

ENDINS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA
N.º 16 • DESEMBRE 1990 • MALLORCA



La publicació d'aquest número d'ENDINS ha estat possible gràcies a la subvenció concedida per:



CONSELLERIA DE CULTURA, EDUCACIÓ I ESPORTS
GOVERN BALEAR



FEDERACION ESPAÑOLA
DE ESPELEOLOGIA

ajuntament  de palma
balears

CONSELL INSULAR



DE MALLORCA

NORMES DE PUBLICACIÓ

- ENDINS publica tot tipus de treballs sobre el karst i les coves de les Balears, prèvia acceptació pel Consell de Redacció.
- Igualment, ENDINS dona cabuda a originals que, encara que surtin del nostre àmbit territorial, sien considerats d'interès general pel Consell de Redacció.
- L'idioma oficial d'ENDINS és el català. No obstant això, es publicaran també treballs en qualsevol dels idiomes oficials de la U.I.S. (castellà, anglès, francès, italià i alemany), llevat del rus per raons tècniques.
- El text serà presentat mecanografiat a doble espai, per una sola cara, en paper mida foli o DIN A 4. La seva extensió no sobrepassarà les 20 pàgines, inclosa la bibliografia.
- S'hi adjuntaran dos resums, de mig foli d'extensió màxima, redactats en els idiomes que l'autor consideri oportuns.
- Els dibuixos seran enviats en paper vegetal, exigint-se una presentació i rotulació acurades. Es recomana ajustar-se als formats DIN. Les fotografies s'hauran de presentar positivades, en paper lluent, preferentment en mida 9 x 13 o 13 x 18.
- Els originals s'enviaran a l'adreça indicada a davall.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

- ENDINS publica todo tipo de trabajos sobre el karst y las cuevas de las Baleares, previa aceptación por el Consejo de Redacción.
- Al mismo tiempo, ENDINS da cabida a originales que, aun saliéndose de nuestro ámbito territorial, sean considerados de interés general por el Consejo de Redacción.
- El idioma oficial de ENDINS es el catalán. No obstante se publicarán asimismo trabajos en cualquiera de los idiomas oficiales de la U.I.S. (castellano, inglés, francés, italiano y alemán) a excepción del ruso por razones técnicas.
- El texto se presentará mecanografiado a doble espacio, por una sola cara, en papel tamaño folio o DIN A 4. Su extensión no deberá sobrepasar las 20 páginas, incluida la bibliografía.
- Se adjuntarán dos resúmenes, de medio folio de extensión máxima, redactados en los idiomas que el autor juzgue oportunos.
- Los dibujos serán remitidos en papel vegetal, exigiéndose una presentación y rotulación esmeradas. Se recomienda ajustarse a los formatos DIN. Las fotografías deberán estar positivadas en papel brillante, preferentemente en tamaño 9 x 13 ó 13 x 18.
- Los originales se enviarán a la dirección abajo indicada.

PUBLICATION RULES

- ENDINS publishes all types of articles dealing with the karst and caves of the Balearic Islands, once they have been accepted by the Editorial Staff.
- ENDINS may also include articles which in spite of dealing with other geographical areas are considered of interest by the Editorial Staff.
- The official language of ENDINS is Catalan. Nevertheless, ENDINS will publish articles in any of the official languages of the U.I.S. (Spanish, English, French, Italian and German), with the exception, for technical reasons, of Russian.
- The texts must be submitted typed, double spaced and on one side only, on size DIN A 4 paper. They must not be over 20 pages long, including the bibliography.
- Two summaries of a maximum length of half a page will also be included, in the languages that the author sees most fit.
- Drawings must be submitted on tracing paper and they must be cleanly and carefully executed. We recommend that DIN formats be used. Photographs must be printed on glossy paper, preferably sizes 9 x 13 or 13 x 18 cm.
- The manuscripts should be sent to the address included below.

ENDINS

Federació Balear d'Espeleologia

Carrer de la Posada de Lluc, 10, entresol

07001 PALMA DE MALLORCA

(Spain)



ENDINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia
n.º 16. Desembre 1990. Mallorca

Sumari

NOVES APORTACIONS AL CONEIXEMENT ESPELEOLÒGIC DEL MASSÍS DEL MASSANELLA (Escorca, Mallorca) per Miquel Trias i Joaquín Ginés	5
L'AVENC DE FRA RAFEL (Escorca, Mallorca) per Miquel Trias, Maurici Espinar i Joan Ramon Bosch .	11
EL MODELAT CÀRSTIC DE SA MITJANIA (Escorca, Mallorca) per Joaquín Ginés	17
OBSERVACIONES MORFOMÉTRICAS SOBRE LA PROFUNDIDAD DE ESTRÍAS DE LAPIAZ (<i>Rillenkarren</i>) EN MALLORCA por María Bordoy y Angel Ginés	21
UTILIZACIÓN DE LAS MORFOLOGÍAS DE LAPIAZ COMO GEOINDICADORES ECOLÓGICOS EN LA SERRA DE TRAMUNTANA (Mallorca) por Angel Ginés	27
ESTIGOFAUNA DE LES PETITES ILLES DEL SUD DE MALLORCA: CABRERA I DRAGONERA per Damià Jaume	41
A NEW HYPORHEIC <i>BOGIDIELLA</i> (Crustacea, Amphipoda) FROM MALLORCA by Joan Ll. Pretus & Jan H. Stock	47
EL JACIMENT PRE-TALAIÒTIC DE LA COVA DE LA CERÀMICA II per J. A. Cañabate i R. Pons	53
ESTRATIGRAFÍA Y FAUNA DEL YACIMIENTO KÁRSTICO DE CALA MORLANDA (Manacor, Mallorca) por Joan Pons-Moyà	59
<i>PUFFINUS OLSONI</i> N. SP.: NOVA ESPÈCIE DE BALDRITJA RECENTMENT EXTINGIDA PROVINENT DE DEPÒSITS ESPELEOLÒGICS DE FUERTEVENTURA I LANZAROTE (Illes Canàries, Atlàntic Oriental) per M. McMinn, D. Jaume i J. A. Alcover	63
NOTICIARI	73

Foto portada: Avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca). Panoràmica de la capçalera del Gran Pou.
Fotografia: Dave Elliot.

NOVES APORTACIONS AL CONEIXEMENT ESPELEOLÒGIC DEL MASSÍS DEL MASSANELLA (Escorca, Mallorca)

per Miquel TRIAS* i Joaquín GINÉS**

Resumen

Presentamos la descripción y topografía de algunas nuevas formas subterráneas de relevancia, localizadas en el macizo montañoso del Puig de Massanella (Escorca, Mallorca).

Por su notable profundidad destaca el Forat dets Amics (-180 m.) que se sitúa en el segundo puesto de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca. Asimismo, en el ya conocido Avenc des Gel, se describen nuevas continuaciones que alcanzan una profundidad total de -147 metros.

Abstract

Description and survey of new outstanding pot-holes in Puig de Massanella mountain range (Escorca, Mallorca) are presented in this paper. It is worth to mention Forat dets Amics (-180 m.) whose dimensions place it in the second deepest place of Majorcan cavities. At the same time new extensions are described in Avenc des Gel, that nowadays reaches a total depth of -147 meters.

Introducció

El massís muntanyós del Massanella (Escorca) representa sens dubte el millor exemple de carst d'altura de la Serra de Tramuntana de Mallorca, tant per les peculiaritats del modelat exocàrstic com pels fenòmens endocàrstics que acull. En aquesta àmplia extensió calcària abunden les cavitats subterrànies verticals de relativa importància; actualment hi ha més de trenta coves i avencs catalogats en el conjunt del massís, quatre dels quals superen el centenar de metres de fondària.

En el present treball presentam la descripció i topografia de noves formes subterrànies rellevants situades en el cor del massís, l'exploració de les quals és el resultat de recents activitats espeleològiques realitzades durant els anys 1989 i 1990. Un d'aquests avencs, el Forat dets Amics, arriba a la notable profunditat de -180 metres, i es converteix en la segona cavitat més fonda de l'illa de Mallorca. D'altra banda, en el ja conegut Avenc des Gel es descriuen noves i es-

pectaculars continuacions que situen en -147 metres el seu desnivell total actual.

El conjunt muntanyós del Massanella ja ha estat objecte de minuciosos estudis geo-espeleològics (GINÉS et al., 1980, 1981, 1982) als quals remetem el lector interessat en conèixer amb certa profunditat la geografia del massís, així com els trets definitoris del seu modelat càrstic. Així i tot, abans de la descripció de les cavitats de les que s'ocupen aquestes planes, inclourem una exposició de les característiques geogràfiques essencials d'aquest sector de la Serra de Tramuntana amb la intenció de servir d'ajuda a aquelles persones no massa familiaritzades amb aquesta privilegiada zona de la muntanya mallorquina.

Aspectes geogràfics de la zona

El massís del Massanella se situa en el terme municipal d'Escorca, representant la segona elevació de la Serra de Tramuntana de Mallorca; el seu punt culminant és el Puig de Massanella (1.352 metres s.n.m.).

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

** Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.

A més del Puig de Massanella, el massís està format per diverses altres unitats. En aquest sentit, la Serra des Teix (1.233 m) i el Puig den Galileu (1.195 m) constitueixen uns contraforts muntanyosos que envolten septentrionalment el Puig de Massanella al qual s'ajunten, prop del cim, mitjançant dos colls successius d'una altura superior als 1.100 metres. És a prop del més alt d'aquests colls, al comellar que va cap a la Font des Prat, on es localitzen els dos avencs objecte d'aquesta nota.

La geologia dels relleus del Massanella no presenta una excessiva complicació; està integrada en línies generals per potents masses carbonatades mesozoiques que cabussen en direcció Sudest, i que inclouen materials dolomítics del Trias (Muschelkalk) així com dipòsits de plataforma del Lias inferior representats per calcàries massives finament detritisques. Els materials carbonatats del Trias apareixen en els costers septentrionals del massís; sobre aquests materials es troben les calcàries del Lias inferior que delimiten les cotes superiors i els vessants meridionals del Puig den Galileu i de la Serra des Teix. Un contacte anormal situa damunt el Lias de la Serra des Teix un altre potent gruix de materials triàsics; per damunt d'aquests materials, nous bancs calcaris del Lias formen la cuculla del Puig de Massanella. Com ja s'ha dit, tot el conjunt cabussa amb prou regularitat cap al Sudest.

Les dues cavitats que es tracten en aquesta nota estan excavades en els dipòsits carbonatats del Muschelkalk, els quals apareixen com a menys carstificables que les calcàries liàsiques. La presència d'importants avencs en aquest pis poc favorable a la carstificació, es pot relacionar amb pèrdues importants de la xarxa hidrogràfica epigea en una zona del massís afectada per notables processos de distensió mecànica, que influeixen positivament en la preparació estructural del massís de cara als processos d'erosió càrstica.

Les morfologies exocàrstiques de l'àrea en estudi no arriben a tenir l'espectacularitat que mostren en altres sectors de la Serra de Tramuntana, limitant-se a les calcàries del Lias inferior on es constaten algunes dolines i un lapiaz poc vistós integrat bàsicament per fractures eixamplades per dissolució.

Els fenòmens subterranis coneguts es poden enquadrar totalment en la zona d'infiltració del massís, on predominen les cavitats verticals resultat del drenatge en profunditat de les precipitacions a través de la zona vadosa del carst.

El massís del Massanella acull un carst supraforestal d'alimentació actual pluvio-nival, que durant el Pleistocè pot haver-se vist sotmès a períodes netament nivals i, fins i tot, periglaciàls; sens dubte es tracta del millor exemple de carst d'altura de la Serra de Tramuntana de Mallorca. Els inicis de la carstificació del massís es deuen remuntar almenys al Pleistocè inferior, per poder donar cabuda a l'alternança de fases

erosives i de colmatació apreciables en les cavitats subterranies.

Forat dets Amics

L'atonia exploratòria que presentava el panorama espeleològic de les Illes sembla que s'ha superada; bona prova del potencial que encara tenen els carsts mallorquins és la troballa d'aquest avenc, realitzada a principis de 1989 durant una marxa que feia l'incansable J. M. Álvarez i un grup d'amics seus. Un forat d'aparença insignificant, en un lloc superficialment poc atractiu dins les dolomies triàsiques, ha resultat ésser l'avenc més fondo de Mallorca amb 180 m; convé insistir emperò que no és la cavitat més fonda, que segueix éssent la Cova de sa Campana amb 304 o 317 m segons els autors, sinò la cavitat de desenvolupament vertical de major fondària.

SITUACIÓ

El Forat dets Amics s'obri a la cara Nord del Puig de Massanella, a la part alta del Comellar del Prat que el separa de la Serra des Teix, a 300 m cap al SO del Coll de ses Tosses den Gallina. La seva localització és fàcil si ens situam en el segon revolt, baixant des del coll, del camí que duu fins a la Font del Prat. Des d'aquest punt hem de baixar transversalment al comellar, cap al torrentó ben marcat que passa pel centre; just devora del torrentó i després de passar un petit penyal de quasi 2 m d'alçada, trobarem la boca de l'avenc. Actualment la boca està tapada de roques com a precaució contra la caiguda d'animals o de qualche excursionista despistat; això fa que la seva localització sia encara més fàcil.

La situació de l'avenc ve definida per les següents coordenades UTM: x 487025; y 4406475; z 1120.

DESCRIPCIÓ

La cavitat està formada per un rosari de pous escalonats que només a la part final agafen autèntica verticalitat. Cap d'ells arriba a assolir els 30 m de baixada directa.

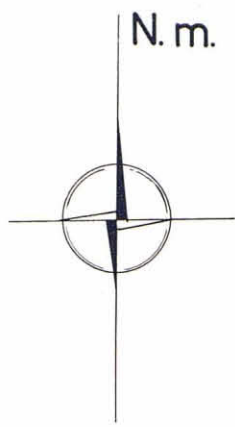
La seva boca és petita, va obligar a treballs de desobstrucció i així encara només fa 1 × 0,5 m; just davall hi ha un replanet de terra i pedres inestables, cosa que converteix la penetració en delicada si hi ha altres exploradors dins l'avenc. Just passat el replà comença un pou vagament acampanat sobre diàclasi NE-SO. Al principi del pou hi trobam un spit; els successius fraccionaments es poden resoldre per ancoratges naturals a les nombroses punxes de la roca. Cal destacar que algunes són molt fràgils i les podem rompre involuntàriament amb els peus, provocant més caigudes de pedres. El fons del pou té unes dimen-

FORAT DETS AMICS

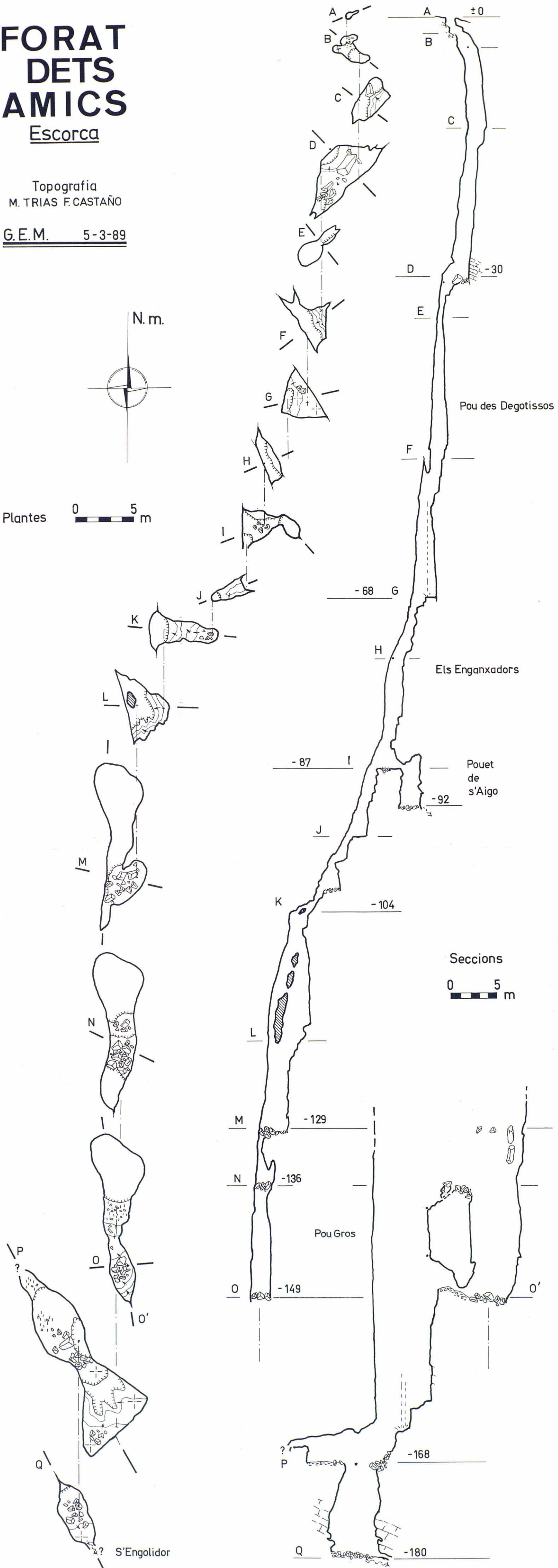
Escorca

Topografia
M. TRIAS F. CASTAÑO

G.E.M. 5-3-89



Plantes 0 5 m



sions de 8 × 3 m i està ple d'enderrocs; allà s'assoleixen els 30 m de fondària.

D'aquest pou passam lateralment al **Pou des Degotissos** de 38 m. Abans d'entrar a la comunicació entre els dos pous hi ha un spit, que només serveix per arribar a un replanet des d'on podem fraccionar a una roca que ens dona una davallada en aeri fins a la meitat del pou, on canvia de diàclasi; a partir d'aquí està estructurat seguint-ne una de direcció NO-SE. Aquest canvi ha originat un altre replanet que obliga a un fraccionament; és aconsellable fer-lo a la part ascendent de la meitat inferior del pou, fent un petit pèndol per arribar a la paret contrària de la que venim, on hi ha un bon ancoratge natural.

A la base triangular del pou trobam un pas estret que ens duu als **Enganxadors**, conjunt de pouets subverticals, estrets i incòmodes, on els fregaments de la corda són molt difícils d'evitar, si bé que en part es poden davallar desgrimpant, emprant la corda només per seguretat. A -87 m se subdivideix la cavitat i presenta un pouet lateral, el **Pouet de s'Aigo**, de només 5 m de fondària per on s'hi perd un rierol temporal. La instal·lació dels **Enganxadors**, com hem dit, no és gens fàcil: a l'entrada es pot trobar un ancoratge natural i a 7 m més avall, a -75 m, hi ha un spit; més avall d'aquest ja no hi ha cap ancoratge bo, fins arribar a -104 m, on s'obri una finestra que comunica amb la part alta del **Pou Gros**, on l'avenc torna a agafar verticalitat.

A la finestra es pot fer al pontet de roca que la domina i que ens permet una baixada aèria dins un pou de planta llarguera en sentit N-S i subdividit en els seus primers 13 m. Al final de l'envà que el subdivideix hi ha un replà molt rost on convé posar, com a mínim, un separador a un ancoratge natural. Més avall el pou s'allarga seguint la diàclasi fins assolir els 14 m de llarg per 5 d'ample. A -129 m trobam un replà ple d'enderrocs, des d'on podem continuar davallant per dues vies: pel Sud arribam a un replà també ocupat per roques despreses que per un pas baix torna a comunicar amb la via Nord; per aquesta i des d'el replà a -129 m, en trobam un altre a -136 m. D'aquest, només 25 m de baixada vertical ens separen del fons del **Pou Gros**.

Aquesta és la part més vistosa de l'avenc, de bon volum, roca neta i parets ben verticals, amb alguns degotissos i rierols de les abundants pluges que reguen el massís del Massanella.

En el replà a -129 m hi ha la possibilitat de posar una clavilla a la paret Oest, molt descomposta. Passat el replà a -136 m hi ha dos spits, a -139 i -144 m. Això no lleva tots els fregaments, especialment entre els replans; de fet la instal·lació, tant aquí com a altres llocs de l'avenc, està molt lluny de la perfecció. El fet de que els pous siguin de poca mida, emperò, fa que els eventuals fregaments no siguin massa preocupants.

Davallant pel fons escalonat del **Pou Gros**, arribam a la cota -168 m on s'obri una galeria horitzontal

de 10 × 4 m. En el seu pis pla, i entre enderrocs, es localitza el pou final de 12 m. Abaix d'aquest pouet hi ha una galeria impracticable, seguint l'estratificació (18° cap a S-50-E) que serveix d'engolidor a l'aigua que ve del **Pou Gros**. Aquí s'assoleix la màxima fondària de la cavitat: 180 m. A la paret NE del pou hi ha un spit que convé completar amb un separador fermat a un bloc del costat contrari.

MORFOLOGIA I GÈNESI

Com és normal a bona part de les cavitats del massís del Massanella, el Forat dets Amics presenta un aspecte poc evolucionat amb predomini total de les formes de corrosió. Els diferents pous que configuren aquesta cavitat s'han format damunt tres sistemes de diàclasi: NO-SE i N-S, els més ben representats sobre tot a la part central i inferior, i NE-SO més visible a la part superior.

Es tracta de la típica cavitat d'infiltració de la zona vadosa del carst, a la part alta del massís, lluny del nivell de base. L'aport hídric està limitat pel poc desenvolupament de les formes superficials d'absorció en un material, les dolomies triàsiques, poc carstificable. El petit torrent d'aprop de la boca, si bé sense relació directa amb la infiltració per la boca, pot constituir un aport hídric relativament important al **Pou Gros**, per infiltració zenital directa a través de la seva part alta.

Avenc des Gel

Les coordenades UTM que corresponen a la situació aproximada de l'avenc són: x 486825; y 4406425; z 1080.

Es troba en el mateix comellar que el Forat dets Amics, aigües avall en direcció a la Font des Prat. Per a més detalls sobre la seva localització, així com per a la descripció de la part ja coneguda de la cavitat, ens remetem a un treball anterior publicat en aquestes mateixes pàgines (GINÉS et al., 1981).

APUNTS HISTÒRICS

Aquest interessant avenc fou descobert i explorat pel Grup Espeleològic ORIGENS (Palma de Mallorca) l'any 1972, realitzant-se llavors una primera topografia que va donar una fondària de -116,5 metres (SOBERATS, 1974).

El dia 12 d'octubre de 1973, tengué lloc el fet insòlit de la troballa d'un depòsit de gel que ocupava bona part del fons del pou final de la cavitat, i que des d'aquell moment donà nom a l'avenc; l'esmentat depòsit de gel tenia un volum d'alguns metres cúbics. Algunes observacions a propòsit de la climatologia de la cavitat i del possible origen del gel apareixen a GINÉS et al. (1981), per la qual cosa no ens allargarem sobre el tema.

Durant l'any 1981, i dins els treballs que el Grup Espeleològic EST realitzava en el massís del Massanella, es va retopografiar l'avenc, que veurà la seva fondària rebaixada fins a la cota de -100,5 metres.

Al llarg de la dècada dels 80 les cavitats de la nostra illa són visitades en repetides ocasions per col·legues britànics entre els quals es troba l'amic Dave ELLIOT, assidu visitant de Mallorca amb diversos companys seus. Durant la seva darrera estada (gener de 1990) a la zona de Pollença i Escorca, tinguérem l'ocasió, un cop més, de visitar amb ells algunes cavitats de la Serra de Tramuntana, així com d'informar-los de coves i avencs clàssics dignes d'una visita espeleològica. En una d'aquestes recents exploracions, en la qual prenen part en D. ELLIOT, en M. HASELDEN i en S. RAVEN, fou trobada una important continuació a l'Avenc des Gel, que augmenta de forma notòria la seva fondària, situant-la en -147 metres, i que modifica substancialment la fisiografia de l'avenc. Cal que expressem la nostra gratitud a aquests amics, la gentilesa dels quals ha fet possible l'elaboració i publicació dels resultats que presentam.

DESCRIPCIÓ

El sector ja conegut de l'Avenc des Gel consta d'una successió de petits pous i ressalts que assoleixen els 100,5 metres de profunditat, i sobre els quals no ens detindrem en haver estat objecte d'una acurada descripció en el treball ja esmentat aparegut en el número 8 d'ENDINS (GINÉS et al., 1981).

Just a la boca del pou final de la via clàssica (punt **F** de la topografia), a la cota -72 metres, és on comença la nova continuació que hem denominat **Via 1990**. Un cop passada l'estreta galeria que permet accedir al darrer pou del sector conegut de l'avenc, és precís assolir una enclotxa que es veu a l'altre costat del pou on ens trobam i que és la continuació natural de l'estretor que li dona accés. És aconsellable la instal·lació d'un passamà, aprofitant els ancoratges artificials existents, per tal de facilitar l'arribada al punt on s'inicia aquesta nova via.

Un cop travessada la part superior de l'antic pou final de l'avenc, i assolida l'enclotxa que esmentàvem, s'inicia una breu galeria desfonada que ens porta a un ampli pou de 46 metres de fondària. També s'hi pot accedir baixant els ressalts que formen el fons de la curta galeria que acabam d'esmentar; aquests ressalts duen directament al punt **H** de la topografia.

Ja en el fons del gran pou (punt **H'**, a la cota -126 m), ens trobam en una espaiosa sala ocupada per blocs de considerables dimensions. Diversos replans i finestres han estat revisats sense èxit en aquest ampli pou, tot cercant continuacions addicionals; des d'alguns d'aquests punts es poden assolir fissures i cavitats verticals que comuniquen així mateix amb la sala principal, concretament en el sector meri-

dional de la planta que presenta en aquest punt una notable complexitat.

De fet, la sala que s'està descrivint constitueix la base d'un conjunt d'almenys quatre cavitats verticals, que han entrat en coalescència integrant l'espectacular pou per on hem baixat. Aquesta sala presenta alguns engolidors impenetrables entre blocs i sediments, i un nou pou de 24 metres de desnivell (punt **I**) que s'obri a l'extrem nord-oriental i pel qual baixa una apreciable cascada. S'assoleix així la cota -147 metres que representa el punt més baix de la cavitat, lloc on es perden les aigües que circulen pel pou final, a través d'un pas impracticable (punt **J** de la topografia).

MORFOGÈNESI

La morfologia de l'avenc ofereix pocs aspectes que es puguin destacar; els depòsits estalagmítics són molt poc abundants i les morfologies de dissolució no són gens espectaculars. En els primers ressalts de l'avenc es poden constatar formes d'erosió mecànica, com a resultat de la circulació torrencial del curs hídric on es troba l'avenc.

El tret morfològic més definitori de la cavitat és la transcendència genètica de la preparació mecànico-estructural de la massa rocosa. Bona part de la cavitat aprofita una falla subvertical de direcció NNW-SSE, visible clarament entre els punts **B** i **E**, que serveix així mateix de directriu estructural als primers metres de la **Via 1990** fins arribar al punt **H** de la topografia. El gran pou de la nova continuació que descrivim, s'excava en una zona d'intensa i complexa fracturació sobre la qual s'han desenvolupat cavitats fusiformes importants, la coalescència de les quals ha originat una acumulació de grans blocs resultants de l'actuació dels processos clàstics.

Per a finalitzar convé esmentar l'existència de la cascada que es precipita pel darrer pou de l'avenc. La seva presència podria constituir el resultat d'una important i localitzada pèrdua de la xarxa hidrogràfica epigea, o de la infiltració de les aigües recollides per alguna de les rudimentàries depressions càrstiques que hi ha en aquesta àrea; en aquest darrer sentit, ja s'ha deixat constància que els materials triàsics on s'excava l'Avenc des Gel són poc favorables a la carstificació i per tant les morfologies exocàrstiques assoleixen poca rellevància. Un replantejament de la planta de la cavitat, aclarirà la procedència d'aquesta important aportació hídrica.

Avenc des GEL

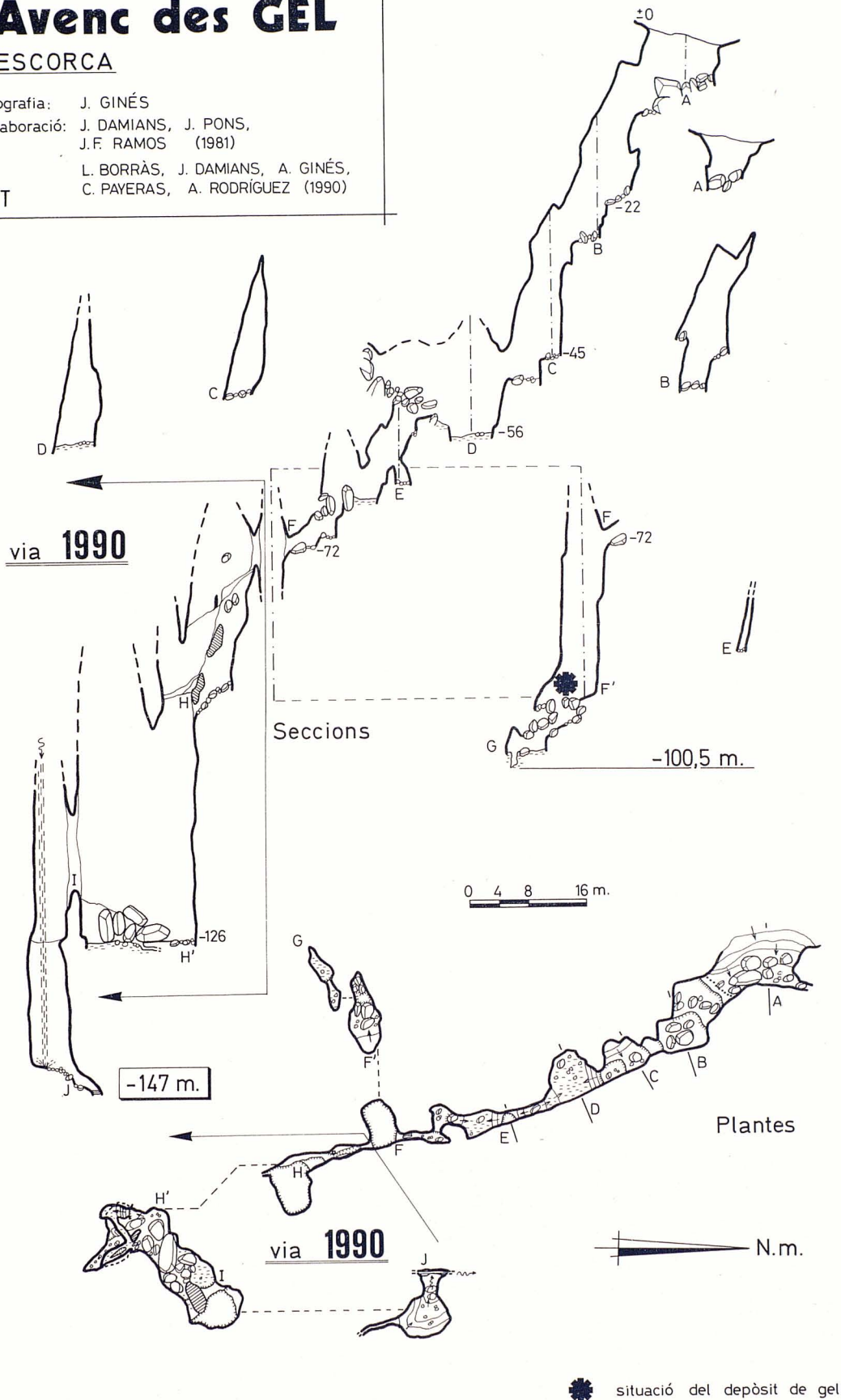
ESCORÇA

Topografia: J. GINÉS

Col·laboració: J. DAMIANS, J. PONS,
J.F. RAMOS (1981)

L. BORRÀS, J. DAMIANS, A. GINÉS,
C. PAYERAS, A. RODRÍGUEZ (1990)

EST



Bibliografia

- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1980): «Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del Puig den Galileu». *Endins*, 7: 3-16. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1981): «Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 2.- Les cavitats de la Serra des Teix». *Endins*, 8: 3-12. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1982): «Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3.- Les cavitats del Puig de Massanella». *Endins*, 9: 3-13. Palma de Mallorca.
- SOBERATS, J. (1974): «Nota sobre la presencia de hielo en una sima de Mallorca». *Endins*, 1: 25-26. Palma de Mallorca.

L'AVENC DE FRA RAFEL (Escorca, Mallorca)

per Miquel TRIAS*, Maurici ESPINAR** i Joan Ramon BOSCH**

Resum

Presentam la descripció i topografia d'una cavitat clàssica dels voltants de Lluc, que amb les noves exploracions ha passat a tenir 145 m de fondària i un desenvolupament projectat de 1.300 m. Més destacable és la seva complicació morfològica i topogràfica, quasi inèdita entre les formes endocàrstiques de la Serra de Tramuntana. La presència de formes pròpies de les zones vadosa i freàtica indiquen una espectacular evolució seguint la davallada del nivell de base, solidària de l'aprofundiment del terreny. La seva posició penjada respecte a l'actual nivell de base, ens suggereix una probable gènesi pre-pliocènica per a les galeries superiors, la part més antiga de l'avenc.

Abstract

The description of a pothole situated in the surroundings of the monastery of Lluc is presented. This pot is outstanding, not only for its 145 m depth and 1300 m length, but for its complexity, almost unseen in the holes of the majorcan Serra de Tramuntana. Also emphasized is its very high position with regard to the present base level, suggesting a very old age for the main upper galleries, perhaps pre-pliocenic.

Introducció

Fins el seu traspass, el 12 d'abril de 1989, el Pare Rafel Juan, frare de Lluc, va ésser un gran excursionista i un devot del coneixement de les muntanyes que envolten el seu monestir, especialment en l'aspecte toponímic. Persona molt oberta, amable i comunicativa, va informar als espeleòlegs sobre la existència de moltes de cavitats, entre elles la Cova de sa Campana i l'avenc que presentam en aquestes planes, que li va ésser dedicat pels seus primers exploradors, membres del desaparegut Speleo Club Mallorca, a qui ell havia donat la informació l'any 1973.

Després de la primera exploració, en aquelles dades, es va fer una topografia de la part coneguda: els **Pous Clàssics** i la **Sala d'Abaix**, que mai no va ésser publicada, si bé que una referència a l'avenc, i una secció esquemàtica en veren la llum a un treball de caire botànic (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980). Aquesta i la menció a l'Inventari espeleològic de les Balears (TRIAS et alia, 1979), on per cert la cota està equivocada, varen ésser durant molt de temps les úniques

referències bibliogràfiques d'aquest avenc, que amb la popularització a partir del 1978, de les tècniques de progressió vertical per corda, es va convertir en una de les cavitats verticals més visitades de la nostra illa. Els motius d'aquesta preferència foren, per una part, l'espectacularitat dels seus pous clàssics que oferien bones davallades aèries, amb un desnivell mig, que no les feia gaire cansades, ni tan sols per a «covers» amb poca tècnica, i per l'altre la seva situació a una zona de fàcil accés, prop de les àrees d'acampada del SECONA a Manut, no gens visitada pels excursionistes «diumengers» que infesten aqueixes àrees.

Per aquestes característiques, la Federació Balear d'Espeleologia la va elegir per fer-hi els curssets de perfeccionament, instal·lant-hi vies dobles als diferents pous. El fet d'estar tan ben equipada va acostumar els visitants a davallar sistemàticament pels mateixos llocs, especialment la via directa muntada en el pou més oriental, per on tenien un aeri de més de 50 m.

Durant més de deu anys, per tant ningú no va reparar les grans finestres de negres entranyes badades al **Pou Ample**, per on no s'hi solia davallar. Precisament el desconeixement de la situació dels ancorat-

* Secció d'Espeleologia del G.E.M. Ciutat de Mallorca.

** Grup Nord de Mallorca. Pollença.

ges, va fer que el 4 de març de 1989 els dos darrers signants d'aquesta nota, durant la seva primera visita a l'avenc, davallassin pel costat occidental del dit pou i trobassin les finestres, penetrant-hi amb un curt pèndol, i descobrint així la grandiosa Via d'en Maurici que enxiqueix la part coneguda fins aleshores de l'avenc. Per a una bona relació de la trobada vegeu ESPINAR i BOSCH (1989).

Amb aquesta trobada, l'avenc apart de superar en més del doble la seva antiga fondària, col·locant-se amb els seus -145 entre les deu primeres cavitats de Mallorca pel desnivell, passa dels 1.700 m de desenvolupament real, i dels 1.300 de poligonal projectada, estant entre les cinc més llargues. A més el **Gran Pou** pot ésser considerat una vertical absoluta de 117 m, entre les quatre primeres de l'Illa.

Aspectes geogràfics

Al Nord del Monestir de Lluc hi ha una gran superfície de planació, coneguda com a Nivell Pixarell pels investigadors (BÄR, 1989), situada entre el Clot d'Albarca, el Puig Tomir i el Puig Roig. Zona molt carstificada, presenta un espectacular modelat superficial de *clots* i *esquetjars* (dolines i lapiaz), destacant les enormes *relles* (*spitzkarren*), conegudes localment amb el nom de monges. L'altària mitja de la superfície és de 525 m, i representa el nivell a partir d'on es va anar aprofundint la zona per l'excavació de torrents i depressions càrstiques. Aquestes darreres sembla que després han actuat com a nivell de base local per a les aigües infiltrades a l'antiga superfície de planació. En concret el Clot d'Albarca a 330 m d'altària, marca presumiblement el límit inferior del potencial espeleogenètic del massís.

Geològicament la major part d'aquesta superfície està formada per calcàries compactes grises del Lias Inferior, superposades a margues, carniols i dolomies del Trias; tots aquests materials bussant cap al SE.

L'Avenc de Fra Rafel està situat a la part central de la superfície de planació, anomenada Terra de ses Olles, que limita al Nord amb el Torrent d'Alqueda. Per localitzar-lo, convé agafar el camí de carro que partint d'un poc al Sud d'on el dit torrent talla la carretera Lluc-Pollença, segueix el seu llit fins que s'hi separa i arriba a una barraca moderna dins una zona de sitges.

D'allà hem d'agafar un tirany a l'esquerra que passa una paret esbucada devora uns colls de caça, i després de sortir del bosc durant un troç molt curt, davalla dins una gran dolina boscosa, que havia servit de viure de xiprers (encara en resten alguns). Hem de travessar la dolina seguint la seva dimensió major, per sortir-ne pel costat NO; d'aquest, la boca de l'avenc es troba a uns 20 m, davall d'una gran alzina, i a uns 150 m del torrent que ens havia servit de referència inicial. Notem que a l'Inventari la cota figura incorrectament com a 475 m, quan la real està pels voltants dels 500.

Descripció

Podem considerar aquesta cavitat formada per dos sistemes de formes hipogees clarament diferents: les galeries, horitzontals o inclinades, aquestes no tan abundants com les primeres, i els pous verticals que les tallen; el resultat és una cavitat complexa, tal vegada la més complexa de tota la Serra de Tramuntana.

L'entrada és una gran boca de 22 × 14 m, per davall la qual hi ha un sistema de replans, esfondrats per dos pous: els **Pous Clàssics (Pou Directe i Pou Ample)**, que davallen paral·lels, separats per un envà ple de finestres fins devers -37, des d'on en formen un de sol de 20 × 7 m, fins al seu fons a -61. A més de les finestres que comuniquen amb la **Sala de l'Orgasme**, altres elements compliquen la topografia d'aquests pous i que descrivim com a il·lustració de la complexitat de la qual parlàvem més amunt. Davallant per la part meridional dels replans, podem entrar dins una petita galeria què per una finestreta torna sortir al pou. Per davall de les finestres de la **Sala de l'Orgasme**, un altre pou paral·lel acaba tornant per baix al **Pou Ample** i a la petita galeria penjada que comunica amb el paladar de la **Sala d'Abaix**. Aproximadament a -20 el **Pou Directe** es subdivideix; des de la branca oriental podem passar a uns pouetxos, un dels quals comunica amb un racó del fons del mateix **Pou Directe**.

Des del cim del con d'enderrocs del **Pou Ample** podem accedir a la **Sala d'Abaix** per dos punts diferents: la galeria penjada que hem esmentat més amunt, i un pouet molt estret entre els enderrocs. Aquella és una galeria que té una planta de 60 × 14 m, orientada



Figura 1: Perfil del Clot d'Albarca i de la Terra de ses Olles, amb la posició de l'avenc, a partir de dades de BÄR (1989).



Foto 1: El Pou Ample vist des de la finestra superior que el comunica amb la Sala de l'Orgasme.

N65E, la mateixa orientació del fons del pou per on hem vingut; el pis comença essent descendent degut a que els enderrocs del pou l'envaeixen; un pic superats aquests, en el punt en que s'assoleix la cota més baixa d'aquesta zona de la cavitat: -70 , antiga fondària coneguda de l'avenc abans de les exploracions del 1989, la galeria es fa ascendent fins arribar als -46 a l'extrem SO, on trobam el **Pou Invertit**, xemeneia alta de 14 m que comunica amb la **Sala de l'Orgasme**, situada damunt i amb la mateixa orientació que la que descrivim aquí. Blocs clàstics de mida molt variada i argiles cobreixen el pis de la sala, a més de caramulls de guano; testimoni de la presència passada de moltes rata-pinyades, que ja no hi eren quan s'explorà l'avenc per primera vegada. Tampoc no manquen aquí les restes de fauna plioquaternària: *Myotragus* i *Hypnomys*, com és habitual a moltes de les cavernes de Mallorca.

L'accés a la **Sala de l'Orgasme** es pot fer per tres finestres, una pel **Pou Directe** i dues pel **Pou Ample**; emperò la més pràctica és la més alta d'aquestes dues, a la qual s'arriba després d'una baixada de 18 m i d'un fàcil pèndol, tot això des del costat occidental de la boca. Aquella gran sala és realment la primera part d'un sistema de galeries clàstiques d'una amplada mitja de 25 metres per una llargada de

315 que configura tot el pis superior de la cavitat, dividida en dues parts; la primera formada per la pròpia **Sala de l'Orgasme** i el **Racó Fosc**, de direcció general NE-SO, i la segona constituïda per la **Sala de les tres Os**, la seva perllongació cap al **Pouet de l'Aigo**, la **Sala dels Enderrocs** i l'**Embut**, ja a l'intersecció amb el **Gran Pou**. El gran volum de la **Sala de l'Orgasme** i el desnivell relatiu de les dues finestres que la comuniquen amb el **Pou Ample**, es deu en gran part a la presència d'un junt d'estratificació, clarament visible a la secció **A** de la topografia.

A més del **Pou Invertit** diferents pous tallen aquesta primera part de la galeria superior: el **Pou Brut** de 13 m, obert dins un acúmul clàstic, el **Pou Guapo** de 51 m, ben concrecionat, el **Pou del Foradí**, que continua més enllà del sostre per una xemeneia.

Un salt de 12 m sobre colada marca el límit natural de la **Sala de l'Orgasme**; la galeria que a un nivell inferior la continua, és el **Racó Fosc**, a -32 m. Després d'aquest la galeria, com hem dit, canvia de direcció, la nova és N17E i continua cap a part i banda de la intersecció entre ambdós sistemes. Cap al NE és ascendent i acaba a la **Sala de les tres Os**, molt concrecionada amb delicats gorgs; cap al SO, la **Sala dels Enderrocs**, de clara morfologia clàstica, es va estrenyent per tornar-se eixamplar en arribar al **Gran Pou**, després de obrir-se en dues branques durant un tros curt. Més enllà del **Gran Pou** i 26 m per davall d'ella, però en la mateixa direcció, la galeria que hem descrit té un parangó a la **Galeria del Cranc Pelut**, de 36 m de llargada, on s'arriba des de l'**Embut** amb un pèndol.

El **Gran Pou** és la part més complicada de la cavitat, complicació difícil de representar a la topografia sense fer-la massa carregada, nosaltres l'hem simplificada posant-hi només tres plantes: a la general hi hem posat les parts superior i inferior seguides, les altres dues són intermèdies. La complicació comença ja a la part superior, on li trobam dos accesos: un pou subvertical per davall d'unes penyes enclaxades (**Pas del Pont**), o bé passant per damunt les penyes (amb



Foto 2: Sala de l'Orgasme vista de dins cap a fora. Se n'aprecia la secció parabòlica i, a la dreta de la fotografia, el junt d'estratificació.

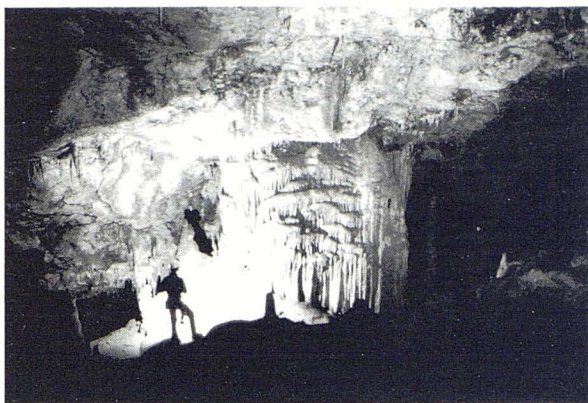


Foto 3: Potent litogènesi devora la boca del Pou Guapo.

precaució, perquè n'hi ha qualcuna d'instable), una davallada per colada fins arribar a un gran replà, **l'Embut**. Aquí comença la part més vertical i d'accés aeri del pou, formada per la conjugació de tres fusos principals, disposats en forma de T i que s'intersecten formant bells arcs «gòtics» que sostenen la roca encaixant que ha romàs entre els fusos. Aquests remanents de roca determinen diversos ponts que subdivideixen la davallada en tirades curtes, enlloc no arriben a superar els 35 m; destaquem d'entre ells el **Famós Pont**, a la sortida de la galeria de davall del **Pas del Pont**, a -68, i el **Pont de Ferro**, a -94, entre la davallada directe des de **l'Embut** i la baixada des del **Cranc Pelut**.

A més de la subdivisió vertical en fusos i l'horitzontal pels nombrosos ponts i replans, compliquen la topografia d'aquest pou algunes galeries: la **Galeria de les Girgoles**, dividida en dues zones, superior i inferior, de difícil comunicació, i la **Galeria de les Finestres** que començant a -103, se separa del pou davallant amb fort rost, per voltar 180° i tornar-lo trobar a -133, en una disposició geomètrica que creim única a les cavitats de la Serra de Tramuntana. A la part final el pou s'estreny acabant entre sediments argilosos reexcavats, on s'assoleix el punt més baix de la cavitat, a -145 m.



Foto 4: Mandíbules de *Myotragus* en els sediments de les parets del Pouet de l'Aigo.

Morfologia i gènesi

Com creim que ha quedat clar a la breu descripció de més amunt, aquest avenc està constituït principalment per dos sistemes de formes hipogees ben diferenciats: els pous verticals i les galeries situades a distints nivells. Aquestes presenten l'associació morfològica clàstic-litogènica tan característica de les cavitats de bon desenvolupament volumètric dels carsts mallorquins, amb les voltes de secció parabòlica, els pisos d'enderrocs i l'abundància de formes litoquímiques de tot tipus; també els pous, amb la destrucció dels fusos originaris i la potència de les colades parietals, mostren el mateix conjunt morfològic.

Aquest combinat espeleo-morfològic, és típic d'una fase avançada de l'evolució càrstica, propi de cavitats que han deixat de tenir un paper actiu a la circulació hídrica del massís. Fins quin punt el nostre avenc ha romàs penjat per damunt d'aquesta es demostra per la seva extremada sequedat: només a quatre llocs hi trobam degotissos o embassaments d'aigua dignes de menció.

Malgrat l'evolució clàstica de les galeries, la seva disposició horitzontal en un terreny intensament plegat, i la seva relació amb la superfície de planació, ens permeten esbossar una teoria espeleogenètica prou plausible, relacionada amb l'evolució del relleu exterior, teoria a la qual s'ajusta bé la presència dels pous. Dins un massís fortament plegat una galeria no podrà ésser horitzontal més que si ha estat formada per una circulació hídrica *horitzontal*; com que aquesta només es pot establir prop del nivell de base o per davall d'ell, i no havent-hi evidència de cap estrat impermeable, una circulació així ha d'ésser per força freàtica. Per tant hem de pensar que les galeries, la part que creim més antiga de l'avenc, s'han format dins una capa freàtica relacionada amb la superfície de planació i amb un nivell de base molt més alt que l'actual. La davallada d'aquell, seguint l'aprofundiment del Clot d'Albarca, que en el capítol d'aspectes geogràfics hem vist que podria ésser el nivell de base local, per l'acció erosiva, determinaria per un costat l'excavació de noves galeries a més fondària, i per l'altre la formació o l'enclotament dels pous, típiques formes de la zona vadosa del Carst, on domina la circulació vertical, pous que intersectarien probablement a l'atzar les galeries preexistents, ja abandonades per l'aigua. La fracturació dels estrats calcaris per l'empenta orogènica venguda del SE, ha creat dos sistemes de diàclisis principals, separats cada un una vintena de graus de l'eix del plegament, sobre els quals s'han organitzat les dites galeries.

No podem deixar de destacar que, replantejada la topografia sobre el terreny exterior, no hem trobat traça de cap forma d'absorció destacada per damunt dels pous, suposant que deuen haver desaparegut per l'acció erosiva, ja que és lògic admetre'n l'existència,

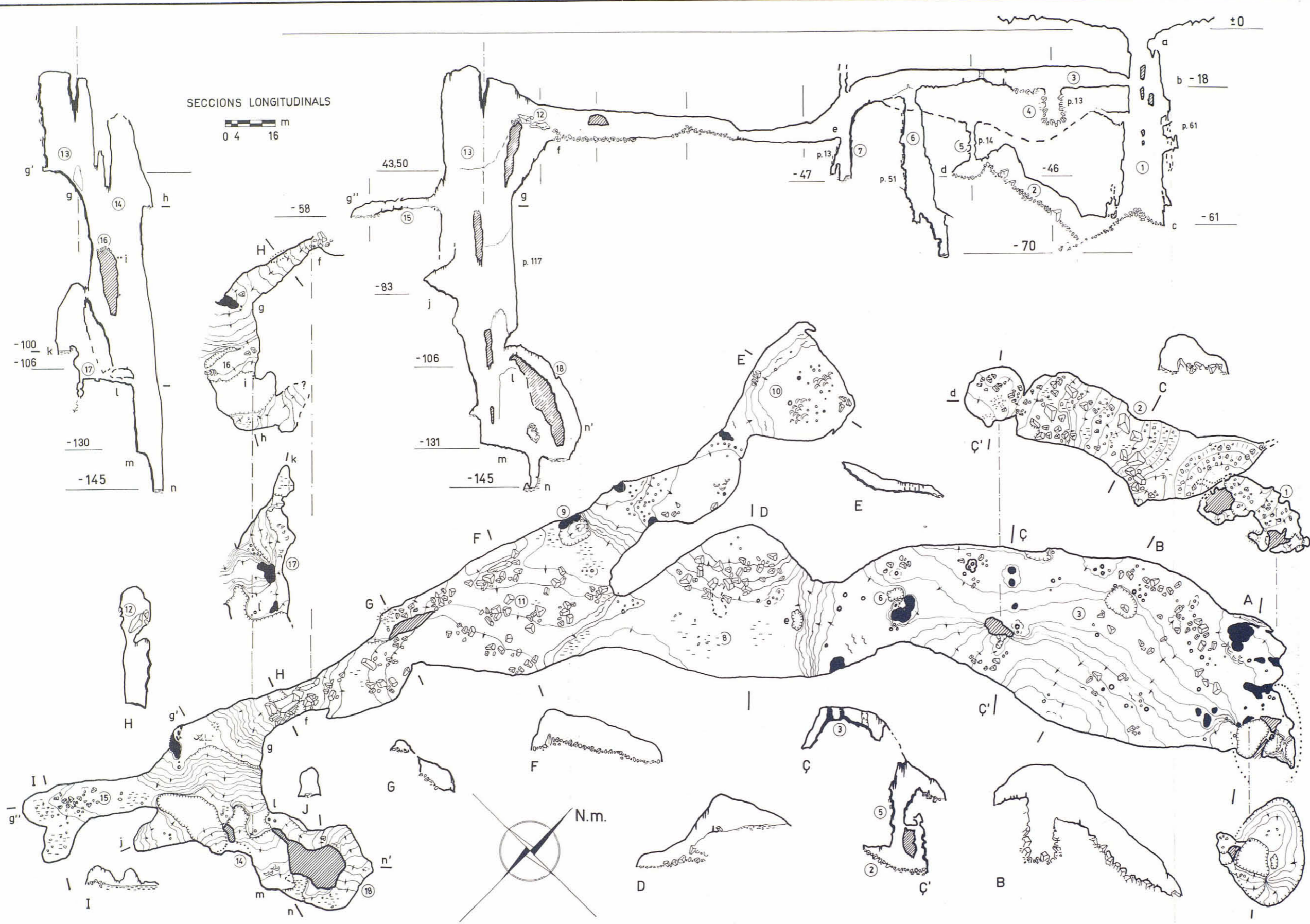
AVENC DE FRA RAFEL

Escorca

Topografia

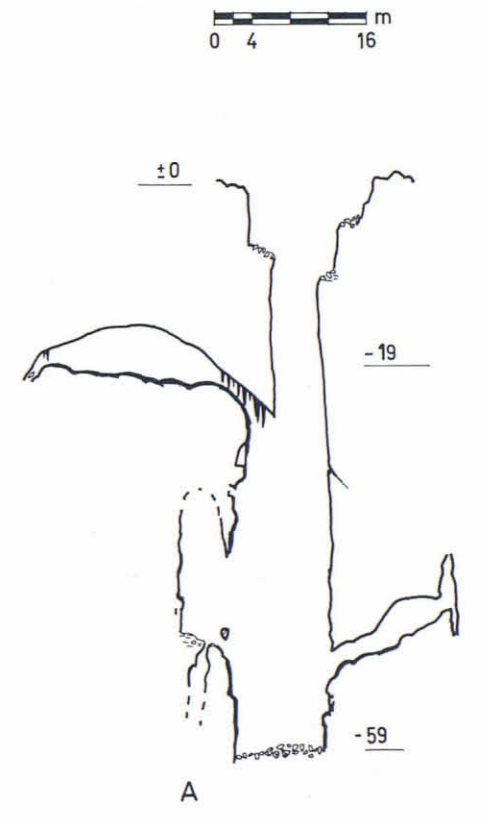
M. TRIAS J.R. BOSCH
M. ESPINAR A. FLORES

G.N.M.-G.E.M. 25-3-89 - 9-6-90



- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1 Pous Clàssics | 10 Sala de les Tres Os |
| 2 Sala d'Abaix | 11 Saladets Enderrocs |
| 3 Sala de l'Orgasme | 12 Pas del Pont |
| 4 Pou Brut | 13 L'Embut |
| 5 Pou Invertit | 14 Gran Pou |
| 6 Pou Guapo | 15 Galeria del Cranc Pelut |
| 7 Pou del Foradí | 16 El Famos Pont |
| 8 El Racó Fosc | 17 Galeria de les Girgoles |
| 9 Pouet de l'Aigo | 18 Galeria de les Finestres |

PLANTES I SECCIONS TRANSVERSAIS



com a mínim d'una que hagi pogut alimentar el **Gran Pou**. La gran dolina al SE de la boca sembla que no té cap relació directa amb el nostre avenc.

Tal com hem dit, la cota mitja de les galeries, 20 m, ens obliga a suposar l'existència d'un nivell de base molt més alt en el moment en que es formaren els conductes freàtics inicials. L'actual nivell de base és el Clot d'Albarca a 330 m d'altitud, 170 m per davall de la boca. Segons això hauriem d'atribuir a aquell moment una cronologia molt alta, contemporània del moment en que es començaria a excavar el dit clot. Els pous serien més moderns, especialment el **Gran Pou**, que ha anat seguint l'enclotament de la citada conca càrstica, fins prop de l'establiment del seu fons actual, ja que si les nostres medicions no fallen, el punt més baix del pou està només a 25 m per damunt d'aquell, i que els clars signes d'embassament de l'aigua que hi arriba, ens indiquen la proximitat del nivell de base.

Una gruixa tan important de material erosionat representa una acció perllongada durant un temps molt llarg, geològicament significatiu, probablement començada abans del Pliocè, cosa que no seria excepcional en els carsts de les Balears, on hi ha exemples de ca-

vitats formades en el Miocè Superior (GINÉS i FIOL, 1981; TRIAS, 1985). Tanmateix, aquesta cronologia es refereix al moment inicial de la formació de les galeries, la seva evolució i l'excavació d'altres parts de la cavitat és més moderna; sense oblidar que algunes zones han pogut sofrir modernament alguns canvis, com el **Pouet de l'Aigo**, que presenta sediments reexcavats amb ossos de *Myotragus balearicus*, forma geològicament molt moderna del nostre endèmic.

Bibliografia

- BÄR, W.F. (1989): «Atlas internacional del Karst Hoja 5: Lluc/Sierra Norte (Mallorca)». *Endins*, 14-15: 31-34. Ciutat de Mallorca.
- ESPINAR, M. i BOSCH, J.R. (1989): «Una nova via a l'Avenc de Fra Rafel». *Penyal*, 11: 31-34. Ciutat de Mallorca.
- GINÉS, A. i FIOL, L.A. (1981): «Estratigrafia del yacimiento de la Cova des Fum (Sant Llorenç, Mallorca)». *Endins*, 8: 25-42. Ciutat de Mallorca.
- ROSSELLÓ, J.A. i GINÉS, A. (1980): «Introducció a la Brioflora dels avencs mallorquins». *Endins*, 7: 27-35. Ciutat de Mallorca.
- TRIAS, M.; PAYERAS, C. i GINÉS, J. (1979): «Inventari espeleològic de les Balears». *Endins*, 5-6: 89-108. Ciutat de Mallorca.
- TRIAS, M. (1985): «Les campanyes del 84 a Menorca». *Endins*, 10-11: 3-12. Ciutat de Mallorca.

EL MODELAT CÀRSTIC DE SA MITJANIA (Escorca, Mallorca)

per Joaquín GINÉS
Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca

Resumen

En esta nota son descritas las características principales del modelado kárstico del paraje conocido como Sa Mitjania (Escorca, Mallorca), al tiempo que se incluye una cartografía geomorfológica de detalle del área. En cuanto a las formas endokársticas, se presenta la descripción y topografía del Avenc de sa Mitjania, que alcanza una profundidad total de 102 metros y alberga un gran pozo de 88 metros de vertical.

Abstract

Outstanding characteristics of karst landforms in Sa Mitjania (Escorca, Mallorca) are described in this paper; moreover, a geomorphological detailed cartography of the area is enclosed.

With respect to subterranean cavities, a survey and description of Avenc de sa Mitjania is presented. This pot-hole has a total depth of 102 meters, including a free-hanging great pitch 88 meters deep.

Introducció

De tots és sabut que les extensions calcàries del municipi d'Escorca acullen les localitats més espectaculars pel que fa al modelat càrstic de la Serra de Tramuntana de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 1989).

En concret, el lloc conegut com Sa Mitjania representa un exemple paradigmàtic del conjunt de morfologies exocàrstiques i endocàrstiques que caracteritzen la muntanya mitja de la part septentrional de Mallorca. De fet, l'àrea que ens interessa presenta un esplèndid modelat exocàrstic juntament amb la presència de cavitats verticals, alguna de les quals té importància a nivell insular.

Presentarem doncs en aquest treball una breu descripció geogràfica d'aquest sector de la Serra de Tramuntana, aprofitant l'ocasió per adjuntar una cartografia geomorfològica de detall realitzada recentment sobre l'esmentat sector muntanyós. De totes maneres, el nucli principal de les planes següents el constituirà la descripció i topografia de l'Avenc de sa Mitjania, la profunditat del qual assolix la xifra de -102 metres.

Apunts geogràfics sobre l'àrea

El paratge càrstic de Sa Mitjania se situa a la vessant septentrional del Puig Major, dins el terme municipal d'Escorca. Consisteix en un promontori rocós de planta més o menys triangular, la màxima altitud del qual oscil·la als voltants dels 550 metres sobre el nivell de la mar. Els seus límits vénen definits pel Torrent des Gorg des Diners a l'Est, el Torrent de s'Al·lot Mort a ponent i la Coma de Bini a la part meridional.

Quant a la seva geologia, aquesta àrea està integrada per calcàries del Lias inferior, afectades per una intensa fracturació conseqüència dels episodis orogènics que han configurat la Serra de Tramuntana mallorquina. La cartografia geomorfològica que s'adjunta recull fidelment les principals línies de fracturació observables en fotografia aèria; s'hi han registrat també els elements geomorfològics que apareixen relacionats a la llegenda del mapa.

El promontori calcari de Sa Mitjania és l'escenari d'un modelat exocàrstic excepcional. Es pot constatar l'existència de diverses dolines de dissolució (GINÉS

et al., 1989), d'entre les quals destaca la més oriental (50 × 80 metres de planta); és en aquesta dolina on s'obre l'Avenc de sa Mitjania del que després ens ocuparem.

La riquesa morfològica del lapiaz és un dels trets més destacables d'aquesta localitat. Són abundants les enormes piràmides rocoses d'*spitzkarren* que, combinades amb profundes escletxes de *kluftkarren*, fan gairebé intransitable la zona. Les formes menors de dissolució (*rillenkarren*, *rinnenkarren*, *kamenitzas*...) són nombrosíssimes i molt variades. L'escorrentia superficial a l'àrea és nul·la; aquest fet no és d'estranyar, ja que les dolines en combinació amb un lapiaz de diàclasi molt desenvolupat (*kluftkarren*) drenen la totalitat de les precipitacions meteòriques cap a l'interior del massís.

Les cavitats subterrànies explorades no són molt nombroses. A més del ja esmentat Avenc de sa Mitjania, es coneixen tan sols l'Avenc Petit de sa Mitjania (-7 metres) i l'Avenc Públic (-45 metres). Abunden els engolidors impenetrables en el fons de les dolines, així com els petits avencs de lapiaz.

LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÒGICA REALITZADA

La dotació tècnica i humana de l'*Empresa Municipal d'Informàtica S.A.* de Palma de Mallorca, ha fet possible l'elaboració d'una cartografia geomorfològica detallada del paratge de Sa Mitjania (GINÉS i GINÉS, 1990). El mapa que reproduïm s'ha realitzat mitjançant tècniques fotogramètriques, utilitzant un restituïdor analític Matra T-1 la resolució del qual en l'amidament de les coordenades instrumentals és de l'ordre d'una micra. Per a la restitució hem disposat de parells estereoscòpics de fotogrames aeris, a escala 1/15000, amablement facilitats per ESTOP (Palma de Mallorca).

S'ha realitzat un producte cartogràfic a escala 1/2000 que abraça una superfície de 40 hectàrees, amb una equidistància de les corbes de nivell de 2 metres. S'han diferenciat 17 nivells d'informació que inclouen elements planimètrics i altimètrics, juntament amb aquells altres estrictament geomorfològics que ja han estat glossats breument a l'apartat anterior.

Les toleràncies emprades en les orientacions relativa i absoluta dels models estereoscòpics, asseguren desviacions màximes inferiors als 2 metres, tot i no disposar de suport topogràfic específic per a aquests treballs; aquestes precisions, encara que són baixes en relació amb el que és habitual en el camp de la cartografia, són més que suficients per a un mapa geomorfològic com el que ens ocupa.

El fet d'haver pogut generar un producte cartogràfic digital, a més de proporcionar-nos unes precisions acceptables, ofereix una enorme versatilitat en les labors d'explotació gràfica de la cartografia generada, i permet un tractament selectiu de la informació tant pel que fa a l'escala de representació com als nivells d'in-

formació que poden ésser utilitzats en cada cas.

L'exemple que incloem es mostra com a una eina de gran interès pel geomorfòleg, representant així mateix un eficaç suport per a qualsevol investigació relacionada amb les ciències de la naturalesa.

Avenc de sa Mitjania

Aquest avenc fou localitzat i explorat a finals de 1971 pel Grup Espeleològic EST, gràcies a les informacions subministrades per l'amo de Bini Gran, durant unes jornades de prospecció en aquella àrea promogudes per l'entusiasta company i amic Bernat Quintana. Fruit d'aqueixes activitats, ja llunyanes en el temps, fou la realització d'una primera topografia que donà un desnivell de -105 metres (GINÉS, 1972).

Recentment ens decidirem a començar la investigació d'algunes finestres que s'obren a diferents llocs de l'avenc. Les continuacions trobades no aconsegueixen superar la profunditat màxima de la cavitat coneguda fins ara, que se situa actualment en els -102 metres; de totes maneres la notable complexitat que les noves vies explorades donen a l'avenc, justifica sobradament la publicació d'una nova topografia de l'Avenc de sa Mitjania.

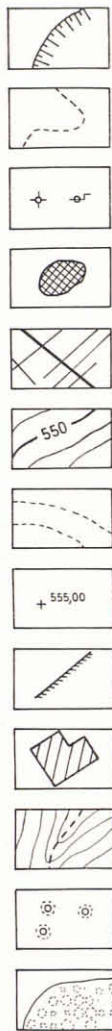
La cavitat es localitza a la vora meridional de la principal dolina de Sa Mitjania. Les seves coordenades aproximades UTM són les següents: x 482070; y 4408750; z 554.

DESCRIPCIÓ

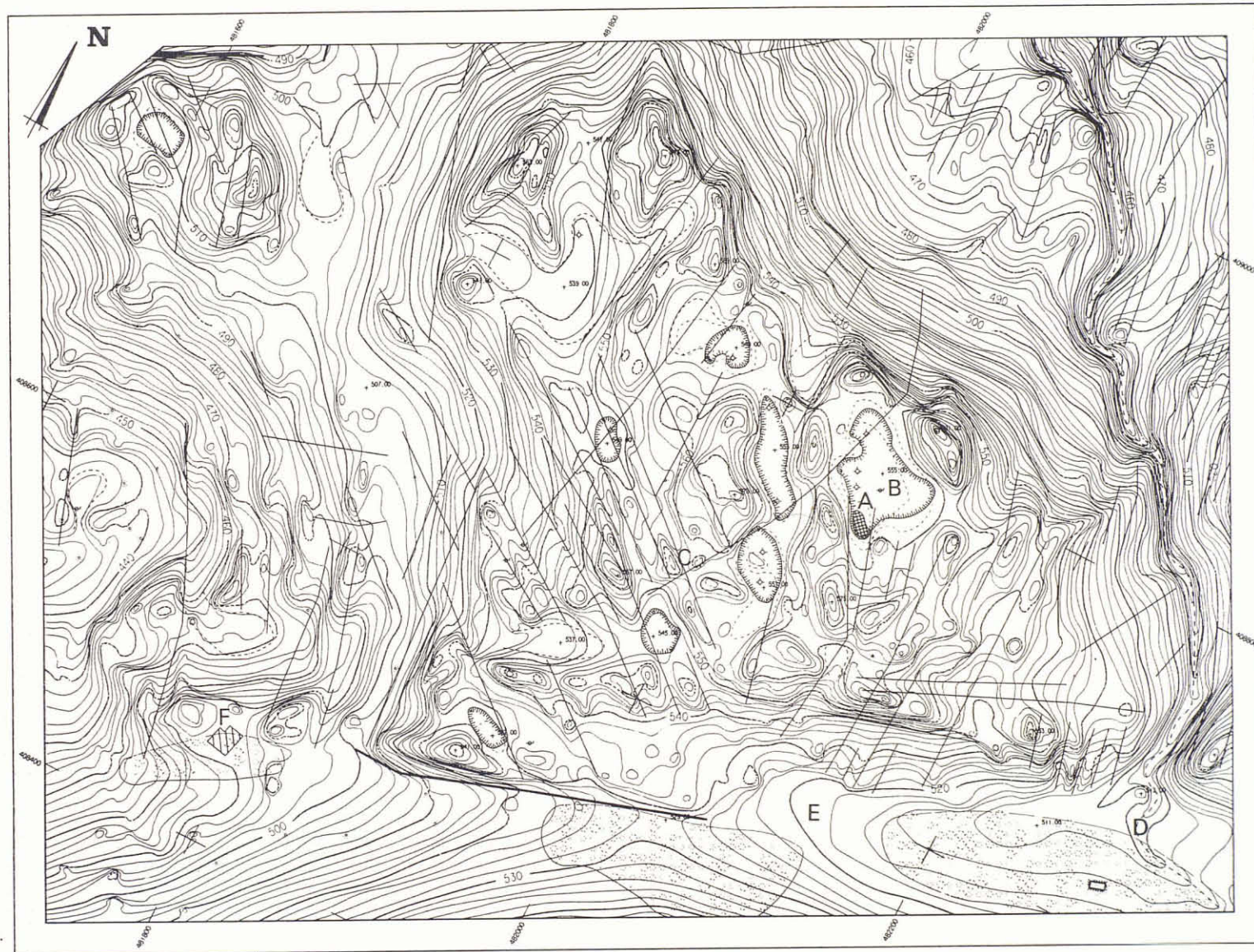
L'Avenc de sa Mitjania presenta de fet dues boques contigües separades entre si per una massa estalagmítica fortament afectada pels processos erosius epigeus. L'obertura major, la més occidental, és la que permet el descens a la **Via de la Molsa**, al **Pou Estret** i a la **Via Clàssica**; la boca més petita (la sud-oriental) ens dóna accés al **Gran Pou** així com a la **Via de les Finestres**. Ens ocuparem ara amb més detall de cada una de les vies esmentades.

Si s'efectua el descens per la gran boca nord-occidental, trobam un ampli pou de tendència general subvertical, amb les parets gairebé totalment cobertes de molses; és la **Via de la Molsa**. En aquest pou, a la cota -33 m (punt **B** de la topografia), s'obre una esquerda lateral que permet assolir el **Pou Estret** que arriba a una fondària de -60 metres.

Continuant el descens de la **Via de la Molsa**, i després de superar un gran relleix, arribam a un altre gran replà a la cota -65 m (punt **E**) on s'ofereixen dues alternatives de descens. En direcció Est comunicam directament amb el **Gran Pou**, a tan sols 23 metres del fons. Al contrari, si optam per continuar cap al sud-oest, entram de ple a la **Via Clàssica**, que és la



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13



0 40 80 m.

Cartografia geomorfològica detallada del paratge càrstic de Sa Mitjana (Escorca, Mallorca). Restitució original a escala 1/2000, realitzada mitjançant fotogrametria analítica a l'Empresa Municipal d'Informàtica S.A., Palma de Mallorca. Projecció UTM; el·lipsoides internacional. Equidistància de les corbes de nivell: 2 metres.
A: Avenc de sa Mitjana; **B:** Avenc Petit de sa Mitjana; **C:** Avenc Públic; **D:** Torrent des Gorg des Diners; **E:** Coma deBini; **F:** Casa des Moro.

A: Avenc de sa Mitjana; **B:** Avenc Petit de sa Mitjana; **C:** Avenc Públic; **D:** Torrent des Gorg des Diners; **E:** Coma deBini; **F:** Casa des Moro.

1: Fons de dolina amb cobertura edàfica; 2: dolina oberta; 3: engoldors; 4: avenc; 5: fractures eixamplades per dissolució; 6: corbes de nivell; 7: corbes de depressió; 8: cota altimètrica; 9: paret de pedra seca; 10: construcció; 11: torrent; 12: arbres; 13: massa arbòria.

més fonda de l'avenc i coneguda des de les primeres exploracions de la cavitat.

La **Via Clàssica** té l'inici en forma de costa descendent prou forta, que acaba en un pouet de 4 metres pel qual és possible comunicar amb una saleta de sòl argilós (punt **P**, a -77 m) i que és on arribarem també en ocupar-nos de la **Via de les Finestres**. Cal fer un flanqueig pel costat esquerre per evitar l'esmentat pouet, assolint així el començament d'un nou pou. Un altre flanqueig, també per l'esquerra, ens situa en un nínxol per on es pot efectuar un descens bastant aeri de 24 metres que ens portarà a un nou replà on s'inicia el ressalt final d'aquesta via; en aqueix punt s'assolirà la màxima fondària de l'avenc (-102 m).

Si ens decidim per la petita boca sud-oriental de l'avenc per efectuar el descens, una travessia instal·lada amb ancoratges artificials a la vora més oriental de la boca, proporciona una baixada totalment aèria del **Gran Pou**. Aquest enorme buit té una vertical absoluta de 88 metres i una amplària notable, que el fan summament espectacular ja que la llum natural arriba fins al fons.

La petita boca a la que al·ludíem també ofereix una altra alternativa de descens, molt menys aèria que l'anterior, però que permet belles visions del buit del **Gran Pou**; ens referim a la **Via de les Finestres**. Aquesta via s'assoleix mitjançant un petit replà, ben visible i on es pot arribar fàcilment, a l'extrem Sud de l'obertura del **Gran Pou** (punt **K**). Des d'aquest còmode replà es baixa per una complexa successió de pous i ressalts paral·lels al **Gran Pou**, amb el qual es comuniquen a través de grans finestres. A partir del punt **O** de la topografia, aquesta via s'independitza molt més del gran pou principal, i ens porta finalment mitjançant una vertical de 26 metres a un ampli fons argilós, a la cota -77 m (punt **P**), lloc al qual ja ens hem referit en parlar de la **Via Clàssica**.

MORFOLOGIA I GÈNESI

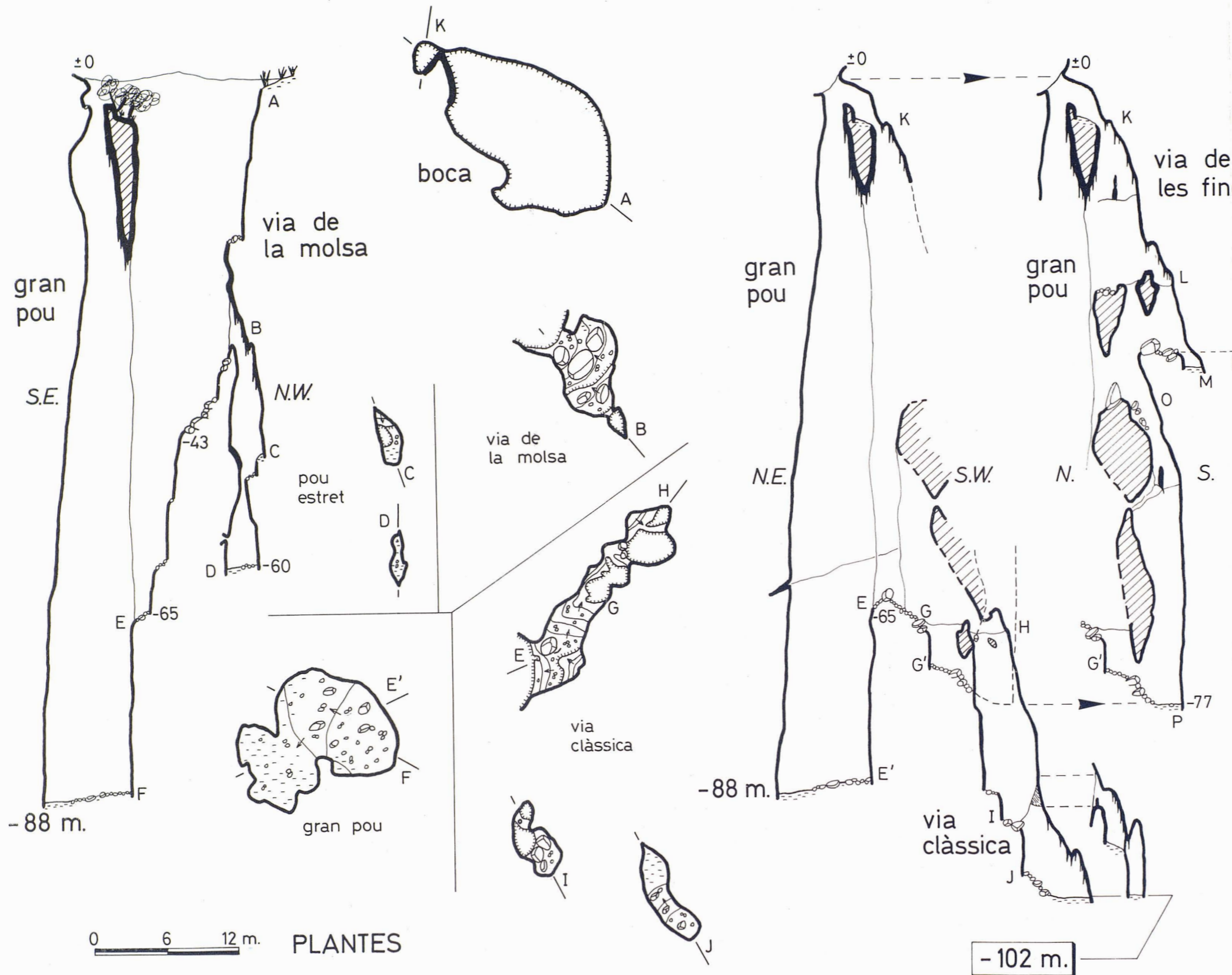
L'Avenc de sa Mitjania constitueix un bell exemple de cavitat de dissolució, íntimament lligada al drenatge en profunditat de la gran dolina on s'obre.

Les morfologies de dissolució són la nota dominant en el conjunt de l'avenc, mentre que els processos reconstructius són escassos, limitats tan sols a algunes estalactites, estalagmites i revestiments parietals tant a la **Via de les Finestres** com a la **Via Clàssica**. En aquestes vies cal destacar que la complexitat estructural de l'àrea condiona la seva complicada topografia; en aquest sector de l'avenc, nombrosos pous independents però àmpliament intercomunicats entre si aprofiten fractures de direccions NNW-SSE i NE-SW.

Per acabar deixarem constància que, actualment, tan sols es constata activitat hídrica rellevant a la **Via de la Molsa** i sobre tot al **Pou Estret**, que capten més directament les aportacions de la depressió càrstica on es troba aquest avenc.

Bibliografia

- GINÉS, A. (1972): «Relación de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca». Com. 2.º Simp. Met. Esp. Topografía. VI d, 1-3. Barcelona.
- GINÉS, A.; FIOL, LI. A.; POL, A. & ROSSELLÓ, J.A. (1989): «Morfología i vegetació d'un grup de dolines de la Serra de Tramuntana (Mallorca)». *Endins*, 14-15: 43-52. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): «El karst en las islas Baleares». In *El karst en España*, J.J. Durán & J. López (Eds.). Sociedad Española de Geomorfología, Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1990): «La fotogrametría analítica y las ciencias de la naturaleza. Cartografía 1/2.000 del paraje kárstico de Sa Mitjania (Escorca)». II Jornades del Medi Ambient de les Balears. 197-198. Palma de Mallorca.



0 6 12 m.

PLANTES

0 9 18 m.

SECCIONS

Avenc de sa Mitjania

Escorca

Topografia: J. GINÉS

Col·laboració: L. BORRÀS, A. GINÉS,
M. MEDIAVILLA, J.F. RAMOS, A. RODRÍGUEZ

EST - 1990

OBSERVACIONES MORFOMÉTRICAS SOBRE LA PROFUNDIDAD DE ESTRÍAS DE LAPIAZ (*RILLENKARREN*) EN MALLORCA

por María BORDOY y Ángel GINÉS*

Resum

Es presenten els resultats d'una campanya de mesures d'estries de lapiaz a 11 localitats de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Les observacions morfomètriques realitzades semblen demostrar una tendència a la disminució de la profunditat de les estries amb l'altitud de les localitats, la qual cosa podria relacionar-se amb els gradients climàtics que es manifesten a la Serra.

Abstract

This paper presents the results obtained from several sets of rillenkarrren measurements (depth and width) at eleven locations of Serra de Tramuntana mountains in Mallorca. Morphometric data show a clear trend characterized by increasing depths of the rills at lower altitudes above sea level. These observations do agree with some of the main climatic gradients that can be recognized in the mountains of Serra de Tramuntana; especially with mean temperature values.

Introducción

Desde los primeros estudios geomorfológicos de J. CUVIJC y E. DE MARTONNE en los que se reconocía la originalidad del relieve kárstico, las formas de *lapiaz* (= *karren*) han sido consideradas parte destacada del paisaje que lo caracteriza.

Varios intentos de sistematizar la notable diversidad tipológica del lapiaz se encuentran en los trabajos de BÖGLI (1960, 1980), JENNINGS (1971, 1985), SWEETING (1972), WHITE (1988) y FORD & WILLIAMS (1989). A pesar de todo, la clasificación y la terminología del lapiaz es todavía confusa y poco precisa; aunque sin duda uno de los tipos de lapiaz mejor definidos en la bibliografía es el denominado *Rillenkarrren*, tal como aparece descrito por BAUER (1962), SWEETING (1972), PERNA & SAURO (1978), BÖGLI (1980) y FORD & LUNDBERG (1987). Los pequeños surcos rectilíneos que constituyen esta morfología de

lapiaz han sido también denominados *solution flutes* (JENNINGS, 1971), *rills* (WHITE, 1988; FORD & WILLIAMS, 1989), *cannelures* (GÈZE, 1973; MAIRE, 1980), e incluso *firstrillen* (BAUER, 1962) y *kannelierungen* (TRIMMEL, 1965) en algunas zonas de expresión alemana. Estos términos serán aquí traducidos por *estrías de lapiaz*, o mencionados abreviadamente como *rills*, debido a la casi inexistencia de trabajos geomorfológicos sobre estos temas en lengua castellana.

Los problemas físico-químicos relacionados con el origen del *Rillenkarrren* han dado lugar a un largo debate que se puede seguir en las publicaciones de BÖGLI (1960, 1980), DUNKERLEY (1979), HEINEMANN et al. (1977), y sobre todo en las aportaciones de GLEW (1977), GLEW & FORD (1978) y FORD & LUNDBERG (1987), basadas en modelos experimentales de escayola. Menos atención han ocupado los estudios morfométricos, pues son escasos los datos cuantitativos disponibles y con frecuencia las medidas publicadas son tan sólo aproximadas y sin suficiente

* Federació Balear d'Espeleologia; Laboratori d'Ecologia, Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa, km 7,5. 07071 Palma de Mallorca.

base estadística. Los estudios de HEINEMANN et al. (1977) y DUNKERLEY (1979) contienen una muy interesante información morfométrica, pero no incluyen datos sobre la profundidad de las *estrías de lapiaz*. Los únicos trabajos consultados que contienen mediciones, tratadas estadísticamente, sobre la profundidad del *Rillenkarren* son los de LUNDBERG (1977), realizado en el karst australiano de Chillagoe, y GIL (1989), que tiene por objeto un campo de lapiaz del País Valenciano.

Observaciones realizadas

Debido a la escasez de trabajos dedicados a la cuantificación de las características del lapiaz, se llevó a cabo un estudio morfométrico de las *estrías de lapiaz* (*Rills*) en las montañas de la Serra de Tramuntana (Mallorca), donde la presencia de esta tipología es

importante. La Serra resulta ser un lugar óptimo para estos estudios, pues las diferencias que pueda haber entre las distintas localidades difícilmente pueden atribuirse a diferencias en la litología: casi todos los materiales karstificables son calizas muy puras.

De Marzo a Junio de 1990 se muestrearon 11 localidades, de 50 m² cada una, en las que se midieron la anchura y la profundidad de 100 rills; todas las medidas se tomaron a una distancia inferior a los 10 cm de la cresta de la roca. Al mismo tiempo, se anotó la altitud sobre el nivel del mar a la que se encuentra cada estación. Se intentaba así establecer una eventual relación, más o menos ajustada, con los gradientes altitudinal y climático, ya que el clima parece influir en el origen y desarrollo del *Rillenkarren*.

Las localidades muestreadas (a las que se les atribuye un código de referencia) se señalan a continuación, indicando su cota s.n.m. y las coordenadas de la esquina inferior izquierda de la cuadrícula kilométrica UTM donde se encuentra la localidad:

CPL	cerca de la ctra. Pollença-Lluc, km. 10	140 m.	495-4413
CSC	cerca de la ctra. de Sa Calobra, km. 10	190 m.	483-4410
CMM	camino al Torrent de Mortitx	300 m.	493-4414
SL1	Solleric, junto a la ctra. Alaró-Orient	310 m.	483-4399
SL2	Solleric, en bancales	320 m.	482-4399
CLL	cerca de Son Canta, en la ctra. de Lluc	340 m.	490-4404
LLC	en Lluc, cerca del campo de fútbol	480 m.	490-4408
MNT	Manut, zona recreativa	540 m.	491-4409
RTE	cerca del restaurante de Escorca, camino del Torrent de Pareis	590 m.	486-4409
CA1	Castillo de Alaró, junto a ruinas de torre	650 m.	482-4397
CA2	Castillo de Alaró, detrás de la ermita	760 m.	482-4398

Código localidad	Altitud s.n.m.	PROFUNDIDAD				ANCHURA			
		Media	Std. Dev.	Moda	n	Media	Std. Dev.	Moda	n
CPL	140	5,87	1,93	5	100	17,58	3,81	15	100
CSC	190	6,28	2,05	6	100	16,54	3,55	15	100
CMM	300	5,32	1,57	5	100	14,77	4,12	15	100
SL1	310	5,98	1,86	5	100	14,98	4,06	15	100
SL2	320	5,76	1,50	6	100	14,14	3,33	15	100
CLL	340	5,17	1,61	5	100	16,04	3,33	15	100
LLC	480	5,27	1,80	6	100	16,53	3,78	15	100
MNT	540	4,25	1,75	3	100	14,30	4,82	15	100
RTE	590	5,01	2,16	5	100	14,39	3,93	15	100
CA1	650	3,91	1,46	3	100	15,57	4,77	15	100
CA2	760	3,79	1,43	3	100	14,26	3,62	15	100

Todas las medidas están expresadas en milímetros.

Tabla I



Foto 1:
Estrías de lapiaz junto a la localidad CLL (Escorca).

En la Tabla I se exponen, tratados estadísticamente, los resultados de estas mediciones.

Llama la atención la constancia que presentan las medidas de anchura de los rills: la moda es, en todos los casos, de 1,5 cm, y las medias oscilan entre 1,4 y 1,7 cm.

La profundidad, por el contrario, no presenta ningún tipo de constancia: las modas se encuentran entre 3 y 6 mm, y las medias entre los 3,79 y 6,28 mm.

Se observa además una mayor profundidad de las estrías de lapiaz en las localidades situadas a menor altitud s.n.m. Esto se ve con más claridad en las gráficas de distribución de frecuencias (Figura 1): el pico de la curva se va desplazando hacia la izquierda (rills menos profundos) a medida que va aumentando la cota.

La Figura 2 muestra también esta tendencia. Tomando la cota y la profundidad media de las estrías de lapiaz de cada estación como variables, en el análisis de regresión se obtiene una interesante correlación entre ambas, con $r = -0,906$ ($r^2 = 0,820$).

Resultados y conclusiones

Los datos que aparecen reunidos en la Tabla I y las observaciones cualitativas efectuadas sobre el terreno han permitido mejorar el conocimiento de la morfometría del *Rillenkarren* mallorquín en los aspectos que son resumidos a continuación:

- Mediciones realizadas sobre 1.100 estrías de lapiaz (*rills*) correspondientes a 11 localidades situadas entre 140 y 760 metros s.n.m. dan un valor medio de 5,15 milímetros de profundidad, obteniéndose medidas máximas de tan sólo 12 mm. Estos datos son coherentes con los proporcionados por PÉREZ-CUEVA & SIMÓN (1979), SAURO (1979), GARAY (1983) y GIL (1989) para varios karst mediterráneos, aunque

inferiores a los que midió LUNDBERG (1977) en el lapiaz de Chillagoe (Australia).

- Sería conveniente medir dentro de una misma localidad la longitud y profundidad de estrías de lapiaz individuales, con el fin de comprobar una posible correlación entre ambas variables, tal como lo podrían sugerir los datos reunidos por DUNKERLEY (1979) y GIL (1989), así como nuestras propias observaciones semicuantitativas.

- El análisis de las relaciones existentes entre la forma de la sección de los *rills* y su profundidad sería otro aspecto interesante a considerar; sobre todo si se tiene en cuenta la enorme constancia de las medidas de anchura, establecidas entre 1,4 y 1,7 cm de media y un valor modal de 1,5 cm que se repite en todas las localidades estudiadas para este trabajo. Los datos publicados por LUNDBERG (1977) y DUNKERLEY (1979) parecen plantear dos extremos posibles: estrías de sección semicircular poco profundas y estrías de sección parabólica y de mayor profundidad.

- Se ha podido constatar una buena correlación ($r = -0,906$) entre la profundidad media de cada una de las poblaciones de *rills* muestreadas y la altitud de las localidades respecto al nivel del mar. La Figura 2 expresa esta novedosa aportación que se desprende de las mediciones preliminares que poseemos sobre 11 localidades de la Serra de Tramuntana.

- A semejanza de lo que ocurre con la longitud de las estrías de lapiaz, según estudios recientes realizados por uno de los autores (GINÉS, 1989), la variación de la profundidad media observada en localidades pertenecientes a distintas cotas sobre el nivel del mar se podría atribuir a diferencias térmicas que están directamente asociadas con la altitud.

- Cuando menos en el caso de la Serra de Tramuntana (Mallorca), resulta evidente el control altitudinal de las características morfométricas del *Rillenkarren*; muy probablemente ligado a gradientes climáticos. Di-

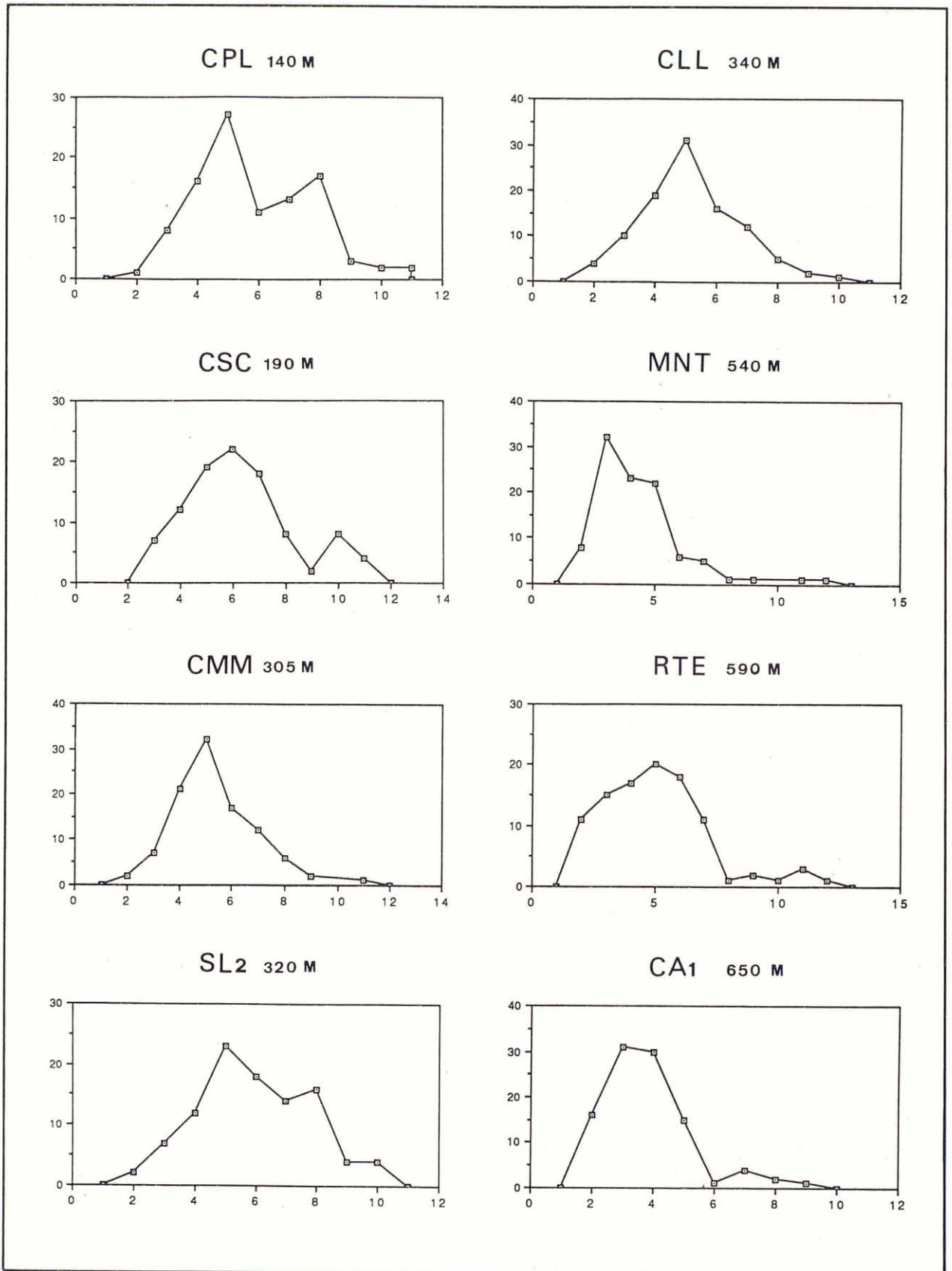


Figura 1: Distribuciones de frecuencia de las profundidades del Rillenkarrren en 8 localidades de la Serra de Tramuntana. En cada una de ellas se indica el código que le corresponde y su altitud sobre el nivel del mar. La profundidad de las estrías de lapiaz, en abscisas, está expresada mediante clases de 1 milímetro.

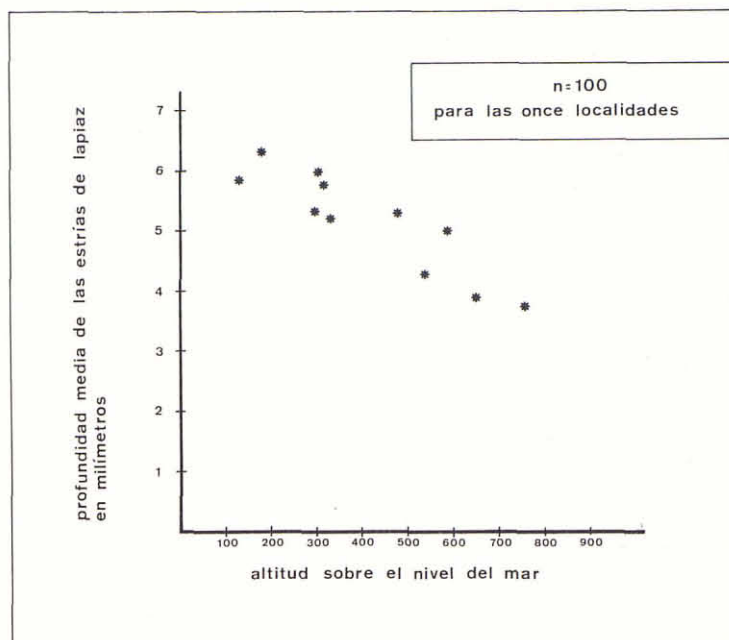


Figura 2:
Relación observada entre la profundidad media de las estrías de lapiaz y la altitud s.n.m. en 11 localidades de la Serra de Tramuntana.

ferencias apreciables en la tipología del *lapiaz*, y hasta una cierta zonación altitudinal, había sido ya avanzada por GINÉS et al. (1979) y GINÉS & GINÉS (1989). También la apreciable disminución de la profundidad de las estrías de lapiaz con la altitud parece apuntar en el mismo sentido, aunque sería deseable ampliar las observaciones a más localidades para confirmar o discutir esta hipótesis.

Bibliografía

- BAUER, F. (1962): «Nacheiszeitliche Karstformen in den Österreichischen kalkhochalpen». Actes du 2^o Congr. Int. Spéléol., I: 299-328. Bari.
- BÖGLI, A. (1960): «Kalklösung und Karrenbildung». *Zeitschrift für Geomorphologie* N.F., Suppl. 2: 4-21. Berlín.
- BÖGLI, A. (1980): «Karst Hydrology and Physical Speleology». Springer-Verlag. 284 págs. Berlín.
- DUNKERLEY, D.L. (1979): «The morphology and development of Rillenkarren». *Zeitschrift für Geomorphologie* N.F., 23 (3): 332-348. Berlín.
- FORD, D.C. & LUNDBERG, J. (1987): «A review of dissolutional rills in limestone and other soluble rocks». *Catena*, Suppl. 8: 119-140. Braunschweig.
- FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (1989): «Karst Geomorphology and Hydrology». Unwin Hyman Ltd. 601 págs. Londres.
- GARAY, P. (1983): «Tipología del lapiaz en un karst mediterráneo: el macizo del Mondúver (La Safor, Valencia)». *Lapiaz*, 11: 47-57. Valencia.
- GÈZE, B. (1973): «Lexique des termes français de spéléologie physique et de karstologie». *Annales de Spéléologie*, 28 (1): 1-20. Moulis.
- GIL, M.V. (1989): «Análisis morfogénico de algunas formas del karst superficial en el Prebético Nororiental: una aproximación a su tipología». Tesis de licenciatura. Universidad de Valencia.
- GINÉS, A. (1989): «Morfología kárstica y vegetación en la Serra de Tramuntana. Primeros datos». Memoria de Investigación 3.^{er} ciclo, Universitat Illes Balears. 86 págs. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J.; POMAR, L. & SALVÀ, P.A. (1979): «La Serra de Tramuntana». VI Coloquio de Geografía. Excursión n.º 1. 38 págs. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): «El karst en las Islas Baleares». in Durán, J.J. y López Martínez, J. Eds. «El karst en España», S.E.G. Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GLEW, J.R. (1977): «Simulation of Rillenkarren». Proceedings 7th Int. Speleological Congress, B.C.R.A.: 218-219. Sheffield.
- GLEW, J.R. & FORD, D.C. (1980): «A simulation study of the development of Rillenkarren». *Earth Surface Processes*, 5: 25-36. Londres.
- HEINEMANN, U.; KAADEN, K. & PFEFFER, K.-H. (1977): «Neue Aspekte zum Phänomen der Rillenkarren». *Abh. Karst-Höhlenkd.* A, 15: 56-80. Festschrift Alfred Bögli, Stuttgart.
- JENNINGS, J.N. (1971): «Karst». The M.I.T. Press. 252 págs. Cambridge (Mass.) y Londres.
- JENNINGS, J.N. (1985): «Karst Geomorphology». Basil Blackwell Ltd. 293 págs. Oxford.
- LUNDBERG, J. (1977): «An analysis of the form of Rillenkarren from the tower karst of Chillagoe, North Queensland, Australia». Proceedings 7th Int. Speleological Congress, B.C.R.A.: 294-296. Sheffield.
- MAIRE, R. (1980): «Éléments de karstologie physique». *Spelunca*, Spécial n.º 3: 57 págs. Millau.
- PÉREZ-CUEVA, A. & SIMÓN, J.L. (1979): «Evolución de algunos tipos de lapiaz sobre calizas cretácicas de La Madalena (Castellón)». Actas del VI Coloquio de Geografía: 89-94. Palma de Mallorca.
- PERNA, G. & SAURO, U. (1978): «Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale del Trentino e del Veneto». *Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali*, 22 nueva serie: 1-176. Trento.
- SAURO, U. (1979): «Morfología carsica». in Castiglioni, G.B. ed. «Geomorfología». UTET: 208-254. Turin.
- SWEETING, M.M. (1972): «Karst Landforms». The Macmillan Press Ltd. 362 págs. Londres.
- TRIMMEL, H. (1965): «Speläologisches Fachwörterbuch». Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich. 109 págs. Viena.
- WHITE, W.B. (1988): «Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains». Oxford University Press. 464 págs. Nueva York.

UTILIZACIÓN DE LAS MORFOLOGÍAS DE LAPIAZ COMO GEOINDICADORES ECOLÓGICOS EN LA SERRA DE TRAMUNTANA (Mallorca)

por Ángel GINÉS*

Resum

Les morfologies de lapiaz, en ésser l'efecte de la dissolució de les roques calcàries sota el control de diversos factors físico-químics, podrien resultar de gran interès en estudis ecològics pel fet de proporcionar informació sobre climes passats o presents i de posar en evidència els processos de deforestació que han sofert els terrenys càrstics. La utilització de diferents tipus de lapiaz per avaluar algunes característiques ecològiques significatives ha estat assajada per primera vegada a la Serra de Tramuntana (Mallorca) amb bastant d'èxit.

Els resultats preliminars, obtinguts a partir de 98 localitats distribuïdes per tota la Serra, permeten de reconèixer fàcilment una zonació vertical dels camps de lapiaz en bona concordança amb la distribució de comunitats vegetals i amb els principals gradients climàtics, tals com la temperatura mitjana i la quantitat de precipitacions. Les dades més concloents han procedit de l'anàlisi morfomètrica de 2.000 estries de lapiaz, mesurades a 40 localitats distintes: s'ha pogut comprovar que les estries són significativament més llargues a altituds baixes, coincidint amb climes més càlids, mentre que només es troben abundants estries de lapiaz en aquells terrenys càrstics que reben més de 800 mm anuals de pluja.

Abstract

Karren landforms, as an effect of solutional erosion on limestone rocks controlled by a couple of physico-chemical factors, should have great interest in ecological studies providing information about past or present climates and yielding evidence of deforestation processes in karstic areas. A first approach to this use of different karren types to evaluate some ecological conditions has been essayed in the northern mountain ridge of Mallorca, named Serra de Tramuntana.

Preliminary results obtained from 98 locations in the Serra suggest that a vertical zonation of karren landscapes can be easily established, and they also agree with the distribution of plant communities as well as with the main climatic gradients, like mean temperature and amount of precipitations. The most outstanding data have been provided by nearly 2000 morphometrical observations of rillenkarren measured in 40 different locations: they show significantly how longer rills appear at lower altitudes on warmer places whilst rills are only found widespread in karstic outcrops receiving more than 800 mm of annual rainfall.

Introducción

Los campos de lapiaz ocupan considerables extensiones en la Serra de Tramuntana (Mallorca) y constituyen uno de los rasgos más característicos que intervienen en la configuración de su paisaje. Viajeros del siglo pasado, geólogos y geógrafos ya mencionaron

insistentemente sus formas más espectaculares, como las que enmarcan el Torrent de Pareis o los conocidos Pixarells de Lluc (PAGENSTECHER, 1867; LOZANO, 1884; MARTEL, 1903; PRAESSENT, 1911; FALLOT, 1922; DARDER, 1930 y MENSCHING, 1955, entre otros). Aunque trabajos más recientes han documentado gráficamente estas morfologías o han vuelto a incidir en el alto interés de las formas de lapiaz exis-

* Federació Balear d'Espeleologia; Laboratori d'Ecologia, Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa km. 7.5, 07071 Palma de Mallorca.

tentes en la Serra (COLOM, 1975; BÖGLI, 1976; GINÉS *et al.*, 1979; BÖGLI, 1980; COLOM, 1982; BÄR *et al.*, 1986), las únicas aportaciones bibliográficas que proporcionan algunas precisiones sobre la tipología del lapiaz de la montaña mallorquina corresponden a BÄR (1989) y GINÉS & GINÉS (1979; 1989).

Considerada en su conjunto, la Serra de Tramuntana se comporta como una gran montaña caliza ideal en la que se manifiestan gradientes altitudinales, pluviométricos y termométricos bastante acentuados y casi regularmente espaciados a ambos lados de su máxima cota topográfica (Puig Major, 1.443 metros s.n.m.), aunque con una ligera asimetría a favor de su extremo NE. Estas condiciones la hacen especialmente adecuada para estudiar problemas de zonación altimétrica del lapiaz y para intentar cuantificar y correlacionar las características morfométricas de estas formas exokársticas con parámetros físico-químicos, climáticos y ambientales en general.

Los datos procedentes de una reciente tesis doctoral elaborada por un compañero del Lab. d'Ecologia (Universitat de les Illes Balears) han permitido disponer de una base de mapas climáticos mensuales y anuales para cuadrículas UTM de 1 km², que facilitan mucho la realización de estudios geoclimáticos y ecológicos (GUIJARRO, 1986). Con este punto de partida, inicié hace 2 años una amplia campaña de recolección de datos morfométricos en el lapiaz de la Serra de Tramuntana, incluyendo descripciones semicuantitativas y mediciones que pudieran ser objeto de tratamiento estadístico y análisis factorial. Un primer avance de los resultados obtenidos fue incorporado en una Memoria de Investigación presentada en la Universitat de les Illes Balears hace poco tiempo (GINÉS, 1989). En la actualidad, las localidades de lapiaz muestreadas son 98 y abarcan la mayor parte de la principal cordillera mallorquina (Figura 1). Ciertamente el excepcional desarrollo que alcanza esta clase de morfologías exokársticas en la Serra de Tramuntana merece la realización de estudios detallados, que quizás el presente trabajo podría estimular en lo sucesivo.

Tipología e interpretación ecológica del Lapiaz

Los factores que controlan el desarrollo de las diversas formas de lapiaz tienen un fuerte significado ecológico que justificaría la puesta a punto de una metodología capaz de descifrar la «información potencial» que contienen. La presencia de suelo vegetal sobre la superficie del karst o los efectos de la exposición a la intemperie (cuando las rocas calizas están desprovistas de él) presentan, en ambos casos, una diversificada trama de interacciones con el entorno, de tal manera que de ello resulta una complicadísima gama de morfologías difíciles de clasificar de un modo sistemático.

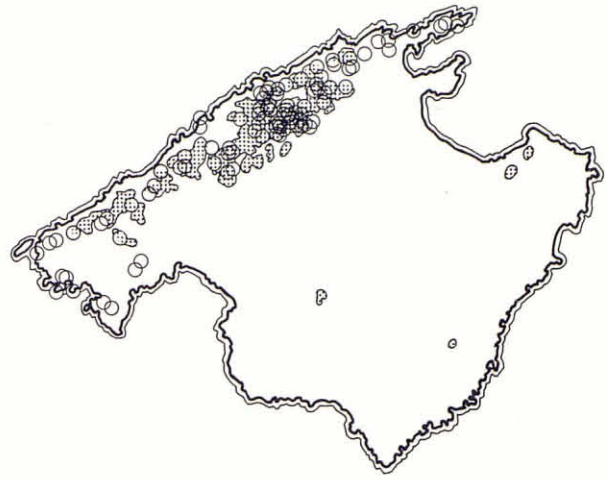


Figura 1: Situación de las localidades muestreadas para la realización del presente trabajo. En el dibujo se han remarcado mediante una trama de puntos los terrenos situados por encima de la cota de 500 metros s.n.m.

La mayor parte de los autores hacen una primera clasificación del Lapiaz distinguiendo entre *Lapiaz libre* y *Lapiaz cubierto* (BAUER, 1962; SWEETING, 1972; BÖGLI, 1980; JENNINGS, 1985; WHITE, 1988); entendiéndose por lapiaz cubierto aquel que ha sido modelado bajo el suelo. Este criterio presupone la posibilidad de reconocer en el exokarst evidencias de deforestación, y de pérdida de suelo por erosión, o de corrosión biógena asociada a raíces de plantas y a procesos bioquímicos potenciados por la actividad de microorganismos edáficos.

En el lapiaz expuesto a la intemperie, la cantidad, duración e intensidad de la lluvia o el régimen de precipitaciones propio de cada tipo de clima parecen tener una importancia decisiva en la conformación, sobre la roca caliza, de unas u otras microformas de corrosión. El componente climático capaz de influir en el desarrollo del lapiaz se extiende también a la temperatura existente durante las épocas de lluvias o a la disponibilidad de aguas de fusión de nieve. También el rocío y las heladas pueden interferir sobre esta clase de micromodelados, e incluso la aridez puede provocar interferencias muy particulares. Las revisiones sobre la morfogénesis del lapiaz publicadas por SWEETING (1972), BÖGLI (1980), JENNINGS (1985) y FORD & WILLIAMS (1989) sugieren o debaten la importancia del clima en la formación de las distintas modalidades de lapiaz.

Aunque sería poco realista ignorar otros condicionantes topográficos, litológicos y tectónicos, resulta evidente que los factores bioclimáticos juegan un papel muy sutil en el micro y mesomodelado de las morfologías de lapiaz. La instalación de algas, hongos y líquenes, sobre la roca libre de suelo y expuesta a diferentes orientaciones, añade otro aspecto geobiológico al problema, tal como lo han demostrado HEINEMANN *et al.* (1977) mediante métodos cuantitativos. Por si

fuera poco, es preciso indicar que hasta los factores hidrodinámicos, responsables de algunas microformas específicas, dependen indirectamente de la climatología, debido a que las características del aporte hídrico y del flujo del agua están reguladas por la naturaleza de las precipitaciones y por la intensidad de la lluvia.

De una manera análoga a como lo hacen las asociaciones vegetales, es probable que el conjunto de morfologías de los campos de lapiaz realice una integración de factores climáticos y ambientales paralela a la que realiza la parte viva del ecosistema kárstico. Las asociaciones de micro y mesoformas de lapiaz serían, en ese supuesto, útiles para proporcionar datos morfométricos y cuantitativos que podrían solaparse con la información procedente del estudio semicuantitativo de las comunidades vegetales naturales.

La variedad de formas de lapiaz es enorme y corresponde a la complejidad de las interacciones físico-químicas y ecológicas que pueden intervenir en su generación. Además de la bibliografía ya citada, ha habido muchos intentos de clasificar desde un punto de vista morfológico y genético la gran diversidad de tipos de lapiaz existentes y de establecer una terminología suficientemente precisa (BÖGLI, 1960; TRIMMEL, 1965; GÈZE, 1973; PERNA & SAURO, 1978 y MAIRE, 1980, entre otros). La clasificación más aceptada entre los karstólogos es la de BÖGLI (1960), que lleva implícito un cierto contenido genético y que es utilizada frecuentemente en la bibliografía internacional con sus términos originales alemanes. BÄR (1989) describe con dicha terminología los campos de lapiaz de los alrededores de Lluç. Sin embargo otros estudios más recientes ba-

sados en modelos experimentales de escayola y en nuevos datos de campo (FORD & LUNDBERG, 1987; DZULYNSKI *et al.*, 1988; FORD & WILLIAMS, 1989) han ampliado las interpretaciones genéticas de BÖGLI planteando la necesidad de matizar algunos aspectos.

Personalmente he optado por elaborar una terminología en lengua castellana que se adapta a las circunstancias concretas del estudio del karst mallorquín y que pretende integrar lo más sustancial de las clasificaciones disponibles. La Tabla I resume la terminología traducida que propongo, indicando los sinónimos más usuales en la bibliografía escrita en otros idiomas. Aunque no es posible exponer aquí las pautas seguidas en la adopción de estos términos, se ha intentado conjugar criterios genéticos con caracteres morfológicos que fueran suficientemente excluyentes para cada uno de los tipos de lapiaz seleccionados.

La complejidad y diversificación morfológica del lapiaz, junto con el control climático y biológico que parece evidenciarse en bastantes casos, podría reforzar la hipótesis antes enunciada de que la presencia de ciertas formas de lapiaz o sus dimensiones, tratadas estadísticamente, son capaces de proporcionar información significativa sobre el marco ambiental en el que se han desarrollado. De hecho, la escala de tiempo en que se pueden formar, es decir entre 10^5 y 10^1 años, permite investigar un rango de edades que van desde las últimas fluctuaciones climáticas del Cuaternario hasta las intervenciones humanas más recientes (pasando por la última glaciación, por las etapas cálidas postglaciales y por los primeros efectos perturbadores ocasionados por la llegada del hombre). Si fuera

LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE IMPACTA	FLUJO CANALIZADO	Estrías	Acanaladuras	Lapiaz Libre	<i>Rillenkarren</i>
		Canalillos			<i>Decantation flutes</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE CIRCULA	FLUJO SIN CANALIZAR	Canales estriados	Canales embudiformes	Canales de pared	<i>Regenrinnenkarren</i>
		Canales meandriiformes			<i>Rinnenkarren</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUIETA	ESTANCADA	Canales de decantación	Escalones	Concavidades	<i>Wandkarren</i>
		Canales de decantación			<i>Maänderkarren</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUIETA	ADHERIDA	Canales de decantación	Ondulaciones	Cubetas	<i>Decantation runnels</i>
		Canales de decantación			<i>Trittkarren</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE SE INFILTRA	ADHERIDA	Canales de decantación	Superf. oquerosas	Pocillos	<i>Cockling patterns</i>
		Canales de decantación			<i>Solution ripples</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE SE INFILTRA	ADHERIDA	Canales de decantación	Lapiaz de diaclasas	Canales redondeados	<i>Kamenice</i>
		Canales de decantación			<i>Rainpits</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE SE INFILTRA	ADHERIDA	Canales de decantación	Criptolapiaz	Criptolapiaz	<i>Microrills</i>
		Canales de decantación			<i>Cavernous weathering</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE SE INFILTRA	ADHERIDA	Canales de decantación	Criptolapiaz	Criptolapiaz	<i>Kluftkarren</i>
		Canales de decantación			<i>Rundkarren</i>
LAPIAZ FORMADO POR AGUA QUE SE INFILTRA	ADHERIDA	Canales de decantación	Criptolapiaz	Criptolapiaz	<i>Subsoil karren</i>
		Canales de decantación			<i>Subsoil karren</i>

Tabla I

posible detectar en las morfologías de lapiaz esas etapas, es evidente que las perspectivas que ofrecería este campo de estudio resultan todavía difíciles de imaginar.

Además de estos fenómenos de «inercia morfológica», también se pueden analizar muchas microformas (especialmente las de menor tamaño) en un contexto actualista: intentando reconocer en ellas la manifestación inmediata de las condiciones bioclimáticas vigentes en nuestros días. Si se admite que algunas morfologías de lapiaz son claramente postglaciales y que su mecanismo genético está gobernado por factores tales como cantidad e intensidad de precipitaciones, temperatura del medio, rocío, frecuencia de nevadas, aridez, capacidad de colonización por microorganismos, incendios, pérdida de suelo por deforestación, etc., se comprenderá cómo el lapiaz reúne todas las condiciones para convertirse en un valioso geoindicador ecológico en los ecosistemas kársticos, si se consigue elaborar una metodología adecuada para su interpretación.

Lapiaz y Deforestación

En las rocas calizas la interfase roca-aire o roca-suelo es objeto de procesos de *meteorización* mucho más sutiles y singulares que los que caracterizan a otras litologías. Ocasionalmente las formas producidas se desarrollan durante milenios y, en el caso del *Lapiaz cubierto*, permanecen ocultas bajo la capa de materiales edáficos donde la corrosión es muy eficaz y generalizada. El término *Criptolapiaz*, utilizado por algunos autores franceses como por ejemplo NICOD, parece ajustarse bien a la realidad, al designar el lapiaz que se genera por debajo de la superficie del suelo. Por esta razón lo he incorporado a la terminología que propongo.

Cuando las morfologías engendradas bajo cubierta edáfica sufren una erosión intensa, quedando desprovistas de suelo, las formas subterráneas heredadas van siendo sustituidas por otras que sólo pueden originarse al aire libre, sobre roca desnuda, como las que muestra la Foto 1. Aunque tradicionalmente se ha empleado la palabra *Lapiaz* para referirse a extensiones de roca caliza esculpidas al aire libre por los mecanismos de corrosión característicos de la karstificación, las canteras y cortes artificiales del terreno permiten observar cómo el esculpido de la roca es incluso más enérgico bajo la cobertura edáfica (donde las concentraciones de CO₂ son elevadas), produciendo además morfologías específicas de dicho medio (GAMS, 1973). La idea de que un lapiaz oculto (*Criptolapiaz*) se está conformando, bajo la aparente regularidad y homogeneidad del suelo cubierto de vegetación, se ha ido abriendo paso en la moderna bibliografía y ha llegado a trastocar las interpretaciones anteriores sobre la evolución del exokarst.

En realidad sólo cabe hablar estrictamente de *Lapiaz* desde el momento en que la «escultura» de la roca es observable. Esto sucede normalmente cuando el suelo es retirado por erosión, como consecuencia de cambios climáticos desfavorables para la vegetación o bajo la presión destructiva de ciertas actividades humanas: talas, incendios, pastoreo excesivo, etc. (SWEETING, 1972; JENNINGS, 1985). La sobreimposición de microformas de *lapiaz libre* modificando el aspecto original del *criptolapiaz*, después de haberse producido la eliminación artificial del bosque y la consiguiente erosión del suelo, ha sido bien documentada en la costa adriática de Yugoslavia por JAKUCS (1977) y GAMS (1987).

Una vez que la roca queda expuesta a la intemperie se inicia una interesante *sucesión colonizadora* sobre el nuevo sustrato a cargo de algas, hongos y líquenes, que «compiten» con el desarrollo progresivo de microformas de meteorización de origen casi exclusivamente físico-químico. La acción alterante o protectora de esos microorganismos ha sido objeto de varios trabajos (véase VILES, 1984), pudiendo interferir en la configuración del lapiaz (HEINEMANN *et al.*, 1977).

Las observaciones realizadas en la Serra de Tramuntana confirman que es posible reconocer abundantes formas de criptolapiaz, más o menos transformadas, en la mayoría de sus terrenos karstificados; incluso en los más espectaculares. Aun cuando en algunas localidades la sobreimposición de morfologías de lapiaz libre (como *estrías* y *escalones*) ha progresado mucho, predominando en el conjunto actual del paisaje, es fácil todavía identificar en ellas vestigios de la «escultura rocosa» heredada del tiempo en que la roca fue modelada por corrosión edáfica. En mayor o menor grado este hecho es válido para todo el lapiaz de la montaña mallorquina, si bien hay varios sectores donde el tiempo transcurrido y la elevada tasa de desarrollo de lapiaz libre han conseguido borrar casi por completo las huellas de criptolapiaz.

Las consecuencias que se derivan del reconocimiento de vestigios de lapiaz formado originariamente bajo suelo, en las extensiones calizas de la Serra de Tramuntana, plantean un sugestivo problema: ¿en qué momento o momentos se produjo la deforestación que ha posibilitado la pérdida de suelo y la exhumación del criptolapiaz? No obstante, es probable que la realidad haya sido incluso más complicada, ya que no se puede descartar que las tasas de pérdida vertical de suelo en el karst permitan un cierto grado de denudación «espontánea» del lapiaz, sin necesidad de que ocurra previamente una destrucción catastrófica de la cubierta vegetal. Por otra parte, aunque la deforestación artificial acarrea erosión del suelo y promueve el proceso de formación de campos de lapiaz rocosos, es preciso considerar tanto los efectos incuestionables de incendios (y otras intervenciones humanas) como la posibilidad de crisis ambientales, que hayan podido provocar la destrucción natural de la vegetación climática.

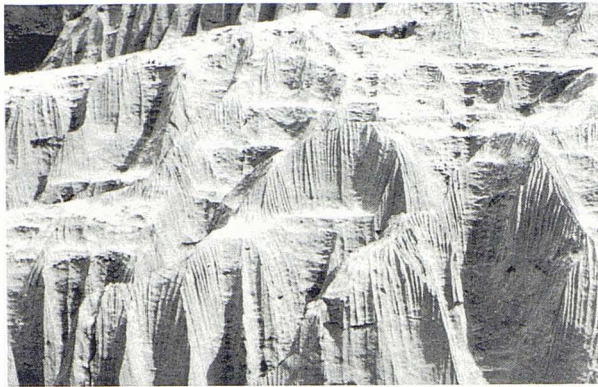


Foto 1: Aspecto típico del lapiaz que predomina en altitudes comprendidas entre 150 y 600 metros s.n.m. Se aprecian buenos ejemplos de Estrías (*Rillenkarren*), Canales embudiformes (*Rinnenkarren*) y Escalones (*Trittkarren*).

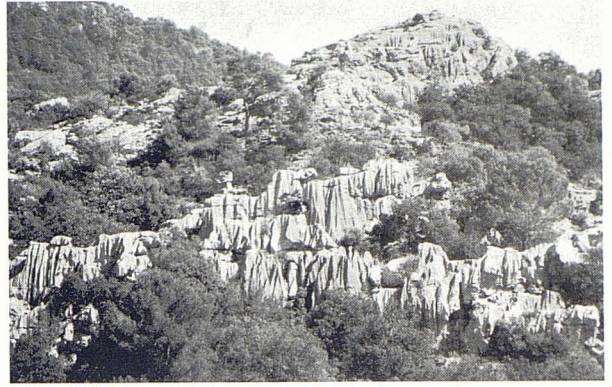


Foto 2: Conjunto de Pirámides de lapiaz (*Spitzkarren*) que emergen sobre un encinar de los alrededores de Lluç. Los surcos que presentan las Pirámides son Canales embudiformes (*Rinnenkarren*) y Canales de pared (*Wandkarren*) cuyas anchuras superan los 20 centímetros.



Foto 4: Canalillos (*Decantation flutes*), con anchuras superiores a los 3 cm, frecuentes en las montañas de la Serra de Tramuntana por encima de los 800 metros s.n.m. Generalmente estos pequeños surcos muestran un trayecto menos rectilíneo que las Estrías de lapiaz y presentan abundantes Concavidades (*Cockling patterns*) a lo largo de su recorrido, como sucede en estos Canalillos del Puig de Massanella.



Foto 3: Canales embudiformes (*Rinnenkarren*) con Escalones (*Trittkarren*) y Estrías (*Rillenkarren*) vistos desde arriba; en los campos de lapiaz (*Karrenfeld*) de Es Castellots (Escorca).



Foto 5: Canaliculos (*Microrills*), de trayecto sinuoso y anchura que apenas sobrepasa los 0,6 mm, vistos desde arriba; en un lapiaz de la Serreta de Cúber (Escorca).

Las estimaciones que se están realizando sobre Abundancia de Criptolapiaz Relicto (A.C.RE.) o sobre Intensidad de Modificación del Lapiaz al Aire Libre (I.M.L.A.L.) apenas han sido iniciadas en la Serra de Tramuntana. Por consiguiente los datos disponibles son todavía escasos y faltos de suficiente base cuantitativa. Sin embargo las observaciones efectuadas parecen sugerir 3 hipótesis, no excluyentes, para explicar la evolución de los campos de lapiaz mallorquines: 1) *Deforestación antropógena*, causada directamente por las actividades humanas; 2) *Deforestación climático-edáfica*, como resultado de la acción repetida de climas periglaciares en lo alto de las montañas durante las glaciaciones; y 3) *Deforestación karstógena*, en el supuesto de que la intensidad de la karstificación llegara a producir una pérdida vertical de suelo, a través de fisuras ensanchadas, superior a la tasa de edafogénesis local. En este sentido, dos aspectos específicos del karst deberían ser tenidos en cuenta para considerar la posible validez de estas 2 últimas hipótesis: a) en rocas calizas muy puras la tasa de producción de suelo es bastante baja; y b) en terrenos fuertemente karstificados la pérdida vertical de suelo, a través de grietas, puede superar a la pérdida oblicua de suelo en vertientes y laderas.

Probablemente la *deforestación antropógena* podría ser estudiada con éxito en las montañas que rodean Pollença, mientras que la *deforestación climático-edáfica* habría de ser comprobada en los picos más altos de la cordillera, que coinciden con el llamado «piso culminal baleárico» de vegetación (caracterizado por la sorprendente carencia de formaciones boscosas). Por último, la *deforestación karstógena* debería tomar como punto de referencia los alrededores de Lluc, donde magníficas *pirámides de lapiaz* sobresalen por encima del bosque de encinas (Foto 2). Habrá de ser objetivo de futuras investigaciones el intentar evaluar cuál es el papel de cada uno de los procesos de deforestación/pérdida de suelo en el contexto de las diferentes localidades.

Observaciones cuantitativas sobre el Lapiaz de Acanaladuras

Al mismo tiempo que se comenzaba la recolección de datos cuantitativos en casi un centenar de localidades distribuidas a lo largo de la Serra de Tramuntana (mediante los cuales se pretendía sistematizar con una base numérica la tipología del lapiaz), ya desde el primer momento se dedicó una atención especial al estudio morfométrico del *lapiaz de acanaladuras*.

El término *acanaladuras* es la traducción literal de *lapiaz à cannelures* (GÈZE, 1973) y equivale al término alemán *Rillenkarren* (TRIMMEL, 1965; SWEETING, 1972), ampliamente utilizado en la bibliografía interna-

cional. Por otra parte, la expresión «acanaladura» es bastante gráfica y puede ser empleada con comodidad en lengua castellana, pero presenta el inconveniente de sugerir quizás más de lo deseable cierta relación genética con la canalización del agua de lluvia, lo que recientes investigaciones han desmentido concluyentemente (véase FORD & LUNDBERG, 1987). Además en esa misma publicación era descrita una nueva morfología de lapiaz, denominada *decantation flutes*, que podría prestarse a confusión con el *Rillenkarren*. Debido a esta ambigüedad he optado por agrupar ambas formas de «aspecto acanalado» con el término meramente morfológico de *Acanaladuras*, reservando la palabra *Estría de lapiaz* para el *Rillenkarren* en sentido estricto.

La atención especial que se le prestó al lapiaz de acanaladuras en las localidades que se iban muestreando respondía a cuatro motivos principales: 1) las *acanaladuras* son las formas de lapiaz más sencillas desde un punto de vista geométrico y por lo tanto son fáciles de medir, pudiendo ser sometidas a tratamiento estadístico sin demasiados problemas; 2) sería interesante establecer una diferenciación rigurosa entre *Rillenkarren* y *Decantation flutes*, fundamentada en criterios exclusivamente morfométricos; 3) según algunos autores, incluido BÖGLI (1980), cabría esperar una mayor longitud del surco (*Rill*) cuanto más cálido fuera el clima, como consecuencia de los procesos físico-químicos implicados en su formación; y 4) si esta tipología elemental presentase diferencias morfométricas significativas en distintos lugares de la Serra de Tramuntana, podría ensayarse su empleo en la caracterización de las eventuales zonaciones altimétricas que se descubrieran durante el estudio. Lo cierto es que los resultados obtenidos tras dos años de mediciones en 50 localidades diferentes han superado las expectativas más optimistas.

La primera etapa consistió en elaborar una metodología de muestreo adecuada. Se optó por escoger estaciones de aproximadamente 50 m² de superficie. En ellas se medía la longitud de las 10 *estrías* más largas, o de las 20 mayores cuando esta morfología era abundante. También se medía la anchura del surco (entre cresta y cresta) de 40, 50, 100 o 120 *estrías*, o de cualquier otra morfología que pudiera parecerse. Los resultados obtenidos en las mediciones se resumen en el listado de la Tabla II, que a su vez contiene los datos que han servido de base para la realización de la Figura 2.

Simultáneamente a la recolección de estas medidas de longitud y anchura, se anotaban unas estimaciones semicuantitativas de las especies vegetales y de las morfologías de lapiaz que acompañaban a las *acanaladuras* en cada estación o localidad, indicando el grado de predominio de las *acanaladuras* en cada campo de lapiaz. Obviamente la ficha de todas las localidades incluía sus coordenadas UTM, la altitud s.n.m. y los datos de temperatura media y precipita-

ciones anuales extraídos del trabajo de GUIJARRO (1986).

Las mediciones de longitud de las 10 estrías más largas (llevadas a cabo en 40 localidades) han proporcionado valores comprendidos entre 10,8 y 46,3 cm, aunque ciertamente el valor inferior es arbitrario ya que existen estaciones con estrías embrionarias o mal desarrolladas que podrían dar medidas incluso menores. En el curso de las observaciones se constató enseguida que en aquellas localidades cuyas precipitaciones no llegan a los 800 mm anuales la presencia de *estrías de lapiaz* es sólo esporádica, sin llegar a predominar en ningún caso sobre el conjunto del lapiaz. Además, en esas localidades «más áridas», las estrías son siempre pequeñas, por más que sus anchuras se mantengan similares a las anchuras medidas en localidades más lluviosas (véanse por ejemplo los datos de CBL, CM1 y ORT, con longitudes que apenas superan los 20 cm y anchuras medias de 17 y 15 mm). Su distribución geográfica, en la periferia de la Serra de Tramuntana, es debida a la disposición de los gradientes de precipitaciones que delimitan máximos de lluvia en los núcleos centrales de la alineación montañosa.

Una vez descartadas las localidades en cuyo contexto las estrías de lapiaz son raras, y que corresponden precisamente a lugares caracterizados por precipitaciones moderadas o escasas, se elaboró una representación gráfica que incluyera los datos de las 33 localidades restantes (Figura 2). En ella puede apreciarse cómo existe una fuerte relación negativa entre la altitud de las localidades s.n.m. y la longitud media de las estrías más largas. La interpretación de la gráfica parece sencilla, puesto que el gradiente altitudinal se manifiesta en este caso como un gradiente de descenso de temperatura a medida que se remonta por las laderas de la Serra de Tramuntana. Si se comparan los valores extremos procedentes de VM2 (altitud: 150 s.n.m.; longitud media estrías = 41,9 cm) y de PM2 (altitud: 1.190 s.n.m.; longitud media estrías = 14,4 cm), así como el conjunto de datos intermedios, esta tendencia resulta evidente. El ajuste de una recta

de regresión a la nube de puntos que proporcionan las 33 localidades, cuya situación geográfica aproximada queda indicada en la Figura 3, es tan satisfactorio ($r^2 = 0,8$) que la hipótesis que postulaba un mayor alargamiento de las *estrías de lapiaz* ligado al aumento de temperatura se ve claramente reforzada.

La importancia del factor temperatura en la longitud de las *estrías* probablemente es muy notable. En la Figura 2 se han utilizado dos símbolos distintos para significar la ubicación general a macroescala de las localidades muestreadas, en la «solana» o «umbría» de la cordillera: el hexágono indica vertientes «cálidas» orientadas hacia el SE, mientras que el círculo atravesado designa vertientes «frescas» orientadas hacia el NW. Otra prueba del papel determinante desempeñado por la temperatura se refiere a la orientación que presentan a mesoescala los buenos afloramientos de *estrías*, los cuales sólo aparecen en su óptimo desarrollo en aquellas losas de roca dirigidas hacia el SE-S-SW, de acuerdo con las observaciones de HEINEMANN *et al.* (1977).

Las mediciones de anchura, por el contrario, mostraron una notable constancia en la casi totalidad de las localidades prospeccionadas. En efecto, los valores de las medias de anchura oscilan entre 15 y 17 mm, en los campos de lapiaz situados a alturas comprendidas entre 20 y 750 metros s.n.m., en tanto que los valores modales se establecen entre 12 y 19 mm. Si estas observaciones se comparan con los datos morfométricos publicados por DUNKERLEY (1979) y con los reunidos por FORD & LUNDBERG (1987) la concordancia resulta evidente. Sólo la localidad QLL y el conjunto de mediciones y observaciones efectuadas en las principales montañas, por encima de los 800 metros s.n.m., se distancian de los valores medios propios del *Rillenkarren* (véanse los datos de AU2, MA3, PDA y SA3).

Las curvas de distribución de frecuencias son también muy similares en todos los campos de lapiaz situados por debajo de la cota 750 s.n.m. (así sucede con CBL, CMU, CM1, CSH, ORT, PIX, PXE, SCA, SO2, SP2, TRC, VM1 y VM2), tal como está docu-

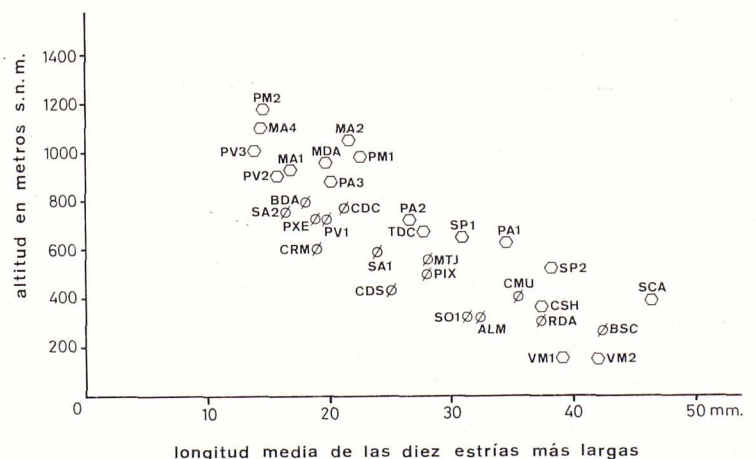


Figura 2: Relación entre la altitud sobre el nivel del mar, en 33 localidades de la Serra de Tramuntana (con precipitaciones superiores a los 800 mm. anuales), y la longitud media de las 10 estrías de lapiaz (*Rillenkarren*) más largas de cada localidad.

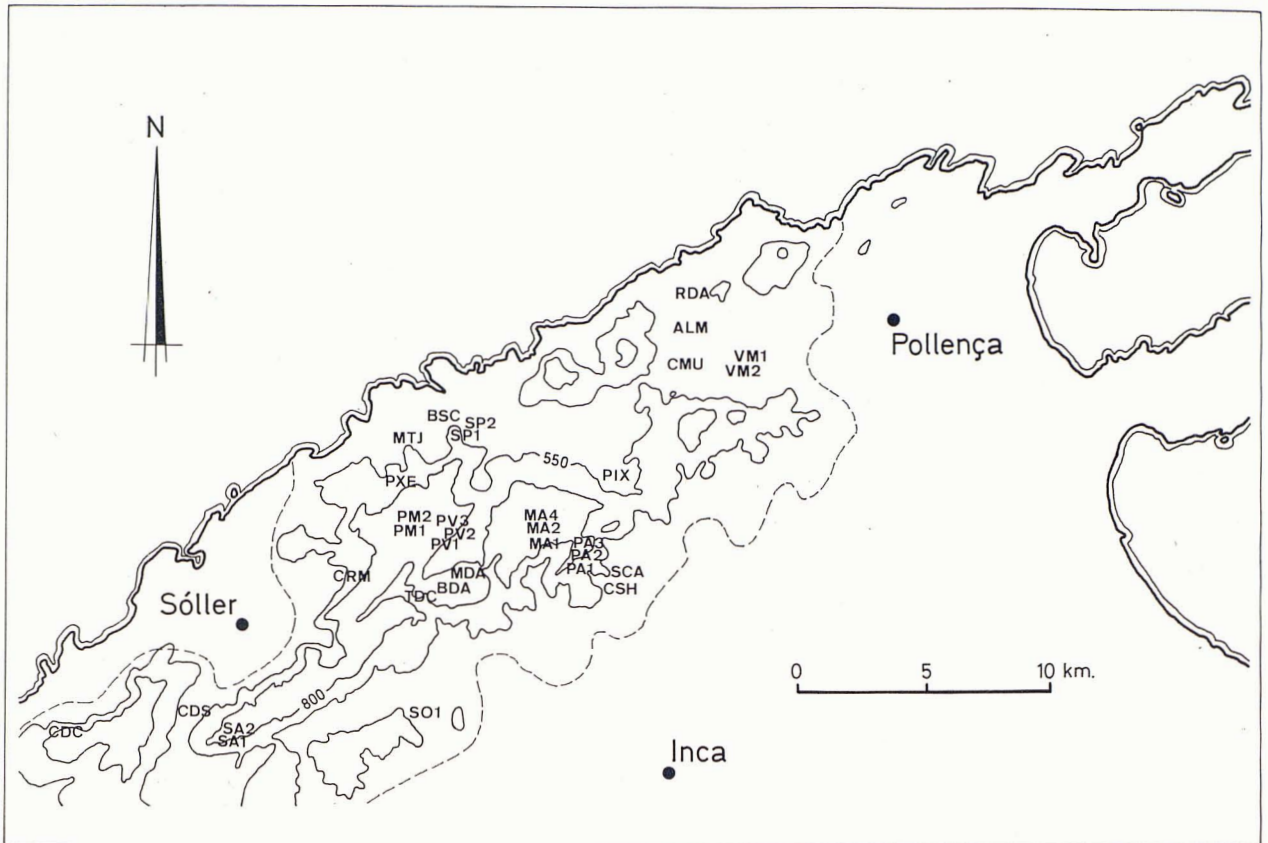


Figura 3: Situación de las localidades en que se han efectuado observaciones morfométricas sobre la longitud máxima de sus estrías de lapiaz. En el dibujo se incluyen las curvas de nivel correspondientes a las cotas de 550 y 800 metros s.n.m., así como la isoyeta de los 800 mm. anuales de precipitaciones.

mentado en GINÉS (1989). La distribución de frecuencias de anchura procedente de QLL, localidad ubicada a 550 metros s.n.m., es la única excepción entre las que han sido estudiadas puesto que se registran unas dimensiones mayores que las normales. Este hecho quizás podría atribuirse a la presencia de una cubierta arbórea de encinar en sus inmediaciones. Algunos investigadores han propuesto que la anchura de las acanaladuras puede guardar cierta relación con el tamaño de las gotas que impactan sobre la roca. Si se confirmara esta hipótesis, ello explicaría las anchuras anómalas que se observan en algunas estaciones de bosque clareado; sin olvidar que las morfologías de *Rillenkarren* (*estrías de lapiaz*) no son compatibles con un bosque denso, por tratarse de formas de *lapiaz libre* (*Freie Karren*) en el sentido de BÖGLI (1980).

Por lo tanto, sólo se han podido detectar anomalías en los valores medios de anchura y en las curvas de distribución de frecuencias cuando se dan dos situaciones fáciles de identificar: a) en localidades influidas por la proximidad de árboles, tal como acaba de mencionarse; y b) en localidades emplazadas por encima de los 800 metros s.n.m., donde es difícil distinguir las *estrías* de otras microformas muy semejantes atribuibles al tipo de lapiaz denominado *decantation*

flutes. Estas anomalías se aprecian fácilmente en la Figura 4, en la que se compara la distribución de frecuencias de anchura correspondientes a MA3 (1.075 metros s.n.m.) y CMU (410 metros s.n.m.). En mi opinión la localidad Coll Font de s'Avenç (MA3) contiene una población mixta de *Rillenkarren* (= *Estrías*) y de *Decantation flutes* (= *Canalillos*), difíciles de distinguir en la práctica. No obstante, el análisis de las curvas de distribución de frecuencias, obtenidas a partir de los datos pertenecientes a otras 15 localidades, demuestran que las poblaciones de *estrías* típicas (Foto 3) raramente poseen acanaladuras que sobrepasen los 25 mm. de anchura, lo cual permitiría separar ambas clases de acanaladuras sobre una base numérica más objetiva.

Probablemente los caracteres diagnósticos de los *Canalillos*, entendiendo por tales las acanaladuras que desde un punto de vista genético corresponden al concepto de *Decantation flutes* (FORD & LUNDBERG, 1987; FORD & WILLIAMS, 1989), serían: 1) anchuras medias superiores a los 25 mm; 2) trayecto menos rectilíneo que en el caso de las *estrías*; 3) presencia frecuente de concavidades en el interior del surco (Foto 4); y 4) nacimiento de la acanaladura generalmente en los flancos de la roca y sólo de un modo ex-

LOCALIDAD		Altitud en metros s.n.m.	Longitud máxima de las estrías en centímetros		Anchura de las estrías en milímetros, incluyendo canalillos		
Código	Municipio		media	n	media	n	moda
ALM	Escorca	325	32,5	10			
ALM	Escorca	325	29,4	20			
AU2	Escorca	1.000			47	10	
AU3	Escorca	1.020			52,3	6	
BDA	Escorca	800	19,3	5			
BSC	Escorca	230	42,35	10			
CBL	Pollença	40	16,3	10	15,7	50	14
CBU	Bunyola	450	13	5			
CDC	Deià	775	21,15	10			
CDS	Sóller	440	25	10			
CMU	Escorca	410	35,5	10			
CMU	Escorca	410	27,3	25	15,3	100	15
CM1	Andratx	50	14,35	10	17,3	100	19
CM2	Andratx	50	15,1	10			
CM2	Andratx	50	14,13	15			
CRM	Fornalutx	610	18,9	10			
CSH	Selva	350	37,2	10			
CSH	Selva	350	32,8	20	16,15	100	15
FO1	Pollença	110	24,5	10			
FO2	Pollença	140	21,15	10			
MA1	Escorca	925	16,65	10			
MA2	Escorca	1.050	21,6	10			
MA3	Escorca	1.075			27,4	120	25
MA4	Escorca	1.100	14,35	10			
MDA	Escorca	950	19,5	10			
MTJ	Escorca	560	27,95	10			
ORT	Andratx	200	23,65	10	15,24	100	14
PA1	Selva	630	34,3	10			
PA2	Selva	720	26,5	10			
PA3	Selva	870	20	10			
PA4	Selva	970	33,2	10			
PDA	Valdemossa	890			36,1	50	35
PIX	Escorca	490	28	10			
PIX	Escorca	490	26,15	20	15,9	100	17
PM1	Escorca	970	22,3	10			
PM2	Escorca	1.190	14,4	10			
PSB	Andratx	400	10,8	10			
PV1	Escorca	725	19,5	10			
PV2	Escorca	900	15,5	10			
PV3	Escorca	1.000	13,85	10			
PXE	Escorca	730	19,05	10	16,9	100	16
QLL	Escorca	550			23,2	40	22
RDA	Pollença	310	37,35	10			
SA1	Bunyola	600	24,05	10			
SA2	Bunyola	750	16,4	10			
SA3	Bunyola	775			40,3	15	
SCA	Selva	380	46,3	10			
SCA	Selva	380	39,75	20	16,02	120	16
SO1	Alaró	325	31,3	10			
SO2	Alaró	320			14,98	100	15
SP1	Escorca	650	30,8	10			
SP2	Escorca	550	38,15	10			
SP2	Escorca	550	34,1	20	17,08	120	14
TDC	Escorca	670	27,6	10			
TRC	Escorca	650			17	100	15
VM1	Pollença	150	39	10			
VM1	Pollença	150	34,25	20	18,38	120	15
VM2	Pollença	150	41,9	10			
VM2	Pollença	150	37,65	20	17,06	120	12

Tabla II

Localidad	Anchura en mm.:	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	≥40	
SCA (380 s.n.m.)		0	0	1	1	6	5	9	13	3	10	10	14	9	6	4	7	9	3	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MA3 (1.075 s.n.m.)		0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	0	4	1	3	6	2	6	5	1	10	5	11	3	1	7	8	5	7	1	7	5	1	0	0	1	11	

n = 120

Tabla III

cepcional en el ápice de la roca. Para facilitar la comparación entre ambos tipos de acanaladuras, la Tabla III incluye las medidas procedentes de MA3 y las de SCA, siendo esta última una localidad típica de *estrias de lapiaz*.

Zonación altitudinal del Lapiaz

La distribución de los diversos tipos de morfologías de lapiaz en la Serra de Tramuntana parece sugerir una clara zonación altitudinal, que ya había sido planteada en anteriores trabajos (GINÉS & GINÉS, 1989; GINÉS, 1989). La disposición geográfica de la cordillera, relativamente simétrica y con gradientes térmicos y pluviométricos que casi se superponen a las curvas de nivel, propicia unas condiciones excepcionales para comprobar esa posible distribución zonada de las formas de lapiaz y para intentar evaluar los factores ambientales que puedan incidir en cada contexto geo-ecológico local.

Los datos que la campaña de observaciones ha permitido reunir hasta la fecha, después de prospec-

cionar un total de 98 estaciones que se extienden desde el Cap Andritxol hasta la península de Formentor, constituyen una base suficiente para poder afirmar que las morfologías de lapiaz siguen pautas de distribución relativamente concéntricas en torno a las montañas más altas de la Serra de Tramuntana. Las diferencias entre conjuntos de microformas exokársticas son consistentes con esa estructura zonada y los límites separadores de zonas probablemente podrán ser delimitados con bastante facilidad, utilizando criterios cuantitativos, en breve plazo de tiempo; cuando la metodología que está siendo elaborada se afine y contraste con otras estaciones representativas, ya durante el año próximo. Sin duda hay todavía mucho trabajo por hacer y además numerosas cuestiones permanecen poco resueltas, pero sorprende la claridad con que se manifiestan las distintas bandas zonales, posibilitando así la aplicación de técnicas matemáticas procedentes del campo de la Ecología numérica.

De una manera semicuantitativa y como un avance de las evidencias que se han logrado recolectar en el transcurso de estos dos últimos años, estableceré en las líneas siguientes una propuesta de división zonal,

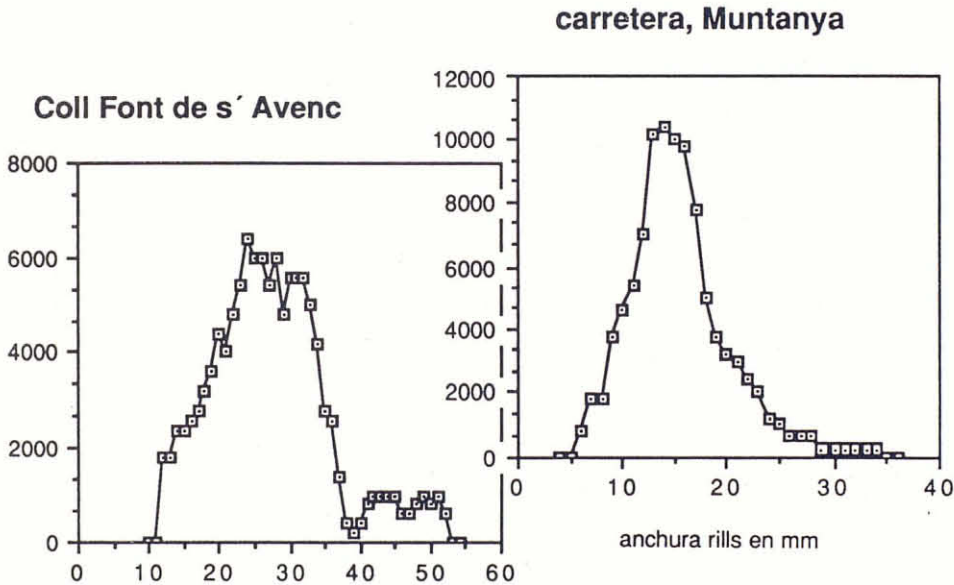


Figura 4: Comparación de las distribuciones de frecuencia que presentan las mediciones de acanaladuras obtenidas en la localidad carretera - Muntanya CMU (anchura media = 15 mm, moda = 15 mm) y en la localidad Coll Font de s'Avenc - Puig de Massanella MA3 (anchura media = 27,4 mm, moda = 25 mm). Mientras los datos de CMU pertenecen a típicas estrias de lapiaz, es probable que las

«acanaladuras» de MA3 correspondan a *Decantation Flutes* en el sentido de FORD & LUNDBERG (1987). Las medidas fueron obtenidas y agrupadas en clases de 1 mm, siendo posteriormente suavizadas durante la realización de la gráfica; los valores que aparecen en ordenadas son, por consiguiente, arbitrarios.

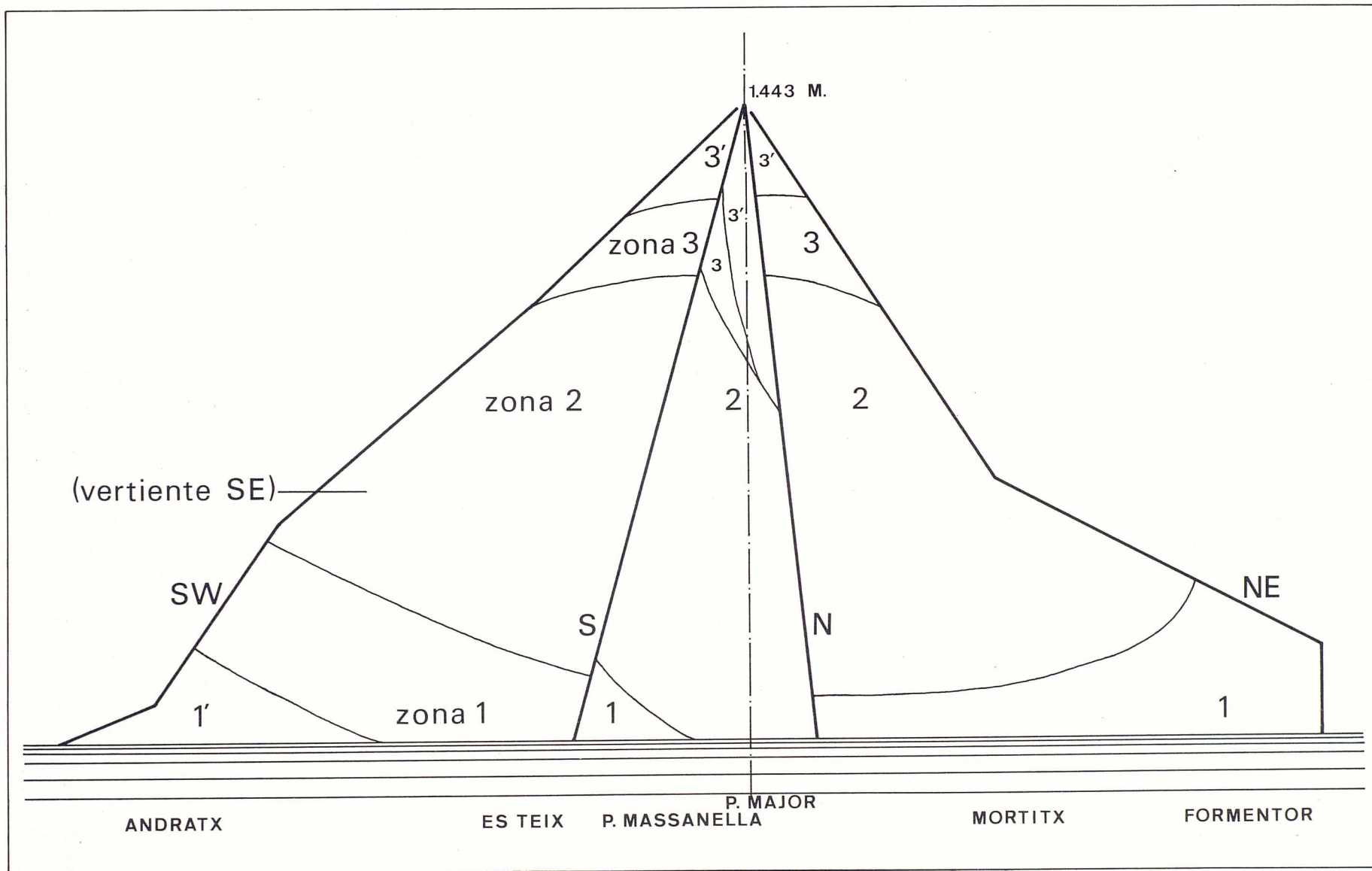


Figura 5: Diagrama esquemático en el que se sugiere una distribución zonada de las principales morfologías de lapiaz, tal como se observan en la Serra de Tramuntana (Mallorca).

según aparece expresada gráficamente en la Figura 5. En ella se distinguen 3 franjas principales: una zona periférica caracterizada por su mayor aridez (**zona 1**); una zona intermedia en la que el lapiaz se impone con fuerza dentro del paisaje (**zona 2**); y una zona superior, por encima de los 800 metros en la vertiente N pero que puede comenzar a los 1.100 metros de altitud en las laderas S de las montañas (**zona 3**). Junto con esas tres zonas, donde el lapiaz se muestra bajo diferentes conjuntos de microformas bien definidas, he incorporado dos subzonas extremas que se podrían calificar de *lapiaz indiferenciado*. En ambas subzonas no se reconocen formas elementales de lapiaz aunque tampoco faltan pequeñas huellas de corrosión; por el contrario la presencia de una intensa colonización líquénica parece indicar que los microorganismos rupícolas son los más importantes agentes de meteorización en esos terrenos. Atendiendo a este hecho habría motivos suficientes para considerar las dos subzonas como sendos casos particulares de *Biokarst* (ver VILES, 1984).

La **subzona 1'** carece de morfologías exokársticas destacables, a excepción de *lapiaz de diaclasas* poco abundante y *criptolapiaz* de aspecto cavernoso. En cambio, la superficie de las rocas está, por lo general, bien colonizada por líquenes xéricos que llegan a alcanzar coberturas bastante considerables. Algunos *pocillos* y *cubetas* muy rudimentarias son las únicas microformas elementales que llegan a estar representadas. Las estrías no se desarrollan bien y apenas pueden reconocerse. El extremo SW de la cordillera, incluyendo la Serra de na Burguesa, pertenecería a esta subzona, que probablemente debe estar relacionada con la escasez de precipitaciones (por debajo de 500 mm anuales).

La **zona 1** comprendería toda una banda periférica al pie de la alineación montañosa, faltando en la vertiente N del sector que se extiende desde el Puig de Bàltx hasta las estribaciones septentrionales del Puig de Ternelles. Está bien representada en la península de Formentor y en las montañas de la comarca de Andratx, donde es posible encontrar pequeños afloramientos aislados de *estrías de lapiaz* y algunos raros *canales de pared*. Predomina el lapiaz formado por agua quieta, habiendo varias localidades muy típicas de esta clase de microformas: *pocillos* en el Mirador de Es Colomer (Formentor, Pollença), *cubetas* en las lomas que rodean Sa Trapa (Andratx) y *canaliculos* en Coves Blanques (Pollença). Sintomáticamente parece que las microformas producidas por agua circulante no logran imponerse, mientras que las *etched forms* en el sentido de WHITE (1988) dominan de un modo evidente. Quizás ello podría obedecer a la cantidad moderada de precipitaciones que reciben estos terrenos periféricos (entre 500 y 800 mm anuales).

La **zona 2** abarca la totalidad de los *campos de lapiaz* más espectaculares de la Serra de Tramuntana. En parte, las grandes *pirámides de lapiaz* (*Spitz-*

karren) que la caracterizan pertenecen a una herencia geomorfológica muy difícil de atribuir a los climas postglaciales, por las dimensiones excesivas que poseen. Pero es innegable que las formas decimétricas de lapiaz, como los *canales de pared* y *canales embudiformes* aparecen en gran profusión. Aún mayor valor diagnóstico presentan los *canales estriados* y *escalones*, que alcanzan su óptimo en esta zona; así como las *estrías de lapiaz*, cuyas dimensiones van menguando a medida que se asciende, pero manteniendo (en esta banda zonal) siempre longitudes medias máximas por encima de 20 cm. La abundancia de *canales* (*embudiformes*, *estriados* y *de pared*), surcados a su vez por numerosas *estrías*, dan un aspecto verticalizado a los extensos campos de lapiaz que ocupan esta **zona 2**, ya que los *escalones* horizontales quedan ocultos en el interior de los magníficos *canales*. Resulta patente el predominio del lapiaz formado por agua que circula, lo cual puede estar relacionado con una excepcional combinación de temperaturas altas y precipitaciones bastante considerables (entre 800 y 1.100 mm anuales). Tampoco se puede ignorar la ausencia de efectos destructivos periglaciales en estas altitudes más bien moderadas (entre 150 y 850 metros s.n.m. por término medio).

La **zona 3** corresponde a las partes altas de las montañas y viene delimitada por la progresiva extinción de las *estrías de lapiaz* y su sustitución por *canalillos* de mayor anchura y de trayecto algo sinuoso. Paralelamente los *escalones* son reemplazados por *concauidades* y *ondulaciones*, las cuales en las cotas inferiores de esta zona (que va desde los 800 a los 1.200 metros s.n.m. aproximadamente) dan un aspecto horizontal al conjunto del lapiaz, debido a que aparecen dispuestas en tendencias más o menos escalonadas. Hacia arriba estas tendencias se vuelven más irregulares. Los *canales* pierden verticalidad e importancia, quedando únicamente bien representados los *canales de decantación* y *canales meandriformes* junto a escasos *canales de pared*. Se constata un predominio del *lapiaz de diaclasas* y de las formas generadas por agua que circula sin canalizar; sobre todo de las morfologías de decantación (FORD & WILLIAMS, 1989). Las temperaturas más bajas y las precipitaciones superiores a los 1.100 mm anuales deben ser las responsables de estos cambios morfológicos en el lapiaz. Tampoco hay que descartar la acción heredada de climas periglaciales que hayan arrasado las crestas y salientes, aplanando los afloramientos de roca caliza y potenciando probablemente topografías favorables a las formas de decantación.

La **subzona 3'** vuelve a ser otra banda de *biokarst* donde predomina la colonización de líquenes, sobre todo endolíticos, alcanzando coberturas de casi el 100 %. La pobreza de formas de lapiaz es manifiesta, limitándose a *lapiaz de diaclasas* y a pequeños *canales de decantación* en las orillas de las losas calcáreas. Las cumbres de las principales montañas entra-

rían dentro de esta subzona quizás como resultado del efecto de las nubes persistentes y del rocío. En las vertientes orientadas hacia el N y en sectores umbríos este ambiente morfogenético dominado por los líquenes endolíticos puede descender hasta por debajo de los 700 metros s.n.m., aunque la comunidad liquénica cambia y aparecen también líquenes epilíticos y *canaliculos* (Foto 5) que podrían indicar el importante papel del rocío en estos microambientes extremos.

Evidentemente estas páginas no son otra cosa que apuntes provisionales, basados en un largo trabajo de campo, pero que requieren aún más prospecciones sobre el terreno y todavía mayor tratamiento numérico a desarrollar en el futuro. Pero lo que se pretendía era sentar las bases de una metodología original que permite interpretar las microformas de lapiaz como auténticos geoindicadores ecológicos. Las perspectivas que se abren al poder asociar zonas de lapiaz con zonas de vegetación se encaminan en esa dirección.

Bibliografía

- BÄR, W.-F. (1989): «Atlas Internacional del Karst. Hoja 5: Lluc/Sierra Norte (Mallorca)». *Endins*, 14-15: 27-42. Palma de Mallorca.
- BÄR, W.-F.; FUCHS, F. & NAGEL, G. (1986): «Lluc/Sierra Norte (Mallorca). Karst einer Mediterranen Insel mit Alpidischer Struktur». *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. suppl. 59, karst: 27-48. Berlín.
- BAUER, F. (1962): «Nacheiszeitliche Karstformen in den Österreichischen Kalkhochalpen». *Actes du 2ème Congr. Internat. Spéléologie*, I: 299-328. Bari.
- BÖGLI, A. (1960): «Kalklösung und Karrenbildung». *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. suppl. 2: 4-21. Berlín.
- BÖGLI, A. (1976): «Die wichtigsten Karrenformen der Kalkalpen». in Gams, I. Ed. «Karst processes and relevant landforms», International Speleological Union, Symposium on karst denudation: 141-149. Ljubljana.
- BÖGLI, A. (1980): «Karst Hydrology and Physical Speleology». Springer-Verlag. 284 págs. Berlín.
- COLOM, G. (1975): «Geología de Mallorca». Ed. Instituto de Estudios Baleáricos. 2 vols. 519 págs. Palma de Mallorca.
- COLOM, G. (1982): «Geomorfología de Mallorca. El relieve y la forma de sus montañas». Gráficas Miramar. 165 págs. Palma de Mallorca.
- DARDER, B. (1930): «Algunos fenómenos cársticos en la isla de Mallorca». *Ibérica*, 32 (núm. 818): 154-156. Barcelona.
- DUNKERLEY, D.L. (1979): «The morphology and development of Rillenkarren». *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 23(3): 332-348. Berlín.
- DZULYNSKI, S.; GIL, E. & RUDNICKI, J. (1988): «Experiments on Kluffkarren and related Lapies forms». *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 32(1): 1-16. Berlín.
- FALLOT, P. (1922): «Étude géologique de la Sierra de Majorque». Impr. Béranger. 480 págs. París.
- FORD, D.C. & LUNDBERG, J. (1987): «A review of dissolutional rills in limestone and other soluble rocks». *Catena* suppl. 8: 119-140. Braunschweig.
- FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (1989): «Karst Geomorphology and Hydrology». Unwin Hyman Ltd. 601 págs. Londres.
- GAMS, I. (1973): «Forms of subsoil karst». *Proceedings of the 6th International Congress of Speleology*. Vol II: 169-179. Olomouc.
- GAMS, I. (1987): «Adaptation of the karst land for the agrarian use in the Mediterranean. Problems of research and of conservation (A survey)». *Endins*, 13: 65-70. Palma de Mallorca.
- GÈZE, B. (1973): «Lexique des termes français de spéléologie physique et de karstologie». *Annales de Spéléologie*, 28(1): 1-20. Moulis.
- GINÉS, A. (1989): «Morfología kárstica y vegetación en la Serra de Tramuntana. Primeros datos». Memoria de investigación 3.er Ciclo, Univ. de les Illes Balears. 86 págs. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J.; POMAR, L. & SALVÀ P.A. (1979): «La Serra de Tramuntana». VI Coloquio de Geografía. Excursión núm. 1. 38 págs. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1979): «L'Aenc Fonda (Pollença, Mallorca). Situación y morfología exterior». *Endins*, 5-6: 39-42. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): «El Karst en las Islas Baleares». in Durán, J. J. & López-Martínez, J. Eds. «El Karst en España», S.E.G. Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GUIJARRO, J.A. (1986): «Contribución a la Bioclimatología de Baleares». Tesis Doctoral, Univ. de les Illes Balears. 232 págs. y anexos. Palma de Mallorca.
- HEINEMANN, U.; KAADEN, K. & PFEFFER, K.-H. (1977): «Neue Aspekte zum Phänomen der Rillenkarren». *Abh. Karst-Höhlenkunde A*, 15: 56-80. Festschrift Alfred Bögli. Stuttgart.
- JAKUCS, L. (1977): «Morphogenetics of karst regions. Variants of karst evolution». *Akadémiai Kiadó*. 284 págs. Budapest.
- JENNINGS, J.N. (1985): «Karst Geomorphology». Basil Blackwell Ltd. 293 págs. Oxford.
- LOZANO, R. (1884): «Anotaciones físicas y geológicas de la Isla de Mallorca». 68 págs. Palma de Mallorca.
- MAIRE, R. (1980): «Éléments de Karstologie physique». *Spelunca*, spécial n.º 3: 1-57. Millau.
- MARTEL, E.A. (1903): «Les cavernes de Majorque». *Spelunca (Bull. et Mém. de la Société de Spéléologie)*, Vol. 5, núm. 32: 1-32. París.
- MENSCHING, H. (1955): «Karst und Terra Rossa auf Mallorca». *Erdkunde*, 9: 188-196. Bonn.
- PAGENSTECHE, H.A. (1867): «La isla de Mallorca». Imprenta Guasp. 194 págs. Palma de Mallorca.
- PERNA, G. & SAURO, U. (1978): «Atlante delle microforme di dissoluzione carsica superficiale del Trentino e del Veneto». *Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali*, 22 nueva serie: 1-176. Trento.
- PRAESNT, H. (1911): «Bau und Boden der Balearischen Inseln». *Jahresbericht der Geogr. Gesellsch.*, 13: 19-106. Greifswald.
- SWEETING, M.M. (1972): «Karst Landforms». The Macmillan Press. 362 págs. Londres.
- TRIMMEL, H. (1965): «Speläologisches Fachwörterbuch». Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich. 109 págs. Viena.
- VILES, H.A. (1984): «Biokarst: review and prospect». *Progress in Physical Geography*, 8(4): 523-542. Londres.
- WHITE, W.B. (1988): «Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains». Oxford University Press. 464 págs. Nueva York.

ESTIGOFAUNA DE LES PETITES ILLES DEL SUD DE MALLORCA: CABRERA I DRAGONERA

per Damià JAUME*

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos en la prospección faunística preliminar de los estigohábitats no marinos conocidos en el archipiélago de Cabrera e isla de Sa Dragonera (costa sur de Mallorca, Baleares). Se han reconocido los siguientes taxones: *Bogidiella balearica* Dancau, y 2 especies no descritas de *Pseudoniphargus*, simpátricas y dulceacuícolas, actualmente en estudio, en Cabrera; en cuanto a Sa Dragonera, se confirma la presencia de *Salentinella angelieri* Ruffo y *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, y se citan por primera vez *Metacyclops subdolos* Kiefer y un sincárido batineláceo no determinado.

Abstract

Results of faunistic prospection of non-marine stighabitats from Cabrera archipelago and Sa Dragonera island (south coast of Mallorca, Balearic islands) are presented. 7 taxa have been reported, viz. *Bogidiella balearica* Dancau, and 2 new, freshwater and sympatric, *Pseudoniphargus* species, now under study, from Cabrera; *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, *Salentinella angelieri* Ruffo, *Metacyclops subdolos* Kiefer, and unassigned batinellid scarida are cited from Sa Dragonera.

Introducció

L'estigofauna de les petites illes del sud de Mallorca no ha rebut l'atenció que s'ha dedicat a l'illa principal. A l'inventari de cavitats aptes per a la prospecció de fauna aquàtica a les Balears de GINÉS i GINÉS (1977), s'observa que n'hi ha d'adients a Sa Dragonera (Cova des Moro), Cabrera (Cova des Burri), i Conillera (Cova de sa Llumeta). Les úniques dades de que disposam sobre el poblament faunístic d'aquestes aigües les trobam a GINÉS i GINÉS, loc. cit., que citen *Typhlocirolana moraguesi* i *Salentinella* sp. al llac glacio-eustàtic de la cova des Moro, a Sa Dragonera, i *Salentinella* sp. al de la cova des Burri, a Cabrera.

Recentment, i dins d'un programa de prospecció faunística més ampli, s'ha tengut l'oportunitat de passar temporades curtes a Sa Dragonera i a l'arxipèlag de Cabrera. Ha estat per tant possible realitzar trampeigs de llarga durada, amb resultats força encoratjadors, que passarem a esmentar a continuació. No ha

estat possible prendre dades referents al quimisme de l'aigua dels llacs, havent estat sols el paladar l'instrument utilitzat per distingir el seu grau de salinitat. Tot el material capturat es troba dipositat a la col·lecció carcinològica «Museu de la Natura de les Illes Balears» (MNCM).

Resultats

CABRERA

Cova des Burri

DESCRIPCIÓ

Situada a la part Est de l'illa, just a l'enfront dels esculls de les Bledes. La boca de la cova es troba a uns 20 m s.n.m. El fons de la cavitat es troba ocupat per un llac glacio-eustàtic de dimensions considerables, d'aigües totalment salmenques.

* Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

FAUNA

El trampeig, de 2 dies de durada, va resultar infructuós. No obstant, es va poder capturar un exemplar d'amfípode a les aigües obertes, mitjançant una xarxa de plàncton, atribuïble a *Bogidiella balearica* Dancau, 1973 emend. STOCK & ILIFFE, 1987. Donat que el nostre exemplar es presentava parcialment desmembrat, hem optat per representar tots els apèndix recuperats (Figs. 1 i 2). La morfologia es correspon bastant bé a les descripcions abans esmentades, enc que hi ha algunes diferències: El marge palmar propodial del gnatopodi 1 del nostre exemplar porta 9 espines bífides en lloc de les 5 descrites al tipus, també 9 espines bífides al marge palmar del propodi del gnatopodi 2, essent 6 les descrites a l'exemplar tipus; hi ha 2 espines dentades al lòbul intern del maxil·lípede, com els exemplars descrits per FORNÓS *et al.* (1989) a la cova de sa Gleda (l'exemplar tipus en porta 3, d'aquestes espines). Altres diferències es detecten a nivell de la setació de les plaques epimerals 1-3, que porten, la primera i la segona, una seda al marge posterior i dos al ventral, mentre que la tercera placa epimeral sols porta una seda al marge posterior; cap seda, ni posterior ni ventral, presenta el tipus, i sols 1 posterior a les plaques 1 i 2, mentre que la tercera placa epimeral no en porta cap, els exemplars descrits per FORNÓS *et al.* (1989). Donada la migradesa de les captures d'exemplars d'aquesta espècie, resultaria d'interès descriure acuradament tots els que es vagin capturant, per tal de delimitar la variabilitat. La troballa d'aquesta espècie a Cabrera és de notable interès, donat que fins ara se la considerava endèmica de la regió de Manacor.

GINÉS i GINÉS (1977) van capturar a la mateixa cavitat un cert nombre d'amfípodes que van atribuir al gènere *Salentinella*, però que no van determinar a nivell específic. Malauradament, cap exemplar va ésser capturat en el decurs de la nostra prospecció, quedant per tant pendent la seva determinació.

Hort de can Feliu

DESCRIPCIÓ

A l'hort just a l'enfront de les cases de can Feliu, a la zona del port de Cabrera, i a uns 10 m d'alçada sobre la mar, es troba una mina d'uns 20 m de recorregut, tancada amb una porta de fusta, que desemboca a una sala totalment inundada, d'uns 4 × 2 m, malgrat que el seu extrem sembla tenir continuació per sota l'aigua. La sala no té aspecte d'ésser artificial, enc que pot haver estat retocada per millorar el seu ús com a magatzem d'aigua per rec. L'aigua és totalment dolça i potable, amb gran quantitat de calcita flotant. Dita cavitat és l'única coneguda en l'actualitat a Cabrera amb aigua totalment dolça.

FAUNA

Les trames van lliurar un bon nombre d'amfípodes de fins a 10 mm de mida, que han resultat pertànyer a 2 espècies no descrites, simpàtriques, de *Pseudoniphargus*. La distinció entre elles no presenta problemes, donat que una d'elles porta el telson no escotat, amb 3 espines terminals a cada extrem, presenta espines basofacial i medial al peduncle de l'uropodi 1, exopodit de l'uropodi 3 relativament curt i plaques epimerals 1-3 amb l'extrem inferoposterior no punxegut; l'altra presenta el telson escotat, amb 1-2 espines implantades sub-distalment a cada lòbul, les espines basofacial i medial són absents al peduncle de l'uropodi 1, exopodit de l'uropodi 3 més curt que a l'espècie anterior, plaques epimerals amb l'extrem inferoposterior punxegut, i dimorfisme sexual manifest a nivell dels propodis dels gnatopodis 2. El material es troba ara en fase d'estudi, i serà objecte d'una publicació ulterior.

Les trames van lliurar també un turbelari d'uns 10 mm, que es va desintegrar just fixar la mostra.

CONILLERA

Cova de sa Llumeta

La cova es troba a la caleta de s'Escala, amb la boca d'entrada a uns 18 m d'alçada. Està perfectament descrita i topografiada a TRIAS (1974). El fons de la cova es troba ocupat per un llac que sembla haver emmagatzemat aigua dolça en superfície en algun moment de la seva història, fet deduïble de les troballes arqueològiques realitzades a l'interior de la cavitat (TRIAS, loc. cit.). En l'actualitat, l'aigua emmagatzemada és totalment salada, i el poblament faunístic, important quantitativament, és marí (vàries espècies de copèpodes, ostràcodes, petits decàpodes i larves de peix, totes marines i en fase d'estudi). Sembla, doncs, confirmar-se l'afirmació de TRIAS op. cit. referent a la comunicació directa de dita cavitat amb la mar.

És de destacar la troballa d'un poll de *Puffinus mauretanicus* ofegat recent a la superfície del llac, i d'un adult de la mateixa espècie en avançat estat de descomposició a pocs metres de la vorera. Petjades humanes a l'arena delaten possiblement el causant de l'estrall. La cavitat, donada la profusió de restes d'aquesta espècie escampats i enterrats entre l'arena, sembla haver estat fins temps recents un important cau de cria de baldritjes. Tal vegada recuperàs sa vocació prenent l'administració les mesures necessàries.

SA DRAGONERA

Cova des Moro

Es tracta de la cavitat balear de la qual tenim la més antiga referència escrita, ja que apareix al «Llibre



Figura 1: *Bogidiella balearica* Dancau, 1973, de la cova des Burri, Cabrera. a, cephalon; b, base de les segones antenes; c, mandíbula esquerra; d, maxil·la 1 (incompleta); e, lòbul extern del maxil·lípede; f, lòbul intern del maxil·lípede; g, palp del maxil·lípede; h, placa coxal del gnatopodi 1; i, placa coxal del gnatopodi 2; j, placa coxal del pereiopodi 3; k, pleopodi 1; l, peduncle del pleopodi 2; m, pleopodi 3; n, maxil·la 2; o, p, q, uropodis 1-3, respectivament; r, telson.



Figura 2: *Bogidiella balearica* Dancau, 1973 de la cova des Burri, Cabrera. a, gnatopodi 1 (propodi i dàctil no representats); b, propodi i dàctil del gnatopodi 1; c, gnatopodi 2 (propodi i dàctil no representats); d, propodi i dàctil del gnatopodi 2; e, basi-, isquio- i meropodit del pereopodi 7; f, carpo-, propodi i dactilopodit del pereopodi 7; g, pereopodi 3; h, carpo-, propodi i dactilopodit del pereopodi 6; i, plaques epimerals 1-3.

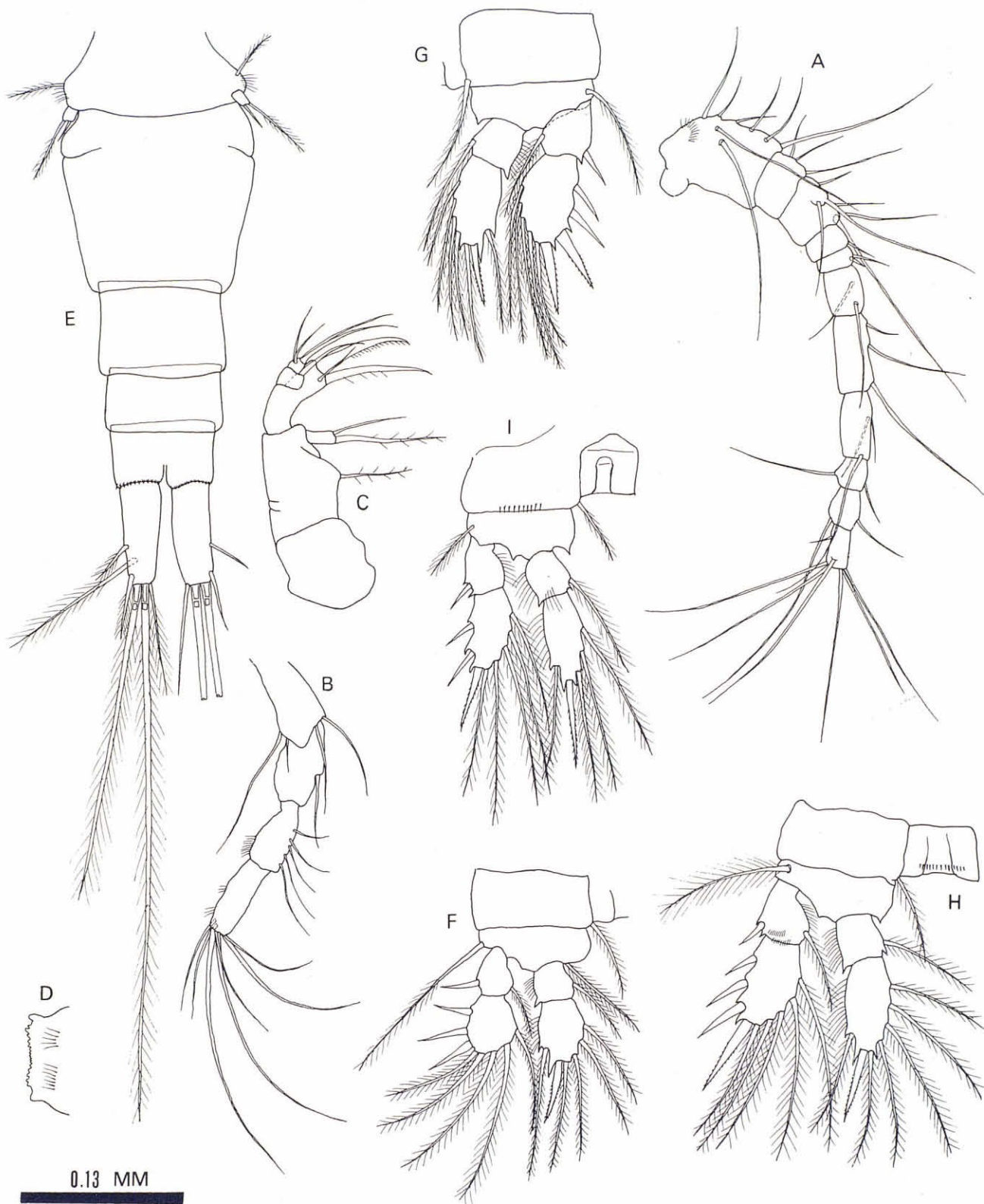


Figura 3: *Metacyclops subdolos* Kiefer, 1937 de la cova des Moro, Dragonera. Femella. a, antena 1, visió ventral; b, antena 2; c, maxil·lípede; d, labrum; e, abdomen i darrer segment toràcic, amb les cinquenes potes; f-i, apèndix toràcics 1 a 4.

dels Fets» del rei Jaume I (ROSSELLÓ I BOVER, 1978), en referència a l'aprovisionament d'aigua que feren al seu llac glacio-eustàtic els vaixells catalans just abans d'iniciar la conquesta de Mallorca.

GINÉS i GINÉS (1977) presenten les úniques dades referents a l'estigofauna de la cavitat, citant *Typhlocirolana moraguesi* i *Salentinella* sp. Visites realitzades el 29.8.87 i 8.12.89 han permès el·laborar el següent llistat faunístic:

Typhlocirolana moraguesi Racovitza, 1905: Es van capturar 3 exemplars el 29.8.87, 1 mascle i 2 femelles. Malauradament, la seva mida va resultar massa petita per poder intuir cap diferenciació de tipus subespecífic (PRETUS, com. pers.).

Salentinella angelieri Ruffo & Delamare Debutteville, 1952: Donats els avanços realitzats darrerament en la sistemàtica del gènere (PLATVOET, 1984; 1987) es feia necessari concretar l'assignació específica de la *Salentinella* citada per GINÉS i GINÉS (1977). Seguint els criteris de PLATVOET (loc. cit.), el taxó de la cova des Moro pertany a l'espècie *angelieri*, distribuïda per Mallorca, Menorca, i altres indrets continentals.

Metacyclops subdolosus Kiefer, 1938 (Fig. 3): Petit copèpode ciclòpid troglòbi, es coneixia de pous de la regió de Can Pastilla i Santa Ponça, a Mallorca (LESCHER-MOUTOUÉ, 1981 i in litt.). L'espècie es coneix també del Sud d'Itàlia, Sardenya, l'Àtica (Grècia) i Creta.

Bathynellacea indet.: 3 exemplars pertanyents a aquest grup van ésser capturats a les trampes instal·lades per espai de 2 dies el 8.12.89. A primera vista varen semblar *Iberobathynella*, però un accident en la preparació del material va impedir la seva designació a nivell específic. Es coneix *Iberobathynella* cf. *fagei* de les coves de Gènova, a Mallorca, i de la cova den Curt, a Menorca (GINÉS i GINÉS, 1987; PRETUS, 1989).

Resta ara un comentari respecte a l'estat de conservació del llac i de la cavitat en si. És una llàstima que ara que l'illa és Parc Natural sota la responsabilitat del Consell Insular de Mallorca es puguin donar fets com la recent instal·lació al llac d'una bomba elèctrica d'extracció d'aigua per a ús domèstic (waters?) del centre de recepció de visitants, amb el consegüent entramat de cables a la paret de la cavitat. Seria d'agraïr, pel bé de l'estètica de la cavitat en si, i per la pervivència de la interessant fauna que l'habita, el desmantellament de la instal·lació per part de l'administració, i la cerca d'una solució alternativa, si és que realment cal.

Agraïments

Miquel Trias, Guiem Daviu i Joan Lluís Riera em van acompanyar durant les prospeccions. Françoise Lescher-Moutoué ha aportat dades sobre la distribució de *M. subdolosus*. Aquest treball ha rebut finançament del projecte D.G.I.C.Y.T. PB88-0041.

Bibliografia

- DANCAU, D., 1973: Observations sur les Amphipodes souterrains de l'île de Majorque. Genre *Bogidiella*. *Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza*, 12: 113-119.
- FORNÓS, J. J.; PRETUS, J. L. i TRIAS, M., 1989: La Cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics. *Endins*, 14-15: 53-59.
- GINÉS, A. i GINÉS, J., 1977: Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de la isla de Mallorca. *Comunicacions del sisè Simposium d'Espeleologia*. Terrassa.
- LESCHER-MOUTOUÉ, F., 1981: Cyclopidae des eaux souterraines du Portugal et de l'île de Majorque (Crustacea, Copepoda). *Bull. Zoologisch Museum Univ. van Amsterdam*, 8: 65-67.
- MARGALEF, R., 1951: Un sincárido del género *Parabathynella* en las Baleares. *P. Inst. Biol. Apl.*, 8: 151-153.
- PLATVOET, D., 1984: Observations on the genus *Salentinella* (Crustacea, Amphipoda) with description of *Salentinella formenterae* n. sp. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 54: 178-184.
- PLATVOET, D., 1987: The genus *Salentinella* Ruffo, 1947 (Crustacea, Amphipoda) in Spain. *Stygologia*, 3: 217-239.
- PRETUS, J.L., 1989: Noves dades per a la distribució de l'estigofauna balear. *Endins*, 14-15: 61-64.
- STOCK, J. H. & ILIFFE, T. M., 1987: The status of *Bogidiella balearica* Dancau, 1973, a stygobiont amphipod from Mallorca. *Endins*, 13: 39-46.
- TRIAS, M., 1974: Una campanya a les illes de Cabrera. *Endins*, 1: 33-46.

A NEW HYPORHEIC *Bogidiella* (Crustacea, Amphipoda) FROM MALLORCA

by Joan LI. PRETUS¹ & Jan H. STOCK²

Resumen

Se describe un nuevo anfípodo hiporreico procedente de los aluviones de grava del Torrent de Pareis, en Mallorca, como *Bogidiella* (*Bogidiella*) *torrenticola* n. sp. Dicha especie está estrechamente relacionada con la especie congénérica *B. (B.) balearica*, forma cavernícola de la misma isla.

Abstract

In gravel beds of an intermittent stream, Torrent de Pareis, in Mallorca, a new hyporheic amphipod was found, described as *Bogidiella* (*Bogidiella*) *torrenticola* n. sp. It is closely related to its congener from the same island, *B. (B.) balearica*, a cavernicolous species.

Introduction

The species described in this paper was recorded in two previous publications (Stock, 1978: 89; Stock & Iliffe, 1987: 43), but was not formally described because the material was insufficient.

New material was recently discovered by one of us (J. Li. P.) in hyporheic waters of the gravel bed of the Torrent de Pareis, near Sa Calobra, in the North of Mallorca. This torrent is dry most of the year, but the phreatic level is easily accessible in the brackish lower reaches of the torrent. Moreover, stagnant, permanent pools are found both near the mouth of the torrent, and between huge boulders in the narrower, canyon-like part upstream. The older material, consisting of a single specimen only, was found in brackish ground waters, some 1000 m from the sea. The new collection consists of a considerable number of specimens, collected by means of a Bou-Rouch biophreatic pump in the gravel of a stagnant pool near the first constriction of the river bed (near the first cascade), over 2 km from the sea, in entirely fresh ground water. These

specimens belong to a new species, which is closely related to *Bogidiella (B.) balearica* Dancau, 1973, known from anchihaline cave lakes in eastern Mallorca.

Bogidiella (Bogidiella) torrenticola n. sp.

MATERIAL

Mallorca, Torrent de Pareis (Sa Calobra), in ground water of gravel bank near stagnant pool, near the first cascade; conductivity 463 µS/cm; 30 Jan. 1988. 1 ♂ (holotype), 1 ♀ (allotype), 39 paratypes (10 ♂♂, 20 ♀♀, and 9 damaged, unsexed specimens). All in Zoölogisch Museum Amsterdam (ZMA Amph. 108.610), but for 5 paratypes, which are in the collections of the first author).

Accompanying fauna: *Rhipidogammarus* sp. (Amphipoda).

DESCRIPTION

Body length (without antennae and uropods) 2 mm (♂, ♀). Blind; unpigmented. General morphology very

¹ Dept. of Ecology, Faculty of Biology, University of Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Spain.

² Institute of Taxonomic Zoology, University of Amsterdam, P.O. Box 4766, 1009 AT Amsterdam, The Netherlands.

similar to *B. (B.) balearica* (abbreviated *B. b.*), with which it will be compared.

No secondary sexual dimorphism in appendages.

Antenna 1 as in *B. b.* (accessory flagellum 3-segmented, reaching slightly beyond tip of flagellum segment 2); aesthetascs slightly shorter than corresponding flagellum segments. Flagellum 7- or 8-segmented.

Antenna 2 (fig. 1) resembling that of *B. b.*, but gland cone longer and narrower.

Mandible, palp and inner lobe of maxilla 1, and maxilla 2 as in *B. b.* Outer lobe of maxilla 1 with 7 spines, bearing fewer denticles on inner margin than in *B. b.* (from lateral to medial 1-1-2-1-0-2-1 denticles). Maxilliped: palp and outer lobe as in *B. b.*, inner lobe (fig. 2) with only 2 bifid spines on distal margin (3 in *B. b.*).

Gnathopod 1 (fig. 6). Posterior margin of basis with 1 or 2 long setae (plus 1 shorter subdistal seta). Two palmar angle spines. Palmar index 0.47.

Gnathopod 2 (fig. 7). Basis with 2 long and 1 short seta on posterior margin. Two palmar angle spines. Palmar index 0.44.

Oostegites linear; in all available females devoid of setae (diapause stage). Coxal gills as in *B. b.*

Pereiopods 3 and 4 (figs. 8, 9). Basis, merus, and carpus slightly less armed than in *B. b.* Lentiform organ ovate, large (length organ ca. 30% of length of basis). In *B. b.*, the organ is circular, and < 20% of length of basis. Claw very long and slender (>> 50% of length of propodus, versus ≤ 50% in *B. b.*).

Pereiopods 5 to 7 (figs. 10-12). Lentiform organ ovate, large, often with slightly crenulate margins, > 30% of length of basis (*B. b.* circular, < 20%). Carpus of P6 less slender than in *B. b.* Claw of P5-P7 as in *B. b.*

Pleopods and epimeral plates as in *B. b.*

Uropod 1 (fig. 3) resembling that of *B. b.*, peduncle with ventroproximal spine. Uropod 2 as in *B. b.* Uropod 3 lost in almost all specimens; rami less spinose (fig. 4) than in *B. b.*

Telson (fig. 5) much wider than long (almost as long as wide in *B. b.*); medioterminal emargination widely U-shaped, deep (as in *B. b.*). Usually only 1 very long spine (> telson) on each telson lobe, rarely 1 long and 1 short spine (in *B. b.* 2 long spines).

DISCUSSION

We decided that the hyporheic material belongs to a new species, closely related to, but consistently different from, *B. (B.) balearica* Dancau, 1973, mainly because of the much larger size of the lentiform organ of P3 to P7, the longer claw of P3 and P4, the different shape and armature of the telson, the different ornamentation of the distal spines of the outer lobe of maxilla 1, and a different armature of the inner lobe of the maxilliped.

ETYMOLOGY

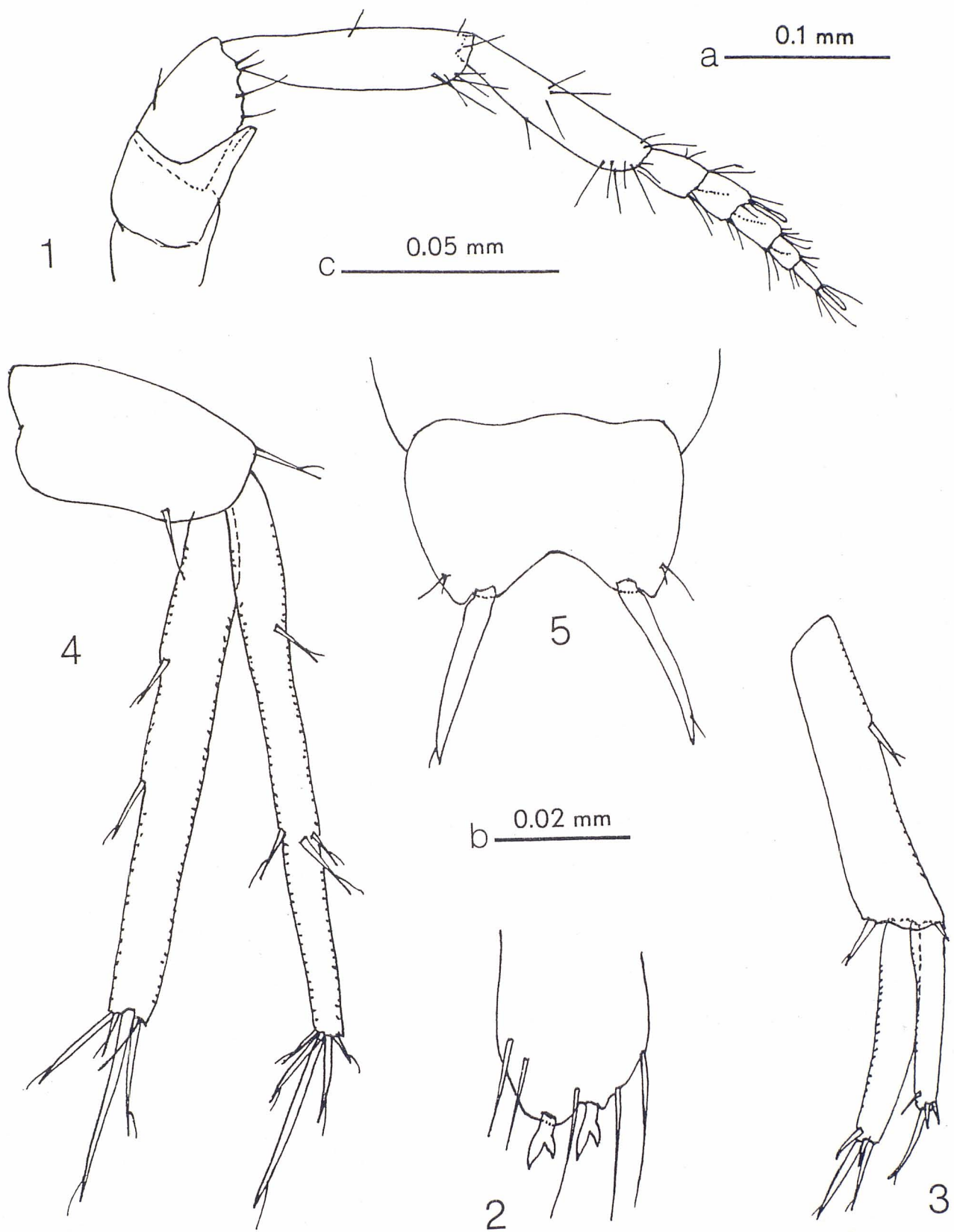
The specific name is composed of the Latin words *torrens* (= stream) and *incola* (= inhabitant), alluding to the habitat of the new species.

Acknowledgements

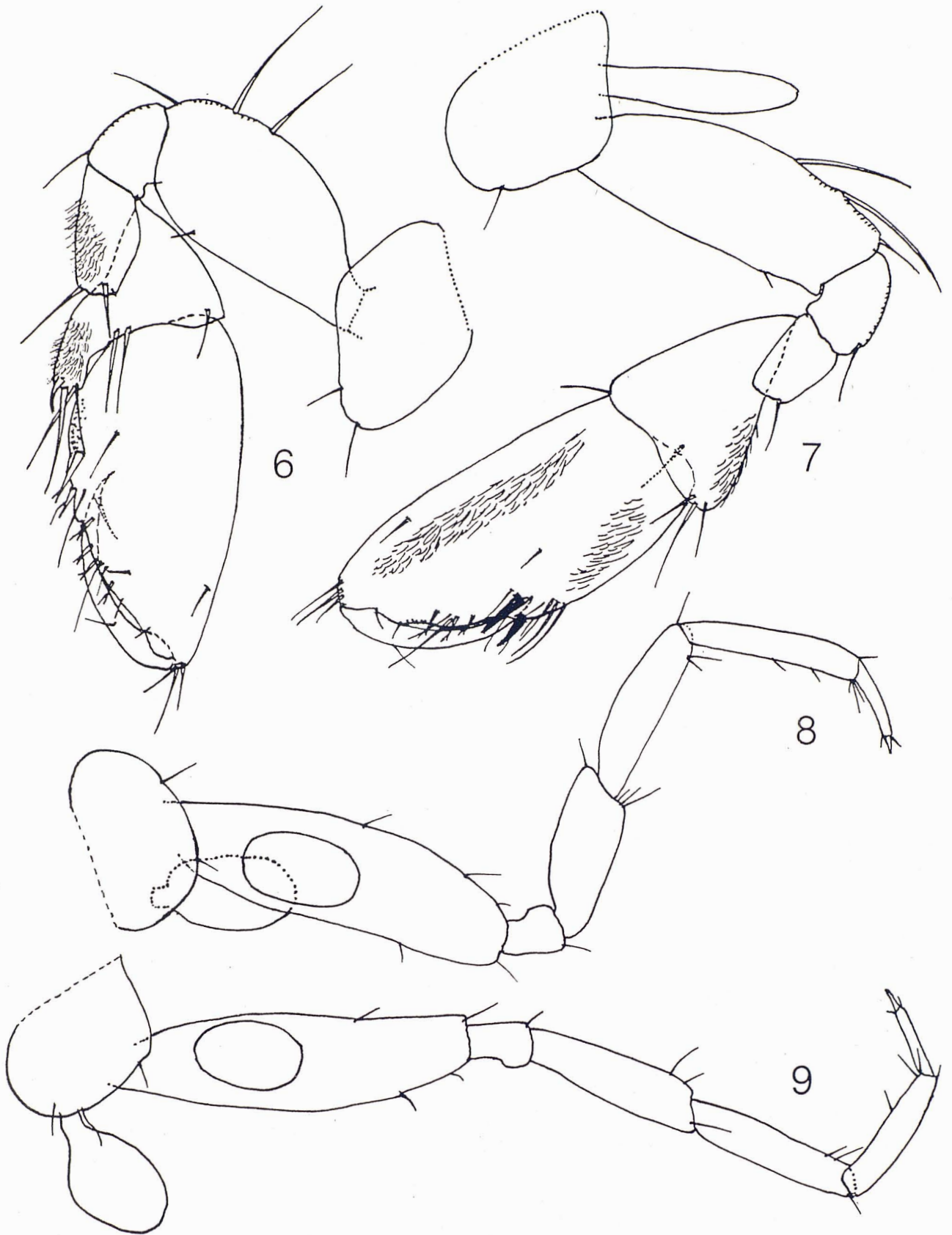
This work has been subventioned by the Ministerio de Educación y Ciencia (Madrid) as part of the F.P.I. programme of one of the authors (J. Ll. P.).

References

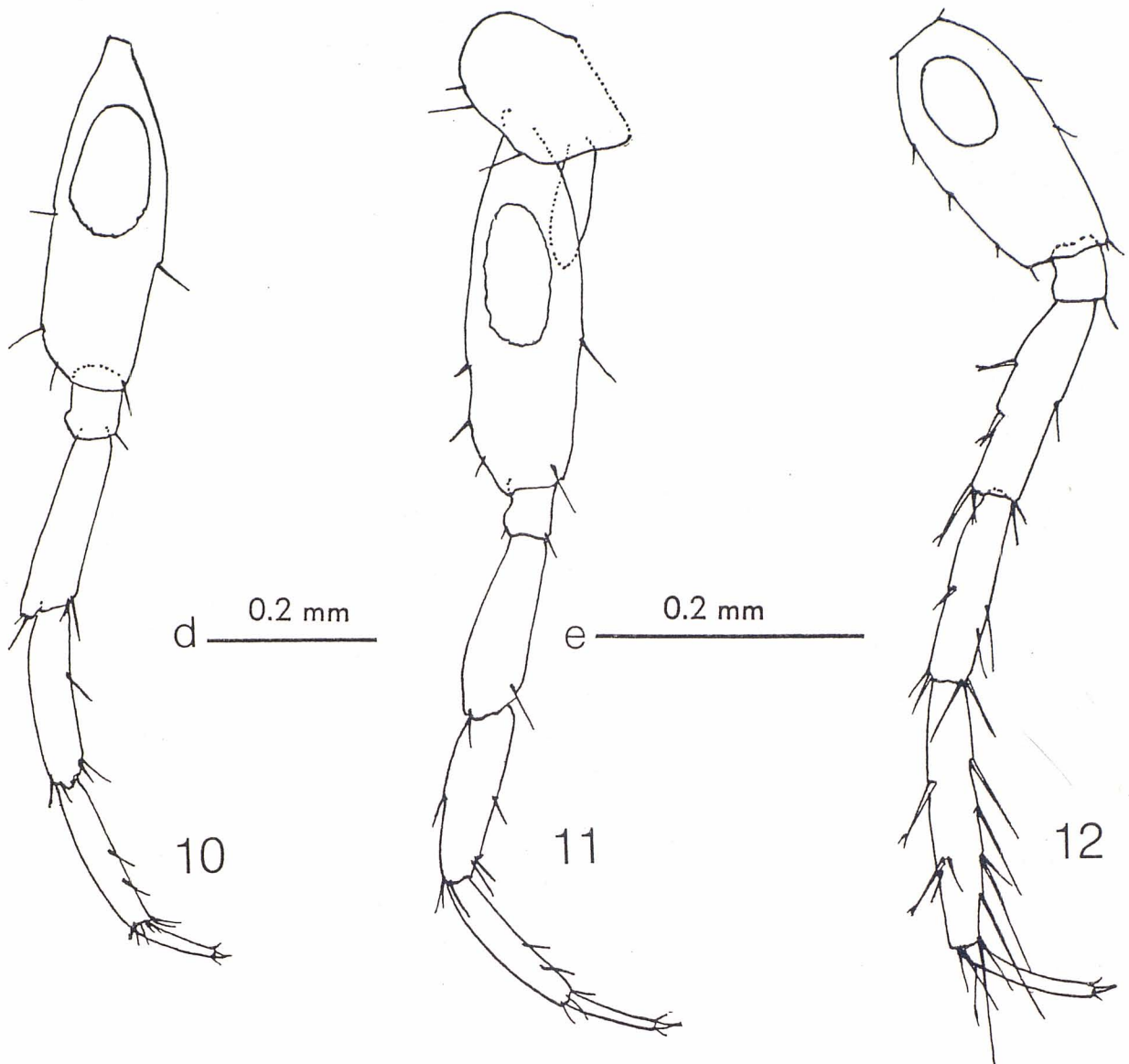
- STOCK, J. H. (1978): «A remarkably variable phreatic amphipod from Mallorca, *Rhipidogammarus variicauda* n. sp.» *Bijdr. Dierk.*, 48 (1): 89-95.
- STOCK, J. H. & T. M. ILIFFE (1987): «The status of *Bogidiella balearica* Dancau, 1973, a stygobiont amphipod from Mallorca». *Endins*, 13: 39-46.



Figs. 1-5: *Bogidiella (B.) torrenticola* n. sp.
 1, antenna 2 ♂ (scale a); 2, inner lobe of maxilliped ♂ (b);
 3, uropod 1 ♀ (a); 4, uropod 3 ♀ (a); 5 telson ♂ (c).



Figs. 6-9: *Bogidiella (B.) torrenticola* n. sp.
6, gnathopod 1 ♀ (scale a); 7, gnathopod 2 ♀ (a); 8, pereopod 3 ♂ (a); 9, pereopod 4 ♂ (a).



Figs. 10-12: *Bogidiella (B.) torrenticola* n. sp.
10, pereiopod 5 ♀ (scale d); 11, pereiopod 6 ♀ (e); 12,
pereiopod 7 ♀ (d).

EL JACIMENT PRE-TALAIÒTIC DE LA COVA DE LA CERÀMICA II

per J.A. CAÑABATE i R. PONS
del Grup Espeleològic ANEM

Resumen

En afirmaciones de los arqueólogos del «Museu de Mallorca» que dirigieron las excavaciones, el yacimiento intacto descubierto en la «Cova de la Ceràmica II» supone la mayor fuente de información que se dispone para un mejor conocimiento del «modus vivendi» del hombre pretalayótico. Sin embargo, el trabajo que os presentamos no puede pasar de la escaeta descripción del mismo, sin recoger resultado alguno de las investigaciones ya que, desgraciadamente, éstas se encuentran paralizadas por la falta de recursos económicos que permitan su desarrollo con los equipos y medios adecuados.

Resum

Segons afirmacions dels arqueòlegs del Museu de Mallorca que varen dirigir les excavacions, el jaciment intacte descobert a la Cova de la Ceràmica II suposa la major font d'informació que es disposa per al coneixement del «modus vivendi» de l'home pre-talaiòtic. Malgrat això, el treball que presentam es redueix a la breu descripció del mateix, sense esmentar cap resultat de les investigacions que es troben aturades per manca dels mitjans econòmics necessaris per al seu desenvolupament adient.

Introducció

L'abril de 1989, cercant la cova de Cornavaques, Miquel Salom i altres companys del grup ANEM, així com un jove de Pollença, troben l'avui anomenada Cova de la Ceràmica II.

Dins aquesta cavitat feren una troballa objecte del present treball: un impressionant munt de nombroses peces i materials prehistòrics en bon estat de conservació.

L'endemà informaren als arqueòlegs del Museu de Mallorca que, tres dies més tard, se n'adonaren de la seva importància, començant les excavacions per «via de urgència» i amb la col·laboració dels grups Nord de Pollença i ANEM de Ciutat.

La cavitat

SITUACIÓ

La cova es troba en plena Serra de Cornavaques, pujant al Puig de la Barrancada. Està uns tres km al

nord de Pollença i un km a l'oest de la Vall de Sant Vicenç en terrenys propietat de Can Martorellet. Si la cercam al plànol, les seves coordenades són: x 6º 42' 34", y 39º 54' 47" i a 350 metres d'altària.

DESCRIPCIÓ FÍSICA

La seva boca, amagada per una mata, és petita i dóna accés a una rampa estreta i de fort rost amb més de 6 metres de desnivell.

La cova es pot considerar una sala irregular de 15 × 9 metres de dimensions màximes, sala que es troba al cap de la rampa amb dos espais ben distints: la **Cambra dels Ossos** i **Es Clot de s'Esclat**, que arriba a més de 10 metres de fondària (vegeu topografia).

La cavitat presenta un estat reconstructiu on es desenvolupen les formacions característiques. A la part més baixa de la sala són abundants els sediments argilosos.

Ubicació cronològica del jaciment i breu descripció del moment històric

Entorn a l'any 2000 a.C., coincidint amb la Primera Edat del Bronze, es produeix la segona fase de poblament a Mallorca —la primera va ser protagonitzada per l'Home de Muleta, entorn al 4000 a.C.—. És anomenada «pre-talaiòtica» i, probablement, va ser originada per homes procedents d'Orient, on la navegació s'havia desenvolupat força.

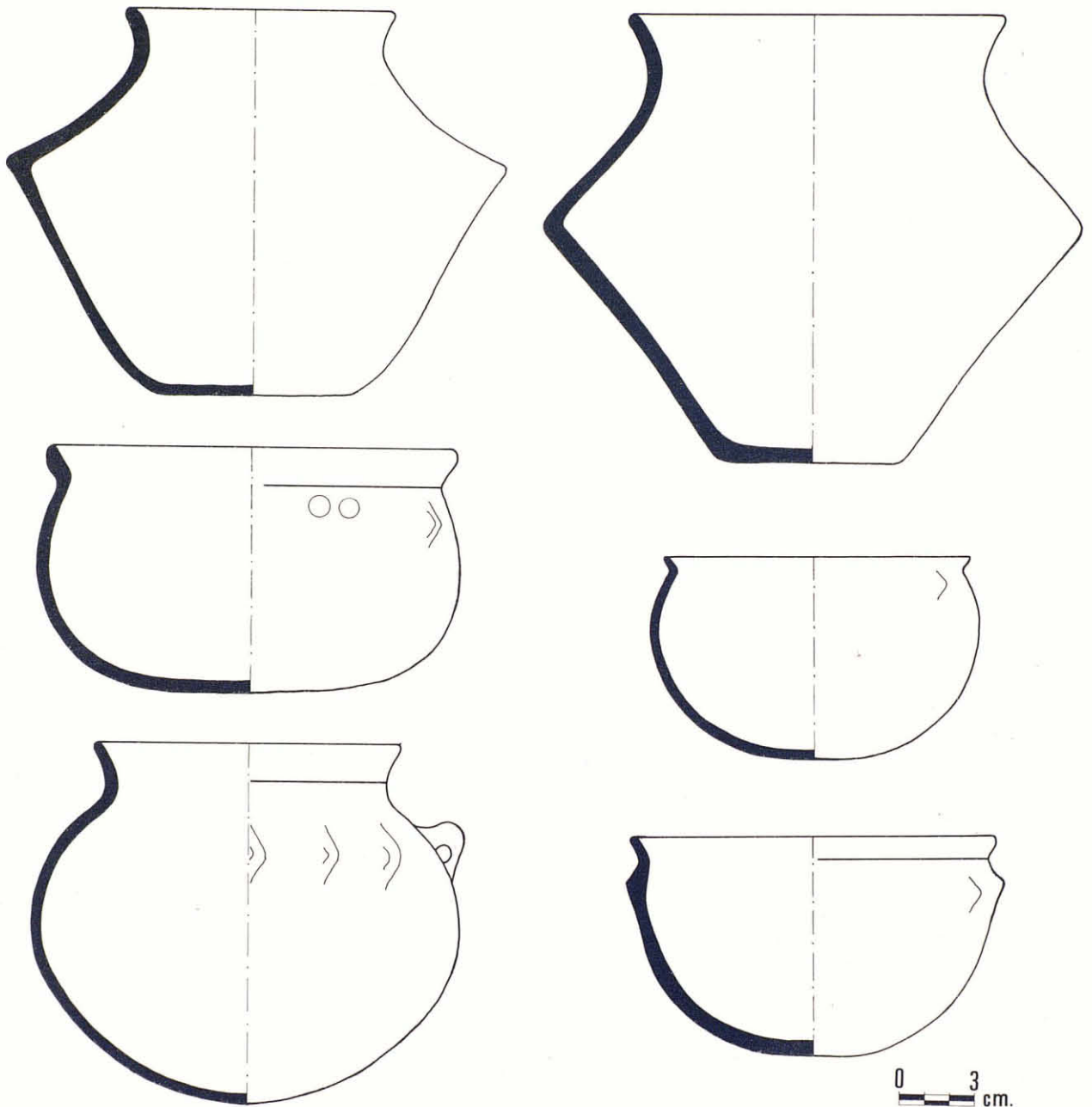
Seguint la cronologia d'en Rosselló Bordoy, pensam que el jaciment es situa aproximadament entre el

1500 i el 1300 a.C., dins el «pre-talaiòtic final».

En aquell moment començaren les tècniques constructives ciclòpies (de grans pedres sense ciment). L'hàbitat el constitueixen estructures naviformes. Prop de la cavitat encara resten navetes d'aquest període.

Els enterraments es practiquen quasi exclusivament en coves artificials de múltiples cambres, continuant el ritus d'inhumació. El sentiment religiós del culte als morts es va complementant, ara amb major força, amb una idolatria fàlica.

Les comunitats agrícoles adquireixen amplitud i la seva metalúrgia és un fet plenament comprovat. Encara així persisteix el material lític i d'os.



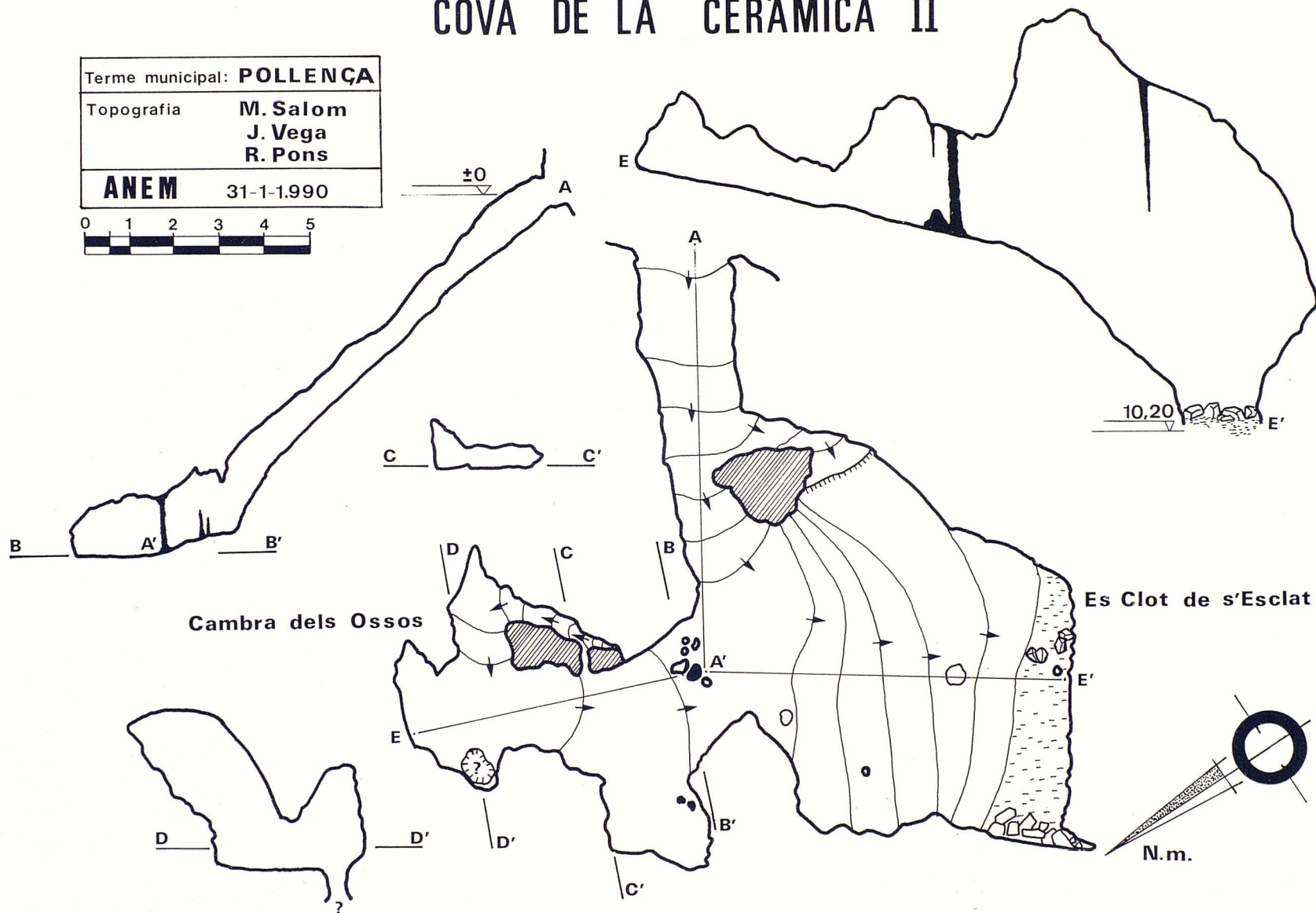
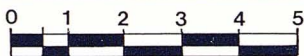
Peces de ceràmica globulars i bitroncocòniques trobades al jaciment.
(Dibuix d'en Miquel Salom.)

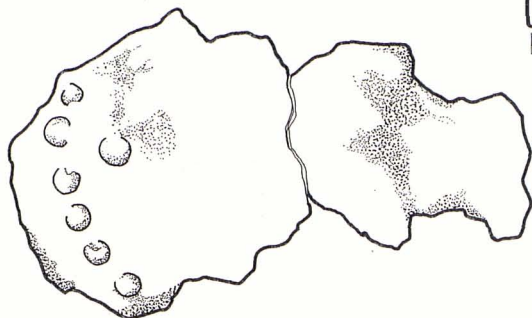
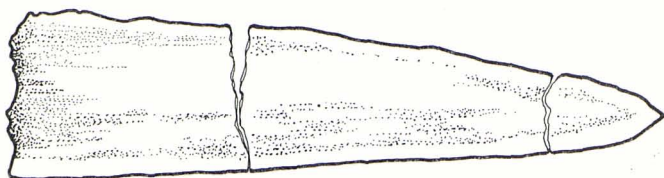
COVA DE LA CERÀMICA II

Terme municipal: **POLLENÇA**

Topografia **M. Salom**
J. Vega
R. Pons

ANEM 31-1-1.990





Un dels punyals de bronze. (Dibuix d'en Miquel Salom.)

És aquest un període de trànsit al talaiòtic i començam a trobar elements propis d'aquesta nova fàcies. A més a més de paraments pre-talaiòtics, amb botons triangulars i en V, punxons de coure, punyals triangulars, ceràmiques llises i puntillades, trobam unguilacions i intrusions ceràmiques ja talaiòtiques.

El jaciment

UBICACIÓ

Els materials estaven cobrint el pis de la **Cambra dels Ossos**, al NE de la sala (vegeu topografia).

CARACTERÍSTIQUES

El jaciment és, sens dubte, molt ric en restes. Pendants de concloure un inventari, pensam que hi havia multitud d'esquelets humans i més de tres-centes peces de ceràmica de formes globulars i bitronco-còniques. N'hem d'exceptuar una, potser relacionada amb Sardenya o el nord de França.

A més a més també es trobaren botons d'os treballat (d'uns dos cm de gruixa) i petits punyals i punxons de bronze.

Tots aquests elements es poden enquadrar, per les seves característiques, clarament entorn al 1500 a.C. És aquest, com hem vist, un període del què es coneix extensament la cultura material de l'home, però molt poc el seu «modus vivendi».

La funció de la cova és prou clara. Fins allà es pujaven els morts, introduint-los amb el seu utilatge per a què realitzassin amb garanties el viatge al més enllà. El conjunt de navetes ja esmentades i les pròpies restes de la cova confirmen plenament aquesta afirmació.

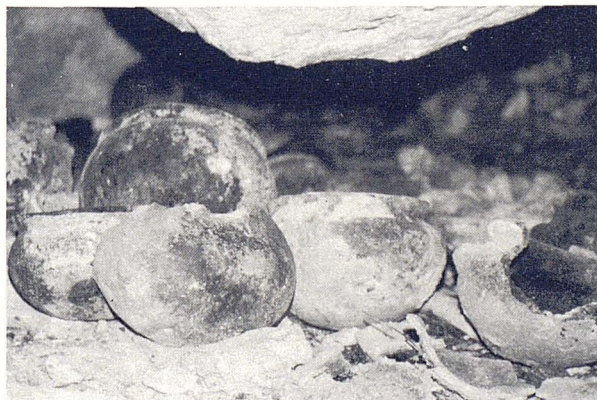
Però el que no sembla tan clar és perquè la cova és natural. Just a l'altra banda de la muntanya ens trobam amb les coves de Cala Sant Vicenç. I són artifi-

cial. Encara no se li ha donat explicació a aquesta dualitat de tipologies a una distància tan petita.

De tota manera no són les restes en si, ni la funció, ni la tipologia de la cova el més important d'aquesta troballa; ho és el fet de què es trobàs intacta. Anteriorment s'havien pogut estudiar coves amb moltes de restes, però sempre contaminades per cultures posteriors —és el cas de la Cometa dels Morts a Lluç—. Fins ara, tan sols la petita cova de Sa Tanca, que allotjava unes restes humanes molt descomposades, s'havia trobat en el mateix contexte.

TIPUS D'ENTERRAMENT

La disposició dels morts —molt similar a la Cova de Sa Tanca— sembla totalment anàrquica. Essent la cova tan petita es produïren ràpidament problemes d'espai. Solució: anar acaramullant els morts segons s'introduïen. L'interrogant que es planteja és si l'enterrament és primari —les restes del mort es queden fixes al primer lloc— o secundari —temps després es canvien—. Sembla inicialment que és primari, ja que



Peces de ceràmica i un crani humà a la Cambra dels Ossos. (Foto d'en Joan Salom.)

si fós secundari es trobarien tan sols els ossos principals, fet que no es dona en aquest cas.

TALLS INTENCIONATS ALS OSSOS

Sens dubte, el fet més sorprenent en relació a les restes és el descobriment de seccions o talls nets i profunds als ossos més llargs d'alguns morts. S'han arribat a trobar ossos amb més de quinze talls. Cal fer-se immediatament dues preguntes: com? i per què? La manera sembla un misteri. Els homes d'aquella època no disposaven d'eines tan perfectes i esmolades. En quant a la raó, probablement simbolitzen un ritual: el ritual de descarnació que és típic a moltes cultures; però dins el pre-talaiòtic és un fet constatat per primera vegada.

A més a més d'aquestes qüestions concretes, cal comentar que el jaciment en si pot servir per aclarir molts d'interrogants: quina era l'edat mitja, la complexió, el tipus d'alimentació o les malalties (estudiades per la paleopatologia) que patien aquells homes... són qüestions que es poden començar a respondre.

Moment actual de la investigació

És evident que per a investigar és imprescindible disposar d'uns mitjans tècnics. I s'han d'aconseguir a partir d'uns recursos econòmics. Si l'administració —com de fet ha succeït amb aquesta cova i moltes altres— tan sols financia l'excavació, molt difícilment s'aconseguirà una anàlisi rigorosa i esclaridora.

En aquests moments, els arqueòlegs que han de començar a classificar i netejar les peces, estan treballant a una altra investigació. No es disposa de més arqueòlegs, per tant la investigació està aturada. I, segurament, quan més endavant s'hagin de preparar les peces per a la seva anàlisi no estrictament arqueològica, no hi haurà mitjans per contractar un biòleg, un paleoantropòleg o altres professionals que puguin avançar més en la investigació.

Es pot aventurar —segons paraules d'en Biel Pons, l'arqueòleg que du la investigació— que, potser d'aquí vuit o nou anys es treurà una publicació respecte al jaciment. Pensam que és molt de temps per a una troballa tan important i que va moure tant de renou a nivell d'opinió pública.

Bibliografia

- FERNÁNDEZ, M. (1968): «Secuencia cultural de la prehistoria en Mallorca». *Biblioteca Prehistórica Hispana*, Vol. IX. Madrid.
- ROSSELLÓ, G. (1964-65): «Las navetas de Mallorca». *Revista Estudi Sardi*, Vol. XIX. Sassari (Sardenya).
- ROSSELLÓ, G. (1962): «Excavaciones en las necrópolis de las cuevas de Son Sunyer (Mallorca)». *Excavaciones arqueológicas en España*, núm. 14. Madrid.
- ROSSELLÓ, G. (1972): «La prehistoria de Mallorca». *Mayurqa*, 72. Palma.
- ROSSELLÓ, G. (1979): «La cultura talayótica en Mallorca». Ed. Cort. Palma.
- VENY, C. (1953): «Escorca (Mallorca). Cometa dels Morts». *Noticario arqueológico hispánico*, núm. 2. Madrid.
- WALDREN, W. (1973): «Excavación en el abrigo de Son Matge (Valldemossa)». *Noticario arqueológico hispánico*. Madrid.
- WALDREN, W. (1976): «The exame and study of certain caves, rock shelters and settlements». *BAR International Series*, 149. Vol. II. Oxford University Press.

ESTRATIGRAFÍA Y FAUNA DEL YACIMIENTO KÁRSTICO DE CALA MORLANDA (Manacor, Mallorca)

por Joan PONS-MOYÀ*

Resumen

Trabajos posteriores al descubrimiento de *Myotragus pepgonellae* MOYÀ-SOLÀ y PONS-MOYÀ (1982), en el yacimiento de Cala Morlanda (Manacor), nos han permitido el acceso a niveles fosilíferos desconocidos en aquellas fechas; éstos son todavía más antiguos que el que libró la especie citada más arriba. Los materiales obtenidos recientemente, a pesar de ser escasos, permiten acceder a una interesante información sobre formas muy primitivas —dentro, como es lógico, de nuestros actuales conocimientos en la línea evolutiva del género *Myotragus* en la isla de Mallorca, pero que también podría extenderse a otras islas del Mediterráneo Occidental.

Abstract

After the discovery of *Myotragus pepgonellae* MOYÀ-SOLÀ & PONS-MOYÀ (1982), in Cala Morlanda site, new diggings have shown fossiliferous levels previously unknown in that date; these levels are still older than the ones that yielded the above mentioned species. The new materials, in spite of their scarcity, give us interesting information about very primitive forms of the evolutive line of genus *Myotragus* in our island, and perhaps in other islands of the West Mediterranean.

Introducción

Uno de los yacimientos paleontológicos de origen kárstico más notables por su fauna y cronología es Cala Morlanda (Manacor). Este depósito osífero fue dado a conocer por BAUZÀ (1961) y posteriormente fue descrito por BUTZER y CUERDA (1965). Los ulteriores trabajos realizados permitieron la obtención de una muestra de materiales que facilitaron la descripción de una nueva especie de *Myotragus*, forma que en aquella época era la más arcaica de las conocidas; *M. pepgonellae*, MOYÀ-SOLÀ y PONS-MOYÀ (1982).

La reanudación de los mencionados trabajos, realizados por el autor de esta nota en compañía de Antonia Córcoles, permitieron el acceso a niveles estratigráficamente inferiores, al mismo tiempo que se

obtenía más material de *M. pepgonellae*. Estos nuevos niveles inferiores nos han permitido conocer formas de mayor arcaísmo que la mencionada. A nuestro pesar, el material es muy pobre y fragmentario pero, como comentaremos en su momento, nos permite observar un estadio en la evolución de nuestro género insular que era presumible, pero del que hasta la fecha no se disponía de ningún material que lo demostrase.

Próximamente está previsto continuar los trabajos en Cala Morlanda y, de esta manera, intentar la obtención de un material más completo, al mismo tiempo que intentaremos conseguir microvertebrados, ya que estos últimos han sido escasísimos y limitados al nivel superior con *M. pepgonellae* a excepción de pequeñas muestras. Confiamos que dichos trabajos nos permitan un estudio más completo de las faunas de este fenómeno kárstico en todo su conjunto.

* Institut Paleontològic Miquel Crusafont. C/ Escola Industrial, 23. Sabadell.

Descripción

Los últimos trabajos realizados en el yacimiento permiten que en el mismo sean diferenciados tres niveles fosilíferos, claramente identificables sólo en el extremo Sur del depósito kárstico. El nivel que en primer lugar fue conocido fue el que en su día nos aportó notables materiales de *M. pepgonellae* MOYÀ-SOLÀ y PONS-MOYÀ (1982); igualmente, este nivel, que ahora denominaremos **Nivel C**, aportó unos escasos materiales de micromamíferos que por ahora son los únicos encontrados por nuestra parte en esta localidad. Éstos comprenden varias mandíbulas de *Nesiotites* sp. de talla algo inferior a *N. ponsi* y un *Hypnomys* sp. de gran talla y que ya por este motivo fue confundido con *H. mahonensis* por BAUZÀ (1961) y por REUMER (1982). Por estar descrito anteriormente no nos extenderemos sobre este nivel, tratándose en este caso del más superior del relleno kárstico. No obstante, fruto de estos últimos trabajos se ha extraído un nuevo y abundante material de *M. pepgonellae* que permitirá una descripción de esta especie mucho más completa.

El **Nivel B** (Figura 1) es de escasa e irregular potencia; es únicamente fosilífero en su extremo Sur, ya en las proximidades del mar. Está constituido por unas arcillas fuertemente carbonatadas de gran dureza, de color rojo intenso, muy parecidas a las del Nivel C, pero sin la abundancia de elementos detríticos que caracterizan el nivel superior.

Los materiales extraídos son una tibia, un fémur, un radio-ulna y un P/4. Todos estos materiales caracterizan una forma de *Myotragus* de gran talla (ver Tablas I y II) y robustez, pero es esta última característica algo menor a *M. pepgonellae*. El P/4 presenta una morfología similar a las formas primitivas conocidas del género, pero su talla es superior. Se desconocen muchas piezas y en especial la serie incisiva; por estos motivos determinamos provisionalmente estos ma-

teriales como *Myotragus* sp. De este nivel nos ha sido imposible hasta la fecha el obtener restos de micromamíferos, a pesar de haberse disuelto algunas muestras de sedimento por medio de ácido acético.

El **Nivel A**, es el más inferior de la serie; es de potencia irregular, la cual oscila entre los 10 y 35 cms. Está formado por unas arcillas muy cementadas de un color rojo intenso, muy parecido a los niveles superiores; no obstante se observan diferencias, tales como son unas recristalizaciones que envuelven los restos óseos, y que en algunos casos llegan a penetrar en el tejido óseo, produciendo por tal motivo algunas roturas a la hora de su preparación por ácido acético.

El material extraído hasta estos momentos es el siguiente: 1 radio-ulna; 1 núcleo óseo de los cuernos; 1 pequeño fragmento de mandíbula izquierda con M/1 muy desgastado; 1 hemimandíbula izquierda con DP/3 y DP/4; y un fragmento de rama ascendente derecha.

El radio-ulna que disponemos de este nivel llama la atención por su gran talla y gracilidad (Tablas I y II y Figura 2), con un gran olecranon mucho más alto que en las especies conocidas del género *Myotragus*; su cavidad sigmoide es proporcionalmente más amplia que en el resto de especies de este género. La gracilidad del radio y la altura del olecranon nos sugieren un animal con unas facultades para el salto muy óptimas y similar por estas circunstancias a un bóvido continental.

El núcleo óseo es de sección típicamente elíptica. En los núcleos óseos del resto de las especies del género *Myotragus* la sección no es tan elíptica y la zona anterior del mismo siempre está más engrosada, encontrándose algunos ejemplares que la poseen casi circular; un caso similar sucede en el otro género insular *Nesogoral*.

El M/1 está en un avanzado estado de desgaste y por estas circunstancias no permite muchas apreciaciones, pero es remarcable por su gran talla y en especial por su anchura que es superior a *M. pepgonellae*. Los DP/3 y DP/4 son mayores también que en esta última especie, destacando en particular la columnilla interlobular del DP/4, situada entre el primer y segundo lóbulo, diferente a *M. pepgonellae*, en la que falta o es de escasa importancia; mientras que la forma del Nivel A la posee bien desarrollada; en *M. antiqus* es escasamente apreciable.

El fragmento de rama ascendente es poco robusto y de superficie poco amplia, muy diferente a la de *Myotragus pepgonellae* y a la de otras especies posteriores que la poseen extremadamente desarrollada, debido como es de suponer a una mayor hipsodontia. Esta rama ascendente del Nivel A se ajusta a una probable dentición más braquiodonta, como parece reflejar el M/1 descrito anteriormente.

De este Nivel A, al igual que lo sucedido en el Nivel B, nos ha sido imposible extraer restos de micromamíferos y sólo hemos podido apreciar pequeñísimos fragmentos óseos de nulo carácter diagnóstico.

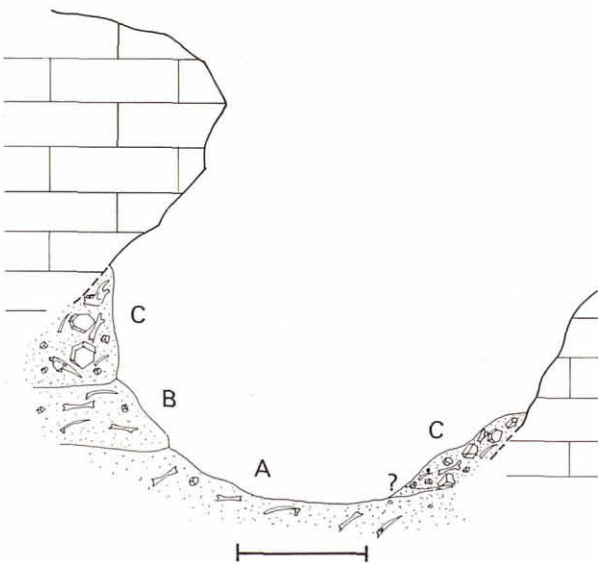


Figura 1: Estratigrafía del yacimiento de Cala Morlanda (Manacor, Mallorca). Escala gráfica 30 cm.

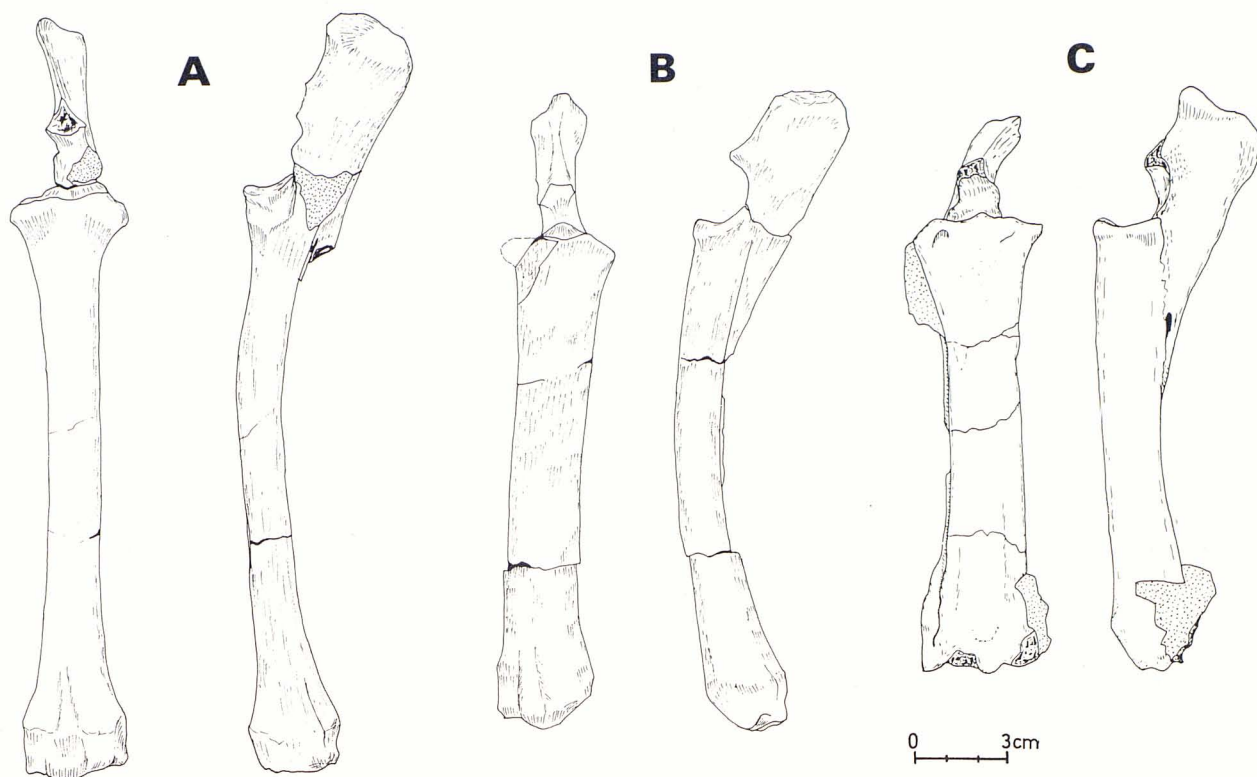


Figura 2: Diferentes radios-ulna del yacimiento de Cala Morlanda (Manacor, Mallorca). a) Nivel A; b) Nivel B; c) Nivel C.

En lo que respecta a la cronología de este depósito kárstico, en un principio y de acuerdo con el estadio evolutivo de *M. pepgonellae*, juntamente con las cronologías conocidas de *M. antiquus* y *M. kopperi* (PONS-MOYÀ, MOYÀ-SOLÀ y KOPPER, 1979) apuntábamos la posibilidad de una edad del Plioceno infe-

rior para el nivel que actualmente denominamos C. Por este motivo al encontrarnos una forma en el Nivel A tan primitiva y con una adaptación al medio insular al parecer tan escasa o inexistente, podríamos hallarnos ante una forma atribuible al Mioceno terminal, próxima o igual al ancestro continental de la línea evolu-

	Cf. <i>Myotragus</i> sp. C. Morlanda - A	<i>Myotragus</i> sp. C. Morlanda - B	<i>M. pepgonellae</i> C. Morlanda - C
Longitud	198	177	147
Diámetro transversal de la extremidad proximal	39	—	38,8
Diámetro ant.-poster. de la extrem. proximal	17	—	19,9
Diámetro transv. de la diáfisis tomada en su mitad	19,5	22	22
Diámetro ant.-post. de la diáfisis tomada en su mitad	14,4	16,3	16,7
Diámetro transversal de la extremidad distal	34,8	36,6	33,8
Diámetro ant.-poster. de la extremidad distal	26,2	24,3	26,4
$100 \times \frac{\text{Ø trans. diáfisis s/mitad}}{\text{Longitud}}$	9,85	12,4	14,9

Tabla I: Medidas del radio de diferentes formas del género *Myotragus* de Cala Morlanda.

	Cf. <i>Myotragus</i> sp. C. Morlanda - A	<i>Myotragus</i> sp. C. Morlanda - B	<i>M. peygonellae</i> C. Morlanda - C
Diámetro antero-posterior máximo	aprox. 33	aprox. 33	aprox. 33
Diámetro antero-post. al nivel de la cavidad sigmoide	22,2	aprox. 23,5	23
Altura de la base del pico a la parte superior	42	aprox. 39,2	34,8
Altura total	55	aprox. 46,5	43
$100 \times \frac{\text{Ø ant. poster. máximo}}{\text{Altura de la base del pico}}$	78,5	84,1	94,8

Tabla II: Medidas del olecranon de diferentes formas del género *Myotragus* de Cala Morlanda.

tiva del género *Myotragus*. Esta forma, a la espera de un trabajo más profundo, la denominaremos cf. *Myotragus* sp.

Conclusiones

Los niveles superiores **B** y **C** del yacimiento de Cala Morlanda nos presentan formas con huesos muy masivos y más o menos característicos del género *Myotragus*, mientras que el nivel más inferior presenta una forma totalmente diferente, muy grácil y con una talla superior, que podemos asegurar próxima al ancestro continental que pobló Mallorca, Menorca y Eivissa, al igual que Cerdeña. Las transgresiones del Plioceno debieron marcar rápidamente la evolución del género insular, pues del Nivel **A** pasamos rápidamente a formas evolucionadas.

Bibliografía

- BAUZÀ, J. (1961): «Contribuciones a la Geología de Mallorca». *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, 7: 31-35.
- BUTZER, K.W. y CUERDA, J. (1962): «Formaciones Cuaternarias del litoral Este de Mallorca (Canyamel, Porto Cristo)». *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, 7: 3-29.
- MOYÀ-SOLÀ, S. y PONS-MOYÀ, J. (1982): «*Myotragus peygonellae* nov. sp. un primitivo representante del género *Myotragus* Bate 1909 (Bovidae, Mammalia) en la isla de Mallorca, Baleares». *Acta Geol. Hisp.*, 17 (1-2): 77-87.
- PONS-MOYÀ, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. y KOPPER, J.F. (1979): «La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporles) y su cronología». *Endins*, 5-6: 55-56.
- REUMER, J.W.F. (1982): «Some remarks on the fossil vertebrates from Menorca, Spain». *Proc. Konin. Ned. Akad. Wet. Ser. B*, Vol. 85 (1).

***Puffinus olsoni* N. SP.: NOVA ESPÈCIE DE BALDRITJA RECENTMENT EXTINGIDA PROVINENT DE DEPÒSITS ESPELEOLÒGICS DE FUERTEVENTURA I LANZAROTE (Illes Canàries, Atlàntic Oriental)**

per M. McMINN*, D. JAUME** i J.A. ALCOVER***

Resum

Es descriu una nova espècie de baldrítja recentment extingida, *Puffinus olsoni* n. sp., provinent de depòsits espeleològics de les illes de Fuerteventura i Lanzarote. La nova espècie pertany al grup *Puffinus* i és de talla intermèdia entre *Puffinus mauretanicus* i *Puffinus assimilis*. *Puffinus olsoni* n. sp. era una espècie d'ales relativament llargues i amb un esternó de morfologia característica.

Summary

A new species of a recently extinct shearwater, *Puffinus olsoni* n. sp., from the Eastern Canary Islands, Fuerteventura and Lanzarote, is described. The new species belongs to the *Puffinus* group, with a intermediate body size situated between *Puffinus mauretanicus* and *Puffinus assimilis*. *Puffinus olsoni* presented proportionally a longer wing span and a characteristic sternum.

1. Introducció

El jaciment paleontològic de la Cueva de las Palomas va ésser descobert el 19-VI-1986 per E. Caballero (Las Palmas de Gran Canaria), M. Máñez (Madrid), X. Comas i J.A. Alcover (Ciutat de Mallorca). Posteriorment ha estat visitat amb l'objecte d'obtenir-hi restes fòssils l'11-VII-1987 per A. Comas i J.A. Alcover, i el 6-IV-1990 per M. McMinn i J.A. Alcover. La Cueva de las Palomas és un avenc volcànic que correspon al tipus fornet volcànic. Es troba grosserament alineat amb altres fornets a la vessant occidental de la Montaña de la Arena (La Oliva, Fuerteventura), i és el més alt i més fondo d'aquesta sèrie de cavitats volcàniques. Per tal de facilitar-hi l'accés els habitants de la zona varen construir una petita paret de pedres no encimentades que permet arribar a l'interior de la cavitat

després de desgrimpar per una de les seves parets. A la part més interna de la Cueva de las Palomas existeix una petita sala on fou trobat un jaciment paleontològic. Les restes òssies trobades són molt recents, segons es desprèn de l'anàlisi faunística. En efecte, mesclats amb ossos de les espècies autòctones de Canàries apareixen restes de *Mus musculus*, espècie introduïda pels primitius pobladors guantxes de les Canàries. La presència d'aquesta espècie fa que s'hagi de considerar almenys una part d'aquest jaciment com a coetani amb *Homo sapiens*. Així i tot cal dir que alguns ossos poden ésser immediatament anteriors a aquesta presència. Els ossos es troben mesclats amb un sediment de gra molt fi, segurament d'origen eòlic, que umplen els crulls i les esclatxes existents entre caramells de roques volcàniques, molt aspres, caigudes al pis de la cavitat.

Aquest jaciment ha lliurat restes dels mamífers autòctons de Fuerteventura (*Malpaisomys insularis* i *Crocrodura canariensis*), així com diverses restes

* Santa Florentina, 13, Ciutat de Mallorca.

** Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Avinguda Diagonal, Barcelona.

*** Institut d'Estudis Avançats de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa, Km. 7,5.

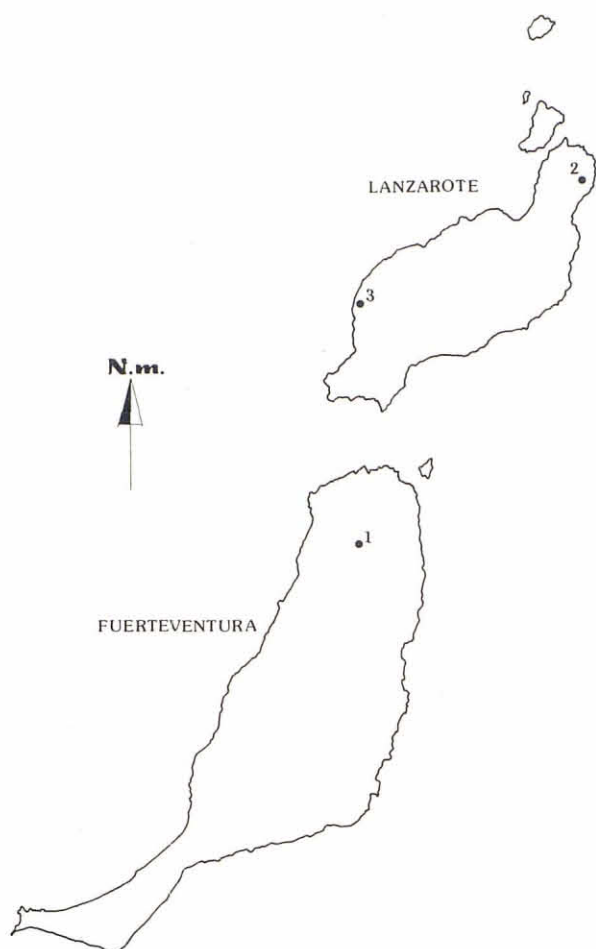


Figura 1: Localització dels jaciments de *Puffinus olsoni* n.sp. a les Canàries Orientals. 1: Cueva de las Palomas. 2: Los Jameos. 3: Cueva Chica del Mojón.

d'aus. Entre les aus es troben molts d'ossos d'un au-cell procellariiforme desconegut prèviament per la Ciència, el qual és l'objecte del present treball.

Per una altra banda, altres restes de la mateixa espècie foren trobades superficialment als tubs volcànics de Los Jameos de Lanzarote. Los Jameos constitueixen l'entrada d'un sistema de tubs volcànics provinents del Volcà de la Corona, al Nord de Lanzarote. Es tracta d'un sistema molt espectacular, tant per les seves grans dimensions longitudinals com per les volumètriques. Al pis del tub volcànic principal es troben escampats en superfície, entre els crulls, o de vegades enterrats, molts d'ossos d'au-cells, especialment d'aus marines. S'han trobat, entre aquests ossos, restes de *Haliaeetus albicilla*, *Buteo buteo*, *Columba livia*, *Calonectris diomedea*, *Puffinus holei* i de la mateixa espècie de baldríja que apareix a la Cueva de las Palomas de Fuerteventura.

Finalment, a la Cueva Chica del Mojón (Parc Nacional de Timanfaya, Lanzarote) han estat trobades altres restes de la nova espècie mesclades amb ossos de *Calonectris diomedea*.

L'objecte del present treball consisteix en la descripció d'aquesta espècie de baldríja que ha resultat nova per a la Ciència. Es disposa de representació de

pràcticament tots els ossos del seu esquelet (molt més del que basta habitualment per a descriure una espècie). L'atribució genèrica d'aquestes restes és evident rera l'estudi de la configuració de l'húmer, de l'ulna (els dos ossos estan característicament aplanats), per la llargària relativa del tibiotarsà i del tarsometatarsà respecte del fèmur, per presentar els tarsometatarsians lateralment comprimits, pel grau de desenvolupament del *processus rotularis* del tibiotarsà (major que a *Calonectris*), així com per les característiques morfològiques del crani i de la mandíbula (el bec és característicament llarg i prim, els tubs nasals bisellats estan separats per un septe gruixut, la superfície d'inserció del *musculus adductor mandibulae* és més petita que a *Calonectris*). La valor diagnòstica de les diverses característiques morfològiques que aquí esmentam ha estat avaluada per diversos autors, entre els quals cal esmentar MAYAUD (1932), KURODA (1954) i WRAGG (1985). Les restes del nou Procellariidae de les Canàries Orientals pertanyen, sense cap dubte, al gènere *Puffinus*.

Com a element de comparació s'han emprat esquelets de Procellariidae recents (*Puffinus puffinus*, *P. mauretanicus*, *P. assimilis*) i fòssils (*Puffinus nestori*, *P. holei*) conservats a la col·lecció de vertebrats «Museu de la Naturalesa de les Illes Balears» (MNCM) i a la col·lecció de vertebrats del Departamento de Zoología de la Universidad de La Laguna (DZUL). Per una altra banda, una selecció del material de la nova espècie fou comparada amb els esquelets de totes les espècies del gènere *Puffinus* que es conserven a la col·lecció osteològica d'aus del National Museum of Natural History (USNM, Washington). En aquesta important col·lecció es troben representades les següents espècies de *Puffinus*: *assimilis*, *bulleri*, *carneipes*, *creatopus*, *gavia*, *gravis*, *griseus*, *huttoni*, *lherminieri*, *navititatis*, *newelli*, *pacificus*, *puffinus*, *tenuirostris*, *yelkouan*.

Els ossos han estat mesurats seguint essencialment els criteris de WRAGG (1985) i de VON DEN DRIESCH (1976).

La descripció recent d'una espècie nova de baldríja de les Canàries (*Puffinus holei*: WALKER,



Figura 2: Entrada de la Cueva de las Palomas, jaciment tipus de *Puffinus olsoni* n.sp.

WRAGG i HARRISON, 1990), juntament amb la troballa de les restes de l'espècie aquí descrita donen peu a presentar una breu discussió sistemàtica, biogeogràfica i paleoecològica.

2. Part Sistemàtica

Ordre Procellariiformes
Família Procellariidae
Gènere *Puffinus*
Puffinus olsoni, n. sp.

HOLOTIPUS: Cueva de las Palomas (Fuerteventura): DZUL 2000: crani bastant complet i mandíbules pertanyents a un mateix exemplar.

PARATIPUS: Cueva de las Palomas (Fuerteventura): MNM 20410: crani incomplet amb mandíbules associades; DZUL 1999: crani bastant complet; USNM 451121: crani, USNM 451122: premaxil·lar; DZUL 1901-12, 2004-5, MNM 20414-6, USNM 451124, 37: húmer; DZUL 1913-25, 2006, MNM 20420-2, USNM 451125, 38: ulnes; DZUL 1926-30, MNM 20423-5, USNM 451126: radis; DZUL 1931-7, MNM 20426-8, USNM 451127, 39: carpometacarpians; DZUL 1938-48, 2007, MNM 20444-6, USNM 451129, 40: fèmurs; DZUL 1949-55, MNM 20436-8, USNM 451130, 41: tibiotarsians; DZUL 1956-61, MNM 20439-41, USNM 451131, 42: tarsometatarsians; DZUL 1962, MNM 20412-3, USNM 451134: fúrcules; DZUL 1967-70, MNM 20411: esternons; DZUL 1977-88, MNM 20417-9, USNM 451132, 43: coracoides; DZUL 1989, MNM 20442-3, USNM 451133: escàpules.

ALTRE MATERIAL: Cueva de las Palomas (Fuerteventura): DZUL 2001-3: cranis fragmentats; DZUL 1990-8: escàpules; DZUL 1971-6, MNM 20432-5, USNM 451136, 44: sinsacres fragmentats; USNM 451135: pelvis; DZUL 1963-6, MNM 20429-31, USNM 451128: falange I del dit anterior II; Kiel Zoologisches Museum, sense número: 2 húmer, 1 ulna, 2 coracoides, 2 fèmurs, 1 tibiotarsà, 1 tarsometatarsà, 2 carpometacarpians, 1 falange 1 del dit anterior II. **Los Jameos (Lanzarote):** DZUL 2025: crani fragmentat; DZUL 2026-30: húmer; DZUL 2031: radi; DZUL 2032: coracoide; DZUL 2033: tarsometatarsà; DZUL 2034: fragment de mandíbula; DZUL 2035: sinsacre; DZUL 2036: fragment de fèmur; DZUL 2037-8: ulnes fragmentades; DZUL 2039-40: fragments distals de tibiotarsians; DZUL 2041: carpometacarpia; DZUL 2042-3: fragments d'húmer. **Cueva Chica del Mojón (Lanzarote):** DZUL 2044: tarsometatarsà; DZUL 2045: falange 1 del dit anterior II.

LOCALITAT TÍPICA: Cueva de las Palomas, Montaña de la Arena, La Oliva, Fuerteventura.

EDAT DEL MATERIAL: El material de la Cueva de las Palomas per l'associació faunística trobada, que inclou la presència de *Mus musculus* almenys a la part més alta del depòsit, juntament amb les restes de *Malpaisomys insularis*, *Crocidura canariensis* i *Puffinus olsoni*, ha d'esser posterior a l'arribada de l'home a les Canàries, tot i que a la part més baixa del depòsit, i sense que es doni cap trencament estratigràfic, pot haver materials immediatament anteriors a aquesta data. Una associació faunística similar ha estat datada entre fa 1.000 i 1.700 anys (CARRASCOSA i LÓPEZ-MARTÍNEZ, 1988). El material de Los Jameos, molt escàs i trobat ben escampat, ha d'esser posterior a l'explosió del volcà de la Corona, que marca el naixement de Los Jameos. Aquesta explosió volcànica va tenir lloc fa entre 3.000 i 5.000 anys (ILIFFE *et al*, 1984). El material de la Cueva Chica del Mojón és molt escàs, i es troba a uns nivells molt pobres que contenen així mateix restes de coleòpters molt ben conservats, per la qual cosa s'ha de suposar que és també molt recent, presumiblement holocènic.

DIAGNOSI: Espècie de *Puffinus* pertanyent al grup d'espècies *puffinus* (MAYAUD 1932; KURODA 1954) que presenta una talla intermèdia entre la de *P. puffinus* i la de *P. assimilis*. La seva caixa craniana és més globosa que a les altres espècies del grup *puffinus* i l'espai ossi interparietal lliure de músculs és molt ampli. L'esternó és molt petit i l'*apex carinae* no es troba tan desplaçat cap endavant com a les altres espècies del grup *puffinus*. El *processus rotularis* del tibiotarsà és relativament curt i la seva vorera anterior està molt dirigida cap endavant.

DERIVATIO NOMINIS: Dedicam aquesta espècie d'au fòssil al Dr. Storrs L. OLSON (Washington, USA), com a homenatge als seus estudis sobre l'avifauna fòssil de les illes atlàntiques, els quals inclouen les descripcions de diversos Procellariiformes extingits.

ESTATUS: Extint. Conegut només de depòsits molt recents (posteriors al 5000 a.P.). Descomparat de les Illes Canàries rera la colonització d'aquestes per l'home.

DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA: Conegut només de les Canàries Orientals Lanzarote i Fuerteventura. És possible que el premaxil·lar del jaciment arqueològic de La Aldea (Gran Canaria), atribuït a cf. *Puffinus assimilis* per ALCOVER i FLORIT (1989) pertanyi a la nova espècie, cosa que ampliaria la seva àrea de distribució a l'illa de Gran Canaria.

DESCRIPCIÓ: *Puffinus olsoni* és una espècie de mida intermèdia entre *Puffinus puffinus* i *Puffinus assimilis*, dues espècies de baldrigues actualment presents a les illes Canàries. És, per això, molt més petit que *Puffinus holei*, *Puffinus griseus* i *Puffinus gravis*, les al-

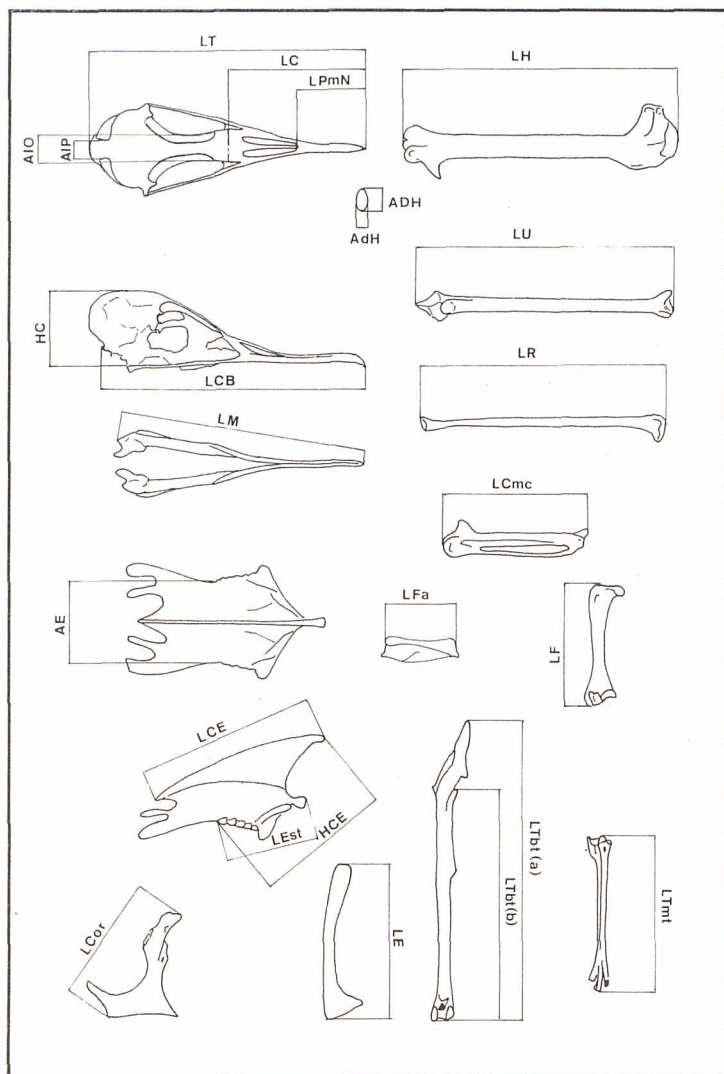


Figura 3:

Mesures osteològiques emprades al present treball. LT: Llargària màxima del crani. LCB: Llargària condilobasal. AIO: Amplària interorbitària. HC: Altària de la caixa craniana. AIP: Amplària de la zona interparietal sense insercions musculars. LpMn: Llargària del premaxil·lar, des de l'apex del bec a la part més distal de les narines. LC: Llargària del premaxil·lar. LM: Llargària mandibular. LH: Llargària de l'húmer. ADH: Amplària màxima de la diàfisi de l'húmer. AdH: Amplària mínima de la diàfisi de l'húmer. LU: Llargària de l'ulna. LR: Llargària del radi. LCoR: Llargària màxima del coracoide. LE: Llargària de l'escàpula. LCE: Llargària de la cresta de l'esternó. A: Amplària mínima de l'esternó. LEst: Llargària de l'esternó, mesurada seguint els criteris de WRAGG (1985). HCE: Altària de la cresta de l'esternó, mesurada seguint els criteris de WRAGG (1985). LCMc: Llargària del carpometacarpí. LFa: Llargària de falange 1 del dit anterior II. LF: Llargària del fèmur. LFBt (a): Llargària del tibiotarsià (incloent-hi la *crista rotularis*). LFBt (b): Llargària del tibiotarsià sense la *crista rotularis*. LTmt: Llargària del tarsometatarsià.

tres espècies de baldrigtes que viuen, o han viscut fins a època recent, a les Illes Canàries.

S'han comparat pregonament les restes òssies de la nova espècie de baldrigta de les Illes Canàries amb les de *Puffinus puffinus*, *Puffinus mauretanicus* (espècie endèmica de les Balears, de morfologia òssia molt similar a la de *Puffinus puffinus*, espècie de la qual es considerava com a una subespècie fins recentment; veure BOURNE *et al.* 1988 i WALKER *et al.* 1990), *Puffinus nestori* (endemisme pliocènic pitius; ALCOVER 1989), *Puffinus holei* (espècie extinta del Pleistocè superior-Holocè de les Canàries Orientals; WALKER *et al.* 1990), *Puffinus gravis*, *Puffinus griseus* i *Puffinus assimilis* (materials depositats a la col·lecció de vertebrats «Museu de la Naturalesa de les Illes Balears, Ciutat de Mallorca —acrònim: MNM— i a la col·lecció de vertebrats del Departamento de Zoología de la Universidad de La Laguna —acrònim DZUL—). Per un altre costat els materials canaris han estat comparats amb les baldrigtes del gènere *Puffinus* depositades a la col·lecció osteològica d'aus del National Museum of Natural History (Washington), col·lecció

que inclou totes les espècies conegudes del gènere llevat de *mauretanicus*, *opisthomelas*, *auricularis* i *heinrothi*. *opisthomelas* i *auricularis* són dues espècies que crien a les Illes del Pacífic Oriental (Illes de Baja California i de Revillagigedo) i només es troben per la mar que banya les costes occidentals de Nordamèrica i de Centreamèrica (HARRISON 1985). *heinrothi* és una espècie coneguda només de les mars de Nova Bretanya, que probablement cria a Bouganville (Illes Solomon). Per motius biogeogràfics es pot excloure clarament la pertinença a aquestes espècies pacífiques de les restes trobades a la Cueva de las Palomas. S'han tengut en compte així mateix les dades bibliogràfiques relatives a *P. herminieri* (espècie que cria a l'Atlàntic occidental) i a les espècies holocèniques extingides *P. pacificoides* (illa de St. Helena, Oceà Atlàntic Sud; OLSON, 1975) i *P. parvus* (Bermudes, Oceà Atlàntic Nord; SHUFELDT, 1921). És a dir, s'han comparat les restes de *P. olsoni* amb totes les espècies actuals i del Pleistocè superior-Holocè de l'oceà Atlàntic i de la Mediterrània, i amb la majoria de les espècies de *Puffinus* de tot el món.

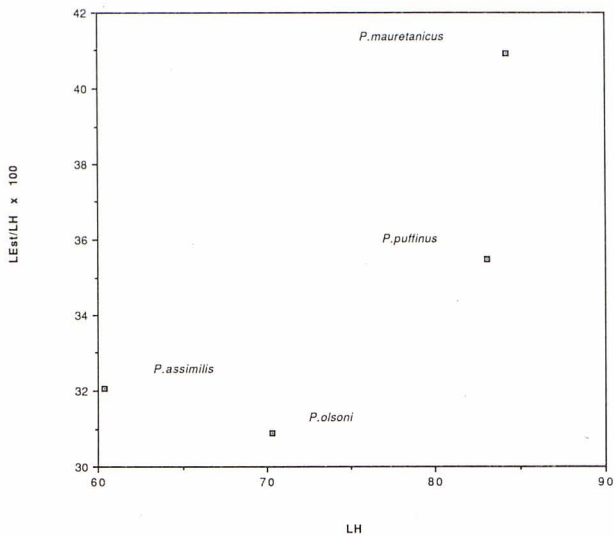


Figura 4: Relació entre la llargària de l'húmer i la llargària relativa de l'esternó respecte l'húmer. *P. olsoni* n.sp. resulta ésser una espècie d'ales llargues, en relació a la mida del cos.

Puffinus olsoni pertany clarament al grup *puffinus*. Aquest grup inclou, a més de l'espècie de li dona nom, les següents espècies: *mauretanicus*, *yelkouan*, *nestori*, i probablement *holei*. Les espècies d'aquest grup es caracteritzen per la següent combinació de caràcters cranians i mandibulars: Possessió d'una caixa craniana no massa globosa, altària baixa del seu crani, premaxil·lars molt allargats, voreres superiors de les òrbites oculars més paral·leles que a les altres espècies atlàntiques de *Puffinus*, *brachium processii maxillo-palatini* amples, *fonticulum orbitale inferior* de forma característica, *processus mandibulae medialis* molt dirigits cap a darrera, *angulus mandibulae* en situació més proximal (respecte la llargària mandibular).

L'esquelet postcranial de *Puffinus olsoni* presenta també característiques pròpies del grup *puffinus*. Així, l'húmer presenta la diàfisi àmplia i característicament molt aplanada. La *fossa musculus brachialis* és molt poc fonda, i la forma de la *crista pectoralis* és característica. Les ulnes són essencialment iguals a tots els *Puffinus*, però al grup *puffinus* són més aplanades, de manera que quan es col·loca l'os sobre la seva cara externa (laterla) el *condylus dorsalis* es projecta més cap a baix a les espècies del grup *puffinus* que a les altres espècies atlàntiques del gènere (*assimilis*, *griseus*, *gravis*). El radi és un os amb pocs caràcters diagnòstics. Així i tot la part proximal de la diàfisi és més àmplia al grup *puffinus* (incloent-hi *olsoni*) que a *assimilis*, el qual presenta un estretament ben característic. A l'esternó les *travercula intermedia* i les *fenestra medialis* són llargues a les espècies del grup *puffinus*, i molt curtes a *P. assimilis*. Al membre posterior els fèmurs presenten un grau de corbatura de la diàfisi característic (menor que el de *assimilis* i *griseus*, major que a *gravis*), i el cap del fèmur se situa més cap endarrera que en aquestes espècies. La inclinació medial de la *crista rotularis* és característica a les espè-

cies del grup *puffinus*, incloent-hi *olsoni*. Els tarsometatarsians presenten les tròclees més allargades a les espècies del grup *puffinus*, i la *fossa parahypotarsalis medialis* no es troba separada per cap cresta de la vorera posterior de l'epífisi anterior del tarsometatarsià (mentre que sí que ho està a *P. assimilis*).

Dintre del grup *puffinus* la nova espècie de les Canàries es caracteritza per la seva mida petita. *Puffinus olsoni* és, en efecte, l'espècie més petita d'aquest grup. La seva talla és intermèdia entre la de *P. puffinus* i la de *P. assimilis*. A les taules 1, 2 i 3 presentam les valors estadístiques habituals de les principals mides cranianes, mandibulars i dels ossos llargs de l'esquelet postcranial, juntament amb les dels exemplars de comparació de *P. puffinus*, *P. mauretanicus* i *P. assimilis*. Per a la majoria de les mesures cranianes i dels ossos llargs de l'esquelet postcranial les valors de *P. olsoni* ni tan sols se solapen amb les corresponents de *P. puffinus* i *P. mauretanicus*.

En comparació amb les altres espècies del grup *puffinus* l'espècie nova de les Canàries es caracteritza

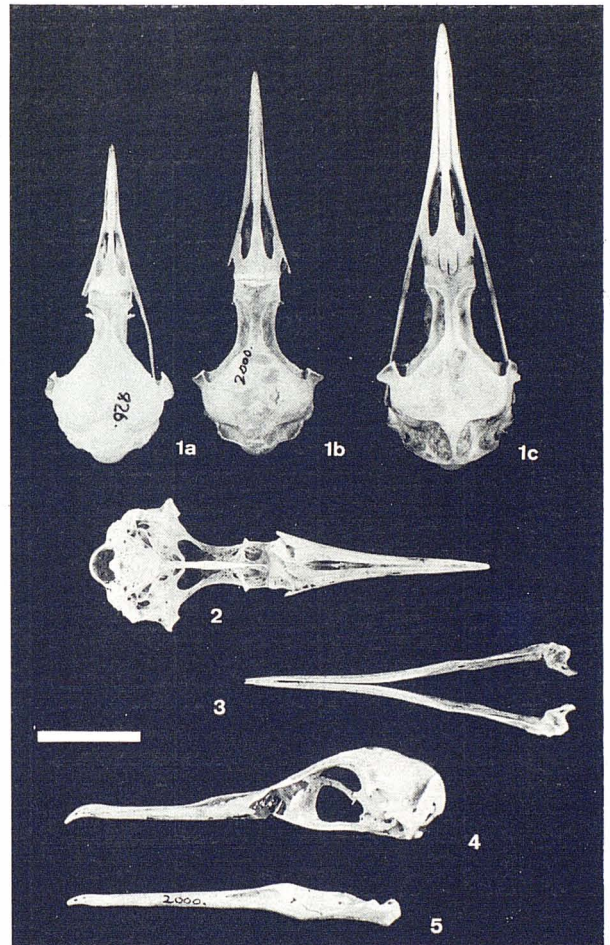


Figura 5: Holotipus de *P. olsoni* n.sp., DZUL 2000 en comparació amb *Puffinus assimilis*, DZUL 826 (1a) i *Puffinus mauretanicus* MNCM 1240 (1c). 1b: Crani en norma dorsal; 2: crani en norma ventral; 3: mandíbula en norma dorsal; 4: crani en norma lateral; 5: mandíbula en norma lateral. Escala: 2 cm.

per presentar una distància interparietal notablement àmplia, quasi tan àmplia com a *P. assimilis*. La caixa craniana és més globosa que a les altres espècies d'aquest grup, i la part anterior del premaxil·lar (des de l'apex a la part distal de les narines) és relativament més llarga. La *crista rotularis* del tibiotarsià és relativament curta a *P. olsoni*, i de forma peculiar (àmplia i molt tirada cap endavant). L'os que presenta unes diferències més grans respecte les altres espècies del grup *puffinus* és l'esternó, més petit a *olsoni* del que caldria esperar, relativament ample i amb l'*apex carinae* no tan projectat cap endavant com a *P. puffinus* i *P. mauretanicus*.

L'espècie nova de les Canàries és de talla molt més petita que les espècies fòssils prèviament conegudes del grup *puffinus*.

Pel que fa a les espècies fòssils *P. pacificoides* de St Helena i *P. parvus* de Bermuda l'espècie nova de les Canàries és de talla intermèdia. Les mesures de *P. pacificoides* presentades per OLSON (1975) superen les corresponents de *P. olsoni*, i ni tan sols se solapen. *P. parvus*, al contrari, presenta unes mides molt més petites que les de *P. olsoni*, sense cap solapament ni un.

De l'anàlisi comparativa realitzada es desprèn que *olsoni* és una espècie pertanyent al grup *puffinus*. Probablement dintre d'aquest grup l'espècie a la qual més s'apropa és *P. puffinus*, però ens manquen sèries grans d'aquesta i de les altres espècies per poder esbrinar adequadament les relacions filogenètiques de *P. olsoni* dintre d'aquest grup. L'espècie nova sembla una rèplica de *P. puffinus* de talla molt petita i amb proporcions òssies particulars (a més de tenir altres característiques, ja esmentades prèviament, que el diferencien clarament com a espècie particular). El seu esternó està particularment reduït, i també ho està el sinsacre. Aquests ossos donen una idea de la massa del cos, i per això es pot dir que l'espècie nova presenta un cos molt petit en comparació amb les altres espècies del grup *puffinus*. En relació amb aquest cos les ales de l'espècie nova són més llargues que a les altres espècies del gènere (vgr.: *mauretanicus*).

3. Discussió

Les comparacions realitzades exclouen la pertinença de les restes de la baldríja petita de les Canàries a cap altra de les espècies prèviament conegudes de l'Atlàntic. La seva adscripció a una espècie nova és òbvia. Aquesta espècie va conviure amb *P. holei* (restes trobades a Los Jameos) i amb *Calonectris diomedea* (restes trobades a la Cueva de las Palomas i a Los Jameos), i va descomparèixer molt recentment de les Illes Canàries.

La troballa d'una espècie nova de baldríja a les Canàries Orientals reforça l'opinió de la gran importància que ha tingut en el passat (i encara té ac-

tualment) el Banc canario-saharià per a les poblacions de *Procellariiformes* de l'Atlàntic Oriental (ALCOVER 1988). En l'actualitat els recursos alimenticis subministrats per aquesta àrea d'aflorament són emprats essencialment per la nostra espècie, tot i que unes poques espècies d'aus marines també en consumeixen una part. Fins fa uns pocs milenis, i presumiblement durant molts de milers d'anys, aquests recursos han hagut de permetre suportar immenses colònies d'aus marines, algunes de les quals criaven a les illes Canàries, ocupant essencialment o exclusivament les illes orientals. Actualment queden a les Canàries algunes colònies importants d'aus marines, però cal que les considerem com a testimonis pobres de la gran abundància d'aquestes aus en el passat.

A diferència del que esdevé amb *P. holei*, la nova espècie de baldríja de Canàries ha hagut de presentar uns hàbits cavernícoles, similars als que presenten actualment *P. puffinus*, *P. mauretanicus* i *P. yelkouan*. La seva troballa a dues cavitats i la seva absència dels rics dipòsits arenícoles de les Canàries Orientals no poden ésser interpretades d'una altra manera.

Les causes de la seva extinció no estan clares. Així i tot sembla que s'han de relacionar amb la colonització de les Illes Canàries per l'home. Resulta astorador contemplar com l'anomenada «extinció finipleistocènica», que ha afectat d'una forma molt especial a les faunes ornítiques terrestres (no marines) insulars (MARIN 1984), també ha comportat extincions d'aus marines que només crien a les illes. El gènere *Puffinus* n'és un exemple clar. Les espècies d'aquest gènere crien quasi exclusivament a illes (tan sols se sap de la cria de *P. griseus* a paratges inhòspits de la costa continental xilena). Actualment es reconeixen 19 espècies dintre del gènere *Puffinus* (HARRISON 1985, BOURNE *et al.* 1988, WALKER *et al.* 1990), tot i que probablement aquest nombre s'incrementarà lleugerament quan s'estudiï pregonament l'estatus d'algunes subespècies (OLSON, *com. pers.*). Sabem que a mínim 5 espècies han estat recentment estirpades de la Terra (*P. parvus*, *P. pacificoides*, *P. holei*, *P. olsoni* i una espècie innominada de Nova Zelanda (SHUFELDT 1924, OLSON 1975, WRAGG 1988, WALKER *et al.* 1990, MC MINN *et al.* present treball). Això representa que la biodiversitat d'espècies de *Puffinus* s'ha reduït més d'un 20 per cent molt recentment. Aquesta estima de percentatge d'extincions és, sense cap dubte, una estima mínima, donat tant la migradesa dels registres paleornitològics, com la manca d'estudis paleornitològics a extenses àrees de la terra. Si limitam l'estima al grup d'espècies *puffinus* es pot dir que com a mínim el 40 per cent de les espècies d'aquest grup han descomparegut en època recent (2 de 5), i com a mínim una de les espècies d'aquest grup es troba en perill d'extinció (*P. mauretanicus*). Aquesta segueix essent una estima mínima realitzada a un grup d'espècies que es troba a una àrea que encara es troba insatisfactòriament explorada.

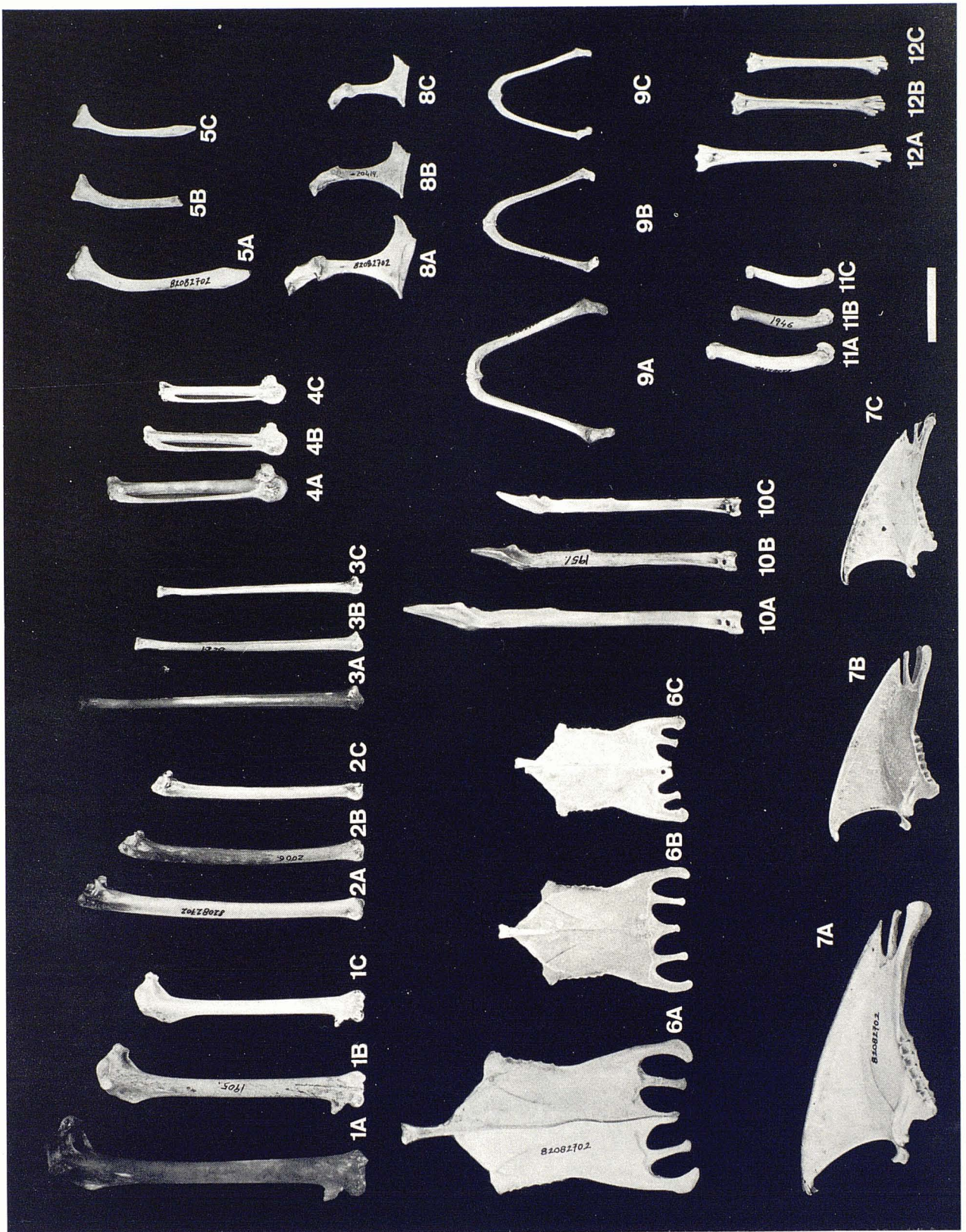


Figura 6: Principals ossos llargs de l'esquelet postcranià de *P. olsoni* n.sp. (B) en comparació amb els de *P. mauretanicus* (A: MNMCM 1240) i de *P. assimilis* (C: DZUL 826). 1: húmer en norma ventral (1B: DZUL 1905); 2: ulna en norma ventral (2B: DZUL 2006); radi en norma craniana (3B: DZUL 1928); carpometacarpià en norma dorsal (4B: DZUL 1932); escàpula en norma ventral (5B: DZUL 1993); 6: esternó en

norma ventral (6B: MNMCM 20413); 7: esternó en norma lateral (7B: MNMCM 20413); 8: coracoides en norma ventral (8B: MNMCM 20419); 9: furcula en norma caudal (9B: MNMCM 20413); 10: tibiotarsià en norma craniana (10B: DZUL 1951); 11: fèmur en norma ventral (11B: DZUL 1946); 12: tarsometarsià en norma craniana (12B: DZUL 1960). Escala: 2 cm.

	<i>P.olsoni</i>	<i>P.puffinus</i>	<i>P.mauretanicus</i>	<i>P.assimilis</i>
LT	73,52 n=2 72,00-75,05	80,00 n=1	87,54 n=6 83,45-92,10	63,03 n=2 62,75-63,30
LCB	68,77 n=2 67,00-70,55	75,35 n=1	82,41 n=6 78,80-86,70	58,88 n=2 58,40-59,35
AIO	6,40 n=4 5,55-7,15	7,80 n=1	7,67 n=6 7,30-8,40	5,28 n=2 5,10-5,45
HC	17,45 n=4 17,15-17,70	18,70 n=1	19,03 n=6 18,05-19,50	16,43 n=2 16,20-16,65
AIP	4,26 n=7 3,55-5,25	2,00 n=1	1,73 n=6 0,30-3,10	4,53 n=2 4,25-4,80
LPmN	25,10 n=3 23,25-26,30	26,90 n=1	28,46 n=6 27,20-31,25	17,70 n=2 17,65-17,75
LC	40,23 n=3 38,15-41,90	42,95 n=1	48,68 n=6 41,00-52,40	30,50 n=2 30,45-30,55
LM	62,72 n=2 60,45-65,00	67,90 n=1	76,13 n=5 72,20-80,00	52,23 n=2 61,45-65,95

Taula 1:

Mesures cranianes de *P. olsoni* n.sp. en comparació amb les de *P. puffinus*, *P. mauretanicus* i *P. assimilis*. Sigles com a la figura 3.

	<i>P.olsoni</i>	<i>P.puffinus</i>	<i>P.mauretanicus</i>	<i>P.assimilis</i>
LH	70,29 n=21 66,75-73,65	83,05 n=1	84,22 n=10 78,80-87,05	60,35 n=1
ADH	4,90 n=21 5,35-4,60	5,75 n=1	6,13 n=10 5,80-6,45	3,65 n=1
AdH	3,15 n=21 2,95-3,60	3,05 n=1	3,26 n=10 3,05-3,40	2,55 n=1
LU	62,98 n=18 60,30-65,10	75,50 n=1	75,93 n=10 73,65-78,20	55,95 n=1
LR	60,34 n=8 58,45-62,00	72,30 n=1	73,15 n=6 71,05-75,00	53,70 n=1
LCor	29,33 n=11 28,20-31,00	33,7 n=1	37,53 n=6 36,25-38,60	24,05 n=1
LE	37,85 n=3 37,70-38,10	41,10 n=1	47,31 n=6 46,70-48,00	32,55 n=1
LCE	50,15 n=1		70,58 n=9 65,00-72,90	43,60 n=1
AE	22,70 n=2 22,25-23,15	25,35 n=1	28,83 n=9 27,15-30,25	19,65 n=1
LEst	21,72 n=2 21,35-22,10	29,45 n=1	34,46 n=9 32,40-36,35	19,35 n=1
HCE	34,92 n=2 34,90-34,95	41,10 n=1	48,43 n=9 45,25-50,40	30,70 n=1
LCmc	37,56 n=13 35,20-39,10	44,20 n=1	47,00 n=6 45,65-48,55	33,05 n=1
LFa	18,16 n=9 17,25-18,75	20,35 n=1	22,18 n=6 21,55-23,15	15,00 n=1

Taula 2:

Mesures dels principals ossos del membre anterior i cintura escapular de *P. olsoni* n.sp. en comparació amb les de *P. puffinus*, *P. mauretanicus* i *P. assimilis*. Sigles com a la figura 3.

Taula 3:

Mesures dels principals ossos del membre posterior i de la cintura pèlvica de *P. olsoni* n.sp. en comparació amb les de *P. puffinus*, *P. mauretanicus* i *P. assimilis*. Sigles com a la figura 3, llevat de LVS, que representa la llargària del cos vertebral del sinsacre, mesurada seguint els criteris de VON DEN DRIESCH (1976).

	<i>P.olsoni</i>	<i>P.puffinus</i>	<i>P.mauretanicus</i>	<i>P.assimilis</i>
LF	28,22 n=19 26,75-29,30		34,07 n=6 32,95-35,25	23,35 n=1
LTbt(a)	68,62 n=2 65,75-71,15		85,46 n=7 79,15-90,60	63,75 n=1
LTbt(b)	57,31 n=12 53,80-59,95		70,76 n=7 69,40-73,90	52,95 n=1
LTmt	40,54 n=12 39,30-42,15		50,46 n=7 49,25-52,25	37,25 n=1
LVS	41,57 n=8 39,10-44,00	49,65 n=1	52,68 n=5 50,90-54,20	35,85 n=1

4. Agraïments

Aquest treball s'inclou en el Projecte de Recerca del CSIC PB88-0041, finançat per la DGICYT. Els autors han de fer palés el seu agraïment més sincer a E. Caballero, X. Comas, A. Comas i M. Máñez, per la seva ajuda en la localització de la cova i en la recollida dels materials. Sergio Ruiz ens va indicar la localització de la Cueva Chica del Mojón i ens va acompanyar durant la seva exploració. El Dr. Storrs L. OLSON ens va facilitar la consulta de la col·lecció osteològica d'aus del National Museum of Natural History, i E. Hernández i A. Martín ens facilitaren materials depositats a la col·lecció del Departament de Zoologia de Vertebrats de la Universidad de La Laguna. A tots ells, el nostre agraïment més sincer.

Bibliografia

- ALCOVER, J.A. (1988): Les aus marines fòssils de les Pitiüses en el context de la Mediterrània. *Actas IV Reunion GIAM*, 33-43. Ciutat de Mallorca.
- ALCOVER, J.A. (1989): Les aus fòssils de la Cova de Ca Na Reia. *Endins*, 14-15: 95-100. Ciutat de Mallorca.
- ALCOVER, J.A. & FLORIT, X. (1989): Els ocells del jaciment arqueològic de La Aldea, Gran Canària. *Bull. Inst. Caty. Hist. Nat.*, 56: 47-55. Barcelona.
- BOURNE, W.R.P.; MACKRILL, E.J.; PATTERSON, A.M. & YESOU, P. (1988): The Yelkouan Shearwater *Puffinus (puffinus?) yelkouan*. *British Birds*, 81: 306-319. Bedford.
- CARRASCOSA, M.C. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (1988): The house mouse from a prehistoric site in Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Bonn. Zool. Beitr.*, 39: 237-256.
- DRIESCH, A. VON DEN (1976): A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. *Peabody Museum Bulletin*, 1: 137 p. Harvard.
- HARRISON, P. (1985): *Seabirds: an identification guide*. Christopher Helm Publ., 448 p. London.
- ILIFFE, T.M.; WILKENS, H.; PARZEFALL, J. & WILLIAMS, D. (1984): Marine Lava Cave Fauna: Composition, Biogeography and Origins. *Science*, 225: 309-311.
- KURODA, N. (1954): On the classification and phylogeny of the Order Tubinares, particularly the shearwaters (*Puffinus*). 179 p., publicat per l'autor. Tokio.
- MARTÍN, P.S. (1984): Prehistoric overkill: the global model. *Quaternary Extinctions* (P.S. Martín & R. G. Klein, Eds.): 354-403. Tucson.
- MAYAUD, N. (1932): Considerations sur la morphologie et la systematique de quelques Puffins. *Alauda*, 4: 41-78.
- OLSON, S.L. (1975): Paleornithology of St. Helena Island, South Atlantic Ocean. *Smith. Contr. Paleobiol.*, 23: 1-49. Washington.
- SHUFELDT, R.W. (1921): A comparative study of some subfossil remains of birds from Bermuda, including the «cahow». *Ann. Carnegie Mus.*, 13: 333-388.
- WALKER, C.A.; WRAGG, G.M. & HARRISON, C.J.O. (1990): A new shearwater from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the evolution of certain *Puffinus* shearwaters. *Historical Biology*, 3: 203-224.
- WRAGG, G.M. (1985): *The comparative biology of Fluttering Shearwater and Hutton's Shearwater and their relationships to other shearwater species*. Master Applied Science, Univ. Canterbury, NZ, 143 p.

NOTICIARI

PUBLICACIÓ DELS MATERIALS DIDÀCTICS «EL CARST A MALLORCA»

El mes de juny d'aquest any 1990 fou presentada en el Centre de Professors de Palma de Mallorca, la publicació titulada «*El Carst a Mallorca*» de la qual són autors els nostres companys Àngel Ginés i Catalina Borràs. Aquesta publicació està editada per la Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear, i recull els materials didàctics elaborats per un Grup de Treball auspiciat pel Centre de Professors de Palma.

L'obra que ens ocupa consta de 50 pàgines que aporten informacions actualitzades i concises, recolzades per abundants gràfics i esquemes, que faciliten la didàctica d'aquesta faceta de les Ciències de la Naturalesa. A més de dedicar atenció preferent a la definició correcta de conceptes bàsics i de terminologia, en tot moment es fa referència als fenòmens càrstics de Mallorca, la rellevància i espectacularitat dels quals és prou coneguda. Els nivells pels que s'ha elaborat aquest treball abraçan des de 1er. de B. U. P. fins a C. O. U.

Els materials reunits pels autors inclouen, com a recurs didàctic, 114 diapositives de les quals, a la publicació, només n'apareixen reproduïdes unes quantes que ajuden a il·lustrar bona part de les morfologies alludides en el text.

No dubtam que aquesta publicació contribuirà a una difusió adequada i actual del coneixement que es té sobre el Carst de Mallorca, suposant, així mateix, un nou exemple de les aportacions que l'espeleologia ve efectuant al coneixement naturalístic de les nostres illes.

EXPLORACIONS SUBAQUÀTIQUES: NOVES DESCOBERTES

De l'any 1988 ençà un equip d'escafandristes gal·lesos dirigits per Owen Clarke, equip petit però molt actiu, ha estat visitant regularment Mallorca, realitzant immersions a coves de la zona del nostre Llevant.

Les cavitats objecte de la seva atenció són totes ben conegudes; les seves topografies han sortit publicades a les planes d'aquesta mateixa publicació i generalment no han rebut gaire atenció dels escafandristes illencs, que solen preferir les coves actives de la Serra de Tramuntana.

Emperò els tranquils llacs salabrosos de les coves de Manacor i Felanitx han resultat esser ben gratificants pels esforços gal·lesos, amb resultats espectaculars en el camp exploratori, que modifiquen el registre de les cavitats mallorquines de més desenvolupament horitzontal.

Les exploracions més importants són les que han fet a la Cova dels Ases i a les coves de la zona de Can Frasquet (Pont i Pirata). A la primera han aconseguit una comunicació directa amb la mar, després de superar dos sifons; el primer, de 13 m de llargada, connecta amb una sala de més de 100 m de llarg amb un llac al seu extrem SE, llac que després de 30 m de galeria inundada comunica amb la mar oberta.

No menys sensacionals són els resultats assolits a la Cova del Pont i Coves del Pirata de Manacor. Les exploracions de l'any 1988 donaren interessants continuacions subaquàtiques als llacs de la primera d'aquestes cavernes, però l'any 1989 es va aconseguir comunicar les dues cavitats, des del llac de la Sala des Tanga a la Sala Ignorada de l'extensió explorada per l'Espeleo Club de Gràcia l'any 1976 a les Coves del Pirata. Val a dir que aquests resultats estan pendents de confirmació, ja que per mor de la mala disposició de la propietat dels terrenys on s'obrin aquestes coves, que s'ha negat a donar permís per poder-hi entrar, no s'ha pogut encara fer un reconeixement de la sortida del sífo de connexió dins el Pirata. Si se confirma que aquestes dues coves en formen una de sola, aquesta destronaria a les Coves del Drac del seu lloc de cavitat de més desenvolupament horitzontal de Mallorca; ja que el Drac té un desenvolupament de 1700 m, davant els 1075 de la part aèria del Pont, que sumats als 150 de les seves noves extensions subaquàtiques i als 800 del Pirata, fan un total de 2025 m.

A les activitats d'aquests tres anys a més de l'esmentat Owen Clarke, hi han pres part John Cooper i Ian Williams.

ACTUALITZACIÓ DEL REGISTRE DE CAVITATS MÉS FONDES DE L'ILLA DE MALLORCA

Després d'haver passat quinze anys des de l'anterior publicació del llistat de cavitats més fondes de l'illa de Mallorca (vegeu ENDINS, n.º 2) es fa necessària una actualització que pugui incorporar noves dades i modificacions topogràfiques, així com també els re-

sultats de les darreres exploracions que sense dubte han modificat considerablement el coneixement disponible sobre les cavitats illenques de major desnivell, tal com es pot comprovar a la següent relació:

1	COVA DE SA CAMPANA	Escorca	304	m. prof.
2	FORAT DETS AMICS	Escorca	180	m. prof.
3	AVENC DES GORG BLAU	Escorca	172	m. prof.
4	AVEC FONDA	Pollença	168	m. prof.
5	AVENC DE FANGAR	Campanet	163	m. prof.
6	AVEC DES GEL	Escorca	147	m. prof.
7	AVENC DES TRAVESSETS	Artà	145	m. prof.
8	AVENC DE FRA RAFEL	Escorca	145	m. prof.
9	AVENC DE SES PAPALLONES	Bunyola	142	m. prof.
10	AVENC D'ESCORCA o DE SA VESSA	Escorca	139	m. prof.
11	COVOTA DE SA PENYA ROTJA	Alcúdia	139	m. prof.
12	AVENC DE S'AIGO	Escorca	133	m. prof.
13	AVENC DEL PLA DE LES BASSES	Pollença	130	m. prof.
14	AVENC DE SA PEDRA	Esporles	126	m. prof.
15	AVENC DES COCONS	Fornalutx	123	m. prof.
16	AVENC DE FEMENIA	Escorca	120	m. prof.
17	AVENC DE NA BOIRA	Esporles	109	m. prof.
18	AVENC DES MAMUTS	Escorca	105	m. prof.
19	AVENC DE SA MITJANIA	Escorca	102	m. prof.
20	AVENC DEN LLOATXIM	Escorca	102	m. prof.
21	AVENC DES VI	Andratx	101	m. prof.
22	COVA DE CAL PESSO	Pollença	100	m. prof.

