

# Relacions entre endocarst i dinàmica litoral. El cas de cala Barbacana -Portocolom- (Felanitx, Mallorca)

Gabriel SANTANDREU <sup>1</sup>, Pere BOVER <sup>1,2</sup>, Juan J. ENSEÑAT <sup>1</sup>, Bernat GAVIÑO <sup>1</sup> i Francesc GRÀCIA <sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: bielsant@yahoo.es

<sup>2</sup> Fundación ARAID, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA)-Grupo Aragosaurus, Universidad de Zaragoza.

<sup>3</sup> Societat Història Natural de les Illes Balears.

<sup>4</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

## Abstract

In this paper we present the study of the coastal caves of a small but interesting littoral sector located south of Portocolom (Felanitx), in an area known as Cala Barbacana. A total of twelve caves have been studied, all of them located on cliffs both at sea level and above it, which also include a series of underwater caves. Formation of these caves is mainly due to phenomena of active marine erosion but combined, in some cases, with genetic episodes of a karstic nature. The analysis of these phenomena raises some interesting questions regarding the relationship between endokarst phenomena, marine erosion and their representations in coastal geomorphology.

## Resumen

El estudio de las cavidades litorales del término de Felanitx, aborda en ésta ocasión un reducido pero interesante sector costero situado al sur de Portocolom, la zona conocida como Cala Barbacana. Se localizan un total de doce cavidades, situadas en acantilados tanto a nivel marino como por encima de éste, complementándose con una serie de cavidades submarinas. Destacan fenómenos de erosión marina activa combinados en algunos casos con episodios genéticos de carácter kárstico. El análisis de dichos fenómenos plantea algunas interesantes cuestiones al respecto de la relación entre fenómenos endokársticos, erosión marina y sus representaciones en la geomorfología litoral.

Santandreu, G.; Bover, P.; Enseñat, J.J.; Gaviño, B. i Gràcia, F. (2022): Relacions entre endocarst i dinàmica litoral. El cas de cala Barbacana -Portocolom- (Felanitx, Mallorca).  
Papers Soc. Espeleo. Balear, 5: 63-85. ISSN-e 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
**Rebut:** 6 novembre 2022; **Revisat:** 10 novembre 2022; **Acceptat:** 15 novembre 2022.  
**Publicat online:** 25 novembre 2022.

## Introducció

L'estudi de les coves litorals del terme de Felanitx, se centra en aquesta ocasió al coster de migjorn de Portocolom. S'ha evidenciat que algunes de les cavitats tractades presenten una estreta relació amb fenòmens càrstics i la dinàmica litoral, definint els trets geomorfològics particulars de la zona. Aquestes circumstàncies han fet que el treball s'enfoqui en les interaccions entre macroformes costaneres, cavitats càrstiques i erosió marina litoral. Destaca en aquest aspecte el conjunt de cavitats situat a la zona que es coneix com cala Barbacana.

L'atractiu càrstic i geomorfològic d'aquesta zona no ha passat desapercebut. Són les notes de BATE (1914) les que introdueixen l'indret des d'un vessant paleontològic. D'aleshores ençà, altres publicacions n'han fet referència, continuant tractant els aspectes paleontològics (e.g. CUERDA & SACARÉS, 1962; CUERDA, 1966). Els espeleòlegs D. Vicens i F. Gràcia, reprenen l'interès per aquest litoral ocupant-se d'aspectes geomorfològics, així entre abril i agost de l'any 2003, realitzen la topografia de diverses cavitats de la zona, n'assignen alguns topònims, a més de deixar constància d'uns interessants talls estratigràfics que malauradament restarien inèdits. Recentment, han estat publicades descripcions i topografies, d'algunes de les cavitats de la zona (ENCINAS, 2014; BERMEJO et al., 2022). Els topònims assignats a les coves a aquestes publicacions no s'avenen als emprats al present treball, per la qual cosa, sense entrar a debatre sobre la seva legitimitat, són esmentats a l'apartat de descripció per tal d'evitar confusions al lector.

## Apunts generals i geogràfics de la zona d'estudi

El tram de litoral estudiat en aquesta ocasió, correspon a la continuació natural de la línia de costa del terme de Felanitx en sentit N-SW. Tot i que s'ha procurat no rompre la continuïtat amb els sectors tractats anteriorment (SANTANDREU et al., 2020, 2021), s'ha prescindit de forma conscient de la zona corresponent al nucli urbà de Portocolom. Aquesta important raconada natural es pot considerar una gran cala de fisonomia ramificada, origen que s'ha associat a processos de dissolució combinats amb múltiples enfonsaments, tot i que semblen condicionants unes línies estructurals dominants E-W i NNW-SSE (ROSSELLÓ-VERGER, 1964).

En aquesta àrea es concentra la major presència antròpica del nucli: els barris històrics de sa Duana i sa Capella. Aquest darrer indret es defineix per la ubicació de l'església de referència del Port, la parròquia de la Mare de Déu del Carme. És interessant apuntar que aquesta substituiria a l'antic oratori, a la zona que es coneixia popularment com «*El cercado de la Cova del Coll*» (BAUZÀ, 1922). D'aquesta manera es recull a un document de cessió per a la construcció de l'edifici signat l'agost de 1883, agafant el referent de la important cavitat situada a les rodalies.

A més, s'hi localitzen altres zones emblemàtiques com es Babo, es moll d'en Pereió, es Rivetó, o sa Bassa Nova, les quals concentren bona part de les infraestructures lligades al món marítim tradicional i esportiu. La presència d'elements tan definitoris com les característiques barraques o escars de pescadors, ha trastocat des de temps ancestrals bona part d'aquesta línia de costa. Emperò aquesta circumstància no lleva que a la zona es puguin constatar interessants fenòmens lligats tant a l'acció càrstica com als elements litorals. Cal esmentar el que ROSSELLÓ-VERGER (2005) considera com una gran dolina generada per enfonsament que se situa a l'indret de sa Bassa Nova, a l'interior del Port o a la zona des Rivetó, on es troba la connexió natural amb la mar de la citada cova des Coll, emblemàtica cavitat amb un important recorregut subaquàtic (GRÀCIA et al., 1997, 2005).

La zona d'estudi comprèn des de la punta de sa Bateria que tanca Portocolom pel costat de migjorn i s'estén fins a cala Barbacana (Figura 1). Algunes de les cavitats descrites (la cova Foradada, la cova des Peixets i el bufador d'en Duran) es localitzen a la zona més propera al Port. És un tram de costa baixa, però on els penya-segats van agafant altura i verticalitat a mesura que s'allunyen de la bocana. En canvi, la majoria de les cavitats tractades es concentren a l'indret de cala Barbacana, rellevant accident geogràfic que representa l'extrem meridional de la zona estudiada.

Aquest lloc ja apareix documentat el 1884 en una referència a la costa felanitxera a l'obra *Die Balearen «... la rocosa Cala de sa Barbacana, rodeada de acantilados»*. (HABSBURG-LOTHRINGEN,

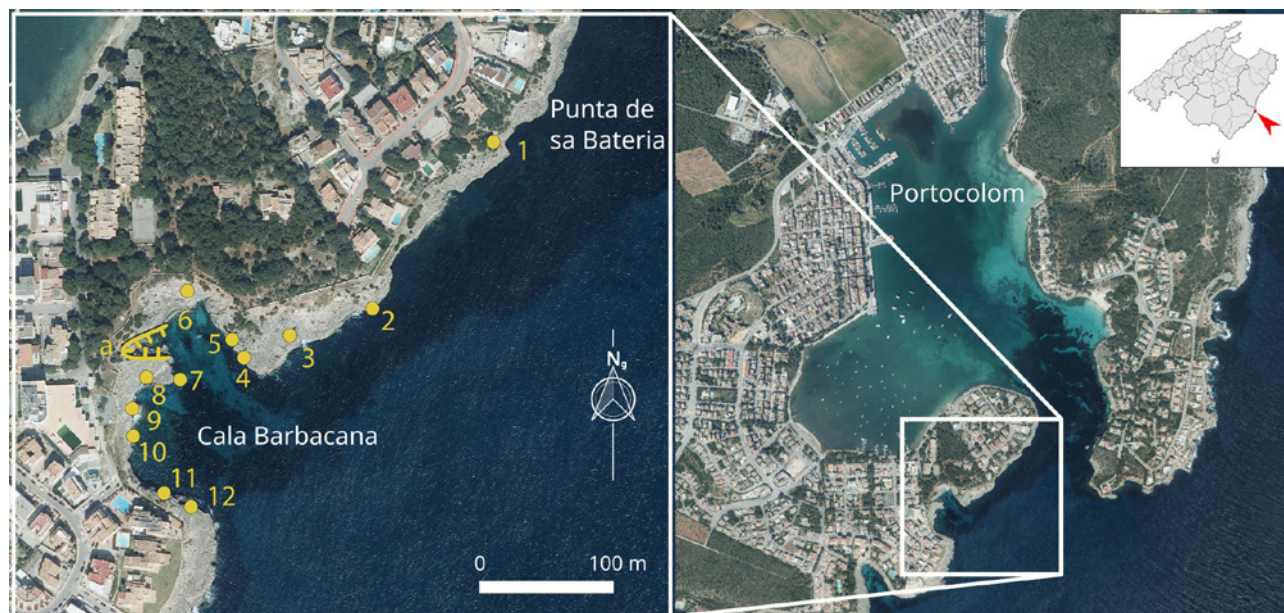


Figura 1: Mapa de la zona d'estudi i localització de les cavitats. 1) Cova Foradada. 2) Cova dels Peixets. 3) Bufador d'en Duran. 4) Coves petites de sa Barbacana I. 5) Coves petites de sa Barbacana II. 6) Cova Baixa. 7) Cova-túnel de sa Barbacana. 8) Cova de sa Barbacana. 9) Cova dels Nius d'Abella. 10) Cova Gran de sa Barbacana. 11) Cova dels Forats. 12) Cova del Llamp. a) Cavitat esbaldregada (Font: Base topogràfica SEB sobre imatges orto-fotogràfiques IDEIB).

Figure 1: Location map of the caves in the study area. 1) Cova Foradada. 2) Cova dels Peixets. 3) Bufador d'en Duran. 4) Coves petites de sa Barbacana I. 5) Coves petites de sa Barbacana II. 6) Cova Baixa. 7) Cova-túnel de sa Barbacana. 8) Cova de sa Barbacana. 9) Cova dels Nius d'Abella. 10) Cova Gran de sa Barbacana. 11) Cova dels Forats. 12) Cova del Llamp. a) Collapsed cave (Source: SEB topographic database over IDEIB orthophotographic images).

1884). Tot i aquesta cita, el topònim, no ha estat exclòs de debat. Existia fins fa un temps una certa dualitat, per quant la zona també era coneguda en algunes fonts com es cocons d'en Velar. Forma actualment identificada i desplaçada a un indret lleugerament situat més al sud de la cala (AGUILÓ, 1980, 1991). La forma actual de «Cala sa Barbacana o cala Barbacana» és el reflex de l'anecdòtic de tradició oral que popularment n'ha fet al·lusió a la forma de les diverses coves del penya-segat, en una mostra habitual on la fisonomia i el relleu terrestre dels penya-segats i en especial l'existència de cavitats, en justifica el topònim. Pel fenomen lingüístic d'irradiació (CANUTO, 2009), aquest s'ha assimilat a tota la zona geogràficament propera.

Els materials rocosos que conformen aquest sector litoral corresponen, com és habitual a la zona, a una seqüència estratigràfica que pertany al miocè superior post-orogènic (GRÀCIA et al., 2001; ROSSELLÓ-VERGER et al., 2007) i que com als sectors anteriors, continuen alternant diverses unitats sedimentològiques (FORNÓS & GELABERT, 2011). En aquesta àrea, el Complex de Manglar, integrat dins la Unitat de Calcàries de Santanyí, no es representa amb tanta claredat, ni assoleix el mateix protagonisme que als sectors anteriors, on bona part de les cavitats s'hi excavaven. Així mateix, l'estratificació dels penya-segats del Complex Terminal, es defineix per una marcada horitzontalitat, que en principi no mostra presència d'estructures de deformació vinculades a paleocol·lapses. No obstant això, en aquest sentit, hem de fer menció que al coster N de l'interior de cala Barbacana, s'hi pot apreciar una anòmala deformació que afecta bona part del paquet superior d'estrats, mostrant una inusual subsidència respecte a l'horitzontalitat dominant, fet que de per si, ja podria indicar l'existència d'un paleocol·lapse. Tanmateix, no s'observen amb claredat prou elements definitoris que justifiquin aquest fenomen.

Per altra banda, les plataformes d'abrasió marina són gairebé inexistents o bé amb un desenvolupament tan discret que les redueix a una entalladura o *notch*, de vegades molt marcada. També, destaquen els adossaments d'eolianites, de materials probablement del pleistocè, definides per CUERDA & SACARÉS (1962) com a dunes del rissà. En tot cas, aquestes assoleixen certa potència en alguns indrets com a la de sa cova de sa Barbacana i les seves rodalies immediates. Aquests sediments es mostren marcadament erosionats, afectats per formes de lapiaz litoral o bé per intervencions antròpiques.

Les característiques de la línia de costa en aquest tram, mostren l'absència d'una plataforma definida, fet que condiciona unes zones molt reduïdes tant d'atac de l'onatge com la d'esquits. Tot i aquesta escassa presència de plataformes emergides, les morfologies característiques de lapiaz litoral hi són presents, dominant les formes negatives com cocons i alvèols; i els omnipresents pinacles decimètrics.

No obstant és oportú fer menció de l'existència d'una plataforma submergida, localitzada prop del coster septentrional de la cala. Es troba a una fondària d'entre -1,60 i -2 m i presenta un moderat rost descendent que en alguns indrets finalitza formant un talús, assolint una profunditat de 4,50 m. Destaca per les innumerables marmites de gegant esculpides al rocam amb un ampli mostrari de diàmetres i fondàries. No es pot descartar que inicialment hagin estat erosionades quan la plataforma es trobava emergida, i és evident que en l'actualitat, els processos erosius continuen ben actius (Figura 2).

Altres apunts geogràfics, geològics i geomorfològics d'interès, així com els aspectes metodològics de l'estudi, es poden consultar a SANTANDREU et al. (2020).

## Relacions entre endocarst i formes costaneres: cales i cavitats de gènesi mixta càrstico-marina a l'indret de cala Barbacana

Com ja s'ha esmentat, nou de les dotze cavitats tractades en aquest treball, es concentren a una zona de costa coneguda amb el nom de cala Barbacana. En aquest indret conflueixen una sèrie d'elements geogràfics i trets geomorfològics que permeten dur a terme la revisió de les diferents morfologies litorals implicades, aprofitant la circumstància per analitzar i posar de manifest les relacions entre elles.

De major a menor escala es poden enumerar una sèrie de característiques que defineixen l'entorn:

- La morfologia de la pròpia cala, que presenta unes característiques que podem afirmar que s'allunyen dels atributs canònics o estrictes d'aquestes macroformes litorals.
- La concentració en aquest indret d'un conjunt de cavitats, algunes de les quals es poden lligar originàriament a una gènesi càrstica i que en el transcurs de la seva evolució s'han convertit en el que podríem considerar captures càrstico-marines o cavitats de gènesi mixta càrstico-marina.
- En darrer lloc, s'hi localitzen tant a les cavitats com als penya-segats costaners abundants sediments quaternaris adossats que contenen restes òssies fossilitzades.

Si ens regim per l'ordre d'escala, és necessari iniciar l'anàlisi fent una menció introductòria respecte al terme de cala. En principi, es pot afirmar que aquesta nomenclatura es fa servir de manera popular per fer referència a qualsevol entrant localitzat a la línia de costa, el que ha propiciat l'abundància d'aquest genèric a la toponímia costanera insular i del migjorn mallorquí en particular. No obstant això, aquesta denominació no sempre correspon a la interpretació geogràfica, la qual ho entén de forma més restrictiva. S'accepta *grosso modo*, que una cala es defineix com un espai marginal als penya-segats, de poca fondària on penetren les aigües terra endins. Emperò el terme es pot afinar una mica més. Així, ROSSELLÓ-VERGER (2005) precisa aquesta forma litoral com una indentació a la línia de costa que es pot relacionar amb processos d'inundació eustàtica de valls no funcionals. Per la seva part GÓMEZ-PUJOL (2006) recull el terme com una entrada de la mar a una costa rocosa abrupta, que respon a un accident tectònic, enfonsament tectònic o l'esmentat envàiment d'un barranc. Íntimament lligades a aquestes circumstàncies s'han d'afegir les característiques de la roca en la que s'encaixen, que en el cas del migjorn illenc, correspon a plataformes formades per litologies calcàries, majoritàriament calcarenites bioclàstiques, circumstància que condicionalment l'abundància de processos càrstics. En aquest context litològic, el control estructural (GELABERT et al., 2005) o la influència dels processos geoquímics característics de la zona de mescla, d'aigües dolces i marines, que actuen eficientment sobre la porositat dels materials calcarenítics miocènics (FORNÓS et al., 2013), semblen condicionants pel desenvolupament d'aquestes formes. Per acabar, FORNÓS et al. (2013) n'assignen uns atributs diagnòstics clars com són: la configuració d'una badia més o manco tancada que es troba limitada per parets verticals i que constitueix la desembocadura de valls formats per la incisió de cursos fluvials en episodis de descens del nivell marí durant el pliocè-quaternari. Es veu, per tant, que l'existència d'un curs fluvio-torrencial encaixat, és gairebé requisit indispensable per catalogar una cala com a tal. Amb tot, el desmantellament per erosió marina de cavitats naturals, es pot considerar un altre fenomen a tenir en compte. GRÀCIA et al. (2011) o FORNÓS et al. (2013) hi fan incidència, conferint especial importància a la interacció entre fenòmens marins i sistemes càrstics, que poden ser determinants a la gènesi, evolució i configuració de distintes formes costaneres, entre d'elles, les cales.

Com ja s'ha comentat, cala Barbacana es localitza a la cara de migjorn del promontori que tanca Portocolom pel sud. És una raconada delimitada per penya-segats, que romp la monotonia rectilínia de la costa i articula aquest tram de façana marítima. Està compresa entre els indrets que popularment es coneixen com la pesquera d'en Duran al nord i sa pesquera del Llamp cap al sud (AGUILÓ, 1991).



Figura 2: Camp de marmites excavades a una plataforma actualment submergida al peu del penya-segat del coster N cala Barbacana, enfront de la cova Baixa. a) Les marmites, de formes marcadament arrodonides, ocupen densament una extensa àrea a un nivell d'entre -1,60 m i -4,50 m. b) Marmites que denoten la intensitat de l'energia que per erosió ha anat treballant aquestes formes coalescents. Es mostren farcides de clastes que mantenen actiu el procés d'excavació. c) Algunes de les marmites són de considerables dimensions i assoleixen fondàries considerables. (Fotos: G. Santandreu).

Figure 2: Field of coastal potholes excavated on a platform currently submerged at the foot of the cliffs of the N part of Cala Barbacana, in front of the Cova Baixa. a) The potholes, with markedly rounded shape, densely occupy an extensive area at a level between -1.60 m and -4.50 m. b) Potholes with coalescent shape acquired due to high intensity erosion caused by shaping these features. They are filled with clasts that keep the erosion process active. c) Some of the potholes are remarkably large and reach considerable depths. (Photos: G. Santandreu).

Es pot definir com un entrant marí de forma semicircular, envoltat de penya-segats de perfil majoritàriament vertical i una alçada màxima d'uns 10 m. ROSSELLÓ-VERGER (1995) proposa uns paràmetres morfomètrics per definir les cales en funció de les dades d'amplària de la boca i del tirat o penetració de la mar. En el cas de cala Barbacana aquestes dades són d'una amplària de boca de 120 m i un tirat de 70 m. El que dona un índex T/E (relació tirat/amplària de la boca) de 0,58, valor que la situa per davall de les dades mitjanes de bona part de les cales del migjorn mallorquí, les quals se situen en majoria per damunt del valor 1.

Ja s'ha esmentat que un fet que defineix a aquestes formes costaneres, és la relació amb cursos torrencials en forma de petites valls encaixades a les plataformes carbonatades. A cala Barbacana no es dona aquest fet. Avaluant els condicionants proposats per GÓMEZ-PUJOL et al. (2013) es constata l'absència de xarxa de drenatge o d'un altiplà calcari que actuï com a conca de recepció. En aquest aspecte, cal precisar que als voltants de l'àrea tractada, tan sols dues formes destaquen de la xarxa superficial de drenatge: el torrent de cala Marçal i el conegut com a torrent des Corso. El primer s'endinsa terra endins amb una orientació NE-SW, i un recorregut màxim d'uns 2.000 m. Presenta un traçat gairebé rectilini i una llera prou definida, que en alguns trams interiors i sobretot a la desembocadura, es veu acotada per parets rocoses més o manco verticals, formant cala Marçal. Al contrari, el torrent des Corso, presenta una llera molt difusa, gairebé desapareguda i totalment antropitzada, abocant a un indret que es coneix com sa Bassa Nova, a l'interior del Port.

Com dèiem, cala Barbacana, no està associada a cap desembocadura de barranc o torrentera, en conseqüència presenta un perfil tancat. Aquest fet i una morfologia semicircular, tot i que un tant desfigurada al coster NW per l'existència d'una possible cavitat col·lapsada, *a priori* ens permetria identificar la cala més aviat com una «olla» de la manera tal com la defineix GÓMEZ-PUJOL (2006) o ROSSELLÓ-VERGER (2005). Aquest darrer autor en proposa com a tipus modèlic, l'olla localitzada a l'oest del Pontàs a Santanyí o l'olla des Bastons propera al cap Salines.

Seria, per tant, aquesta forma la que més s'avindria als trets de la cala destacant la forma rodonenca dominant acotada per parets verticals. Pel que fa a la gènesi d'aquestes macroformes, alguns autors (e.g. GÓMEZ-PUJOL, 2006) proposen entre d'altres factors, una combinació de fenòmens estructurals i de col·lapse de cavitats càrstiques, que en aquest cas, semblen compatibles amb l'observat.

Aquestes característiques fan que l'accés des de terra a l'aigua sigui complicat. Tan sols és relativament assequible a un indret on el penya-segat es veu afectat per un gran enderroc. Es tracta d'un lloc on les penyes rompen la forma rodonenca de la cala i defineixen una depressió que queda encaixada entre parets rocoses (veure Figura 1, lletra a). El fons d'aquesta es troba farcit de blocs que, formant un rost descendent arriben a assolir el nivell marí (Figura 3). Aquest aspecte actual permet especular que es tracti de les restes d'una cavitat esfondrada. Per tant ens trobaríem amb un bon exemple de l'estadi terminal d'una cavitat, marcat pel seu total desballestament. Tancat aquest procés, es redueix a un entrant rocós amb l'extrem inferior tocant el nivell marí. En aquest punt, s'inicia un nou cicle evolutiu a aquesta àrea costanera, exclusivament lligat a l'acció de la dinàmica litoral amb tendència a evolucionar cap a altres morfologies pròpies d'aquest domini. Tot plegat, aquest fenomen recolzaria la idea de la intervenció condicionant dels fenòmens càrstics preexistents en la morfologia actual de la cala.

Per tant, aquestes evidències, i acotant els trets geomorfològics a gran escala, ens permeten proposar un model genètic per cala Barbacana, que posaria de manifest una estreta relació amb fenòmens endocàrstics. Com a continuació es veurà, la captura de cavitats càrstiques preexistents, així com el desmantellament progressiu d'aquestes, semblen haver configurat l'estat actual d'aquesta forma litoral.

## Les captures càrstico-marines o cavitats mixtes de gènesi càrstico-marina

MONTORIOL-POUS (1971) esmenta per primera vegada l'acció combinada d'erosió càrstica i abrasió marina a una cova del litoral de l'illa de Cabrera, fenomen que definirà com a captura càrstico-marina. Aquest fet implica la captura d'una cavitat d'origen càrstic en ocasions aïllada de l'exterior, en el transcurs de l'evolució de la línia de costa per part de l'erosió litoral. Des del moment que es consuma la captura entren en joc mecanismes exclusius de la dinàmica litoral com ara l'erosió mecànica, que afectaran el buit existent propiciant l'aparició de morfologies pròpiament marines (Figura 4). Igualment, els processos de sedimentació es veuran alterats donant peu a l'aparició de dipòsits sedimentaris d'origen marí com arena, còdols o restes d'organismes. El mateix passarà amb els mecanismes de precipitació d'espeleotemes i la deposició de sediments autòctons que veuran interromput el seu cicle, deixant com a testimoni formes relictas de precipitació calcària. Es veu, per tant, la necessària participació de processos pertanyents a dos tipus d'erosió ben diferenciada; per una



Figura 3: Esbaldregat a la zona NW de Cala Barbacana, fruit del col·lapse d'una cavitat. L'endinsada es converteix en el punt més baix dels penya-segats i on és més probable que acabin penetrant les aigües marines, formant una caleta. D'aquesta manera es demostra el paper protagonista dels processos càrstics en la fisonomia d'aquest tram litoral (Foto: G. Santandreu).

Figure 3: Landslide in zone NW of Cala Barbacana as the result of the collapse of a cave. The inlet is the lowest point of the cliffs and where it is most likely that seawater will penetrate forming a little cove. This phenomenon demonstrates the leading role of karst processes in the physiognomy of this coast stretch (Photo: G. Santandreu).

part la carstificació com a origen dels buits subterranis inicials i, per altra, la dinàmica marina, que actua de forma activa com a modificadora i definitiva dels trets morfològics.

Aquest fenomen, que compta al litoral illenc amb espectaculars manifestacions (e.g. TRIAS, 1992; GINÉS, 2000; GRÀCIA et al., 2003, 2011), ha estat tractat en diverses denominacions i en altres indrets geogràfics, on igualment es dona el condicionant de l'existència de plataformes carbonatades afectades per carstificació properes a àrees marítimes. NÚÑEZ-JIMÉNEZ et al. (1984) fan una catalogació genètica de les cavitats de l'illa de Cuba, referint-se a les cavitats generades per dissolució freàtica capturades per erosió litoral, amb el terme de cova «freato-marina». Així mateix, les coves litorals de les illes calcàries, definides amb el terme de *Flank Margin Caves* per MYLROIE & CAREW (1990), resulten sovint capturades pel retrocés de la línia de costa; exemples d'aquests fenòmens estan documentats en llocs tan dispersos com l'arxipèlag de les Bahames a l'oceà Atlàntic (e.g. LABOURDETTE et al., 2007; MYLROIE, 2007), o les costes turques de la Mediterrània occidental (DIPOVA & SUKRAN, 2011). Els diferents treballs en subratllen els aspectes principals com són ara: el seu desenvolupament continental, emfatitzat per l'agressivitat de la mescla entre aigües continentals dolces i aigües marines; la possible connexió amb la mar per obertures a manera de captura, que poden ser de mides molt variades; la proximitat al nivell marí actual i la interacció entre dinàmica litoral i càrstica.

De totes maneres, aquest procés es podria matisar, ja que seria més precís, considerar el fenomen en essència com la captura marina d'una cavitat càrstica. Aquesta circumstància ha donat peu a alguns autors a fer servir l'expressió alternativa de: cavitats de gènesi mixta càrstico-marina (GINÉS, 2000). L'expressió exclou la prioritat d'un element genètic damunt l'altre i inclou el terme de gènesi mixta en una opció d'equiparar la interrelació d'ambdós ambients erosius.

Pel que s'ha dit fins ara, es pot concloure, que aquest tipus de cavitats, es poden considerar com el resultat oposat a una altra tipologia d'abundants coves litorals com són les cavitats d'erosió marina. Aquestes, cal recordar, es deslliguen de l'acció càrstica i es vincula la seva gènesi, morfologia i desenvolupament de manera exclusiva a l'acció de la dinàmica litoral.

El paper destacat que pot jugar la interacció entre formes endocàrstiques i erosió litoral, en el desenvolupament a la geomorfologia litoral, pot ser a vegades decisiu. Més enllà de l'impacte

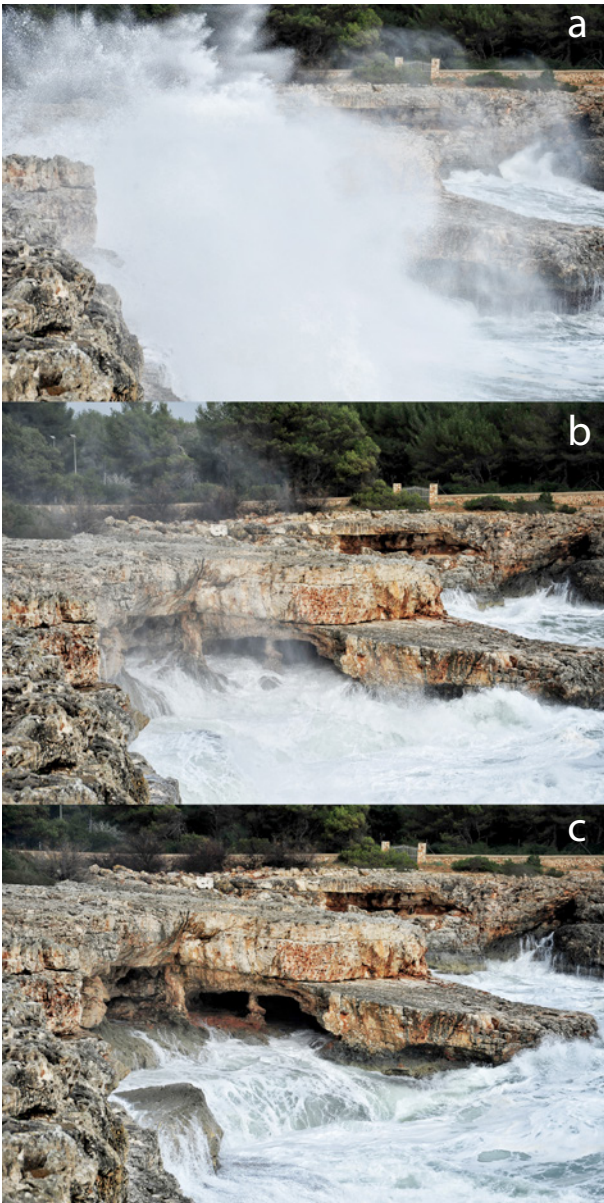


Figura 4: Seqüència d'imatges que exemplifica la interacció entre una cavitat de gènesi càrstica i els fenòmens litorals d'erosió més extrems (Cova de sa Barbacana. Borrasca Glòria. 22 de gener de 2020). a) S'aprecia l'impacte de l'onatge sobre la cavitat, protagonitzant l'erosió mecànica més virulenta. A les imatges posteriors es documenta l'ompliment de la cavitat (b), així com el buidatge posterior (c). Aquests moments es poden associar a l'arrossegament de diversos materials que propicien l'erosió per rodament, l'acumulació de sediments i clastes i en darrera instància, el rentat de la cavitat. Aquests processos estrictament lligats a la dinàmica litoral, són els que configuren l'aspecte actual de la cavitat (Fotos: G. Santandreu).

Figure 4: Sequence of images that shows the interaction between a cave of karstic genesis and the most extreme coastal erosion phenomena (Cova de sa Barbacana. Gloria storm. January 22, 2020). a) The impact of the waves on the cave can be observed, leading to the most virulent mechanical erosion. Subsequent images document cave filling (b) as well as subsequent emptying (c). These moments can be associated with the accumulation of different materials that cause erosion by rolling, accumulation of sediments and clasts and, ultimately, the washing of the cavity. These processes strictly linked to the coastal dynamics shape the current appearance of the cave (Photos: G. Santandreu).

distorsionant sobre la façana costanera, el progressiu desmantellament de les cavitats afectades, pot ser ocasionalment determinant per donar peu a altres formes a macroescala, com les cales (FORNÓS et al., 2013). Aquests autors, emfatitzen que en ocasions la forma i dimensions d'aquestes es poden supeditar als processos càrstics, i en especial al col·lapse o captura de cavitats desenvolupades al nivell freàtic i a les dimensions inicials d'aquestes. Apuntant que inclús es poden arribar a deslligar de la influència d'una conca de drenatge determinada o fins i tot dels condicionats litològics i estructurals dominants. La coalescència de captures, col·lapses o esfondraments càrstics, pot col·laborar a definir la morfologia litoral (GRÀCIA et al., 2011).

Malgrat tot, sovint la problemàtica se centra a establir el vertader origen càrstic d'un buit inicial, afegint complexitat a la interrelació de factors involucrats. Es podria donar el cas que el que sembla una cavitat càrstica, es podria tractar d'una cova marina afectada per unes condicions d'infiltració i precipitació favorables per l'aparició de rebliments litoquímics, molt similars als de les cavitats pròpiament càrstiques (GRÀCIA et al., 2001).

A la zona estudiada, s'observen algunes, que poden ser considerades com a captures càrstico-marines o cavitats de gènesi mixta càrstico-marina. Aquestes es concentren a l'àrea de cala Barbacana. Entre les que presenten uns clars aspectes atribuïbles a aquesta tipologia es pot citar la cova Gran de sa Barbacana, la cova de sa Barbacana i la cova dels Nius d'Abella. Amb certes reserves es podria incloure dins aquest mateix tipus, les coves petites de sa Barbacana.

Destaca la cova Gran, que tal com indica el referent, és la de majors dimensions de la zona. Presenta una configuració interior formada per zones terrestres, marines i subaquàtiques, denotant una complexa història espeleogenètica i geomorfològica. La complexitat de la seva topografia es conjuga amb l'existència d'una notòria ornamentació calcària relict, pròpia d'ambits subterranis càrstics i que pot servir d'indicador de la relativa antiguitat de la cova (GINÉS, 2000). A més, a la cavitat s'hi documenta l'acumulació de sediments tant marins, com d'origen terrestre, on no falta la presència de fauna fòssil quaternària. La cova de sa Barbacana, és una cavitat de menors dimensions que l'anterior, però igualment definida per un cert volum i la presència d'abundants dipòsits calcaris, destacant els espeleotemes de degoteig. Igualment hi són present els rebliments en forma de bretxes argiloses amb fauna fòssil i a les zones més exteriors, els adossaments de materials marins consolidats en forma d'eolianites. Són aquestes les que enllacen a nivell marí amb la propera cova dels Nius d'Abella, la boca de la qual s'obri més al sud enlairada respecte a l'anterior. Destaca un massís estalagmític recolzat a sobre una duna fòssil, disposició que corrobora la interferència entre fenòmens litorals i càrstics. És la de menor volum de les tres cavitats

i igualment compta amb presència de bretxes consolidades.

Aquestes dues darreres cavitats semblen tractar-se d'espais residuals d'una cavitat inicial de dimensions molt majors. No es pot descartar que es tracti de fragments aïllats de la cova Gran de sa Barbacana i es podria apuntar que, en essència, el conjunt de cavitats es tractés d'un únic

buit inicial d'origen càrstic. Tanmateix, tampoc es pot descartar que una vegada iniciat el progressiu desmantellament del penya-segat i l'exposició als elements d'erosió marina, diversos buits inicials hagin estat capturats donant peu per coalescència a la configuració actual de la cala.

## Paleontologia de vertebrats a les cavitats de cala Barbacana

Les primeres troballes de vertebrats fòssils de la fauna terrestre pliocènica i quaternària de les Balears es varen publicar als treballs de DE LA MARMORA (1834) i BATE (1909), però la primera menció als jaciments de Portocolom és publicada alguns anys més tard per BATE (1914). La insigne paleontòloga britànica Dorothea M. A. Bate, descobridora de *Myotragus balearicus* (BATE, 1909), esmenta un jaciment a una cova de la bocana de Portocolom. En aquest treball l'autora comenta que es tracta d'una cova situada a les calcàries miocèniques i que els materials fòssils eren molt fragmentaris de forma que no es varen poder recuperar restes prou bones per a ser conservades. Malauradament, als diaris de camp de les primeres campanyes d'exploració de Miss Bate a les Balears, no s'indica informació detallada de la ubicació d'aquesta cavitat.

Si bé aquesta cita de BATE (1914) sobre la presència de *Myotragus balearicus* a Portocolom ha estat posteriorment recollida per diversos autors (VILLALTA & CRUSAFONT, 1946; MUNTANER, 1966; MOYÀ-SOLÀ & PONS-MOYÀ, 1979; ALCOVER et al., 1981; BOVER & ALCOVER, 2005), altres autors varen incidir més en la recerca de fòssils a les coves de Portocolom. En aquest sentit, CUERDA & SACARÉS (1962) exploren les coves de cada costat de l'entrada de Portocolom i localitzen tres coves amb restes de *Myotragus balearicus* a la zona que els autors denominen «Cocons d'en Velar» (com s'ha vist, nom desplaçat de forma justificada actualment pel de cala Barbacana), i en fan una inferència cronològica, que discutirem amb posterioritat. Aquests autors esmenten la troballa d'una mandíbula en bon estat on s'aprecia l'única incisiva de creixement continu típica de l'espècie *M. balearicus*, la qual també està posteriorment recollida per CUERDA (1966). Cal destacar el fet que l'actual ubicació d'aquesta mandíbula és desconeguda, però a la col·lecció Juan Cuerva de la Societat d'Història Natural de les Balears es conserva un fragment mandibular esquerre amb un m3 (tercer molar inferior) (Figura 5).

Finalment, BOVER & ALCOVER (2005) esmenten els jaciments de cova de sa Barbacana 1, cova de sa Barbacana 2 i Portocolom a la llista de jaciments de *Myotragus* de les Balears.

Les exploracions espeleològiques dutes a terme per a la realització d'aquest treball han permès visitar les bretxes ossíferes de les coves abans esmentades. En concret, se situen a les que a aquest treball anomenam com: cova Baixa, la cova de sa Barbacana, la cova dels Nius d'Abella i la cova Gran de sa Barbacana. Es tracta de bretxes fortament cimentades, generalment amb matriu argilosa (Figura 6). En alguns dels casos es troben segellades per espesses capes de colades o bé dipositades sobre dunes fossilitzades, la qual cosa fa que en compliqui encara més la seva interpretació. En totes les bretxes només s'han observat restes de *Myotragus*, destacant l'absència d'altres espècies de mamífers acompanyant al bòvid, com són *Hypnomys* i *Nesiotites*, i d'altres taxons com ocells o rates pinyades.

Respecte a la cronologia de les bretxes ossíferes de les coves de cala Barbacana, CUERDA & SACARÉS (1962) i CUERDA (1966) identifiquen les restes observades com *Myotragus balearicus*, l'espècie terminal del gènere *Myotragus*, la qual va viure a les Gimnèsies durant el pleistocè superior-



Figura 5: Fragment de mandíbula de *Myotragus balearicus* conservada a la col·lecció Juan Cuerva (SHNB) provinent de la zona E de la boca de Portocolom (Foto: D. Vicens).  
Figure 5: Mandible fragment of *Myotragus balearicus* curated at the Juan Cuerva collection (SHNB) from the E zone of the harbour mouth of Portocolom (Photo: D. Vicens).





Figura 6: Restes òssies atribuïbles a fauna quaternària es poden observar a diverses de les cavitats de la zona. Es troben pel general, molt fragmentats i integrats a sediments sòlidament compactats (Foto: G. Santandreu).

Figure 6: Bone remains attributable to Quaternary fauna can be observed in several of the cavities in the area. They are generally very fragmented and integrated into solidly compacted sediments (Photo: G. Santandreu).

holocè. Tal com ja comenten aquests autors, la troballa d'una mandíbula amb la característica única incisiva de creixement continu de *Myotragus balearicus* confirma aquesta identificació. Malauradament, no s'ha pogut estudiar aquesta mandíbula i la possible presència del romanent d'un alvèol per a una segona incisiva, que indicaria una cronologia lleugerament més antiga que la dels *Myotragus balearicus* més recents.

Per altra banda, CUERDA & SACARÉS (1962) i CUERDA (1966) també estableixen una cronologia clara d'aquestes bretxes, indicant que se situen directament sobre una duna de cronologia riss. Consideren que sediments del tirrenià II les recobreixen, i suggereixen que *Myotragus balearicus* va freqüentar aquestes coves als inicis del darrer interglaciari, just després del riss. De fet MOYÀ-SOLÀ & PONS-MOYÀ (1979), recollint aquesta informació, situen la cronologia del jaciment al pleistocè superior. Cal esmentar aquí que diversos autors (e.g., GINÉS et al., 2020) consideren que el significat estratigràfic de les subdivisions del tirrenià (tirrenià I, II i III) proposades per BUTZER & CUERDA (1962) presenten una certa ambigüitat, tal com passa amb la subdivisió posterior de CUERDA (1975), designant el tirrenià II com a eutirrenià.

Ara per ara, a la llum de les evidències disponibles i acceptant que les datacions absolutes basades en estadis isotòpics marins són les que podrien oferir unes dades més sòlides, tan sols es poden inferir algunes dades cronològiques preliminars, basades en criteris sobretot paleontològics. Tot i que en aquest aspecte és molta la informació que encara es podria desprendre de les restes conservades, aquestes conclusions es basen sobretot en la feina d'alguns autors especialistes en la matèria. Així, segons les observacions de CUERDA

(1966), la deposició dels llims vermells amb còdols angulosos que conformen les bretxes ossíferes s'haurien dipositat entre el final del riss (Estadi Isotòpic Marí 6 – MIS-6) i l'estadi isotòpic marí MIS-5e, en el que es registra un nivell del mar al voltant dels 2 metres per damunt del nivell actual (POLYAK et al., 2018; GINÉS et al., 2020). Igualment, podem posar en relació altres dades rellevants com ara l'existència d'un nivell marí sobre de l'actual (DORALE et al., 2010; GINÉS et al., 2020) en el transcurs del MIS-5a (situat a  $\pm 1$  m entre 80 i 82 ka BP) estadi isotòpic que es correspondria amb el neotirrenià de CUERDA (1975).

Sense deixar el registre paleontològic ni l'entorn de cala Barbacana, es pot avançar l'existència d'un indret, no vinculat a cap cavitat, on es poden observar restes òssies, fortament integrades al basament miocènic. Es tracta d'unes restes que de manera molt preliminar, es podria indicar que, són costelles de mamífer marí extint. Cal esmentar que aquesta troballa pot resultar rellevant degut a la reduïda quantitat de restes paleontològiques que s'han trobat d'aquest tipus d'animals a les Balears (e.g., DOMNING, 1996; QUINTANA, 2004; MAS et al., 2013).

## Descripció de les cavitats

### *Sa cova Foradada*

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 523019 4362884)

Es localitza a la punta des Fortí (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884) o punta de sa Bateria (ANÒNIM, 1885) situada a la part occidental de la boca de Portocolom. És, sens dubte, una de les cavitats més conegudes i emblemàtiques del litoral felanitxer, fins al punt que ha esdevingut imatge icònica i referent paisatgístic de Portocolom. La seva peculiar perspectiva (Figura 7), ha estat reproduïda a postals i imatges promocionals des de les primeries del segle XX (SALAS, 2014).

Es tracta pràcticament d'un pont natural, morfologia que indica l'estat avançat de desmantellament d'una cavitat preexistent de majors dimensions. Aquest aspecte és el que popularment ha originat el seu topònim, viu reflex de l'anecdòtic oral, que l'ha convertit en un dels més consolidats i coneguts de les coves costaneres del terme. Aquest ja es troba documentat a les darreries del segle XIX (GÓMEZ, 1892) i ha estat citat de forma reiterada a publicacions posteriors (e.g. RIERA, 1948; XAMENA, 1991). Altres al·lusions són abastament gràfiques, com la recollida a l'obra *Die Balearen*: «En la punta del Fortí hay una cueva que forma un puente natural...» (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884). ENCINAS (2014) l'anomena cova de sa Barbacana, topònim que es reproduïx a publicacions posteriors (BERMEJO et al., 2022).

Presenta dos accessos, un de terrestre situat terra endins i una obertura a la mar. Aquesta, de forma rodona és d'uns 8 x 5 m. L'accés terrestre és un rost descendent amb algun ressalt vertical, fruit de l'acumulació dels blocs caiguts del propi sostre de la cavitat. L'espai central, ja més planer, es troba a cel obert i igualment definit per gran quantitat de blocs rocosos, terra i fins i tot clapes de vegetació. És a uns 15 m de l'extrem del rost on comença el pont rocós i la zona pròpiament subterrània de la cova, que no s'estén més de 10 m fins a arribar a la mar. El pont en qüestió té una gruixa aproximada que oscil·la entre els 1,5 i 2,5 m de potència de roca. En conjunt la forma de la cova és rectilínia d'uns 25 x 10 m de dimensions màximes (Figura 8). La part més propera a la mar, que correspon a la zona coberta, presenta morfologies pròpies de l'erosió marina. El trespol, nu de roques i sediments, es mostra molt arrodonit per l'erosió i amb alguna marmita de gegant amb blocs de considerables dimensions a l'interior. El tall de la boca cap a la mar, està recobert de les típiques formes de lapiaz litoral, associades a la zona d'influència dels esquitxos marins.



Figura 7: L'emblemàtica panoràmica des de la cova Foradada a una fotografia presa entre 1900 i 1918.(Font: Autor desconegut. Fons arxivístic de la Col·lecció Museogràfica Fundació Cosme Bauçà. Felanitx).  
 Figure 7: Emblematic panoramic view from the Cova Foradada, in a photograph taken between 1900 and 1918 (Source: Unknown author. Museum collection archives of the Cosme Bauçà Foundation. Felanitx).

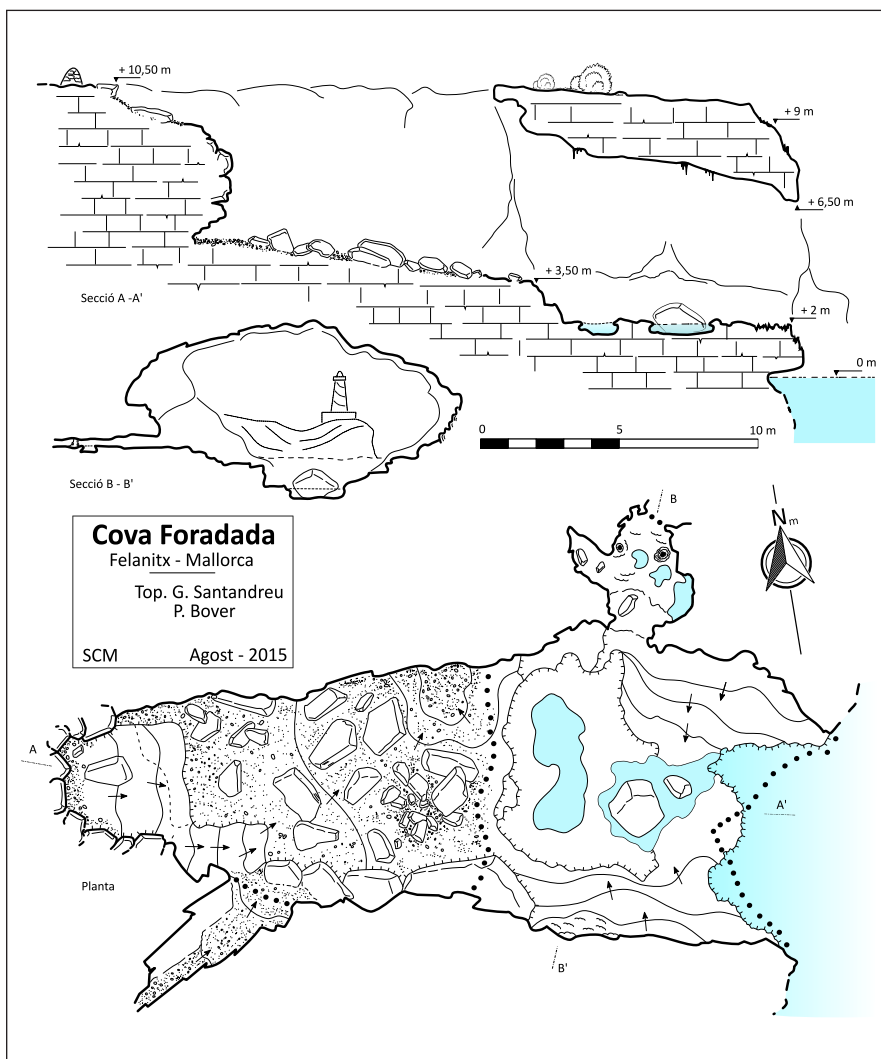


Figura 8: Topografia de la cova Foradada (Felanitx).  
 Figure 8: Topographic survey of the Cova Foradada (Felanitx).

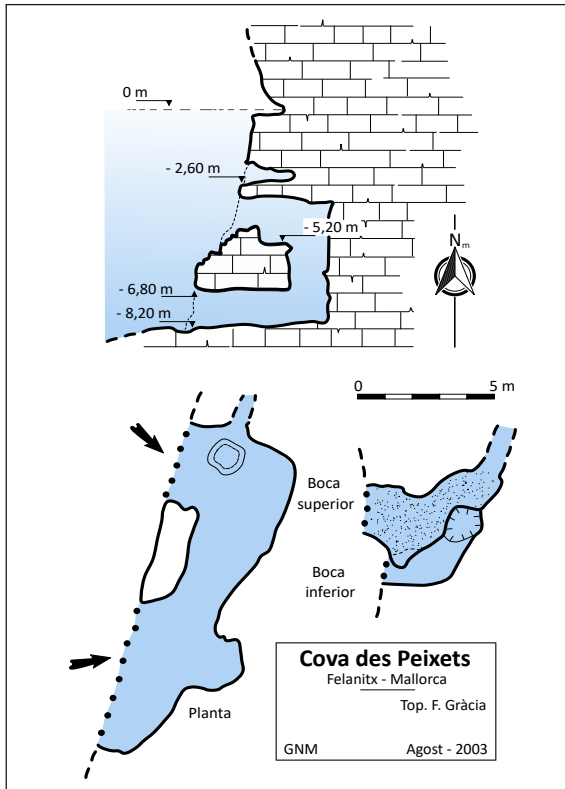


Figura 9: Topografia de la cova dels Peixets (Felanitx).  
Figure 9: Topographic survey of the Cova dels Peixets (Felanitx).

Si tenim en compte el model d'història geomorfològica de les coves d'abració marina i en especial per a les formes evolucionades de bufadors, proposat per GRÀCIA & VICENS (1998), es poden treure algunes conclusions. Vist l'estat actual de la cova, és lògic afirmar que en un moment anterior, aquesta cavitat actuava com un bufador, del qual se'n conserven ambdues obertures. Una entrada marina per on penetraria la mar i una obertura superior per on sortiria l'aire i l'aigua, envestida pels temporals. Per l'efecte mecànic dels elements citats i aprofitant les debilitats litològiques i el component estructural dels propis penyals, aniria sofrint l'esbaldreg progressiu del sostre de la cova cap a la forma actual. Segons aquest mateix model, és previsible que en un proper episodi evolutiu, el pont de roca acabi esfondrant-se. D'aquesta manera la cavitat inicial quedaria reduïda a un entrant rocós a la costa. Seria aquest un procés molt similar al que s'ha fet referència més a dalt quan s'ha descrit l'esbaldregat situat a un costat de cala Barbacana. En cas de ser envaït per la mar en un hipotètic episodi transgressiu del nivell marí, augmentaria la superfície d'atac de les aigües i es podria acabar formant una petita caleta.



Figura 10: Boca superior activa del bufador d'en Duran actuant com a tal en un dia de tempesta (21/abril/2019). El conducte que comunica amb la zona marina és un passatge vertical d'uns 8 m. En aquest cas la columna d'aigua expel·lida arribava en ocasions als 2 m d'alçada sobre les penyes (Foto: G. Santandreu).

Figure 10: Active upper mouth of the Bufador d'en Duran blowhole acting as such on a stormy day (April 21, 2019). The crevice that communicates with the marine area is a vertical passage of about 8 m. In this case, the column of expelled water sometimes reaches a height of up to 2 m above the rocks (Photo: G. Santandreu).

### *Cova des Peixets*

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522928 4362753)

Túnel d'uns 13 m de longitud que s'obri al peu dels penya-segats. Presenta una estructura complexa per la presència d'una boca superior a unes cotes d'entre -3,3 i -5 m per posteriorment davallar verticalment i comunicar amb el nivell inferior. Les fondàries del túnel estan compreses entre -6,8 i -8,2 m en referència al sostre i al terra respectivament (Figura 9). A prop de l'entrada inferior situada més al nord hi ha una marmita de gegant. També abunden altres morfologies d'abració marina repartides per la cavitat.

### *Bufador d'en Duran*

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522867 4362735)

Es localitza a la punta que tanca l'extrem septentrional de l'indret de la cala Barbacana. L'antropònim es refereix a una pesquera de la boca del Port (AGUILÓ, 1991) que s'ha estès a la zona en qüestió. En altres reculls espeleològics apareix amb la denominació de cova de ses Dues Boques.

Es tracta d'un autèntic bufador, que es troba ben actiu els dies de tempesta (Figura 10). Com a tal, presenta dues boques d'accés diferenciades (Figura 11). La boca marina es localitza al nivell de la mar mirant cap a migjorn; amida uns 30 m d'obertura que es redueix a la part de llevant a una marcada entalladura a les penyes. La zona marina més interior del bufador és una cambra d'uns 15 x 15 m per un màxim de 2 m d'alçada, amb l'extrem NE que comunica terra endins amb l'exterior. La segona boca se situa a un indret on la superfície dels penya-segats formen una depressió rociosa circular. Al mig s'hi localitza una esclatxa que

forma un conducte vertical d'uns 8 m de fondària, que a la part inferior comunica amb la part marina de la cova en un petit replà fora de l'aigua (Figura 12). En aquest indret s'obri una petita cambra terrestre molt treballada per l'erosió marina on és rellevant l'acumulació d'organismes brostejadors de la família Chathamalidae (probablement *Chathamalus stellatus*).

La part subaquàtica presenta un suau rost descendent amb presència de formes d'erosió, petits arcs i alguna marmita. Assoleix una fondària de 2,8 m on cau formant un talús.

**Coves petites de sa Barbacana I i II**

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522829 4362722 / 522823 4362733)

AGUILÓ (1991) dona peu a suposar que aquestes coves que ocupen la façana del penya-segat del costat septentrional de la cala, són les que li donarien nom, referent que per extensió (tant amb la forma acompanyada de l'article, com sense) s'ha consolidat a tot aquest tram litoral. Aquestes cavitats apareixen referides a altres publicacions amb les denominacions de coveta des Coloms i cova de sa Greixonera, respectivament.

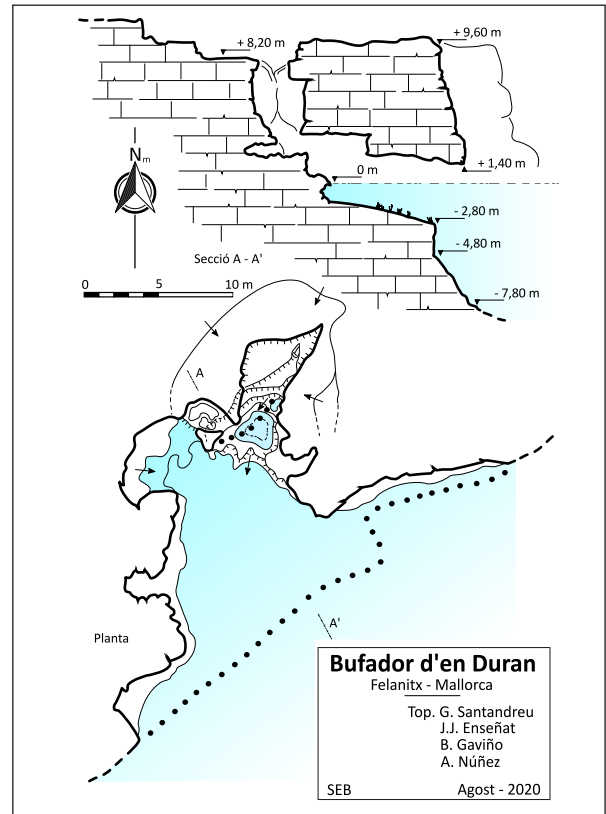


Figura 11: Topografia del bufador d'en Duran (Felanitx).  
Figure 11: Topographic survey of the bufador d'en Duran (Felanitx).



Figura 12: Part inferior del mateix bufador amb l'accés marí i el petit replà on desemboca el conducte vertical que connecta amb la superfície del penya-segat (Foto: G. Santandreu).  
Figure 12: Lower part of the same blowhole with the sea access and the small rock landing where the opening of the vertical duct connecting with the surface of the cliffs ends (Photo: G. Santandreu).

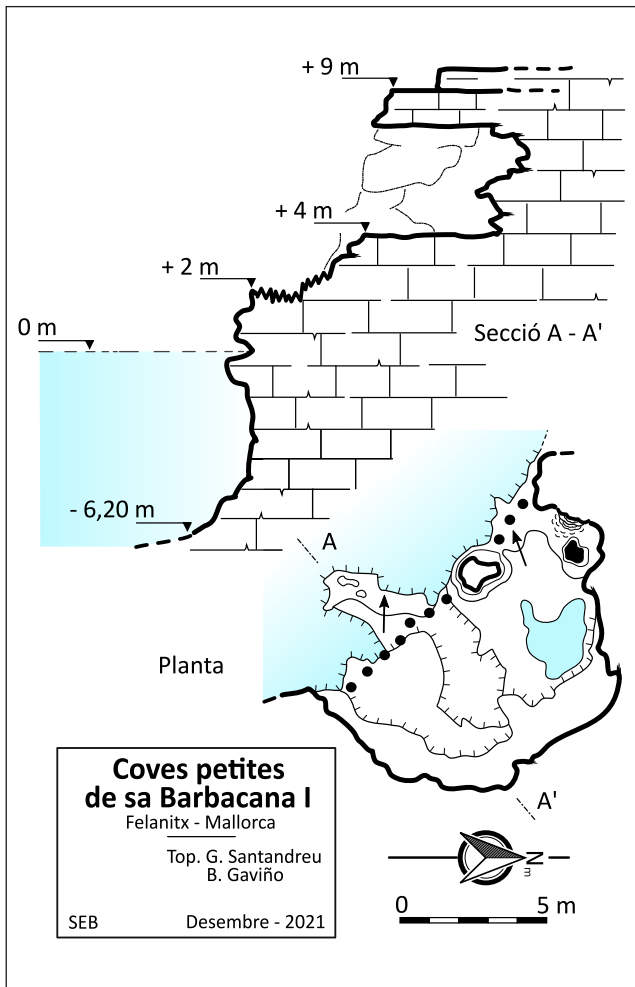


Figura 13: Topografia de les coves petites de sa Barbacana I (Felanitx).  
 Figure 13: Topographic survey of the Coves petites de sa Barbacana I (Felanitx).

Realment es tracta de dos covals que es caracteritzen per una obertura que ocupa gairebé tot el penya-segat. El color ataronjat de la roca així com les formacions que els engalanan afegeixen vistositat a l'indret. Ambdues balmes es troben pràcticament aferrades, i en conjunt sembla evident que es tracta d'una mateixa cavitat amb accessos diferenciats.

Es pot apuntar la possibilitat de tractar-se de cavitats de gènesi càrstica. No obstant això, es mostren intensament treballades pels processos erosius marins que en marquen la seva morfologia, el que fa que actualment, les evidències qüestionin i difícilment permetin concloure l'origen tant en un com altre sentit.

La situada a llevant, és de modestes dimensions; just penetra uns 10 m amb una amplada de 6 m i una alçada màxima de 4 m (Figura 13). Està enlairada 4 m s.n.m. i, al contrari que a la seva veïna, els espeleotemes són gairebé inexistent. Malgrat tot, compta amb un arc rocós que amb aspecte de gruixada columna, no és més que el fruit de l'erosió marina sobre la roca mare (Figura 14). En conjunt, la coveta reuneix trets més propis de l'erosió marina. La marcada estratificació horitzontal de les penyes és ben visible i permet pensar en un component estructural que ha afavorit el progressiu desmantellament de la cova deixant una escassa potència a la zona superior.

La situada més cap a ponent, s'obri a uns 2 m s.n.m. És la més gran amb una boca d'uns 20 m d'obertura i una fondària de 10 m. L'alçada màxima arriba als 4 m, reduint-se a 2 m cap al fons (Figura 15). Destaca la presència d'espeleotemes en forma de massissos estalagmítics, grans columnes i colades que es troben tant al fons de la cavitat com a la boca d'aquesta. Tot i que els degotissos poden arribar a crear formacions calcàries de certa entitat en condicions aèries, la



Figura 14: Arc d'erosió emergit a les coves petites de sa Barbacana I. Tot i que té l'aspecte d'una columna estalagmítica, es tracta d'una forma d'erosió treballada a la roca mare de la cavitat. (Foto: G. Santandreu).  
 Figure 14: Emerging rock arch at the Coves petites de sa Barbacana I. Although it looks like a stalagmite column, it is a erosion-caused phenomenon on the bedrock of the cave (Photo: G. Santandreu).

potència i el volum de les formacions esmentades, semblen apuntar a unes condicions subterrànies molt més favorables a la precipitació i deposició dels carbonats les quals no coincideixen amb les actuals. Aquesta circumstància encaixaria amb un possible origen per carstificació però no es pot considerar concloent. S'ha d'apuntar que aquesta decoració es mostra molt erosionada per l'acció marina i sembla evident que hagi estat retreballada per diferents episodis de regressió i transgressió marina.

La presència tant d'elements propis de cavitats càrstiques com altres exclusius de factors erosius litorals, en denota una complexa relació i permet apuntar la intervenció necessària de distintes condicions lligades a episodis costaners molt diferents. Tampoc es pot descartar que les formes actuals, hagin format part de cavitats o sistemes de cavitats de major extensió. L'aspecte residual que mostren en l'actualitat, seria el resultat dels distintes episodis evolutius.

### Cova Baixa

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522795 4362766)

S'obri al coster N de cala Barbacana en un replà rocós enlairat 3,70 m s.n.m. És una cavitat de modestes dimensions i recorregut encara més discret. Té una obertura a la boca d'una dotzena de metres i una penetració màxima de 10 m. El porxo d'entrada té uns 2 m d'alçada, i a la resta de la cova no supera el metre fins i tot amb passatges que just arriben als 0,70 m (Figura 16). Tot plegat sembla apuntar a un origen lligat directament amb l'acció de l'erosió marina. La roca presenta una marcada estratificació horitzontal on alternen calcarenites amb sediments argilosos compactats, colianites i bretxes. Aquestes presenten fragments ossis indeterminats, els quals no semblen diferir del context paleontològic de la zona. A l'exterior de la cova, terra endins, abunden les acumulacions de blocs, que ordenats de forma lineal denoten l'enfonsament d'un voladís rocós més extens. Al replà just davant de l'entrada s'hi acumulen sediments marins actuals dipositats pels temporals. A altres publicacions, la cova apareix descrita amb la denominació de cova de sa Macadura.

### Cova-túnel de sa Barbacana

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522782 4362700)

L'existència de cavitats superposades situades actualment a distintes nivells (aèris i subaquàtics) i en especial localitzades a entrants rocósos, s'ha documentat a altres sectors litorals propers. Un bon exemple el trobam a les coves de la Seu (GRÀCIA et al., 1997) i al bufador de sa Punta (SANTANDREU et al., 2020), que presenten una disposició topogràfica molt similar a la que ens ocupa.

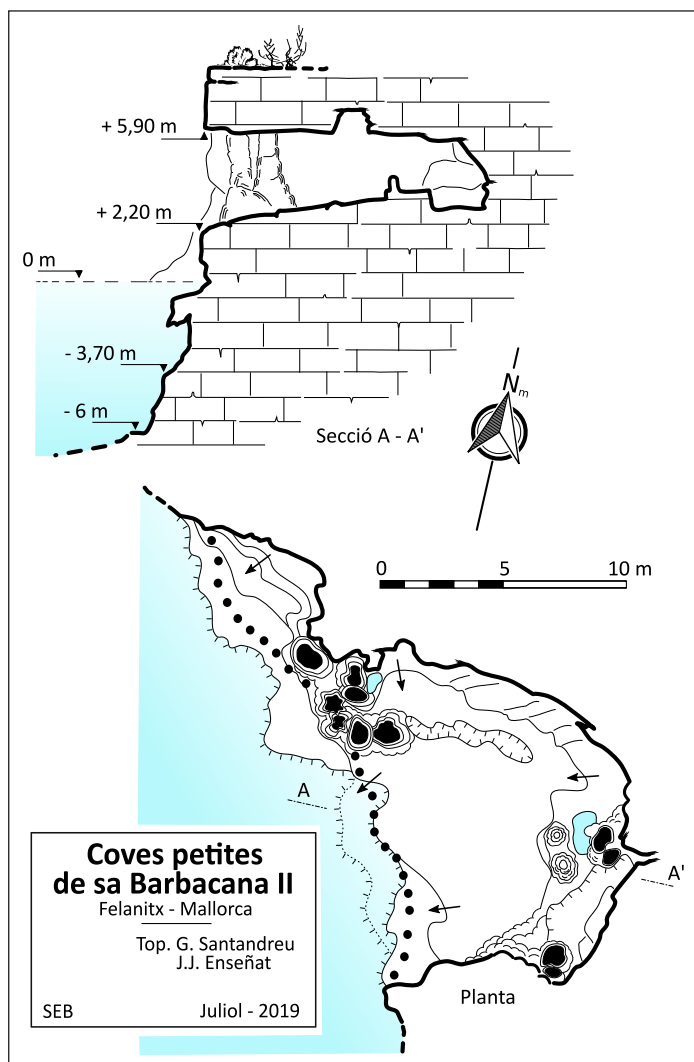


Figura 15: Topografia de les coves petites de sa Barbacana II (Felanitx).  
Figure 15: Topographic survey of the Coves petites de sa Barbacana II (Felanitx).

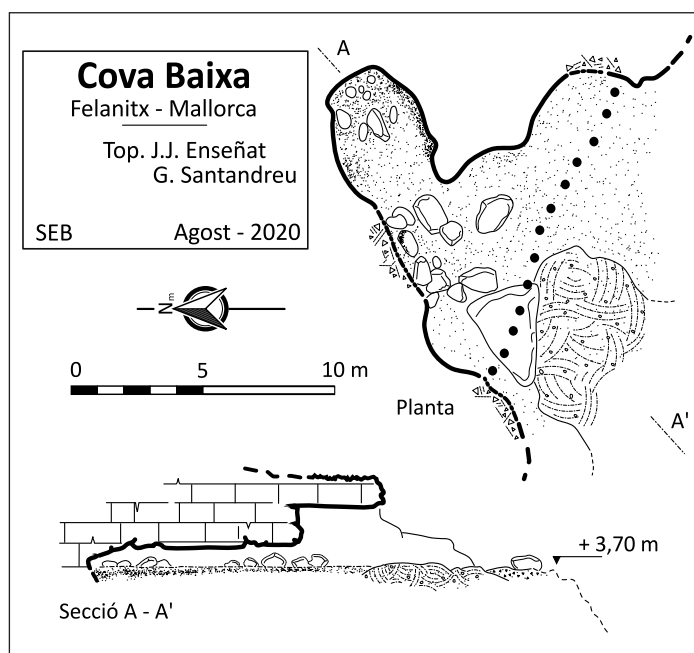


Figura 16: Topografia de la cova Baixa (Felanitx).  
Figure 16: Topographic survey of the Cova Baixa (Felanitx).

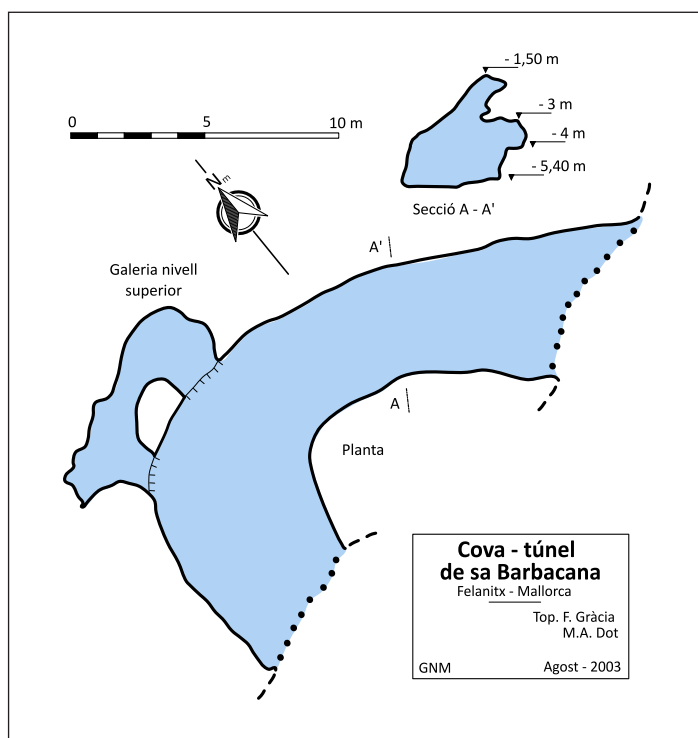


Figura 17: Topografia de la cova-túnel de sa Barbacana (Felanitx).  
Figure 17: Topographic survey of the Cova-túnel de sa Barbacana (Felanitx).

Aquest cas és el típic túnel submarí, el qual es troba precisament a una punta geogràfica. Disposa de dues boques que miren en direcció SE i que s'obren al mateix nivell, a uns - 6,6 m de fondària. La seva amplària és de poc més de 5 m i una alçada mitjana d'entre 2,5 i poc més de 3,5 m. A la zona interna presenta una altra galeria a un nivell lleugerament superior, a uns 4 m de fondària i 8 m de longitud que coincideix, a nivell del terra, amb la plataforma interna d'abració que es veu a la paret interna de bona part de la cavitat (Figura 17).

### Cova de sa Barbacana

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522762 4362703)

L'entrada es troba lleugerament per sobre del nivell del mar, als penya-segats del coster meridional d'una punta geogràfica caracteritzada per una plataforma de roca nua vinclada cap a la mar. A les publicacions citades anteriorment, apareix anomenada com a cova Grossa.

L'obertura principal d'uns 15 m, deixa totalment exposada la cavitat als fenòmens litorals. En alguns indrets de la boca, i en contacte amb la mar, destaca la presència de clapes d'eolianites

adossades. Algunes són de potència considerable i es mostren molt erosionades, concentrant una bona mostra de formes de lapiaz litoral, destacant esmolats pinacles de mides decimètriques. Cap al NE presenta un segon accés de menors dimensions que connecta amb l'estança principal per un conducte estret. En total, la llargària entre els extrems de la cavitat és d'uns 35 m, mentre que la penetració màxima és d'uns 17 m i una alçada que varia entre 1 i 4 m. Morfològicament es pot reduir l'espai a dues sales que en conjunt ocupen uns 170 m<sup>2</sup> (Figura 18). La més espaiosa és la de ponent, amb diversos gorgs i abundants blocs de formes arrodonides que s'acumulen per les parts més profundes. La roca del trespol es troba molt llisa i treballada per l'erosió, però així i tot encara s'observa algun indret amb restes de colades pavimentàries.

A la cova és abundant la decoració calcària, com és algun massís estalagmític, colades i sobretot, innumerables estalactites que es mostren trencades i malmeses pels fenòmens marins. Com hem vist, aquesta decoració relictica, sembla haver-se format necessàriament a un ambient subterrani amb unes condicions molt diferents a les actuals, més propici a la precipitació de carbonat càlcic (Figura 19) i no trastocat per la intervenció marina.

Sobretot a la part més propera a la boca, s'hi localitzen bretxes i sediments argilosos.

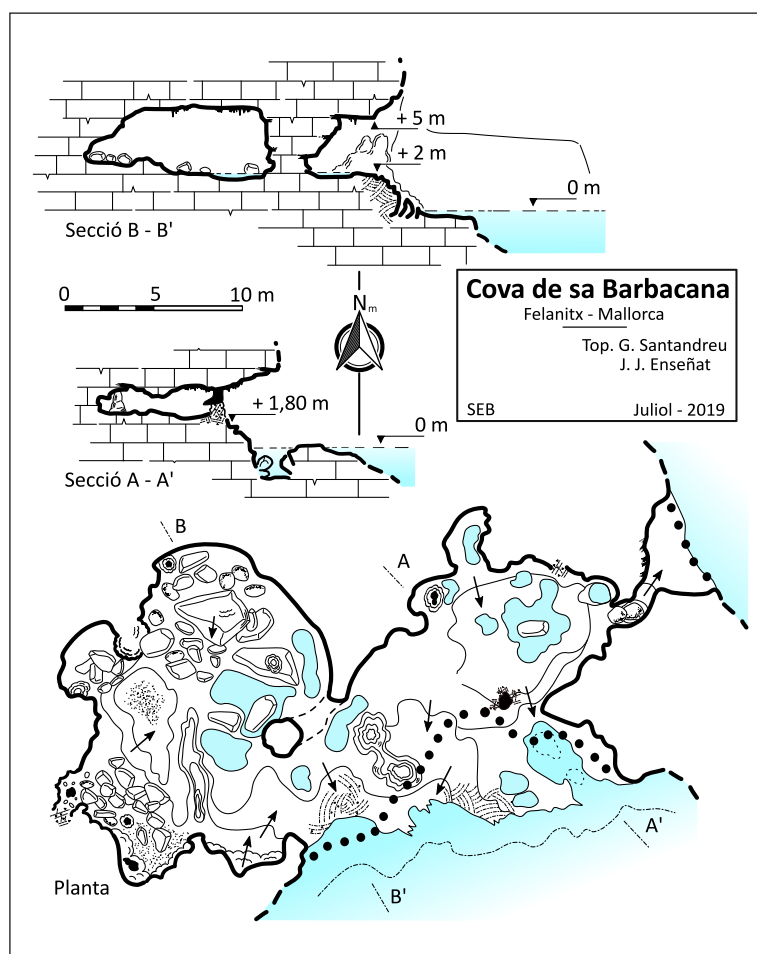
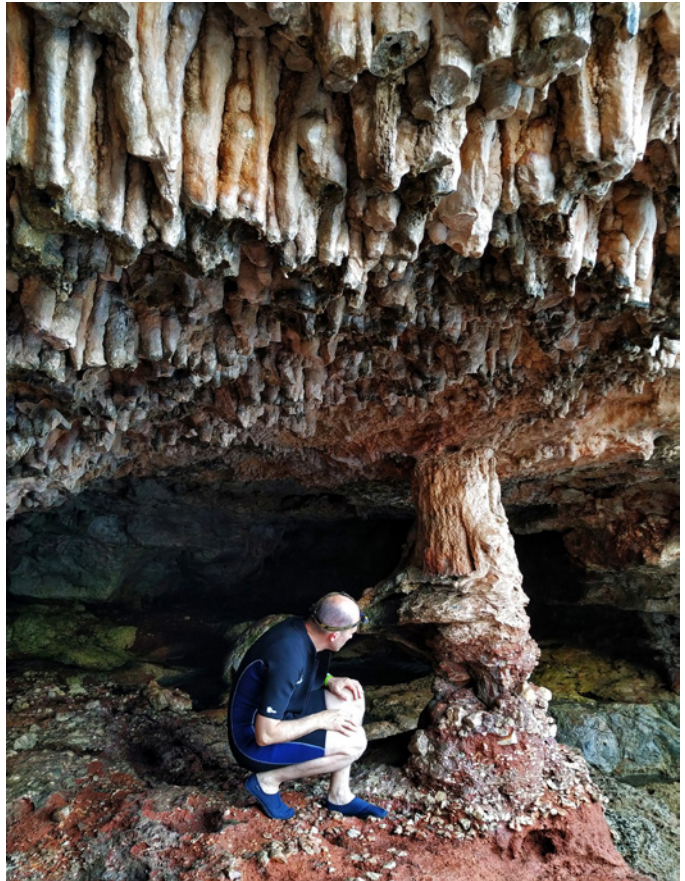


Figura 18: Topografia de la cova de sa Barbacana (Felanitx).  
Figure 18: Topographic survey of the Cova de sa Barbacana (Felanitx).

Figura 19: Abundants espeleotemes de degoteig i columna estalagmítica sustentada damunt una gruixada bretxa amb restes òssies a la cova de sa Barbacana, formacions que denoten un moment espeleogenètic molt diferent a l'actual. Aquests massissos estalagmítics, colades i estalagmites, es mostren molt deteriorats per la acció erosiva de la mar (Foto: G. Santandreu).

Figure 19: Plenty dripping speleothems and a stalagmite column supported on a thick ossiferous breccia in the Cova de sa Barbacana. These formations denote a very different speleogenetic moment to the current one. These stalagmitic massifs, flowstones and stalagmites are very eroded by action of the sea waves (Photo: G. Santandreu).



Cimentats a la matriu d'aquests s'hi observen abundants restes de fauna quaternària.

### Cova dels Nius d'Abella

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522752 4362678)

També anomenada amb els noms de cova des Marès o cova de sa Pedrera, es troba a pocs metres cap al S de la cova de sa Barbacana, enlairada uns 3 m s.n.m. No es pot descartar un procés espeleogenètic compartit amb aquesta, fins al punt que es podria pensar que es tracta d'una part de la mateixa cavitat, avui aïllada pel retrocés i desmantellament del penya-segat costaner on ambdues coves estan excavades. A més, la fisonomia actual es mostra desfigurada per l'existència a la part frontal d'eolianites adossades als penya-segats. Aquestes assolixen una considerable potència, enfilant-se quasi uns 5 m s.n.m., obstruint part de la boca d'entrada. La duna fossilitzada està coronada per un potent massís estalagmític que igualment n'obstrueix gran part de la boca.

A més d'un possible comú procés espeleogenètic, la cova presenta altres similituds amb la veïna de sa Barbacana, destacant la presència d'abundants i potents espeleotemes en forma de colades parietals i pavimentàries, massissos i penjolls estalagmítics, a més de la presència de bretxes d'apreciable desenvolupament concentrades a la zona més exterior. No hi falten els blocs acumulats pels temporals que ocupen majoritàriament el coster meridional, mentre que l'extrem oposat es troba ocupat per un gorg. Amb tot, és de dimensions més modestes: uns 10 m d'amplada i una penetració màxima d'uns 7 m. L'alçada és entre 1,60 i 2,60 m (Figura 20).

No passa desapercebuda la paret més interna, la qual es mostra en gran part recoberta per unes vistoses morfologies naturals conegudes com a nius d'abella o *taffoni* (Figura 21a), que li donen nom. En detall es presenten com a perforacions cilíndriques horitzontals de variats diàmetres i fondàries amb un traçat rectilini (Figura 21b).

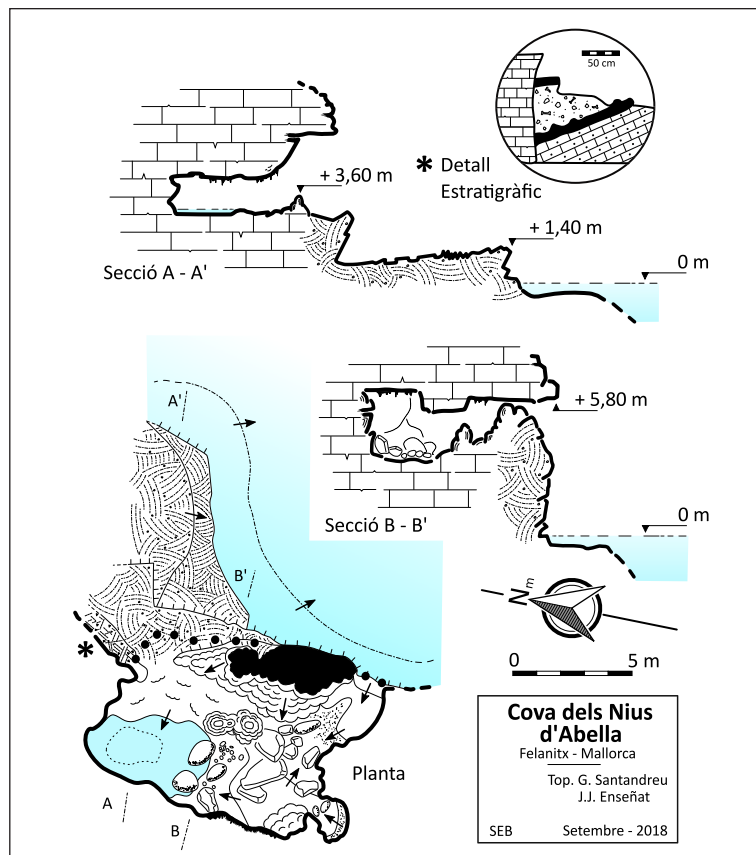


Figura 20: Topografia de la cova dels Nius d'Abella (Felanitx).  
Figure 20: Topographic survey of the Cova dels Nius d'Abella(Felanitx).



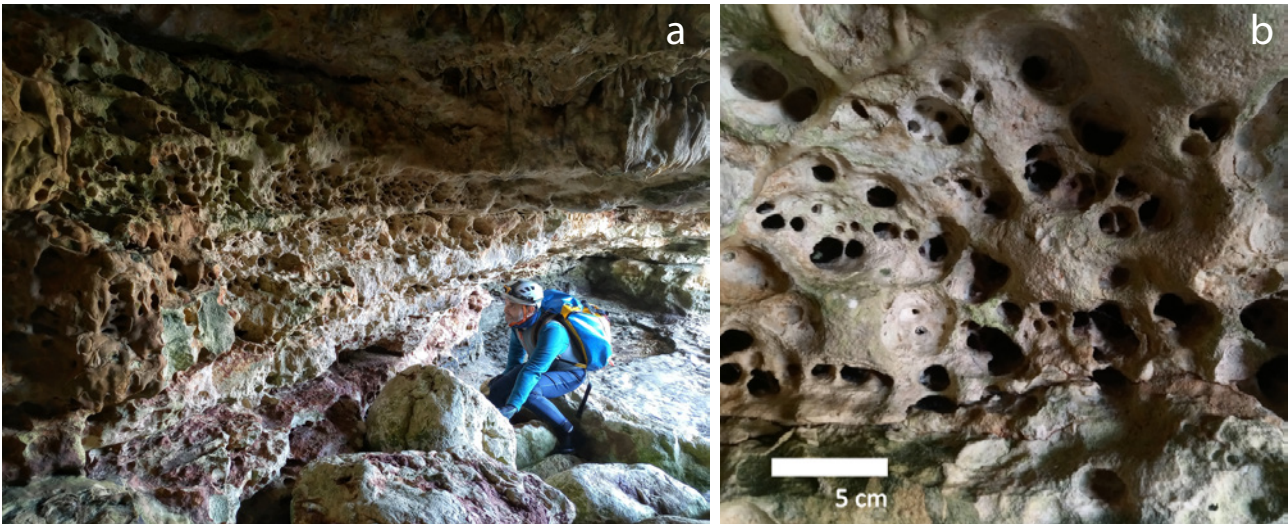


Figura 21: a) Panell rocós vertical on es concentren abundants formacions conegudes com a nius d'abella (*taffoni*), que donen nom a la cavitat. b) Vista de detall d'aquestes formacions en forma d'agrupacions de cel·les arrodonides, originades per meteorització i la intervenció de processos d'humectació i dessecació de la roca (Fotos: G. Santandreu).

Figure 21: a) Vertical rock wall where abundant features known as beehives (*taffoni*) are concentrated, from which the cave takes its name. b) Detailed view of these morphologies grouped in rounded cells, which are caused by weathering and the wetting-drying cycles of the rock (Photos: G. Santandreu).

### *Cova Gran de sa Barbacana*

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522750 4362662)

És la cavitat de majors dimensions de la zona i es defineix per tenir tres àmbits ben diferenciats: una part terrestre, una zona ocupada per la mar i un sector subaquàtic. En conjunt ocupa una àrea d'uns 580 m<sup>2</sup>, dels quals 130 m<sup>2</sup> estan baix l'aigua (Figura 22). Tal com passa a les cavitats anteriors, es pot considerar una cova lligada a una gènesi càrstica. La topografia interior així ho apunta, destacant la relativa extensió i complexitat planimètrica i volumètrica, sobretot a la sala terrestre gran i a la mènsula rocosa, que permeten proposar que des d'una morfologia primigènia vinculada a processos càrstics, l'aspecte actual ha quedat en mans dels retocs litorals. A més, la presència de dipòsits estalagmítics de certa envergadura i potents concrecionaments propis d'àmbits amb règims freàtics que semblen necessàriament vinculats a unes condicions no trastocades per la influència marina, també apunten en aquest sentit. S'ha d'afegir l'existència de rebliments de sediments al·loctons en forma de bretxa destacant per l'acumulació de fauna quaternària.

Té diversos accessos, oberts a distintes alçades del penya-segat, tots ells condicionats per l'estat de la mar. En destaca per les seves dimensions l'espectacular entrada marina. El contorn exterior es caracteritza per una marcada tenassa que es mostra densament colonitzada per algues (*Cystoseira* sp.) que en folren íntegrament aquesta construcció.

La part terrestre es pot dividir en diversos sectors. Al nord es tracta d'una sala d'uns 20 x 15 m i una alçada que varia entre 1 i 3 m (Figura 23). Presenta un trespòl gairebé cobert en la seva totalitat per colades pavimentàries i nombrosos gorgs que tant conserven l'aigua dels abundants degotissos com de les envestides de la mar. També hi estan presents colades parietals, conjunts estalagmítics i algunes columnes aïllades. En alguns indrets les colades, així com altres espeleotemes, es troben esqueixats mostrant fragments arrabassats per la força de les onades. Alguns dels reblits fortament cimentats, deixen entreveure restes de fauna quaternària.

Al contrari que altres cavitats litorals, els blocs rocósos acumulats a l'interior són testimonials i concentrats a llocs molt puntuals. Al flanc més interior s'obri un passatge ascendent d'uns 18 m de llargària per una amplada mitjana d'uns 2 m. Es tracta d'una espècie de mènsula rocosa que forma una balconada penjada sobre el sector marí de la cova. És una zona que s'intueix degué tenir unes dimensions majors, però que ha estat desmantellada de forma contundent per l'erosió marina. Igual que als altres sectors terrestres, mostra una abundant decoració d'espeleotemes (Figura 24). El final d'aquest tram presenta fragments inaccessibles de trespòl que han quedat penjats sobre la sala inferior.

El tram envaït per la mar és un espai diàfan d'uns 18 x 20 m amb una alçada entre els 3 i els 6 m, i tal com s'ha esmentat, amb una ampla entrada marina. Al costat sud torna aparèixer un tram terrestre més reduït però igualment engalanat per formacions (Figura 25).

La continuació submarina de la cavitat és de 20 m lineals, amb un sostre molt pla, a 0,6 m de fondària, el qual als darrers metres, assoleix valors de -1,3 m. Mentre la fondària del terra, que a la part

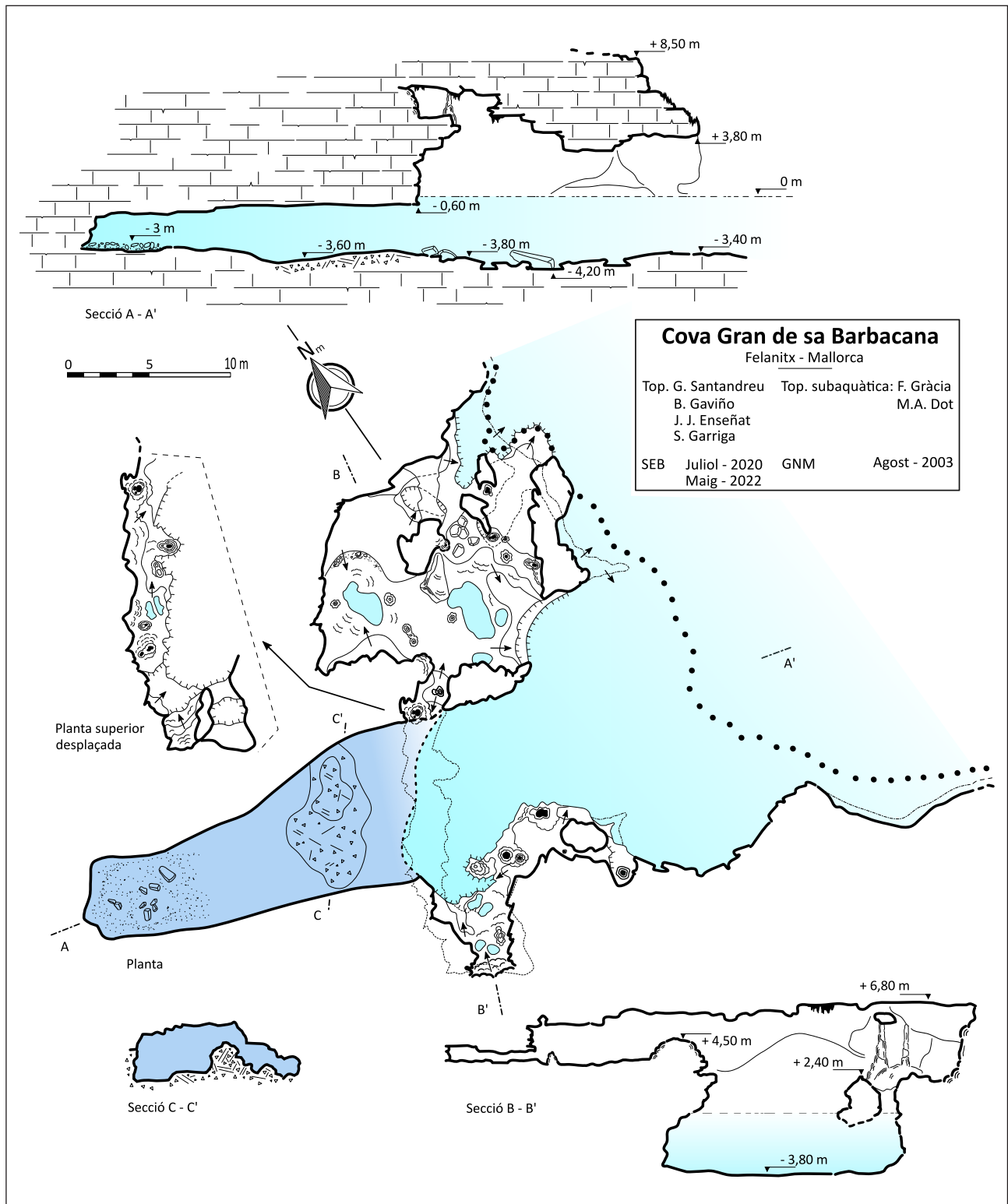


Figura 22: Topografia de la cova Gran de sa Barbacana (Felanitx).  
Figure 22: Topographic survey of the Cova Gran de sa Barbacana (Felanitx).

aèria s'inicia amb -3,6 m i -3,3 m, en començar la part subaquàtica es manté amb poques diferències de profunditat en valors d'entre -3 i -4 m. L'alçada de la part submarina està compresa entre uns 3 i 2 m generalment. L'amplària oscil·la entre els 9 m al començament i els 5 m a la part més allunyada. Una bona part del recorregut del terra es fa per llims vermells consolidats, llevat del cul de la cova on s'acumulen pedres, arenes i posidonia. Sembla correspondre a antics rebliments càrstics erosionats per l'acció de l'onatge.



Figura 23: Part terrestre de major volum de la cova Gran de sa Barbacana (Foto: G. Santandreu).  
Figure 23: Largest terrestrial part of the Cova Gran de sa Barbacana (Photo: G. Santandreu).



Figura 24: Abundant decoració d'espeleotemes al passatge superior de la cova Gran de sa Barbacana on forma una balconada penjada sobre la zona envaïda per la mar (Fot: G. Santandreu).  
Figure 24: Abundant speleothems in the upper passage of the Cova Gran de sa Barbacana where it forms a balcony hanging over the area flooded by the sea (Photo: G. Santandreu).

### *Cova des Forats*

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522771 4362617)

Cavitat que es caracteritza per dues obertures al penya-segat situades a diferents nivells. La boca inferior, que dona pas a l'estança principal, es troba enlairada prop de 2,5 m s.n.m. Aquesta cambra principal té una fondària d'uns 10 m i una amplada entre 5 i 7 m (Figura 26). Es caracteritza per una marcada fracturació del rocam i una clara estratificació horitzontal, circumstàncies que han afavorit l'engrandiment de la cova amb la intervenció de l'erosió marina. L'espai superior, que també es connecta amb l'exterior, no és més que una cambreta d'uns 4 x 2 m. A l'envà de roca mare que actua de separació entre ambdues obertures, s'hi aprecien restes de bretxes

amb fines làmines de colada, aproximadament entre uns 3,5 i 4 m s.n.m. Apareix citada a altres publicacions com sa Rapada.



Figura 25: Cova Gran de sa Barbacana. Zona terrestre aïllada per l'entrada marina on es manté la presència d'espeleotemes. S'observen colades i conjunts de columnes. (Foto: G. Santandreu).  
 Figure 25: Cova Gran de sa Barbacana. Terrestrial area isolated by the marine entrance where lithochemical speleothemes. Flowstones and sets of columns can be observed (Photo: G. Santandreu).

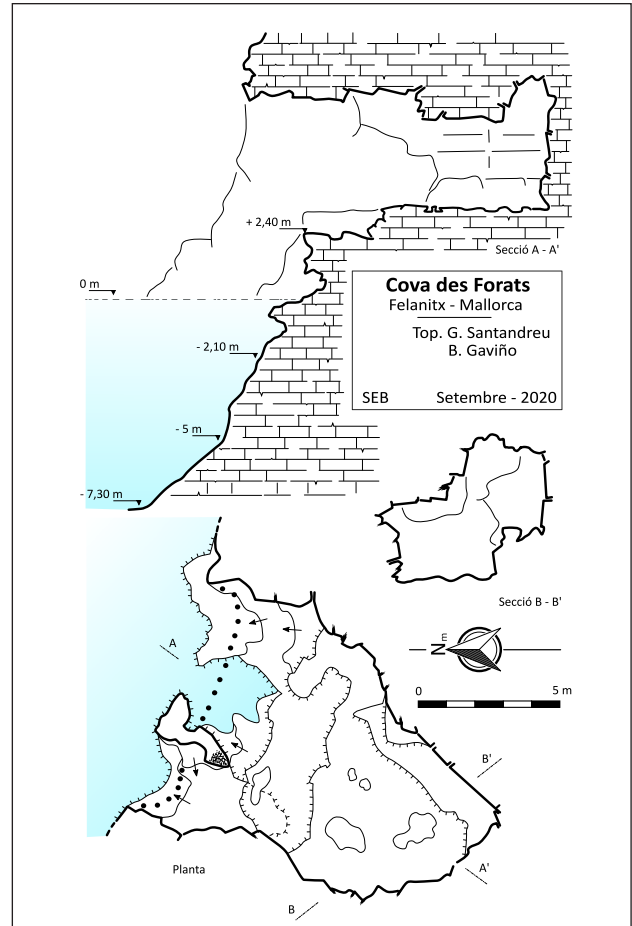
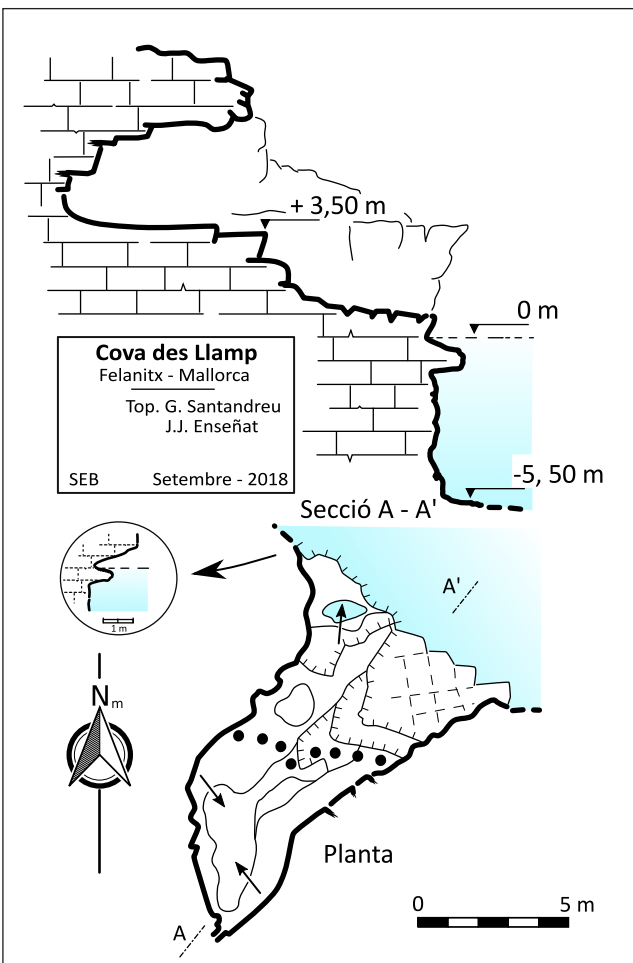


Figura 26: Topografia de la cova dels Forats (Felanitx).  
 Figure 26: Topographic survey of the Cova dels Forats (Felanitx).

**Cova des Llamp**

(Coord. UTM-ETRS89 31S: 522789 4362609)

Situada al caire de migjorn que defineix cala Barbacana. Indret que es coneix popularment com es Llamp o sa Pesquera des Llamp (AGUILÓ, 1991), origen del topònim de la cova. És un covitxol clarament originat per erosió marina que presenta un escàs desenvolupament de poc més de 4 m de fons, una obertura d'uns 3 m i una alçada màxima de 2 m (Figura 27). S'obri a 3,5 m s.n.m. en un indret on els penya-segats formen una espècie d'osca de replans escalonats i on el *notch* ha desaparegut puntualment.

Figura 27: Topografia de la cova des Llamp (Felanitx).  
 Figure 27: Topographic survey of the Cova del Llamp (Felanitx).

## Conclusions

- En aquesta zona, les cavitats d'erosió marina són dominants, tant en les seves formes actives com inactives. No obstant, al present sector, s'incorpora un model espeleogenètic poc documentat entre les coves litorals tractades fins aleshores: les captures càrstico-marines o cavitats de gènesi mixta càrstico-marina. L'estudi d'aquestes ha posat de manifest que la interacció entre formes endocàrstiques i els fenòmens propis de la dinàmica litoral, a vegades poden definir els trets geomorfològics de determinats trams litorals, com és el cas de cala Barbacana.
- Les cavitats que es poden considerar de gènesi mixta càrstico-marina, conserven una abundant decoració de variats espeleotemes de caràcter relict, destacant massissos estalagmítics, columnes, colades i acumulacions d'estalactites. Aquestes formacions es mostren en ocasions malmeses pels efectes de l'exposició a l'erosió marina. En relació a la resta de cavitats del sector estudiat, les cavitats de gènesi mixta càrstico-marina, destaquen per un major desenvolupament volumètric i una major complexitat morfològica.
- De forma esquemàtica, a algunes de les cavitats, s'observa una seqüència de deposició de materials que atén al patró pel qual, els dipòsits d'eolianites (que podrien ser del pleistocè mitjà o superior) descansen o es remunten damunt el basament miocènic. Aquestes estructures sedimentàries presenten major o menor potència, però per norma general apareixen retocades ja sia per efectes antròpics (com és el cas d'algun redol clarament explotat com a pedrera), efectes propis dels elements mecànics de la dinàmica litoral o bé per l'existència de formes de lapiaz litoral lligades als diversos elements d'erosió propis d'aquest ambient.
- Davant l'absència d'elements que permetin oferir datacions absolutes, tan sols es permet inferir algunes dades cronològiques basades en interpretacions del registre paleontològic, aportades per diversos autors (e.g. CUERDA & SACARÉS, 1962; CUERDA, 1966). La correspondència d'aquestes amb els estadis isotòpics marins dona peu a situar les bretxes dipositades a algunes de les coves, entre finals del MIS-6 i el MIS-5e el que suposaria un nivell marí  $\pm 2$  m respecte a l'actual i un abast cronològic entre els 126,6 i els 116 ka BP (POLYAK et al., 2018); o bé en el transcurs del MIS-5a amb un nivell de les aigües marines a  $\pm 1$  m, i una cronologia entre 80 i 82 ka BP (DORALE et al., 2010).
- La toponímia costanera, majoritàriament se sustenta en comptades fonts escrites i sobretot en fonts orals transmises al llarg del temps per mariners d'ofici o pescadors de canya. Des d'aquesta base, en ocasions es pot donar una falta de correspondència entre els topònims emprats per uns i altres (AGUILÓ, 1980). Altres vegades, la situació esdevé més complexa quan se suplanta la totalitat d'un topònim o es confronta amb altres registrats de manera circumstancial o precipitada que, normalment, poc o res tenen a veure amb els preexistents. Creant d'aquesta manera innecessàries divergències, sovint difícils de recuperar i que com a mínim entelen el llegat toponímic.

## Agraïments

A Joaquín Ginés per l'atenta revisió del manuscrit i per proporcionar algunes referències bibliogràfiques rellevants. A Damià Vicens per la consulta dels originals de les topografies realitzades a la zona l'any 2003, així com els talls estratigràfics, algun d'ells publicat al present treball. Igualment per facilitar l'accés als materials paleontològics de la col·lecció de Juan Cuerda, del fons de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears. A Miquel Alexandre Dot que va col·laborar a les tasques de topografia subaquàtica realitzades l'any 2003. A Sebastià Garriga, que tot i que s'ha incorporat a les darreries de les feines de camp, ha aportat la seva ajuda amb entusiasme. A Amàlia Salas per les facilitats en la consulta del material fotogràfic custodiat a la Fundació Cosme Bauçà de Felanitx, així com els seus precisos i rigorosos comentaris al respecte. A Raúl González del departament de Biologia de la UIB i Maria Elena Cefali, de l'estació «Jaume Ferrer» (Maò) de l'IEO, amb qui hem intercanviat informació i opinions sobre la flora colonitzadora de les tenasses marines. A Ana Núñez que ens va acompanyar pacientment en algunes de les sortides.

## Bibliografia

- ANÒNIM (1885): Plano de Puerto Colom según los trabajos más recientes. Escala 1:5800. Dirección de Hidrografía. Madrid.
- AGUILÓ, C. (1980): La toponímia marina de Felanitx, Santanyí i Ses Salines (Mallorca). *Randa*, 10, Homenatge a Francesc de B. Moll, 2: 25-49. Barcelona.
- AGUILÓ, C. (1991): *La toponímia de la costa de Felanitx*. Centre Cultural de Felanitx. 105 pàgs. Felanitx.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Monografies científiques. Ed. Moll, 1. 260 pàgs.
- BATE, D.M.A. (1909): Preliminary note on a new artiodactyle from Mallorca *Myotragus balearicus*, gen. et sp. nov. *Geological Magazine*, new series. Decade V, vol. VI: 385-388. Londres.
- BATE, D.M.A. (1914): On the Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geological Magazine*, new series. Decade VI, vol. I: 337-354. Londres.
- BAUZÀ, C. (1922): *Historia de Felanitx*. Tomo II. 402 pàgs. Felanitx.
- BERMEJO, J.; PARDO, J.V.; VILLAR, A. & MATEU, T. (2022): Litoral de Felanitx (Mallorca). Zona: Portocolom – Es Puntàs. *Gota a gota*, 26: 83-94. Villacarrillo, Jaén.
- BOVER, P. & ALCOVER, J.A. (2005): Catàleg dels jaciments amb *Myotragus* a les Illes Balears. In: *Proceedings of the international symposium insular vertebrate evolution. The palaeontological approach. September 16-19 2003, Mallorca*. ALCOVER, J.A. & BOVER, P. (eds.). Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 12: 51-58. Palma.
- BUTZER, K.W. & CUERDA, J. (1962): Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean sea. *Journal of Geology*, 70 (4): 398-416. Chicago.
- CANUTO, F. (2009): El torrent de Pareis. Nova proposta etimològica. In: BASSA, R.; LATORRE, F. & PLANISI, H. (coord.) *XXI Jornada d'Antroponímia i Toponímia*. Santa Maria del Camí, 2008: 267-276. Palma.
- CUERDA, J. (1966): Sobre la edad de algunos yacimientos pleistocénicos de Baleares con *Myotragus*. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 29-34. Palma.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Diputación Provincial de Baleares. Instituto de Estudios Balearicos. 304 pàgs. Palma
- CUERDA, J. & SACARES, J. (1962): Sobre la edad de las brechas con *Myotragus* de Porto Colom y sus relaciones con las playas cuaternarias tirrenienses. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 8: 80-81. Palma.
- DE LA MARMORA, A. (1834): Observations géologiques sur les deux Îles Baléares Majorque et Minorque. *Mem. Acad. Sci. Torino*, ser. 1, 37: 1-25.
- DIPOVA, N. & SUKRAN, E. (2011): Sea caves, Flank margin caves and Tufa caves observed on Antalya coastal cliffs. *Journal of Coastal Research*, 61: 382-386.
- DOMNING, D.P. (1996): Bibliography and index of the Sirenia and Desmostylia. *Smith. Contrib. Paleobiol.*, 80: 1-611. Washington, D.C.
- DORALE, J.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; TUCCIMEI, P. & PEATE, D.W. (2010): Sea-level highstand 81,000 years ago in Mallorca. *Science*, 327: 860-863 + 4 pàgs supl. Washington.
- ENCINAS, J.A. (2014): *Corpus Cavernario Mayoricense*. El Gall Editor. 1355 pàgs. Pollença.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 37-52. Palma.
- FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & GÓMEZ-PUJOL, L. (2013): El papel del karst en la morfogénesis costera: el ejemplo de las calas de Mallorca y Menorca. In: FLOR, G.; FLOR-BLANCO, G. & PANDO, L.A. (eds.) *Geo-Temas*, 14. VII Jornadas de geomorfología litoral, Oviedo, 17 a 19 de julio de 2013: 67-70.
- GELABERT, B.; FORNÓS, J.J.; PARDO, J.E.; ROSSELLÓ-VERGER, V.M. & SEGURA, F.S. (2005): Structurally controlled drainage basin development in the south of Menorca (Western Mediterranean, Spain). *Geomorphology*, 65: 139-155.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Inèdita. Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; ONAC, B.P. & POLYAK, V.J. (2020): El nivell marí a Mallorca durant el darrer interglacial (MIS-5): estat de la qüestió basat en les datacions d'espeleotemes freàtics. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 3: 115-132. Palma.
- GÓMEZ, J. (1892): *Plano de Puerto Colom levantado en 1891 por la Comisión Hidrográfica al mando del capitán de Navío D. José Gómez Imaz*. Dirección de Hidrografía. 1: 5.000. Madrid.
- GÓMEZ-PUJOL, L. (2006): *Patrons, taxes i formes d'erosió a les costes carbonatades de Mallorca*. Tesis doctoral. Inèdita. Departament de Ciències de la Terra. Universitat Illes Balears. 223 pàgs. Palma.
- GÓMEZ-PUJOL, L., GELABERT, B., FORNÓS, J.J., PARDO-PASCUAL, J.E., ROSSELLÓ-VERGER, V.M., SEGURA I F. ONAC, B.P. (2013): Structural control on the presence and character of calas: Observations from Balearic Islands limestone rock coast macroforms. *Geomorphology*, 194: 1-15.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRÉTH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions – Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36. Palma.
- GRÀCIA, F. & VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: *Aspectes geològics de les Balears (Mallorca, Menorca i Cabrera)*. FORNÓS, J.J. (ed.). Edició en commemoració del

- X *Symposium* sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Terra (AEPECT) a la Universitat de les Illes Balears: 307-329. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. & WATKINSON, P. (2001): Evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí. In: PONS, G.X. & GUIJARRO, J.A. (eds.) *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 9: 91-119. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P.; DOT, M.A. & LANDRETH, R. (2003): La cova de les Llàgrimes (Alcúdia, Mallorca). *Endins*, 25: 131-140. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J. J.; URIZ, M. J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRACIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G.X. (2005): La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & VICENS, D. (2011): Relació genètica i hidrològica entre coves, cales i altres entrants al Migjorn de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 54:161-176. Palma.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1884): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. Band 5/2. Leipzig, Alemanya.
- LABOURDETTE, R.; LASCU, I.; MYLROIE, J. ROTH, M. (2007): Process-like modeling of flank-margin caves: From genesis to burial evolution. *Journal of Sedimentary Research*, 77: 965-979.
- MAS, G.; ESCALANTE, F. & QUINTANA, J. (2013): Primera cita de un Delphinidae en el Neògeno de las Islas Baleares. *Batalleria*, 18: 45-51. Barcelona.
- MONTORIOL-POUS, J. (1971): Estudio de una captura kárstico-marina en la isla de Cabrera (Balears). *Acta Geológica Hispánica*, nº 4, año VI: 89-91. Madrid.
- MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1979): Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del Plioceno, Pleistoceno y Holoceno de las Baleares. *Endins*, 5-6: 59-74.
- MUNTANER, A. (1966): Distribución en Baleares de *Myotragus balearicus*. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 25-28. Palma.
- MYLROIE, J. (2007): Cave surveys, cave size and flank margin caves. *Compass & tape*, 17 (4): 9 pàgs.
- MYLROIE, J. & CAREW, J. (1990): The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth surface processes and landforms*, 15: 413-424.
- NUÑEZ-JIMÉNEZ, A.; VIÑA, N.; ACEVEDO, M.; MATEO, J.; ITURRALDE, M. & GRAÑA, A. (1984): *Cuevas y carso*. Editorial Científico-Técnica. 431 pàgs. La Habana.
- POLYAK, V.J.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; HAY, C.; ASMEROM, Y.; DORALE, J.A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P. & GINÉS, A. (2018): A highly resolved record of relative sea level in the western Mediterranean Sea during the last interglacial period. *Nature Geoscience*, 11 (11): 860-864 + 20 pàgs supl. Londres.
- QUINTANA, J. (2004): Els fòssils marins del Miocè superior menorquí. In: FORNÓS, J.J.; OBRADOR, A. & ROSSELLÓ-VERGER, V.M. (eds) *Història natural del migjorn de Menorca. El medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 93-104. Palma.
- RIERA, M. (1948): *Plano de Puerto Colom. Escala 1/5000*, còpia. Fundació Còsme Bauzá.
- ROSELLÓ-VERGER, V.M. (1964): *Mallorca. El Sur y Sureste*. (Tesis Doctoral). Cámara de Comercio, Industria y Navegación. 553 pàgs. Palma.
- ROSELLÓ-VERGER, V.M. (1995): Les cales, un fet geomòrfic epònim de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 167-180.
- ROSELLÓ-VERGER, V. M. (2005): Cala, una mesoforma litoral: concepte, models i aproximació morfològica. *Cuadernos de Geografía*, 77: 1-18. València.
- ROSELLÓ-VERGER, V.M.; BALAGUER, P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GÓMEZ-PUJOL, L.; PARDO-PASCUAL, J.E. & SEGURA, F. (2007): El modelado de la costa rocosa oriental de Mallorca: macro, meso y microformas. In: FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. & GÓMEZ-PUJOL, L. (eds.) *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 153-172. Palma.
- SALAS, A. (2018): *El fons fotogràfic de Francesc Bonín (Felanitx, Mallorca, 1893-1970). Proposta de catalogació i difusió*. Treball fi de Màster. Inèdit. Universitat de les Illes Balears. 93 pàgs. Palma.
- SANTANDREU, G.; ENSEÑAT, J.J. & GAVIÑO, B. (2020): Les cavitats litorals de sa Punta -Portocolom- (Felanitx, Mallorca), 1ª part. Descripció, topografia i aspectes geomorfològics. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 3: 93-114. Palma.
- SANTANDREU, G.; ENSEÑAT, J.J.; GAVIÑO, B. & BOVER, P. (2021): Les cavitats litorals de sa Punta -Portocolom- (Felanitx, Mallorca), 2ª part. Descripció, topografia i aspectes geomorfològics. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 4: 89-101. Palma.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17/18: 21-23. Palma.
- VILLALTA, J.F. & CRUSAFONT, M. (1946): Sobre el Pleistoceno de las Baleares y sus nuevos yacimientos de mamíferos. *Est. Geol.*, 1: 1-17.
- XAMENA, P. (1991): *Felanitx, mot a mot*. Ajuntament de Felanitx i Conselleria de Cultura, Educació i sports del Govern Balear. 272 pàgs. Felanitx.



