, i es va fraccionar cada una de les mostres per a les diferents anàlisis posteriors que van ser matèria orgànica, mida de gra i textura i mineralogia, utilitzant per això la totalitat de la mostra, sense separació per fraccions texturals, al ser la fracció fina la predominant.

L'anàlisi de la matèria orgànica es va realitzar per calcinació al forn mufla, mesurant la pèrdua de pes després de tenir les mostres a 550 °C durant dues hores. Per a l'anàlisi granulomètrica i de mida de gra es va utilitzar un COULTER® LS 100 (Laser Particle Size Analyser) que determina un rang de partícules entre 0,4 i 1.000 µm. A partir dels valors obtinguts es van calcular

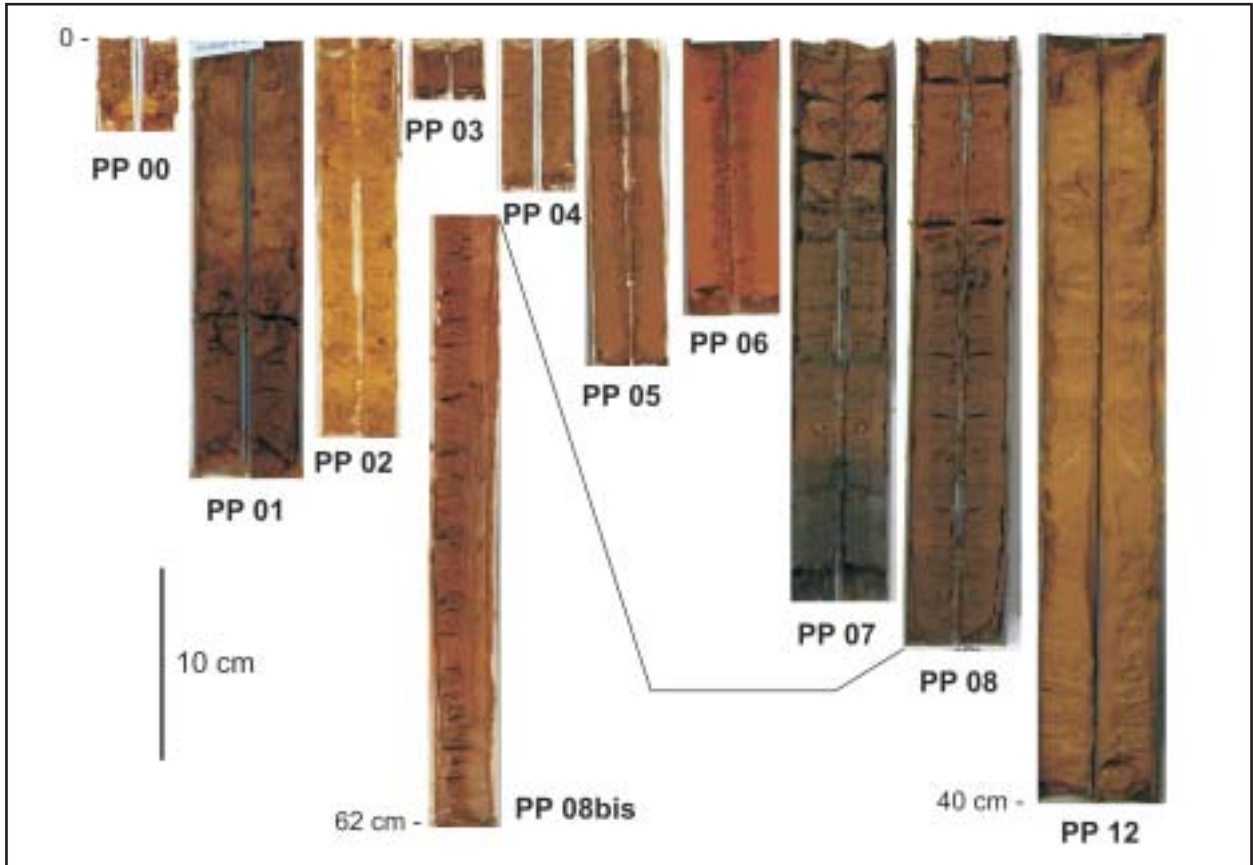


Figura 21: Sondatges realitzats en el sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta.

Figure 21: Cores of sedimentary infilling in Pirata-Pont-Piqueta cave system.

Nom	Localització	Tipus	Mostra (ex: PP01-01)
PP00	Galeria Corcada (Cova de sa Piqueta)	sondeig	01, 02
PP01	Connexió Cova des Pont - Pirata	sondeig	01, 02, 03, 04, 05
PP02	Llac Nou (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07
PP03	Galeria Tancada (Cova des Pont)	sondeig	01
PP04	Galeria Decorada (Cova des Pont)	sondeig	01, 02
PP05	Llac Victòria (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04
PP06	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05
PP07	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10
PP08	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11
PP09	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	mostra	01
PP10	Llac Victòria (Cova des Pont)	roca	01
PP11	Superfície (Cova de sa Piqueta – Pont)	sòl	01
PP12	Sala Obstruïda (Cova de sa Piqueta)	sondeig	01, 02, 03, 04

Taula 1: Relació dels sondatges i de les mostres recollides dins el sistema Pirata-Pont-Piqueta.

Table 1: Log listing and obtained samples in Pirata-Pont-Piqueta cave system.

Mostra	Profunditat (cm)	Color humit		Color sec		Passades mil·limètriques negres (7,5YR2,5/1)
Sondatge 00						
01	0-2,5	5YR4/6	vermell groguenc	-	-	
02	2,5-4	7,5YR6/8	groc vermellós	-	-	
Sondatge 01						
01	0-3	2,5YR5/8	vermell	7,5YR6/6	groc vermellós	
02	3-9	7,5YR5/8	marró fort	7,5YR7/6	groc vermellós	
03	9-15	7,5YR5/8	marró fort	7,5YR7/6	groc vermellós	
04	15-20	2,5YR3/6	vermell fosc	7,5YR5/8	marró fort	
05	20-26	2,5YR3/6	vermell fosc	7,5YR5/8	marró fort	
Sondatge 02						
01	0-3	7,5YR5/8	marró fort	7,5YR7/6	groc vermellós	
02	3-3,5	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	
03	3,5-7	7,5YR5/8	marró fort	7,5YR7/6	groc vermellós	
04	7-13,5	7,5YR6/8	groc vermellós	7,5YR8/4	rosa	
05	13,5-21	7,5YR6/6	groc vermellós	10YR7/6	groc	
06	21-23	7,5YR7/6	groc vermellós	7,5YR8/4	rosa	
07	23-25	7,5YR6/6	groc vermellós	-	-	
Sondatge 03						
01	0-3	2,5YR3/3	vermell obscur	7,5YR5/6	marró fort	
Sondatge 04						
01	0-4	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	
02	4-9	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	
Sondatge 05						
01	0-7	2,5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	x
02	7-13	2,5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	
03	13-16	2,5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	marró fort	x
04	16-21	2,5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	marró fort	
Sondatge 06						
01	0-3	2,5YR4/6	vermell groguenc	5YR5/8	vermell groguenc	x
02	3-5	2,5YR4/8	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	
03	5-7,5	2,5YR4/6	vermell groguenc	5YR5/6	vermell groguenc	
04	7,5-11	2,5YR4/8	vermell fosc	5YR5/6	vermell groguenc	
05	11-16	2,5YR4/8	vermell fosc	5YR5/6	vermell groguenc	
Sondatge 07						
01	0-3	2,5YR3/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	
02	3-7	2,5YR3/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	
03	7-9,5	2,5YR3/4	vermell obscur	7,5YR6/6	groc vermellós	
04	9,5-12,5	5YR3/3	marró vermellós fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	xx
05	12,5-16,5	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	x
06	16,5-19,5	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	x
07	19,5-20,5	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	xx
08	20,5-22,5	5YR3/3	marró vermellós fosc	7,5YR5/4	marró	x
09	22,5-26	5YR2,5/2	marró vermellós fosc	7,5YR5/4	marró	x
10	26-34	5YR2,5/1	negre	7,5YR6/4	marró clar	xx
Sondatge 08						
01	0-3,5	2,5YR4/4	vermell obscur	5YR5/6	vermell groguenc	x
02	3,5-6	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	x
03	6-12,5	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	x
04	12,5-17,5	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR5/6	marró fort	xx
05	17,5-25,5	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR5/6	marró fort	xx
06	25,5-27,5	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR5/6	marró fort	xx
07	27,5-32	5YR3/4	marró vermellós fosc	7,5YR5/6	marró fort	xx
08	32-37	5YR3/3	marró vermellós fosc	7,5YR5/6	marró fort	xx
Sondatge 08bis						
09	37-45	7,5YR3/2	marró fosc	7,5YR5/6	marró fort	xx
10	45-53	10YR3/3	marró fosc	7,5YR5/4	marró	xx
11	53-62	10YR3/3	marró fosc	7,5YR6/4	marró clar	xx
Mostra 09						
01	0-10	2,5YR4/8	vermell fosc	5YR5/6	vermell groguenc	
Mostra 11						
01	superfície	7,5YR4/6	marró fort	5YR4/6	vermell groguenc	
Sondatge 12						
01	0-10	7,5YR7/8	groc vermellós	7,5YR7/6	groc vermellós	
02	10-20	7,5YR7/8	groc vermellós	7,5YR7/4	rosa	
03	20-30	7,5YR7/8	groc vermellós	7,5YR7/6	groc vermellós	
04	30-40	7,5YR7/8	groc vermellós	7,5YR8/4	rosa	

Taula 2: Descripció del color de les mostres en sec i humit. A la darrera columna s'indiquen la presència de intercalacions de làmines negres segons la seva abundància (x: poc, xx: molt).

Table 2: Sample color description of the cores, in wet and dry conditions. In the last column, the relative abundance of black laminae intercalations is indicated (x: low, xx: high).

Mostra	Profunditat (cm)	Matèria orgànica (%)
Sondatge 00		
01	0-2,5	-
02	2,5-4	-
Sondatge 01		
01	0-3	6,27
02	3-9	5,08
03	9-15	6,60
04	15-20	3,11
05	20-26	2,37
Sondatge 02		
01	0-3	7,63
02	3-3,5	2,86
03	3,5-7	3,89
04	7-13,5	3,34
05	13,5-21	2,52
06	21-23	2,77
Sondatge 03		
01	0-3	4,34
Sondatge 04		
01	0-4	1,76
02	4-9	1,90
Sondatge 05		
01	0-7	4,07
02	7-13	3,39
03	13-16	3,07
04	16-21	3,41
Sondatge 06		
01	0-3	2,24
02	3-5	2,44
03	5-7,5	3,49
04	7,5-11	3,07
05	11-16	2,07
Sondatge 07		
01	0-3	3,97
02	3-7	3,31
03	7-9,5	2,80
04	9,5-12,5	4,60
05	12,5-16,5	4,69
06	16,5-19,5	4,66
07	19,5-20,5	5,17
08	20,5-22,5	4,43
09	22,5-26	3,91
10	26-34	4,09
Sondatge 08		
01	0-3,5	5,26
02	3,5-6	5,15
03	6-12,5	4,65
04	12,5-17,5	4,55
05	17,5-25,5	4,74
06	25,5-27,5	4,20
07	27,5-32	5,22
08	32-37	4,77
Sondatge 08bis		
09	37-45	7,06
10	45-53	7,59
11	53-62	6,81
Mostra 09		
01	0-10	4,45
Mostra 11		
01	superfície	12,50
Sondatge 12		
01	0-10	1,09
02	10-20	1,36
03	20-30	1,18
04	30-40	1,53

Taula 3: Contingut en matèria orgànica de les mostres.

Table 3: Organic matter contents in the samples.

els percentatges en pes per a cada una de les fraccions d'arenes (>63 µm), llims (63-2 µm) i argiles (<2µm) així com els paràmetres texturals i estadístics simples (McMANUS, 1988). La composició mineralògica de la mostra total es va realitzar utilitzant un difractòmetre Siemens D-5000 amb un ànode de Cu obtenint l'espectre entre 3 i 34° de 2 theta a un pas de 0,03° amb un temps de 3 s per pas a una temperatura ambient de 25°C. Un cop identificades les principals fases minerals es va realitzar l'anàlisi semiquantitativa mitjançant la integració de l'àrea dels pics principals (BISCAYE, 1965) per tal d'analitzar la variació mineralògica al llarg de l'acumulació sedimentària.

Tots els resultats s'han representat gràficament en forma de taules i ens els casos pertinents s'han realitzat altres gràfics i cartografies de distribució damunt la topografia de la cova. En alguns casos concrets s'han realitzat també observacions de microscopi electrònic de rastreig (SEM).

La totalitat de les dades varen ser sotmeses a tractament estadístic realitzant finalment una anàlisi factorial de components principals.

RESULTATS

Color dels sediments

La totalitat de les dades de color es poden observar a la Taula 2. En línies generals predominen els colors que van des de grocs vermellosos a marrons obscurs, es pot observar però una gran variabilitat entre els sondatges. Encara que al llarg de cada un d'ells es mostren variacions, podem diferenciar tres tipologies diferents, sondatges amb colors grocs vermellosos (PP00, PP02, PP12), colors vermells groguencs i foscos (PP06, PP09) i, finalment coloracions amb diferents tonalitats de marró (PP01, PP03, PP04, PP05, PP07, PP08). En els del primer tipus de coloracions més clares, els sondatges són força uniformes presentant algunes bandes més vermelloses que es fan més abundants a sostre especialment en els sondatges PP02 i PP12. El segon tipus on predomina el vermell la uniformitat és la característica principal. En el darrer tipus on la predominança dels marrons es la característica principal, destaquen de forma irregular la intercalació de bandes mil·limètriques negres que es fan especialment abundants cap a la base dels sondatges PP07 i PP08 donant una clara morfologia varvada, essent més irregular a la resta. La part superior del sondatge PP01 destaca també per la seva coloració més groguenca.

Contingut en matèria orgànica dels sediments

El contingut en matèria orgànica de les mostres de sediment, que podem observar a la Taula 3, té uns valors que oscil·len des d'un mínim de 1,09 fins a un màxim de 12,50 % amb un valor mitjà de 4,11 %. La distribució però és molt desigual dins els sondatges. Així, el valors mínims corresponen a les mostres dels sondatges PP12 amb un valor mitjà de 1,29 %, al PP04 amb un 1,83 %, valors relativament propers a l'error del mètode, i al PP06 amb un 2,66 %. La resta de sondat-

ges presenten valors mitjans al voltant del 4 %. La mostra de sòl edàfic dona valors per sobre del 12 %. Encara que la variació dins els sondatges és relativament petita, podem destacar la disminució amb la profunditat dels sondatges PP01, PP02 i PP05; i la tendència al increment en els PP06, PP07 i, especialment, en el PP08; en cap cas, però les diferències superen el 3% (Taula 4). El màxims valors es donen en els sondatges PP08 i PP07, essent el primer el que registra valors mitjans més alts de tots els sondatges, amb un 5,45 %.

La distribució de la matèria orgànica sembla clarament relacionada amb les entrades per esfondrament de les cavitats, de manera que la seva presència estaria clarament relacionada amb la procedència exterior, com així ho demostra la presència dins del sondatge PP08 de la galeria del llac Ras de nombroses llavors i altres restes vegetals. S'observa també clarament una disminució d'aquest percentatge amb la distància a l'obertura exterior. Els valors menors es trobarien a les zones més allunyades de les entrades, com ara a la galeria Decorada, a la galeria Corcada i a la sala Obstruïda.

Anàlisi de la mida de gra dels sediments

L'anàlisi granulomètrica dels sediments que componen el fons dels llacs del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta, es caracteritzen per una elevada variabilitat en les proporcions del contingut en arenes, llims i argiles, dins d'una predominança dels materials fins (Taula 5). Aquesta variabilitat a més és molt marcada entre els diferents sondatges que corresponen als diferents llacs. La variabilitat en el contingut en argiles va d'un mínim de 2,63 a un màxim de 60,10 % amb una mitjana de 17,43 %. La variabilitat en el contingut en llims va d'un mínim de 18,57 a un màxim de 87,20 % amb una mitjana de 60,44 %. Les proporcions d'arenes mostren encara una major variabilitat, anant des d'una proporció del 0 % a un màxim del 78,50 %, amb una mitjana del 16,55 %. La presència de graves és testi-

monial; en realitat només s'ha constatat en el sondatge PP00 (i correspondrien a fragments de roques). Dins dels paràmetres texturals la mitjana oscil·la de 2,2 µm a 272,9 µm amb una mitjana de 52,04 µm; la mediana va de 1,6 a 250,6 µm amb un valor mitjà de 26,32 µm; i el grau de classificació dels sediments (desviació estàndard) va de 1,6 µm de valor mínim (molt ben classificat) fins a un màxim de 343,8 µm (mal classificat) amb un valor mitjà de 68,59 µm (Taula 6).

La dades més concretes corresponents a les mitjanes texturals i granulomètriques per a cada sondatge es poden observar a la Taula 7 (els paràmetres dels sondatges amb només una mostra els podem trobar a la Taula 5). De l'observació detallada de les taules se'n poden diferenciar, a nivell general, tres grups de sediments: a) els que indicarien les mostres dels sondatges PP12 com a més característic, però que també inclouria els sondatges PP01 i PP02, on la fracció arena assoleix prop del 50 % amb medianes que corresponen a arenes de fines a mitjanes i amb uns graus de classificació en general força baixos; b) el que caracteritza el sondatge PP06, format quasi exclusivament per fins amb un percentatge d'argiles proper al 50 %, amb una mediana al límit de la mida de gra entre argila i llim i amb una molt bona classificació; i finalment, c) la resta de sondatges que venen a representar termes mitjans, amb una predominança dels elements fins, amb una mediana sempre dins de l'interval de mida de gra del llims però amb proporcions diferents de la fracció arena, que en cap cas superen de mitjana el 10 % i amb uns graus de classificació intermedis.

Detalladament a nivell de mostres s'han diferenciat diversos tipus texturals, els exemples més característics dels quals es poden observar a la Fig. 22. Així tenim una corba (PP12-01) amb una angulositat negativa (platicúrtica) i un esbiaixament cap a la dreta, amb una mediana corresponent a la mida de gra de les arenes mitjanes amb una moderada granoclassificació i formada des d'un punt de vista de la composició sedimentària per una sola població amb molt poca proporció d'al-

Nom	Localització	% M.O. mínim	màxim	mitjana	Desv. típica
PP00	Galeria Corcada (Cova de sa Piqueta)			-	
PP01	Connexió Cova des Pont - Pirata	2.37	6.60	4.69	1.88
PP02	Llac Nou (Cova des Pont)	2.52	7.63	3.83	1.92
PP03	Galeria Tancada (Cova des Pont)			4.34	
PP04	Galeria Decorada (Cova des Pont)	1.76	1.90	1.83	0.10
PP05	Llac Victòria (Cova des Pont)	3.07	4.07	3.49	0.42
PP06	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	2.07	3.49	2.66	0.59
PP07	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	2.80	5.17	4.16	0.71
PP08	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	4.20	7.59	5.45	1.15
PP09	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)			4.45	
PP10	Llac Victòria (Cova des Pont)			-	
PP11	Superfície (Cova de sa Piqueta – Pont)			12.50	
PP12	Sala Obstruïda (Cova de sa Piqueta)	1.09	1.53	1.29	0.19

Taula 4: Valors estadístics descriptius del contingut en matèria orgànica.

Table 4: Statistical descriptive values of the organic matter contents.

Mostra	Profunditat (m)	Grava >2mm	AMG 2-1mm	AG 1-0.5mm	Area AM 0.5-0.2mm	AF 0.2-0.1mm	AMF 0.1-0.06	total arenes	LLMG 62-31µm	LLG 31-16µm	Llim LLM 16-8µm	LLF 8-4µm	LLMF 4-2µm	total fil·lins	Argila <2µm
Sondatge 00	0-2.5	85.00						10.00						5.00	?
01	2.5-4	60.00						15.00						25.00	?
Sondatge 01															
01	0-3	0.00	0.40	5.50	17.10	18.30	18.90	60.20	11.00	7.20	6.00	4.40	4.08	32.68	7.12
02	3-9	0.00	0.68	7.20	17.80	13.00	14.80	53.48	10.40	7.70	6.50	5.50	5.00	35.10	11.40
03	9-15	0.00	0.94	6.10	14.40	10.20	5.00	36.64	4.20	5.90	6.00	14.10	13.40	39.60	23.30
04	15-20	0.00	0.00	0.00	0.06	0.40	1.50	1.96	4.10	14.10	28.30	20.80	14.10	81.40	16.60
05	20-26	0.00	0.00	0.00	0.24	2.60	7.90	10.74	17.80	19.90	19.80	11.80	9.00	78.30	11.00
Sondatge 02															
01	0-3	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	13.90	16.01	15.10	16.30	15.90	12.00	10.00	69.30	14.70
02	3-5	0.00	0.20	3.00	10.40	11.70	13.50	38.80	11.50	10.40	7.50	9.50	8.60	50.80	10.40
03	3.5-7	0.00	3.98	18.40	16.40	6.60	9.30	54.68	7.30	9.40	7.50	6.30	4.70	35.20	10.10
04	7-13.5	0.00	0.11	0.11	19.50	19.50	21.70	49.41	16.70	8.90	5.00	5.00	4.12	43.52	7.08
05	13.5-21	0.00	2.90	11.80	22.70	13.70	12.10	63.20	12.10	9.10	5.96	1.81	1.81	32.87	4.34
06	21-23	0.00	0.00	0.35	14.10	27.00	18.90	60.35	13.10	11.90	5.84	2.90	2.03	35.77	3.93
Sondatge 03															
01	0-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	13.90	21.60	23.60	20.90	80.21	19.90
Sondatge 04															
01	0-4	0.00	0.00	0.00	0.19	2.70	6.00	8.89	21.10	32.10	16.80	8.40	5.45	83.85	7.25
02	4-9	0.00	0.00	0.00	0.12	2.60	7.40	10.12	18.10	25.40	18.10	11.60	7.97	81.17	8.73
Sondatge 05															
01	0-7	0.00	0.00	0.38	1.60	3.20	2.90	8.08	4.10	10.90	18.40	21.50	19.40	74.30	17.60
02	7-13	0.00	0.00	0.00	0.46	5.40	3.10	9.16	3.10	9.00	18.20	25.90	16.60	72.80	18.00
03	13-16	0.00	0.00	0.00	0.06	4.70	2.50	7.26	2.20	7.70	18.80	23.70	21.00	73.40	19.30
04	16-21	0.00	0.00	0.00	0.01	0.50	2.00	2.51	2.60	9.20	20.70	24.60	21.10	78.20	19.30
Sondatge 06															
01	0-3	0.00	0.00	0.00	0.01	1.28	3.20	4.49	0.80	8.10	15.00	24.40	17.20	66.50	29.00
02	3-5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.90	3.30	7.20	21.50	19.90	52.80	47.20
03	5-7.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	4.90	21.80	23.80	50.51	49.50
04	7.5-11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.61	23.90	23.90	50.41	49.60
05	11-16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	15.80	23.80	39.87	60.10
Sondatge 07															
01	0-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	5.96	19.20	23.30	22.80	12.90	84.16	15.90
02	3-7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.87	13.80	22.80	21.40	19.00	10.20	87.20	12.10
03	7-9.5	0.00	0.00	0.27	0.70	1.10	4.30	6.37	13.10	20.60	19.80	16.10	12.30	81.90	14.90
04	9.5-12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	8.60	18.50	21.90	20.10	15.90	85.00	14.90
05	12.5-16.5	0.00	0.00	0.07	0.75	1.40	2.80	5.02	6.20	15.30	21.50	20.30	16.10	79.40	14.90
06	16.5-19.5	0.00	0.00	0.00	0.83	2.30	3.30	6.53	6.90	14.30	22.30	22.10	13.30	76.90	16.60
07	19.5-20.5	0.00	0.00	0.00	0.28	2.00	3.00	5.28	5.50	16.30	22.40	23.30	12.80	80.30	14.40
08	20.5-22.5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.61	1.60	2.22	3.90	12.40	22.70	26.80	15.80	81.60	16.20
09	22.5-26	0.00	0.00	0.08	0.16	2.30	3.80	6.34	4.30	13.30	21.70	21.60	17.50	78.40	15.20
10	26-34	0.00	0.00	0.00	0.06	1.80	2.60	4.46	3.70	10.40	20.00	22.90	20.60	77.60	17.90
Sondatge 08															
01	0-3.5	0.00	0.00	0.16	0.90	3.20	7.20	11.46	11.10	16.80	17.10	18.80	11.80	75.60	12.90
02	3.5-6	0.00	0.00	0.00	0.05	2.75	5.20	8.00	5.90	13.60	18.10	19.00	17.00	73.60	18.40
03	6-12.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25	15.20	21.20	25.30	15.80	80.75	19.20
04	12.5-17.5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.61	2.30	2.92	6.00	13.60	19.60	24.50	15.60	79.30	17.80
05	17.5-25.5	0.00	0.00	0.00	0.42	1.80	3.70	5.92	6.20	12.90	17.90	23.40	15.60	76.00	18.10
06	25.5-27.5	0.00	0.00	0.00	0.04	1.63	2.70	4.37	4.50	12.00	18.90	25.30	16.40	77.10	18.50
07	27.5-32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.10	21.00	24.00	20.90	80.30	19.70
08	32-37	0.00	0.00	0.00	0.43	2.80	2.50	5.73	6.10	13.60	19.10	23.50	14.60	77.10	17.20
Sondatge 08bis															
09	37-45	0.00	0.00	0.00	0.11	2.05	3.50	5.66	7.40	14.10	18.30	22.60	15.60	78.00	16.30
10	45-53	0.00	0.00	0.01	2.23	7.60	5.50	15.34	5.80	11.70	16.80	21.80	14.00	70.90	14.00
11	53-62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	11.20	21.00	29.10	19.90	81.27	18.70
Mostra 09															
01	0-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	12.50	26.80	21.10	61.18	38.80
Mostra 11															
01	sol	0.00	0.00	0.00	0.44	8.90	17.80	27.14	19.60	20.00	12.40	8.60	6.84	67.44	5.46
Sondatge 12															
01	0-10	0.00	0.00	11.80	38.50	16.90	11.60	78.80	7.10	5.10	2.65	2.28	1.44	18.57	2.63
02	10-20	0.00	0.00	3.60	15.60	17.10	20.50	56.80	3.80	10.30	5.50	4.33	2.80	36.73	6.47
03	20-30	0.00	0.77	6.80	12.90	7.80	14.30	42.57	14.70	16.20	9.00	5.60	4.90	50.40	7.31
04	30-40	0.00	0.55	5.08	8.90	4.80	19.60	38.93	20.60	19.90	9.20	4.24	2.77	56.71	4.39

Taula 5: Paràmetres estadístics texturals de les mostres estudiades.

Table 5: Textural statistical parameters of the studied samples.

Mostra	Profunditat (m)	Mitjana μ	Mediana μ	m/M	Moda μ	S.D. μ	Skewness	Kurtosis		
Sondatge 00										
01	0-2,5									
02	2,5-4									
Sondatge 01										
01	0-3	161,80	94,77	1,71	170,80	188,20	1,86	rs	4,03	
02	3-9	168,00	74,32	2,26	361,80	216,00	1,88	rs	4,18	
03	9-15	134,50	10,72	12,55	291,90	223,30	2,28	rs	6,07	
04	15-20	12,44	7,78	1,61	10,52	18,67	5,25	rs	60,56	
05	20-26	27,96	16,14	1,73	30,73	36,05	3,04	rs	12,61	
Sondatge 02										
01	0-3	28,64	13,86	2,07	17,98	35,01	1,71	rs	2,39	
02	3-3,5	102,90	29,64	3,47	137,80	159,60	2,55	rs	7,83	
03	3,5-7	272,90	91,22	2,99	618,40	343,80	1,55	rs	2,53	
04	7-13,5	92,35	60,43	1,53	170,80	94,05	1,29	rs	1,25	
05	13,5-21	248,70	139,40	1,78	361,80	295,00	1,97	rs	5,05	
06	21-23	124,60	95,25	1,31	211,60	111,80	1,26	rs	2,93	
Sondatge 03										
01	0-3	7,69	5,51	1,40	8,49	6,84	1,37	rs	1,51	
Sondatge 04										
01	0-4	29,66	20,90	1,42	27,61	34,58	3,28	rs	14,06	
02	4-9	27,92	17,12	1,63	27,61	34,29	2,95	rs	11,49	
Sondatge 05										
01	0-7	24,30	6,28	3,87	6,85	62,77	4,95	rs	28,60	
02	7-13	21,66	5,99	3,62	6,85	46,13	3,29	rs	10,61	
03	13-16	17,71	5,54	3,20	6,85	39,29	3,60	rs	12,55	
04	16-21	10,23	5,49	1,86	7,63	17,70	5,27	rs	35,57	
Sondatge 06										
01	0-3	11,40	4,29	2,65	5,53	24,46	4,53	rs	22,87	
02	3-5	4,10	2,18	1,88	1,11	5,79	4,33	rs	26,69	
03	5-7,5	2,90	2,02	1,43	1,53	2,41	1,52	rs	2,18	
04	7,5-11	2,76	2,02	1,37	1,37	2,14	1,18	rs	0,78	
05	11-16	2,16	1,60	1,35	1,23	1,62	1,34	rs	1,34	
Sondatge 07										
01	0-3	11,16	7,73	1,44	10,52	10,73	1,59	rs	2,54	
02	3-7	15,53	10,52	1,48	11,71	14,58	1,28	rs	1,05	
03	7-9,5	23,71	11,10	2,14	10,52	47,69	6,76	rs	57,61	
04	9,5-12,5	12,13	7,84	1,55	9,45	12,14	1,58	rs	2,17	
05	12,5-16,5	18,85	7,60	2,38	9,45	40,20	6,55	rs	55,17	
06	16,5-19,5	20,07	7,58	2,65	9,45	41,58	4,66	rs	25,22	
07	19,5-20,5	17,39	7,93	2,19	9,45	32,63	4,78	rs	28,79	
08	20,5-22,5	11,48	6,40	1,79	8,49	19,20	5,98	rs	48,90	
09	22,5-26	17,89	7,15	2,50	8,49	37,98	5,92	rs	51,56	
10	26-34	13,60	5,88	2,31	7,63	26,53	4,71	rs	26,61	
Sondatge 08										
01	0-3,5	28,06	10,19	2,75	9,45	51,58	4,61	rs	29,41	
02	3,5-6	18,97	6,98	2,72	8,49	33,75	3,39	rs	12,81	
03	6-12,5	9,09	6,02	1,51	8,49	8,96	1,64	rs	2,54	
04	12,5-17,5	12,76	6,39	2,00	8,49	20,33	5,00	rs	36,78	
05	17,5-25,5	17,26	6,45	2,68	7,63	34,49	4,80	rs	28,95	
06	25,5-27,5	14,14	6,01	2,35	7,63	27,15	4,66	rs	25,80	
07	27,5-32	8,13	5,49	1,48	7,63	8,09	1,91	rs	4,04	
08	32-37	17,85	6,86	2,60	8,49	35,77	4,51	rs	23,86	
Sondatge 08bis										
09	37-45	17,35	6,97	2,49	8,49	31,02	4,11	rs	20,27	
10	45-53	34,55	7,94	4,35	7,63	64,49	2,73	rs	6,95	
11	53-62	7,08	5,13	1,38	6,16	6,11	1,42	rs	1,76	
Mostra 09										
01	0-10	4,00	2,83	1,41	4,97	3,42	1,35	rs	1,56	
Mostra 11										
01	sòl	48,21	29,12	1,66	38,08	52,59	1,68	rs	2,64	
Sondatge 12										
01	0-10	267,60	250,60	1,07	361,80	206,30	0,64	rs	-0,23	p
02	10-20	138,70	77,98	1,78	72,46	158,20	1,75	rs	3,19	
03	20-30	142,90	44,82	3,19	58,48	215,00	2,25	rs	5,65	
04	30-40	116,00	44,23	2,62	65,10	189,80	2,88	rs	9,61	

Taula 6: Valors percentuals de les diverses fraccions texturals.

Table 6: Percentage values of the different textural fractions.

tres components. El cas de la corba granulomètrica corresponent a la mostra PP12-04, és un clar exemple de bimodalitat degut a la mescla de dues subpoblacions amb diferents mitjanes (que poden tenir diverses proporcions segons les mostres de les quals el sondatge PP12 n'és un bon exemple), una corresponent a la mida de gra d'arenes mitjanes i l'altre als llims molt gruixats; és una corba moderadament granoclassificada, leptocúrtica i esbiaixada cap a la dreta.

El cas de la corba granulomètrica corresponent a la mostra PP6-03 (molt característic de tot el sondatge) correspon a una sola població amb un grau de classificació molt bo amb una mediana de la mida de gra en el trànsit de llims a argiles i format en la seva totalitat pels components texturals més fins. El tipus corresponent a la mostra PP05-02, com el cas de la PP12-04, és clarament bimodal, per tant el sediment correspondria a dues sub-

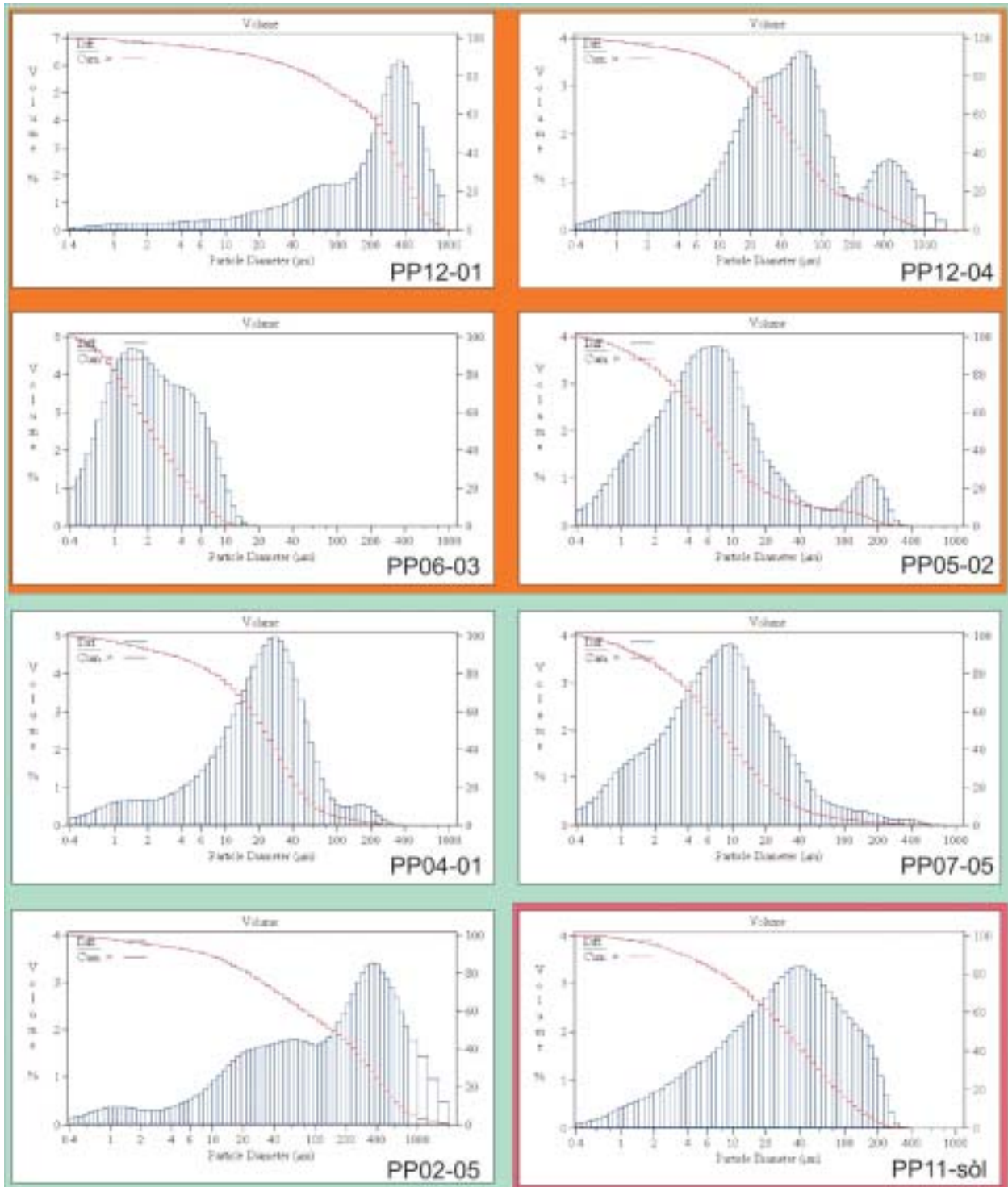


Figura 22: Histograma de freqüències i corba acumulativa típiques dels diferents tipus de sediments presents al sistema Pirata-Pont-Piqueta.

Figure 22: Characteristic frequency histograms and cumulative curves of different sediment types in Pirata-Pont-Piqueta cave system.

poblacions diferents. La diferència bàsica està en els valors mitjans de les dues poblacions; en aquest cas es tractaria d'arenes fines, sempre en una proporció molt menor i de lims fins que correspondrien a la població principal. El grau de classificació és de mig a bo i les corbes sempre són leptocúrtiques i esbiaixades cap a la dreta. La resta de corbes que s'observen a la Fig. 22 són varietats de les anteriors que difereixen en alguns

aspectes. Per exemple la PP04-01 és lleugerament bimodal però amb una elevada angulositat la qual cosa implica la mescla de dues poblacions amb graus de classificació molt diferents; la PP07-05 també amb una lleugera bimodalitat, implica una mescla de dues poblacions amb mitjanes i graus de classificació diferents. La PP02-05 és una varietat de la PP12-04, bimodal però amb una inversió de la mida de gra predominant i que

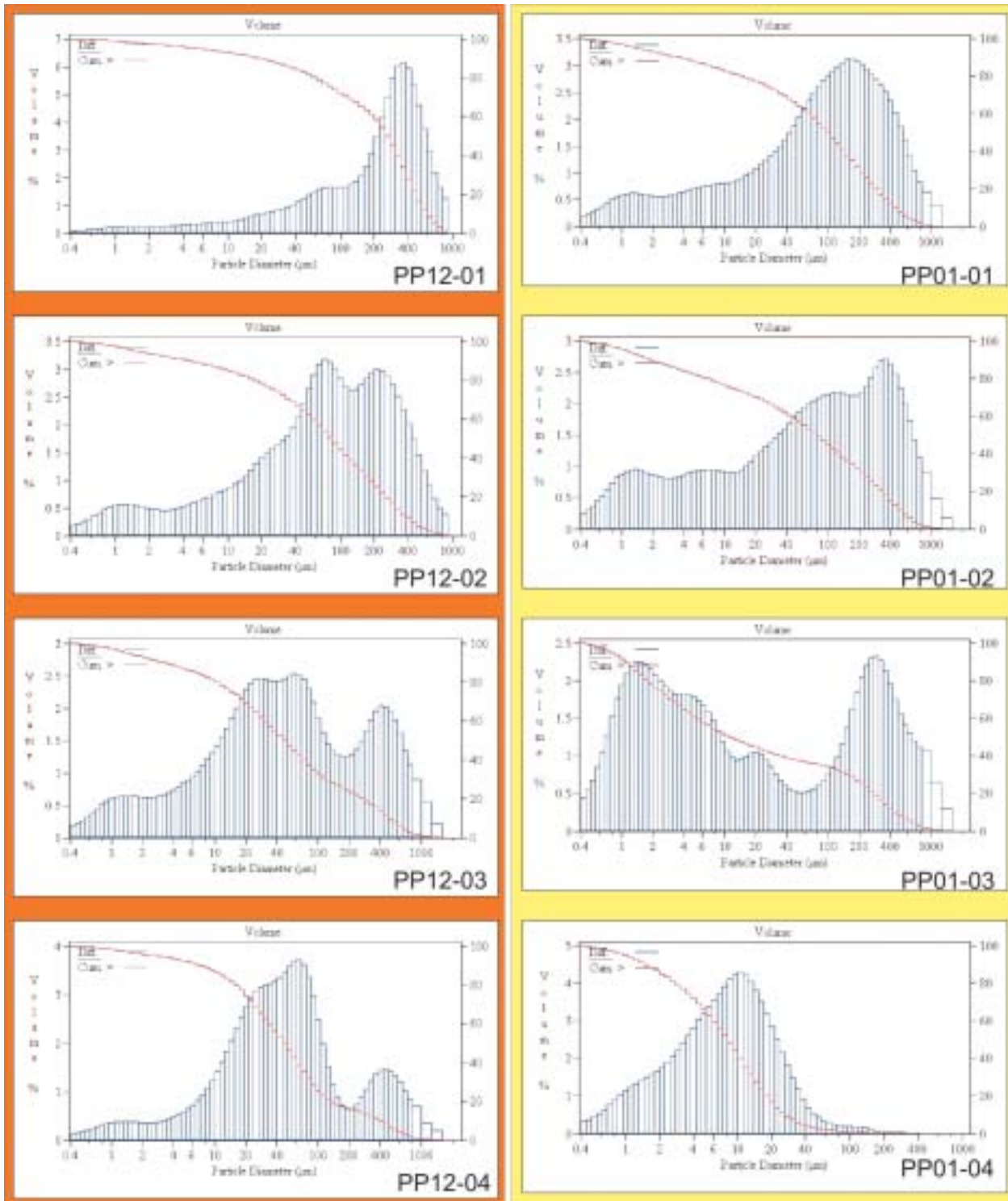


Figura 23: Evolució textural dels sediments de la cova de sa Piqueta (PP12) i de la connexió Pont-Pirata (PP01).

Figure 23: Textural evolution of sediments in Cova de sa Piqueta (PP12) and in Cova des Pont - Coves del Pirata connection (PP01).

es caracteritza, a més a més, per un grau de classificació molt baix, i potser, l'aparició d'una tercera població. El cas de la mostra PP11-sòl, correspon a una mostra de fora la cavitat, concretament a la seva cobertora edàfica; és també una corba amb molt poca angulositat leptocúrtica i esbiaixada cap a la dreta, amb un grau de classificació mitjà amb una mediana corresponent a la

fracció de mida de gra de llims gruixuts, i que presenta proporcions elevades tant dels components més gruixuts (arenas) com dels més fins (argiles).

Encara que dins cada sondatge la majoria de les mostres presenten el mateix tipus de corba granulomètrica, en alguns casos s'observen diferències al llarg del sondatge, la qual cosa reflexa variacions en la dinàmica sedimentària en alguns dels llacs de la cavitat (Fig. 23). Així per exemple el cas dels sondatges PP12 i PP01 (a la cova de sa Piqueta i a la connexió Pont - Pirata, respectivament), mostren una evolució paral·lela. A sostre es tracta pràcticament d'una única població textural formada per arenas mitjanes, mentre que a la base del sondatge estan clarament diferenciades dues poblacions amb un predomini de la fracció granulomètrica corresponent als llims molt gruixuts. Les mostres intermèdies mostren una transició gradual en la importància de les dues poblacions, a la vegada que la fracció més fina esdevé més important i més fina. Fins i tot s'hi arriba a observar una nova població amb una mitjana de gra molt més fina, correspon a la mida de gra argila, que és especialment evident a la mostra PP01-03. Aquesta evolució ens indicaria dos processos sedimentaris diferents que es van substituint de forma gradual l'un a l'altre. L'evolució del sondatge PP02 (llac Nou) presenta una tendència a una evolució similar, però manté el tipus de corba bastant constant en la que sempre hi predomina la fracció arena.

Deixant de banda el sondatge PP06 i la mostra PP09, que mostren una uniformitat pràcticament total, la resta de sondatges mostren una major variabilitat però sempre dins d'uns marges relativament estrets, com és el cas de la galeria Tancada (PP03) o el llac Victòria (PP05). El primer, format principalment per la fracció de llims gruixuts, amb una bona classificació, i el segon bimodal amb predomini de la fracció de llims fins, però a proporció variable i petita de la fracció d'arenas fines o molt fines al llarg de tots els sondatges. Comentari a part mereixen els sondatges PP07 i PP08 del llac Ras en els quals hi ha un canvi bruscat (Fig. 24) a la part superior dels sondatges. En aquesta part superior presenten una corba granulomètrica quasi unimodal amb predomini de la fracció corresponent als llims fins; a la part inferior s'observa una certa bimodalitat amb una presència variable de la fracció corresponent a les arenes

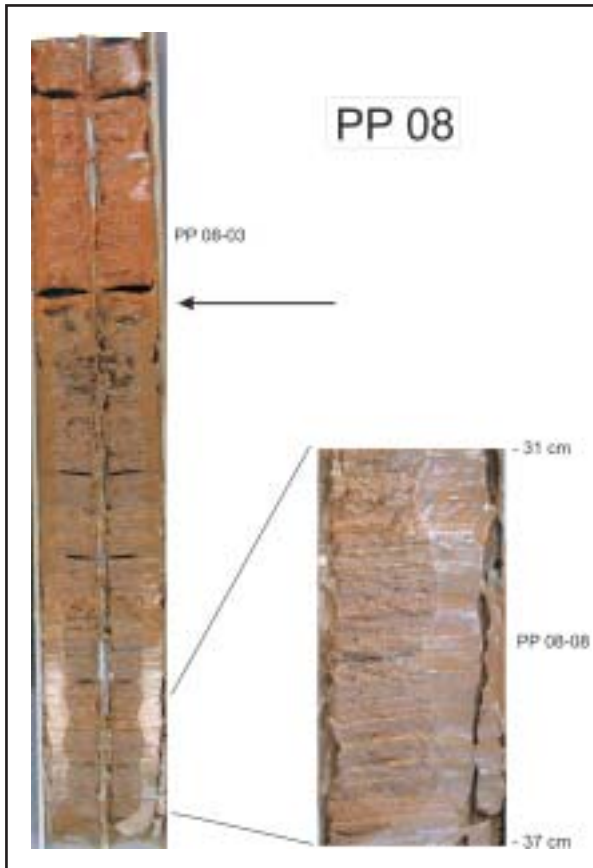


Figura 24: Rebliment sedimentari de l'entrada de la galeria del Llac Ras (PP08) amb canvi important del comportament sedimentari (fletxa) i detall de l'estructura varvada característica de la base.

Figure 24: Sedimentary infilling at the entrance of Galeria del Llac Ras (PP08). Arrow indicates an important change in the sedimentation trend. Right corner, detail of the laminated sedimentation existing at the base.

Sondatge	Arenes		Llims		Argiles		Mediana		Classificació	
	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.
PP01	32,34	25,55	53,42	24,28	13,88	6,25	40,75	40,74	136,44	100,62
PP02	46,70	15,52	44,58	13,81	8,43	4,12	71,63	46,39	173,21	121,04
PP04	9,15	0,78	82,51	1,89	7,99	1,05	1901	2,67	34,44	0,21
PP05	6,73	2,99	74,68	2,43	18,55	0,88	5,82	0,38	41,47	18,67
PP06	0,88	1,97	52,02	9,52	47,08	1,28	2,42	1,07	7,29	9,74
PP07	3,62	2,65	81,25	3,39	15,04	1,92	7,97	1,64	28,33	13,54
PP08	5,30	4,82	77,27	3,17	17,35	2,15	6,77	1,37	29,25	18,20
PP12	53,75	18,22	40,60	16,89	5,20	2,11	104,41	98,73	192,33	25,04

Taula 7: Paràmetres granulomètrics bàsics mitjans dels sondatges amb més d'una mostra. Dades en μm .

Table 7: Mean basic grain-size data of cores with more than one sample. Data are in μm .

mostra	profunditat (cm)	Argiles					Silícics		Carbonats		20 LMC/HMC
		Montmorillonita	Clh/Mont	Il-lita	Caolinita	Vermiculita	Quartz	Feldspats	Dolomita	Calcita	
Sondatge 00											
01	0-2,5		1,77	4,29	2,46		40,81	6,64	i	44,04	29,423 LMC
02	2,5-4										
Sondatge 01											
01	0-3	3,98		3,04	0,91		14,13	2,17	3,98	71,77	29,442 LMC
02	3-9			1,88			13,66		4,71	75,29	29,421 LMC
03	9-15		3,19	3,65	3,68		28,99	3,50	11,57	45,41	29,405 LMC
04	15-20	2,45		8,55	5,59		70,62	6,02		6,78	29,400 LMC (2,35)+29,769 HMC (4,43)
05	20-26			5,58	3,67	4,40	65,43	12,31	3,87	5,04	29,401 LMC
Sondatge 02											
01	0-3		1,74	3,37	1,09		10,50		2,47	83,84	29,469 LMC
02	3-3,5			2,10	2,16		19,89	5,78	1,39	68,78	29,383 LMC
03	3,5-7			6,73	2,25		13,60	1,26	2,36	73,82	29,414 LMC
04	7-13,5			6,29	2,34		13,33	1,60	2,68	73,76	29,427 LMC
05	13,5-21			1,53			5,10	1,10	0,59	91,69	29,383 LMC
06	21-23			1,43			3,14	3,49	0,79	91,14	29,346 LMC
Sondatge 03											
01	0-3			11,98	4,07		66,88	12,71		4,36	29,109 LMC (31,68)+29,790 HMC (2,68)
Sondatge 04											
01	0-4		3,30	5,99	2,71		64,44	11,60	5,87	6,10	29,366 LMC (4,09)+ 29,880 HMC (2,01)
02	4-9			4,98	3,16		73,51	13,24		5,10	29,385 LMC (2,16)+ 29,833 HMC (2,94)
Sondatge 05											
01	0-7			10,76	3,86		67,25	10,72	1,76	5,66	29,880 HMC
02	7-13			14,39	6,02		63,12	11,27		5,19	29,912 HMC
03	13-16			17,91	5,36		59,44	10,71	1,96	4,61	29,817 HMC
04	16-21	4,24		13,76	5,51		56,82	12,76		6,91	29,467 LMC (3,17)+ 29,881 HMC (3,74)
Sondatge 06											
01	0-3		5,28	14,56	7,74		44,16	10,10	3,43	14,74	29,375 LMC (10,67)+ 29,815 HMC (4,07)
02	3-5			26,90	10,01		37,35	13,45	5,53	6,77	29,790 HMC
03	5-7,5		4,82	22,43	9,79		39,99	14,40		8,59	29,775 HMC
04	7,5-11		9,27	22,67	10,30		40,66	12,34		4,75	29,820 HMC
05	11-16		3,08	18,25	11,03		46,38	13,29		7,96	29,820 HMC
Sondatge 07											
01	0-3			7,97	5,33		69,70	11,01		5,98	29,356 LMC (3,36)+ 29,761 HMC (2,62)
02	3-7			4,34	1,95		75,30	15,91		2,50	29,789 HMC
03	7-9,5			7,17	2,41		78,73	8,51		3,18	29,828 HMC
04	9,5-12,5		5,15	8,83	2,83		65,89	12,93		4,36	29,416 LMC (1,13)+ 29,845 HMC (3,23)
05	12,5-16,5		2,36	8,44	3,22		70,60	10,34	1,31	3,63	29,838 HMC
06	16,5-19,5		3,82	8,61	4,14		67,86	10,24		5,33	29,827 HMC
07	19,5-20,5		5,21	9,63	4,26		66,27	9,71		4,92	29,864 HMC
08	20,5-22,5	1,97		7,23	2,32		68,82	14,73		5,67	29,851 HMC
09	22,5-26			10,27	4,86		67,82	10,54		6,45	29,797 HMC
10	26-34			9,32	4,31		70,47	11,42		4,38	29,856 HMC
Sondatge 08											
01	0-3,5			7,09	2,26		76,11	9,86		4,69	29,330 LMC (1,85)+ 29,830 HMC (2,84)
02	3,5-6			13,93	5,59		64,85	12,04		3,59	29,900 HMC
03	6-12,5			6,39	2,94		77,98	9,54		3,15	29,860 HMC
04	12,5-17,5			5,21	3,23		72,14	11,81	2,54	5,07	29,895 HMC
05	17,5-25,5			8,78	4,63		68,81	13,75		4,03	29,426 (i) + 29,827 HMC
06	25,5-27,5			13,64	4,38		67,16	11,28		3,53	29,856 HMC
07	27,5-32			16,86	4,72		66,55	11,88			
08	32-37		3,23	10,00	4,92		68,06	10,96		2,82	
Sondatge 08bis											
09	37-45		0,47	10,66	4,98		72,49	11,40			
10	45-53			12,00	5,12		73,17	9,72			
11	53-62			15,26	4,55		65,37	11,15		3,68	29,879 HMC
Mostra 09											
01	0-10		1,37	21,24	9,01		55,19	8,14		5,06	29,879 HMC
Mostra 10											
01	roca						1,40			98,60	29,345 LMC
imp	impureses roca			0,65			99,34				
Mostra 11											
01	superfície			6,76	1,82		76,69	10,26	1,22	3,24	29,826 HMC
Sondatge 12											
01	0-10	i		0,91			12,27		1,55	85,27	29,433 LMC
02	10-20				1,68		8,09		3,78	86,45	29,528 LMC
03	20-30			1,08			2,85		2,67	93,41	29,443 LMC
04	30-40						2,28			97,72	29,497 LMC

Taula 8: Valors percentuals de la composició mineralògica en les mostres estudiades.

Table 8: Mineralogical composition of the samples, expressed in percentages.

nes molt fines. Correspon aquest canvi també amb la presència d'una sedimentació varvada, amb làmines inferiors al mil·límetre de gruixa (cosa que ens ha impedit d'analitzar la composició varva a varva per manca de mostra) que sembla ser a causa d'una variació en la textura del sediment i que possiblement va acompanyada del contingut en matèria orgànica (bandejat negre).

Composició mineralògica dels sediments

L'anàlisi de la composició mineralògica dels sediments que componen el rebliment dels llacs del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta (Taula 8), mostren variacions força importants dins dels que podríem considerar tres components principals. Per una banda els carbonats (amb clar predomini de la calcita), per altre els tectosilcats (quars principalment) i finalment els minerals que pertanyen al grup de les argiles (generalment il·lita i caolinita). Així, en referència a la globalitat dels sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta tenim que dins del grup dels carbonats la calcita presenta valors mitjans del 24,27 % amb una elevadíssima desviació típica (34,08) amb valors que oscil·len entre el 0 % i el 97,92 %; mentre que la dolomita es pràcticament testimonial amb un 1,37 % de mitjana i una desviació típica de 2,21. En el cas dels minerals silícics, el quars és el predominant, amb valors que oscil·len entre un 2,28 i un 78,73 % amb una mitjana de 50,99 % i una desviació típica de 25,71; mentre que els feldspats (gairebé sempre plagiòclasis) presenten un valor mitjà de 8,82 % (desviació típica del 4,79 %) amb valors que oscil·len del 0 % al 15,91%. En el cas de les argiles, pràcticament només podem parlar de la il·lita i la caolinita. La primera té una mitjana de 9,21 % amb una desviació típica de 6,33 % i uns valors que oscil·len entre 0 i els 26,9 %; la segona presenta un valor mitjà de 3,93 % (desviació típica 2,75) amb un valor màxim de 11,03 % i un mínim de 0%. Hi ha algun altre mineral de l'argila present, encara que en proporcions molt baixes que podem considerar testimonials (la montmorillonita amb una mitja de 0,25; la clorita/montmorillonita amb un 1,05 % i la vermiculita, amb 0,09 % de mitjana).

La forta variabilitat que es reflecteix en els valors globals queda clarament eliminada quan analitzem sondatge a sondatge, essent en aquest cas la mineralogia

composta de manera predominant per algun dels grups minerals esmentats (Taula 9); la desviació típica dóna idea de la variabilitat dins de cada un dels sondatges. Així, hi domina la composició carbonatada, per ordre d'importància, en els sondatges PP12, PP02 i PP01 (sala Obstruïda, llac Nou i connexió Pont-Pirata respectivament). A la resta dels sondatges domina la sedimentació silícico-clàstica dominada pel quars, essent especialment important la presència del grup de les argiles en els sondatges PP05, PP07 i PP08. Menció especial mereix el sondatge PP06 que juntament amb la mostra PP09 ambdues de la galeria del Llac Ras arriben a un valor mitjà d'argiles que supera el 30% amb més d'un 20 % de il·lita.

EL REBLIMENT SEDIMENTARI DEL SISTEMA PIRATA-PONT-PIQUETA

Els sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta presenten tres fàcies o tipus sedimentaris força diferenciats tant per la seva coloració com pel seu contingut mineralògic i textural i, probablement, d'edat de deposició. De forma general, un de composició principalment carbonatada on la calcita és dominant i amb coloracions clares i la textura mida arena, un de textura llimosa on el predomini dels components silícics és la característica principal juntament amb la seva tonalitat marronosa, i un de coloració vermellosa i composició textural molt fina i ben classificada amb elevada proporció de les argiles.

Les potències del sediment obtingudes no superen en línies generals el mig metre acumulant-se en el fons dels conductes i sales submergides amb una distribució més o menys uniforme; tan sols en la galeria del Llac Ras prop de la sala Gran s'hi dóna una acumulació en forma de ventall amb una potència que supera el metre i amb un clar decrement d'aquest cap als nivells més interiors.

Amb totes les dades obtingudes en l'anàlisi de les mostres individuals, tant de matèria orgànica com de textura i mineralogia, s'ha fet una anàlisi de components principals per tal d'agrupar i veure les diferents poblacions dels sediments presents. Al resultat que es mostra en la Fig. 25, hi queden perfectament reflectits

Sondatge	Argiles		Silicats		Carbonats	
	Il·lita	Caolinita	Quars	Feldspats	Calcita	Dolomita
PP01	4,54 (2,61)	2,77 (2,28)	38,57 (27,65)	4,80 (4,73)	40,86 (33,93)	4,83 (4,19)
PP02	3,57 (2,38)	1,30 (1,11)	10,93 (6,13)	2,21 (2,09)	80,51 (9,77)	1,71 (0,91)
PP04	5,48 (0,71)	2,94 (0,32)	68,98 (6,41)	12,42 (1,16)	5,6 (0,71)	2,94 (4,15)
PP05	14,21 (2,93)	5,19 (0,93)	61,66 (4,54)	11,37 (0,97)	5,59 (0,98)	0,93 (1,08)
PP06	20,96 (4,71)	9,77 (1,23)	41,71 (3,57)	12,72 (1,63)	8,56 (3,75)	1,79 (2,56)
PP07	8,18 (1,67)	3,56 (1,17)	70,15 (4,03)	11,53 (2,31)	4,64 (1,27)	0,13 (0,41)
PP08	10,89 (3,81)	4,30 (1,03)	70,24 (4,41)	11,22 (1,22)	2,52 (2,07)	0,49 (1,09)
PP12	0,49 (0,58)	0,42 (0,84)	6,37 (4,72)	0,00 (0,00)	90,71 (5,89)	2,00 (1,61)

Taula 9: Valors mitjans dels principals components mineralògics de la totalitat de les mostres corresponents a cada sondatge (entre parèntesi les dades corresponents a la desviació típica).

Table 9: Mean values (and standard deviation) of main mineralogical components of each log.

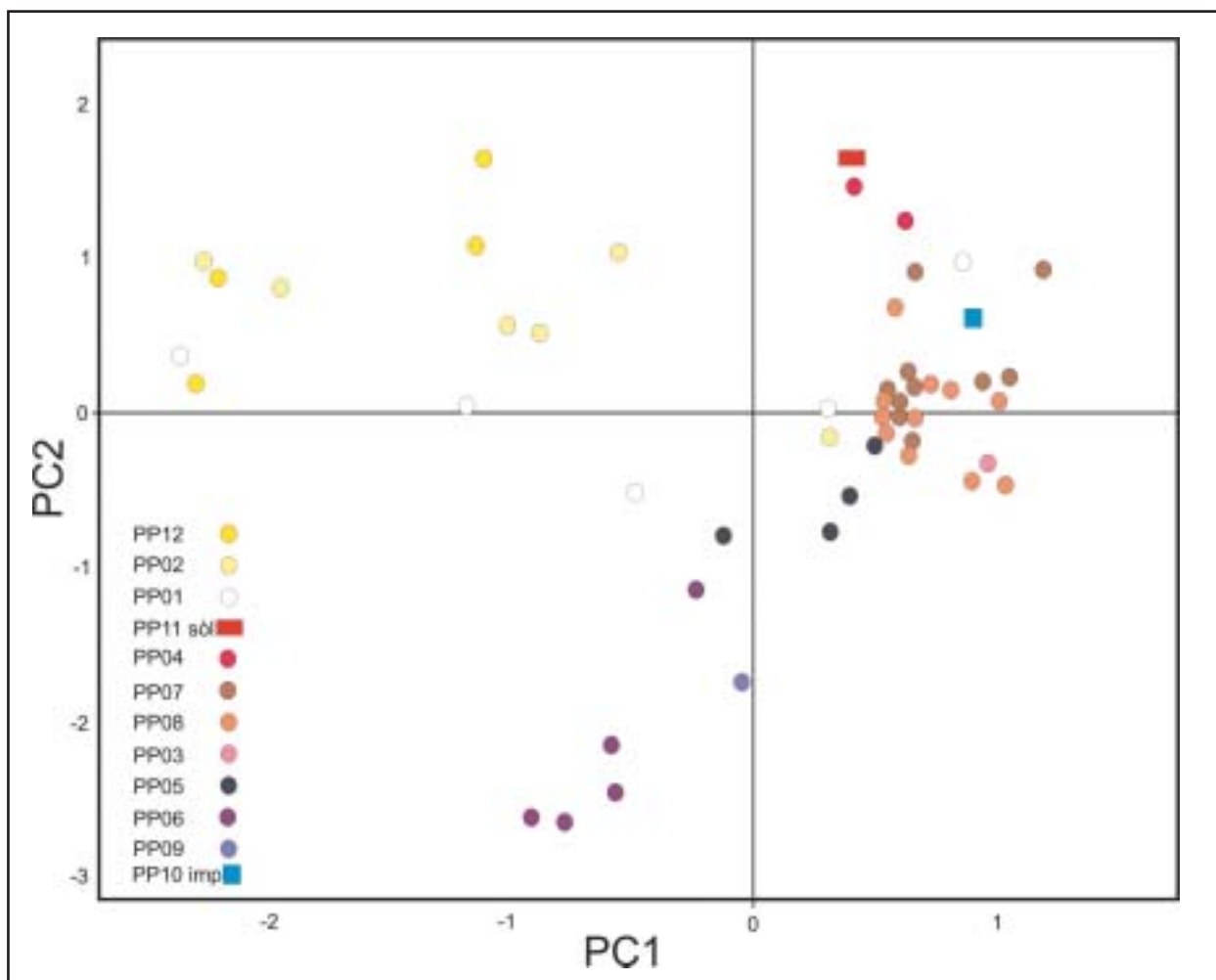


Figura 25: Anàlisi de components principals mostrant la posició de les diferents mostres de sediments.

Figure 25: Principal components plot showing the position of different sampled sediments.

aquests tres tipus diferents de fàcies sedimentàries. En aquesta figura s'hi representen la distribució de les mostres en funció dels eixos dels components principals. El primer eix de components principals (PC1 a la figura) representa el 45,6 % del total de la variància i està dominat per les arenas i els minerals carbonatats per una banda i els silicico-clàstics per l'altre (principalment quars). La variació al llarg de l'eix PC1 correspon a una variació mineralògica i textural molt concreta, que com veurem més endavant, separa la sedimentació que podríem considerar autòctona de l'al·lòctona o amb forta influència externa. En aquest sentit la distribució de les mostres corresponents al sondatge de la connexió Pont-Pirata (PP01) n'és prou evident. Respecte a l'eix PC2 sembla que representa la mida de gra.

El segon component principal (PC2), tan sols representa el 14,2 % de la variància total, està dominat pels llims per una banda i els minerals de les argiles per l'altre; ens separaria una etapa i/o procés sedimentari anterior i/o diferent. A nivell de detall i per tal de poder interpretar correctament les dades exposades anem a comentar alguns punts concrets.

Un dels punts principals va ser el d'esbrinar el perquè de la composició més, o gairebé totalment, carbonatada dels sediments de la sala Obstruïda, connexió

Pont-Pirata i llac Nou. S'ha observat una clara i elevada correlació entre les mostres amb aquesta composició carbonatada i les d'elevada presència en el contingut en grans de mida arena. Per aquest motiu es van agafar mostres per tal de ser observades al microscopi electrònic. De la seva observació acurada es dedueix que aquesta composició carbonatada es deu en la seva major part a cristalls de calcita que s'han format com a precipitats de calcita flotant (Fig. 26) a la superfície dels llacs. Aquest fenomen es força evident, en l'actualitat, tant a la sala Obstruïda (galeria Corcada), llac Nou i a la sala del Tanga (connexió Pont-Pirata) i també s'ha observat a la galeria del Llac Ras. Aquests agregats cristal·lins de calcita flotant mostren un grau de corrosió força elevat, la qual cosa implica que probablement els condicionants geoquímics del fons dels llacs són força diferents dels que es donen a la superfície; segurament ens trobarem dins la zona de mescla en els quals la corrosió de la composició carbonatada seria el fenomen predominant, la qual cosa explicaria el perquè en alguns llacs aquesta composició carbonatada és tan poc important dins del registre superficial. També la diferent evolució sedimentària enregistrada dins del sondatge podria ser l'explicació (un clar exemple en podria ser el sondatge PP01). S'ha de tenir present també que la impor-

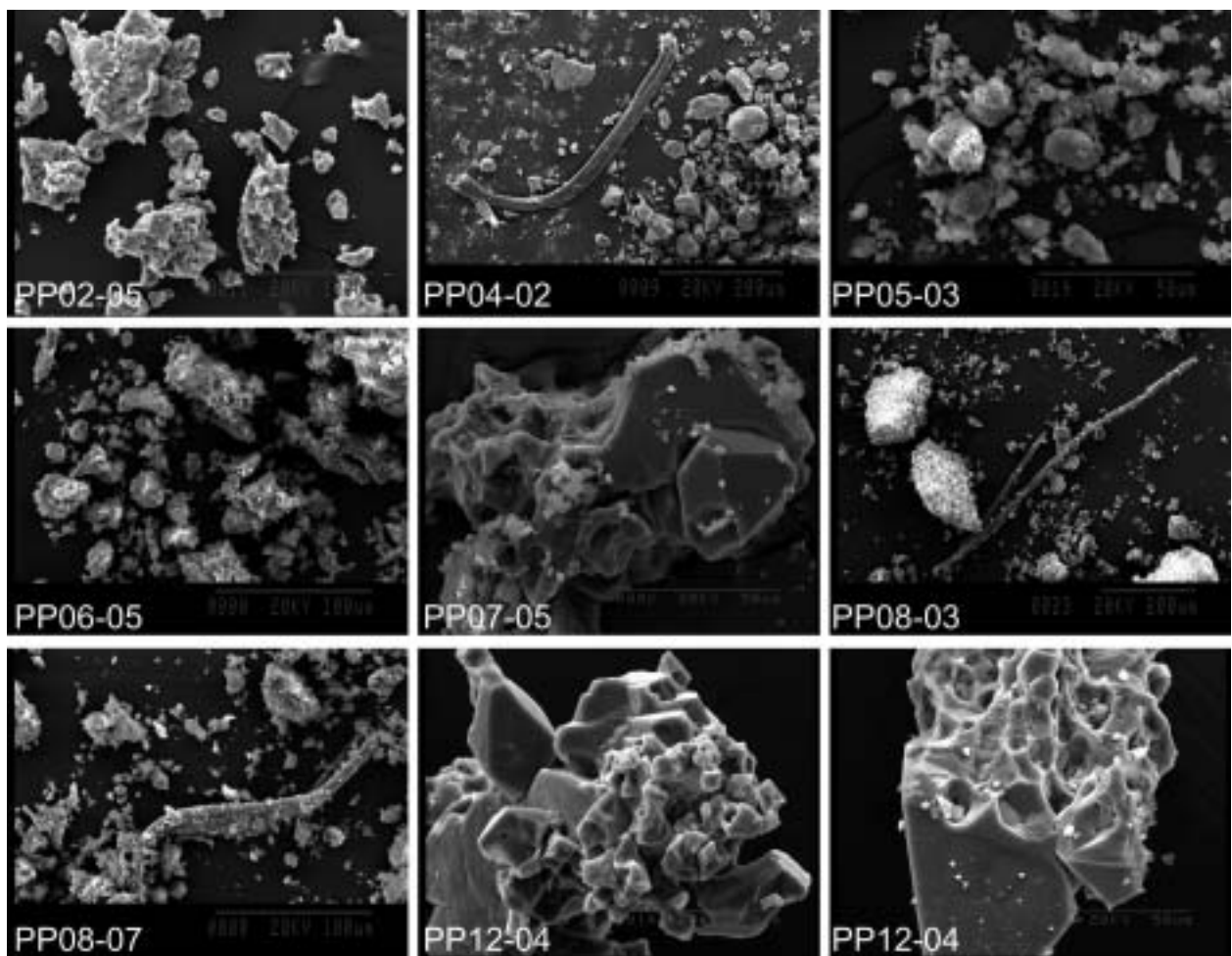


Figura 26: Fotografies al microscopi electrònic de rastreig de la fracció arena de mostres seleccionades dels sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta. PP02-05, grans de calcita flotant amb forta corrosió; PP04-02, grans de quars i feldspats amb restes vegetals; PP05-03, grans de quars i minerals agregats del grup de les argiles; PP06-05, agregats d'argiles amb grans de quars; PP07-05, agregat cristal·lí de calcita flotant amb símptomes de forta corrosió; PP08-03 i PP08-07, grans de quars i agregats dels minerals de les argiles amb restes vegetals; PP12-04, agregats cristal·lins de calcita flotant amb forta corrosió.

Figure 26: SEM observations of the sand fraction in selected samples of sediment at Pirata-Pont-Piqueta cave system. PP02-05, Highly corroded calcite raft grains; PP04-02, quartz and feldspar grains with vegetal fragments; PP05-03, quartz grains and clay minerals aggregates; PP06-05, clay aggregates and quartz grains; PP07-05, crystalline aggregate of calcite rafts showing corrosion.; PP08-03 and PP08-07, quartz grains and clay aggregates with vegetal fragments; PP12-04, crystalline aggregates of calcite rafts showing intense corrosion.

tància en la proporció dels carbonats pot venir donada per les taxes d'acumulació de sediments al·lòctons que arriben al fons dels llacs. La calcita flotant als sediments es també present (per exemple PP07-05) a llacs en els quals la sedimentació predominant és clarament silicociclàstica però que per una major producció de calcita flotant, o bé per una menor aportació temporal de material detrític, la proporció de carbonats esdevé puntualment més important. En qualsevol cas s'ha de relacionar amb la presència de cambres d'aire.

L'observació al microscopi electrònic de rastreig posa també en evidència la procedència externa de bona part de la sedimentació en alguns dels llacs amb la presència de restes vegetals. Seria el cas dels sediments més propers a la sala Gran de la cova des Pont en la galeria del Llac Ras o fins i tot a la galeria Decorada.

En aquest sentit és interessant constatar la presència de sediments varvats (Fig. 24) especialment importants en els sediments del llac Ras que ens indicarien una clara estacionalitat en la sedimentació d'aquest

punt proper a la sala Gran. Aquestes varves (diferenciables per les làmines de diferent color) venen clarament marcades per una variació en la textura i en la composició orgànica del sediment. S'aprecia clarament, a més a més, que a partir d'un determinat moment (entre les mostres PP08-03 i 04) es dona un canvi en l'aportació externa molt més detrítica i amb una presència de les làmines varvades molt escadussera.

En el cas de la galeria del Llac Ras hi ha una clara diferència entre els sondatges PP07 i PP08, situats just a la vorera del col·lapse que correspon a la sala Gran de la cova des Pont, i la mostra PP09 i el sondatge PP06. Aquests dos darrers, mostren una sedimentació de materials molt fins (amb més d'un 50 % d'argiles) i composició mineralògica també dominada pels minerals de les argiles i el quars amb un característic color vermell (Taula 2). La darrera mostra del sondatge PP08 (PP08-11) en té una composició similar. Es tracta clarament d'un rebliment antic de la cavitat. En aquest sentit s'ha de constatar que la superfície on s'han recollit



Figura 27: Polígons de retracció a -4 m que recobreixen una àrea de 500 m² de la galeria del Llac Ras (Foto B. Clamor).

Figure 27: Retraction polygons at -4 m that cover an area of 500 m² in Llac Ras passage (Photo B. Clamor).

aquestes mostres s'hi observen polígons de retracció (Fig. 27) símptoma evident d'una antiga situació molt inferior del nivell freàtic. L'acumulació enregistrada en els sondatges PP07 i PP08 correspondrien a les "fàcies d'entrada" procedents de l'exterior (com es pot observar a la figura 26 hi ha una abundant presència de restes vegetals) al produir-se l'obertura de la cavitat tot formant un cos sedimentari que disminuiria de potència cap a l'interior (és a dir, cap a l'Est).

La procedència de la resta de components minerals de la cavitat, bàsicament els minerals silicatats (quars i feldspats) i els minerals de les argiles, s'ha d'entendre com a aportacions exteriors o bé com a restes d'impureses procedents de la dissolució de la roca encaixant. S'ha de comentar, que durant moments de pluges intenses tant al llac Victòria com els de la sala Gran (llac Ras) l'aigua d'escorrentia procedent de la precipitació penetrava amb intensitat dins la cavitat, arrossegant una gran quantitat de material sedimentari, enterbolint l'aigua dels llacs i reduint la visibilitat pràcticament a zero.

Per tal d'avaluar l'aportació de la dissolució de la roca a la composició del rebliment sedimentari, es va avaluar el percentatge d'impureses de una mostra de roca (PP10) mitjançant l'atac de la mostra fins a la total eliminació de la fracció carbonatada (Taula 8). El resultat es va contrastar amb l'anàlisi semiquantitativa mitjançant la difracció de raigs-X. El resultat, pels dos sistemes indica que es tracta d'una calcarenita molt pura formada per calcita amb baix contingut en magnesi (LMC) i amb uns percentatges d'impureses que van de 0,37 a un 1,40 %. Aquestes impureses estan formades

pràcticament en la seva totalitat per quars (>99 %) i la resta minerals de les argiles, principalment il·lita. En resulta doncs evident, que la dissolució de la pròpia roca encaixant de la cavitat, és una feble font de sediment i que, a més a més, aquesta està formada quasi exclusivament per quars, per tant les impureses presents a la roca no explicarien bona part de la resta dels components minerals presents en el rebliment sedimentari de la cavitat. Així mateix, el fet de que la major part de la calcita que forma part del sediment, en la major part dels sondatges en els quals la fracció silico-clàstica és la predominant, està formada per calcita magnesiàna (columna de la dreta de la Taula 8), ens du a pensar que la calcita també pot tenir un procedència clàstica, encara que no podem descartar un cert enriquiment en magnesi en el moment de la dissolució de la roca encaixant.

Tot l'exposat, doncs hem de suposar que bona part de l'acumulació sedimentària procedeix d'una font exterior. Bona part del quars, feldspats i caolinita tindrien aquest origen. És conegut que a Mallorca no existeixen pràcticament roques que continguin feldspats, i ha estat constatat que aquest és un component comú en les pluges de fang de procedència sahariana que es donen a les illes (FIOL *et al.*, 2005). La seva acumulació en el sòl donaria lloc, amb posteriors rentats, a les infiltracions cap al interior de les cavitats arrossegades per les aigües d'infiltració o fins i tot escorrentia. Per tal de comprovar aquest extrem es va analitzar també la composició del sòl edàfic de l'exterior de la cavitat. A les Taulas 5 i 8 s'observa tant la composició textural com

mineralògica de la mostra de sòl (PP11). S'hi pot observar com es tracta d'un sediment texturalment format per llims i arenas molt fines amb petita proporció de les argiles, i una composició mineralògica en la qual el quars, feldspats, caolinita i sobretot il·lita hi són presents amb una petita proporció de calcita que és magnesiàna. Tots aquests valors s'adiuen bé amb la composició de la major part dels sediments dels sondatges PP03, PP04, PP05, PP07, PP08 i amb part de la composició de la resta. La mida de gra del sòl és lleugerament superior a l'exterior però no es fa difícil pensar en un cert grau de selecció durant el transport.

De totes les dades sobre les característiques i composició dels sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta podem generalitzar i dir que amb les variacions puntuals que pot oferir el mateix sistema, la sedimentació és similar a altres cavitats ja estudiades també del llevant i migjorn de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2003, 2005). Ara bé, a l'hora de la interpretació puntual de cada un dels sediments, com molt bé mostra els cas que ens ocupa, s'ha de tenir present la variabilitat dels processos tant en l'espai com el temps i intentar analitzar el màxim de variables possibles per arribar a una acurada interpretació.

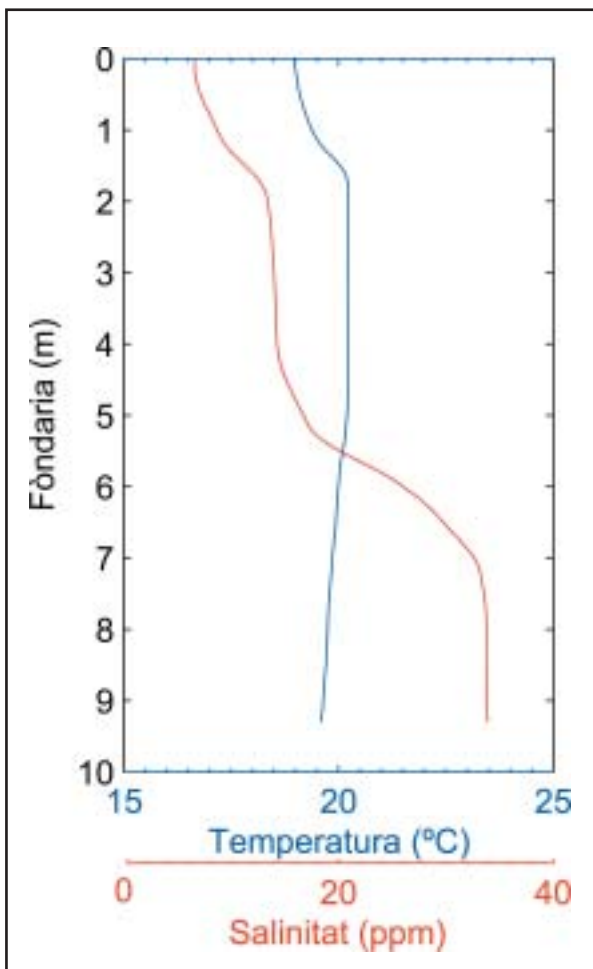


Figura 28: Perfil de salinitat (ppm) i de temperatura (°C) a la galeria Decorada (cova des Pont).

Figure 28: Salinity (ppm) and temperature (°C) profiles in Galeria Decorada (Cova des Pont).

Així, en el cas que ens ocupa del sistema Pirata-Pont-Piqueta podem dir per resumir que tenim bàsicament tres tipus de sediments: un antic i dos de subactuals. El primer, antic, estaria format per argiles vermelles en el qual els processos de descalcificació de la roca hi poden tenir molt a veure en la seva gènesi. Dels dos de subactuals, un que considerariem autòcton en el qual la sedimentació és majoritàriament carbonatada relacionada amb els processos de precipitació a la superfície dels llacs (calcita flotant); i l'altre, que podríem considerar al·lòcton, en la que la major part del sediment té un origen extern al sistema i s'introdueix per escorrentia superficial aprofitant les obertures (principalment esfondraments) que afecten al sistema de cavitats.

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

El perfil de salinitat i temperatura de la columna d'aigua ha estat registrat el mes d'agost de 2006 mitjançant una sonda oceanogràfica CTD Seabird SBE19 que pertany a l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats. L'aparell realitza lectures automàtiques cada segon d'ambdós paràmetres a més de la fondària, mentre es desplaça molt lentament per un cabussador. Les dades posteriorment són transferides a un ordinador.

La columna d'aigua presenta quatre masses d'aigua amb característiques ben diferenciades (Fig. 28). En primer lloc, una capa d'aigua que va dels 0 als 1,8 m amb una salinitat que augmenta de 6 ‰ als 14 ‰. Dels 1,8 m als 4,5 m pràcticament es manté constant en 14 ‰ per després augmentar dels 4,5 m als 7 m, entre 14 ‰ i 33 ‰ fins que després es manté constant pràcticament al voltant dels 34 ‰.

Les mesures del pH de diferents mostres d'aigua denoten aigües lleugerament àcides (entre 6,4 i 6,9), el que indicaria que els processos de corrosió de les aigües són actius actualment.

Part faunística

S'ha mostrejat mitjançant pesques amb xarxes de plàncton (confeccionades amb teixit de nyal de 64 µm de llum de malla) amb les quals es filtra l'aigua mentre es busseja. Les captures s'han efectuat a fondàries determinades per poder caracteritzar la fauna de les diferents zones de la cavitat. El material capturat amb la xarxa es fixava amb formol a les diverses cambres d'aire repartides a diferents zones de la cova, per poder així diferenciar millor la fauna present als sectors i optimitzar l'estudi carinològic. El material recollit s'ha identificat al laboratori de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), mitjançant lupa binocular i microscopi equipat amb contrast diferencial.

Al sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta s'han enregistrat un total de 9 espècies de crustacis estigobionts (Taula 10), totes elles, excepte les dues indeter-

minades a nivell específic, endèmiques de les Gimnèsies. Destaquen el gènere monotípic de copèpode ciclo-poid *Troglocyclopina balearica*, distribuït al llarg del carst costaner del SE de Mallorca, des de Capdepera fins a l'arxipèlag de Cabrera (JAUME i BOXSHALL, 1996). També es remarcable la troballa a la cavitat del copèpode misofrioid *Speleophria gymnesica*, conegut fins a les hores únicament de les coves C i A de Cala Varques (Manacor), i també de la cova des Coll, a Portocolom (Felanitx) (GRÀCIA *et al.*, 2005). En referència al ciclo-poid *Halicyclops* sp., no ha pogut esser determinat a nivell específic ja que els exemplars capturats no eren adults; això no obstant, l'espècie d'aquest gènere habitual al medi anquihalí del litoral SE de Mallorca és *H. troglodytes*, estesa per gran part del carst litoral del Mediterrani occidental.

A les pesques efectuades entre 0 i 1 m de fondària, que corresponen a salinitats d'entre 6 - 8 ‰, s'han capturat l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, els amfípodes *Salentinella angelieri* i *Metacrangonyx longipes*, el termosbenaci *Tethysbaena scabra* i el copèpode *Metacyclops subdolosus*. S'ha de puntualitzar que la major part d'aquestes espècies són bastant eurihalines, ja que se solen trobar també a les aigües de major salinitat. Un altre grup d'espècies es mantenen sempre a dins salinitats marines, *Troglocyclopina balearica*, *Stygocyclopina balearica* i *Speleophria gymnesica*. Aquestes espècies semblen patir d'algun tipus de limitació fisiològica per a penetrar a les aigües més dessalades de les cavitats costaneres, si bé es mantenen a les aigües subterrànies marines permanentment. Almenys 6 de les 10 espècies d'invertebrats registrades fins ara al sistema són endèmiques de les Balears.

Phylum CRUSTACEA
Classe Malacostraca

Ordre Amphipoda Latreille, 1816

***Metacrangonyx longipes* Chevreux, 1909**

Amfípode estigobiont endèmic de Mallorca i Menorca, de gran interès filogenètic i biogeogràfic. Pertany a una família estrictament estigobiont, els Metacrangonictidae, composta per sols 16 espècies distribuïdes entre dos gèneres. La distribució general de la família és peri-Mediterrània, però recentment s'han descobert dues espècies de *Metacrangonyx* a coves de la República Dominicana, fent atènyer doncs al gènere una distribució amfi-Atlàntica. Això suggereix un origen molt antic del gènere, d'abans de l'obertura de l'esmentat oceà. La majoria de metacrangonictids viuen a les aigües dolces, excepte una espècie endèmica de l'illa d'Elba, que ocupa un pou salobros, mentre que l'espècie pròpia de les Balears ocupa un ampli ventall de salinitats, des de totalment dolces a virtualment marines. A la cavitat s'ha capturat especialment a la capa més dolça.

***Bogidiella balearica* (Dancau, 1973)**

Amfípode endèmic de Mallorca i Cabrera (Dancau, 1973; Jaume, 1993), pertanyent a una família exclusivament estigobiont, Bogidiellidae, amb representants a les aigües dolces i intersticials marines de tots els continents, llevat de l'Antàrtida. A Mallorca ocupa únicament cavitats anquihalines de la costa de Manacor (coves del Drac, coves dets Hams, sistema Pirata-Pont-

Espècies	Rang de Salinitat	Estigobiont	Endemisme
AMPHIPODA			
<i>Salentinella angelieri</i> Ruffo & Delamare-Deboutteville, 1952	6 - 29 ‰	X	
<i>Metacrangonyx longipes</i> Chevreux, 1909	6 - 34 ‰	X	X
<i>Bogidiella balearica</i> Dancau, 1973	17 - 26 ‰	X	X
ISOPODA			
<i>Typhlocirolana moraguesi</i> Racovitza, 1905	6 - 34 ‰	X	X
TERMOSBAENACEA			
<i>Tethysbaena scabra</i> Pretus, 1991	6 - 29 ‰	X	X
COPEPODA MISOPHRIOIDA			
<i>Speleophria gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996	14 - 34 ‰	X	X
COPEPODA CALANOIDA			
<i>Stygocyclopina balearica</i> Jaume & Boxshall, 1955	17 - 26 ‰	X	
COPEPODA CYCLOPOIDA			
<i>Halicyclops</i> sp.	14 - 34 ‰	X	
<i>Metacyclops subdolosus</i> Kiefer, 1938	6 - 8 ‰	X	
<i>Troglocyclopina balearica</i> Jaume & Boxshall, 1996	17 - 26 ‰	X	X
COPEPODA HARPACTICOIDA			
sp. indet.	14 - 29 ‰	X	

Taula 10: Crustacis aquàtics presents al sistema Pirata-Pont-Piqueta. S'indica si es tracta d'animals típicament cavernícoles (estigobionts) i si són endemismes Balears

Table 10: Aquatic crustaceans collected in Pirata-Pont-Piqueta cave system. It is indicated whether they are typical cave-dwelling animals (stylobionts) and endemic to the Balearics.

Piqueta, cova de sa Gleda, coves de Cala Varques), i es troba únicament sobre la fusta submergida en descomposició.

***Salentinella angelieri* Ruffo & Delamare, 1952**

Amfípode estigobiont, únic representant a les illes dels Salentinellidae, família estrictament estigobiont i circummediterrània. L'espècie viu en aigües moderadament salabroses o fins i tot totalment dolces de pous i coves; es coneix també de sediments no consolidats de rius. Presenta una àmplia distribució per zones litorals de la regió mediterrània, on és l'habitant més comú de les coves anquihalines; està present a totes les illes de l'Arxipèlag. Relativament freqüent a les capes superiors de la columna d'aigua de la cova Genovesa. Ateny a la cova des Coll densitats poblacionals importants localment i estacional, depenent de les zones on flueix aigua de menor salinitat.

Ordre Isopoda Latreille, 1817

***Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905**

Isòpode cirolànid estigobiont endèmic balear (citat únicament a Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera). Va esser descrit a principis del segle passat a partir de material capturat a les coves del Drac de Portocristo (RACOVITZA, 1905). Comú a la galeria dels Myotragus de la cova Genovesa, on sovint el veiem nedant. Ha estat observat freqüentment a la cova des Coll, a totes les profunditats, entre 8 i 37 ‰ de salinitat.

Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927

***Tethysbaena scabra* (Pretus, 1991)**

Espècie estigobiont d'aquest rar ordre de crustacis peracàrids. Endemisme gimnèsic s'ha citat a Mallorca i illots pròxims (Cabrera, sa Dragonera), així com també a Menorca. Es coneix una altra espècie ibèrica del gènere a la península. A Mallorca únicament es localitza a les aigües subterrànies de les regions costaneres influenciades per la mar. És típica de les picnoclines dels llacs anquihalins, on neda activament. S'ha trobat a la cova Genovesa on es concentra en abundància a la picnoclina d'una sala a on probablement s'alimenta dels floculs de bacteris en suspensió que enllà es desenvolupen. Pot resistir concentracions molt baixes d'oxigen dissolt. A la cova des Coll ha aparegut als sectors més interiors, amb salinitats compreses entre el 8 i el 34 ‰.

Ordre Misophrioida

S'ha trobat una espècie d'aquest ordre a la cavitat que pertany a la família Speleophriidae. Aquesta és raríssima i pràcticament restringida al medi anquihalí, havent-se citat en el Mediterrani únicament a una cova sarda, i recentment a una altra de Gibraltar, a part de a les Balears.

***Speleophria gymnesica* Jaume & Boxshall, 1996**

Era coneguda a un parell de coves de Mallorca i un altra cova de Menorca; compta amb altres dos congèneres, un a Bermuda i l'altre a Austràlia nordoccidental, així com poblacions innominades a coves de Gibraltar, República Dominicana i el Yucatán (Mèxic). Ocupa les parts més profundes de salinitat marina de les cavitats. A la cova des Coll ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges a salinitat superior al 34 ‰. Al sistema Pirata-Pont-Piqueta s'han capturat molts d'exemplars (incloent-hi mascles, copepodits i nauplis) a profunditats compreses entre -3,5 m i -7 m, que corresponen a salinitats que van de 28 ‰ a 34 ‰.

Classe Maxillopoda

Ordre Calanoida

***Stygocyclopia balearica* Jaume & Boxshall, 1995**

Espècie distribuïda pel medi cavernícola de les Balears i Lanzarote (Canàries) (JAUME i BOXSHALL, 1995b). Es coneixen vicariants al Pacífic SW, a coves de Filipines, Austràlia i Nova Caledònia. A la cova Genovesa (Manacor) està citada a salinitats compreses entre 29 ‰ i 37 ‰. Al sistema de coves Pirata-Pont-Piqueta s'ha capturat a les pesques efectuades al fons del llac Victòria, entre 5 i 6 m de profunditat sota l'aigua. La salinitat mesurada a la cavitat per aquesta fondària està compresa entre els 17 ‰ i 26 ‰, en la zona de correspon a la segona haloclina.

Ordre Cyclopoida

***Halicyclops* sp. Kiefer, 1935**

H. troglodytes és una espècie d'aigües subterrànies salabroses. És un dels copepodes més freqüents a les coves anquihalines mallorquines. S'ha citat del sud de França, Sardenya, Grècia i costes del Sàhara, a banda de les Balears.

***Troglocyclopina balearica* Jaume & Boxshall, 1996**

És un dels cinc gèneres de crustacis endèmics de les Balears, tots ells estigobionts. Es tracta d'un copepode de mida petita (ateny sòls 0,3 mm de mida corporal), essent l'únic representant de la seva família (Cyclopinidae) conegut que hagi colonitzat les aigües continentals; tota la resta de ciclopinids coneguts són marins. Es coneix de coves anquihalines de la costa SE de Mallorca, des de Capdepera fins a Felanitx, així com a dues coves de Cabrera. Viu a les aigües obertes dels llacs anquihalins.

***Metacyclops subdokus* Kiefer, 1927**

Capturat 1 mascle a la capa més superficial d'aigua, entre 0 i 1 m de fondària. La salinitat mesurada està compresa entre els 6 ‰ i 8 ‰.

Agraïments

Aquest treball s'ha pogut dur a terme en estar finançat majoritàriament gràcies al projecte de l'Obra Social i Cultural Caixa d'Estalvis de les Balears "Sa Nostra", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2006. Volem agrair al Sr. Miquel Alemany, al Sr. Bartomeu Tomàs i a la Sra. Eva Villalonga de la Fundació Obra Social i Cultural de Sa Nostra per les seves atencions i bones disposicions.

Aquest treball també forma part del projecte de recerca finançat pel Ministerio de Educación y Ciencia-FEDER, CGL2006-11242-C3-01/BTE.

A Ferran Hierro i Joan Cifre dels Serveis Científic-Tècnics de la Universitat de les Illes Balears l'ajuda en l'anàlisi de les mostres de sediment com també a Joan Miquel Carmona del Departament de Ciències de la Terra de la UIB i a Montse Guart del Dept. d'Estartigrafia de la Universitat de Barcelona.

Estam especialment agraïts a Antoni Merino del grup d'Espeleologia de Llubí (GELL) per fotografiar les galeries i sales terrestres del sistema Pont-Pirata-Piqueta, així com de la cova des Xots.

Al Drs Joaquim Ginés i Àngel Ginés per la revisió atenta de l'article.

Als Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, S.A. (SITIBSA) i especialment al Director D. Francesc Gual i a Albert Francioni per proporcionar-nos desinteressadament la fotografia aèria de la zona.

Agraïm a Malen Sales, tècnica de patrimoni de l'Ajuntament de Manacor, les gestions realitzades.

Volem agrair al propietari de la finca de Can Frasquet Don Pedro Santandreu i a l'amo de Can Frasquet Don Joan Sureda la seva amabilitat i les facilitats per acudir-hi.

Als companys Mateu Vadell, Pere Gamundí, Damià Crespi, Gotzon Bastentxea i Antelm Ginard per haver vingut a acompanyar-nos a algunes sortides a les cavitats.

Bibliografia

- BACK, W.; HANSHAW, B. B. i VAN DRIEL, J. N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatán peninsula, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphic Agent*. La Fleur Allen & Unwin, 281-293. Boston.
- BISCAYE, P.E. (1965): Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. *Geological Society of America Bulletin*, 76: 803-832.
- BRETZ, J. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns. *The Journal of Geology*, vol. L, num. 6.
- CLARKE, O. (1991-1992): Report of the Cwmbran Caving Club diving expedition to Son Josep. Mallorca in October 1990. *The Red Dragon-Y Ddraig Goch*, 18: 28-30.
- DANCAU, D. (1973) : Observations sur les Amphipodes souterrains de l'île de Majorque. Genre *Bogidiella* Hertzog. *Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza*, 12: 113-119.
- ESTELRICH, P. (1897): *Las Cuevas del Pirata del predio de Son Forteza del término de Manacor*. Guía de las mismas y descripción abreviada de sus principales maravillas. Tip. Lit. de Amengual y Montaner. 23 pàgs. Palma de Mallorca.
- FIOL, LL.; FORNÓS, J.J.; GELABERT, B.; GUIJARRO, J.A. (2005): Dust rains in Mallorca (Western Mediterranean): Their occurrence and role in some recent geological processes. *Catena*, 63: 64-84.
- FORD, D. i WILLIAMS, P. (1989): *Karst geomorphology and Hydrology*. U. Hyman, p. 601, London.
- FORNÓS, J.J.; BALAGUER, P.; GELABERT, B.; GÓMEZ-PUIJOL, LL.

- (2005): Pleistocene formation, evolution and retreat rates of a carbonate coastal cliff (Mallorca Island, Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, S149: 15-21.
- FORNÓS, J.J.; GELABERT, B.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P.; VESICA, P.L. (2002): Phreatic overgrowths on speleothems: a useful tool in structural geology in littoral karstic landscapes. The example of eastern Mallorca (Balearic Islands). *Geodinamica Acta*, 15: 113 - 125.
- GARCIA, J.; DELGADO, X. i FERRERES, J. (1986): Recull de cavitats de l'illa de Mallorca. *Exploracions*, 10: 47-57.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29/2. 9: 139-148. Ljubljana.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1977): Datos biospeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de Mallorca. *Comunicaciones 6è Simposium d'Espeleologia, Publ. C.E.T.*: 81-95.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1992): Les coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics i espeleogenètics. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 595 pp. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (1976): Ses Coves del Pirata. *Endins*, 3: 41-45.
- GRÀCIA, F. i CLAMOR, B.(2001): La Cova de sa Gleda. *Subterrànea*, 16: 24-34. .
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i WATKINSON, P. (1998a): La cova d'en Pas-sol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. i WATKINSON, P. (1998b): La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P. i DOT, M.A. (2003a): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M.; PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. i 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.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- JAUME, D. i BOXSHALL, G.A. (1995b): *Stygocyclopia balearica*, a new genus and species of calanoid copepod (Pseudocyclopiidae) from anchihaline caves in the Balearic Islands (Mediterranean). *Sarsia*, 80: 213-222.
- JAUME, D. i BOXSHALL, G. A. (1996): Two new genera of cyclopinid copepods (Crustacea) from anchihaline caves on western Mediterranean and eastern Atlantic islands. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 117: 283-304.
- MARTEL, E.A. (1903): Les cavernes de Majorque. *Spelunca*, 5 (32): 1-32.
- MCMANUS, J. (1988): Grain size determination and interpretation. In: Tucker, M.E., ed. *Techniques in Sedimentology*, pp. 63-85. Blackwell Science. Oxford.
- 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. (2006b): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- NÚÑEZ JIMENEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de las Ciencias de Cuba.
- ORGHIDAN, T.; DUMITRESCO, M. i GEORGESCO, M. (1975) : Mission biospéologique Constantin Dragan à Majorque (1970-1971): Première note: Arachnides (Araneae et Pseudoscorpionidea). *Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza*, 14: 9-33.
- PASQUAL, A. i NICOLAU, M. E. (2006): Anàlisi dels graïts de sa Cova des Pirata i de sa Cova des Pont. *Endins*, 29: 65-74.
- SLABE, T. (1995): *Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance*. Znanstvenoraziskovalni Center SAZU. Ljubljana. Pàgs 128.
- TRIAS, M. i MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, M.C.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca Island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (1): 1-21. Berlin.