45

espeleòleg

5 € / JULIOL 2008

CEC

CAVITATS DE CATALUNYA

Les coves del Salnitre:

- Els visitants il·lustres
- Un itinerari descriptiu
- Aproximació a la geologia de Montserrat

EXPLORACIONS

Ezkaurri'ko Leizea (-351 m) i algunes dades sobre Peña Ezkaurri

BIOSPELEOLOGIA

Estudi del *Troglocharinus ferreri pallaresi*

00045
9 771887 246003

Tu, a la teva

FOTO: ROGER ROVIRA

Nosaltres ens ocupem d'equipar-te amb el millor material

nus
esports de muntanya

Plaça del Diamant, 9
08012 Barcelona
tel. 932 184 117
http//personal2.iddeo.es/nus
espeleonus@eresmas.net

EQUIP DE RECERQUES ESPELEOLÒGIQUES

CENTRE EXCURSIONISTA DE CATALUNYA

Redacció i administració:
Centre Excursionista de Catalunya
Club Alpí Català
Paradís, 10 i 12 - 08002 Barcelona
Tel. 933 152 311
www.cec.cat

Director:
Josep Manuel Miñarro
cec@cec.cat

Editor:
Ferran Alexandri
ferran@alexandri.cat

Consell de redacció:
Dani Ferrer, Toni Inglès,
Martí Romero

Disseny i maquetació:
Estudi Toni Inglès
toni@toni-ingles.com

Impressió:
Litografía Ochoa
Tel.: 936 855 819
Imprès en paper ecològic

Dipòsit legal:
B 22844-1967

ISSN:
1887-2468

Portada:
Cueva del Ibón de Isaba
(Navarra)
Autor: Valentí Zapater

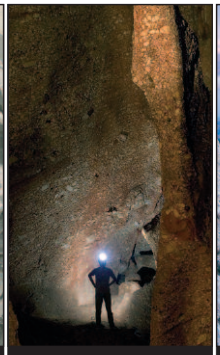
La revista *Espeleòleg* no comparteix necessàriament l'opinió que s'expressa en els articles publicats, sinó que la responsabilitat dels comentaris recau sobre els respectius autors. Aquesta publicació no pot ser reproduïda ni totalment ni parcialment mitjançant qualsevol recurs o procediment, incloent-hi la reprografia, el tractament informàtic o qualsevol altre sistema, sense l'autorització escrita de l'editor o dels propietaris del ©*copyright*.

La revista de l'

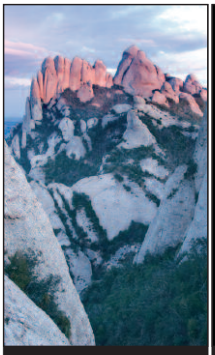
espeleòleg

núm. 45 **JULIOL 2008**

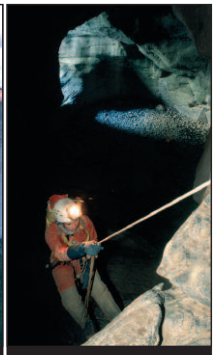
4 **Els visitants de les coves del Salnitre**



8 **Les coves del Salnitre**



19 **Aproximació a la geologia de Montserrat**



22 **Algunes dades sobre Peña Ezkaurri**

30 **Estudi del *Troglocharinus ferreri pallaresi***

Fitxes de cavitats: Avenc de la Rosita (la Garrotxa) **32**
Fitxes de cavitats: Coves del Mu (la Noguera) **33**
Anecdotari: Fa cent anys... a l'avenc d'en Roca **34**
Crònica espeleològica **35**

EDITORIAL

Reiterant el que ja dèiem en l'últim editorial d'*Espeleòleg*, a l'hora d'editar un número nou d'aquesta revista apareixen tots els problemes i elements imprevisibles que fan endarrerir setmana rere setmana, mes rere mes, la seva aparició. Però a la fi hem pogut tornar a sortir, i seguint el model iniciat en el darrer número, hem fornit part del seu contingut amb material d'espeleologia provinent de la nostra germana gran, la revista *Muntanya*, perquè pensem que és interessant fer-lo arribar a un públic específicament espeleològic. Tanmateix, també hi ha una novetat: hem augmentat el nombre de pàgines i hem inclòs alguns articles inèdits.

Seguint la nostra línia editorial, encetada fa més de quaranta anys, el contingut d'*Espeleòleg* segueix essent el cent per cent dedicat a l'espeleologia en tots els vessants i en totes les especialitats que la nostra activitat comporta. Ho volem remarcar perquè ens els darrers temps hi ha qui ens vol fer passar el bou per bèstia grossa, i per tal d'eixamplar, no sabem en quins horitzons nous, dins del col·lectiu espeleològic s'inclouen unes pràctiques molt allunyades de l'esperit de l'espeleologia. Tan allunyades que ja no compten ni amb el medi subterrani.

L'ERE és un grup format per gent que practica, a banda de l'espeleologia, moltes altres activitats i, a més, tenim la sort que al CEC hi ha un munt de seccions que les recullen com a tals, i que com a socis ens hi podem adherir i participar-hi; però l'objectiu de l'ERE, no podem oblidar-ho, és exclusivament espeleològic. A tall d'exemple, i de creació molt recent, ha aparegut al CEC el GDE (Grup de Descens d'Engorjats), integrat pels amants d'aquesta activitat, entre els quals hi ha alguns membres de l'ERE, i que ara han decidit unir-se a una secció nova. Des d'aquestes pàgines els desitgem que tinguin molt d'èxit en la seva afició.

Mentrestant… a Madrid hi ha hagut l'elecció del nou president de la FEE i, un gir d'última hora ha fet que pactessin tiris amb troians, tot restant a l'oposició una part dels que abans eren al poder. Massa galls per a un galliner tant petit.

D'altra banda, volem felicitar ben sincerament l'empresa Vertical Sports, S.L., pel 25è aniversari de la seva fundació. Durant tot aquest temps Vertical ha estat al servei dels esports de muntanya i de l'espeleologia subministrant als col·lectius les marques més prestigioses de material tècnic, com ara Petzl, Beal, Ferrino, Marmot… ¡L'enhorabona! També volem agrair a Vertical el suport, sovint incondicional, que durant aquests anys ha ofert a les publicacions d'espeleologia d'aquest país, especialment a la revista *Espeleòleg*.

Els visitants de les coves del Salnitre

Un recorregut subterrani per les mentalitats dels segles XVIII i XIX

Autor: **Josep M. Cervelló**

L'autor ens presenta un interessant viatge a les coves del Salnitre a través dels visitants il·lustres que va tenir aquesta famosa cavitat de Collbató.

ARXIU FOTOGRÀFIC CEC

L'entrada a les coves del Salnitre, amb el bar que hi havia cap al 1900. La foto és atribuïda a Juli Vintró, amic i acompanyant de Norbert Font i Sagué.

Ramon Arabia

Norbert Font i Sagué

Artur Osona

Édouard-Alfred Martel

Víctor Balaguer

Pere Pau Muntanya

Els viatgers il·lustrats

Francisco de Zamora (1757 – 1812), funcionari i escriptor castellà que fou alcalde del crim de l'Audiència de Catalunya a Barcelona. Entre 1785 i 1790 va realitzar llargs viatges per Catalunya a la recerca de dades, molt en la línia del pensament il·lustrat de l'època, i distribuí un ampli qüestionari a totes les poblacions catalanes sobre els més variats aspectes de demografia, costums, activitats econòmiques, toponímia i geografia física de cada lloc.

Gràcies a les respostes dels municipis al *Qüestionari Zamora* i al seu *Diario de los viajes hechos en Cataluña*, tenim un document d'excepció de com era la Catalunya de finals del segle XVIII. De fet hi ha qui sosté que Zamora era, a més de funcionari de la monarquia borbònica, un espia a la recerca d'informació sobre l'estat de Catalunya a les portes de la Guerra Gran amb França.

L'any 1789 visità Montserrat i, acompanyat per diversos monjos del monestir, va anar a diversos punts de la muntanya, va observar que en alguns punts hi ha «sumidores de aguas, que después vuelven a salir en otra parte; pero únicamente cuando llueve», visità els Pouetons de les Agulles i explorà les coves del Salnitre on es realitzaren tasques topogràfiques (la topografia del Salnitre és el primer treball d'aquestes característiques que coneixem a Catalunya). Amb el concurs del seu assidu dibuixant, en Pere Pau Muntanya, pintor i decorador de moda entre la burgesia naixent, i en Francesc Remart, es realitzaren diversos gravats de la muntanya i de les coves. Zamora també visità Sant Llorenç del Munt i alguna de les seves coves, com la cova Simanya. En els seus viatges feia estada sovint a la casa de la Barata, a l'Obac, prop del camí ral i propietat d'uns amics.

El manuscrit trobat a Montserrat

L'abat Miquel Muntades, en el seu llibre sobre la història de Montserrat, atribueix a Gerard Joana (1769 – 1841), monjo, botànic i farmacèutic del monestir de Montserrat, l'autoria d'un manuscrit, escrit a l'any 1806, on es fa un seguit d'observacions i hipòtesis sobre les cavitats subterrànies i la circulació de les aigües a la muntanya. Aquest manuscrit, guardat a la biblioteca del monestir amb la referència 881 dins el Catàleg dels Manuscrits, formava part d'un compendi sobre la història natural de Montserrat, i va ser salvat parcialment de l'incendi i la destrucció del monestir durant la Guerra del Francès, l'any 1811. El seu valor és molt gran ja que constitueix el primer document purament espeleològic conegut a Catalunya. L'autor hi fa ressò de la controversia entre plutonians i neptunians que tenia lloc entre els geòlegs de la seva època.

El manuscrit defineix encertarament les principals característiques del carst montserratí: després de les pluges les aigües no circulen per la superfície, sinó que són infiltrades ràpidament sota terra i brollen als peus del massís a les fonts permanents (font Gran de Monistrol) i, en ocasions, per sobreei-

A la pàgina anterior: Entrada a les coves del Salnitre. Aquarel·la de Pere P. Muntanya (1790). Biblioteca del monestir.

El pou. Gravat de Manuel Solà, a Montserrate subterranea *(1852).*

Vista de les ermites de la Tebaida i del monestir de Montserrat. Gravat d'A. de Laborde (1806).

Entrada al Cambril. Gravat de Manuel Solà, a Montserrate subterranea *(1852).*

xidors temporals que reben el nom de *mentiroses* o *fonts mentidores*. A l'interior de la muntanya existeixen cavitats verticals *(pouetons)* que estan relacionades amb la infiltració i, a la part de Collbató, cavitats horitzontals que representen antigues sortides d'aigua, és a dir *fonts mentidores*, avui seques. Segons l'autor tot el massís estaria ple de cavitats que, en anar-se ensorrant, provocarien les ensulsiades de roques tan freqüents a la muntanya. El fenomen físic d'aquesta formació de conductes subterranis seria la dissolució i l'erosió mecànica de la roca per efecte del pas de les aigües subterrànies.

Amb aquestes formulacions l'autor se'ns mostra com un avançat a la seva època. No serà fins alguns decennis més tard que altres autors europeus hi coincidiren en la construcció dels primers paradigmes de l'espeleologia científica.

L'atribució a Gerard Joana del manuscrit 881 és dubtosa. Els dibuixos a què es refereix en el text han de ser els de l'expedició de Zamora, que va ser acompanyat per altres monjos, els pares Ametller i Grau. El primer tenia molta fama com a naturalista i era una persona de referència per als viatgers i estudiosos que pujaven al monestir, i no seria estrany que fos l'autor del manuscrit. A més sembla que Joana, en aquells anys, no feia setze anys que era monjo, tal com afirma l'autor del manuscrit.

Alexandre de Laborde (1773 – 1842), militar, escriptor francès i viatger preromàntic, autor del *Voyage pittoresque et historique de l'Espagne* dedicat especialment als Països Catalans. Va fer algunes estades a Montserrat als tombants de segle i visità la cova, acompanyat d'alguns monjos i guies de Collbató. Ens ha deixat bonics gravats de l'entrada i d'una de les sales de la cova. En emprendre la seva visita recorda la de Francisco de Zamora i encara troba el tronc d'arbre que havien posat per baixar el pou del Diable en l'expedició de Zamora.

Els romàntics

Víctor Balaguer (1824 – 1901), polític, historiador i escriptor, troba a Montserrat el paisatge ideal per a la seva sensibilitat marcada pel romanticisme de la pre-Renaixença. La crema i les destruccions durant la Guerra del Francès, l'abandonament del monestir, que fou tancat l'any 1835 i es torna a obrir nou anys més tard, juntament amb l'atmosfera de llegendes i tradicions que envolten la muntanya, feien de Montserrat un escenari perfecte per als mites i l'imaginari romàntic.

L'any 1852, després d'una sèrie d'escrits que va publicar dedicats a la muntanya, Balaguer organitza una expedició a les coves del Salnitre, en la qual participaren escriptors i pintors, metges del balneari de la Puda, monjos i guies de Collbató. En contrast amb l'esperit erudit de les anteriors visites dels viatgers i estudiosos de la Il·lustració, Balaguer fa una descripció desmesurada de la seva aventura subterrània. En un ambient exaltat i fantasiós, propi de la mentalitat de l'època i entre exclamacions d'admiració, la comitiva va donant nom a les diferents cambres de la cova: *el bany de les sílfides, el saló gòtic*, etc., es baralla amb la nombrosa colònia de ratpenats que habiten pacíficament les galeries més profundes, inscriu els seus noms a les parets, al costat d'altres més antics dels segles XVI, XVII i XVIII i es formulen teories pintoresques sobre l'origen de la cavitat. De fet, Balaguer i els seus exaltats amics romàntics, escriptors i pintors i dibuixants de la llotja no volen refutar cap teoria científica, el coneixement de debò és el que surt de la poesia i amb la seva visita a les coves el que es pretèn és despertar el «geni del lloc».

La difusió d'aquesta visita multitudinària als diaris de l'època i la publicació de litografies dels diferents artistes que hi participaren (Claudi Lorenzale, Manuel Solà i altres), van donar una gran popularitat a la cova i va provocar un allau de visites de curiosos, cosa que va obligar a arreglar el dificultós camí d'accés i a edificar una *posada de las cuevas* a cal Pepa de Collbató, des d'on partien els expedicionaris amb guies contractats. Els viatgers arribaven amb cavalleries procedents de l'estació de ferrocarrils de Martorell. De fet, les expedicions de Balaguer a les coves del Salnitre van ser de les darreres que encara van partir de Barcelona amb carruatge, ja que pocs anys més tard es va inaugurar el tren, que facilitaria molt el viatge.

1896: acta de naixement de l'espeleologia catalana

Édouard-Alfred Martel (1859 – 1938), científic francès, és considerat el creador de l'espeleologia moderna, fundador de la Société de Spéléologie, de la revista *Spelunca* i de l'Spéleo Club francès. A partir de les seves

campanyes sistemàtiques d'exploració subterrània a diverses parts del món, va establir teories pròpies sobre la formació de les cavitats naturals i la circulació de les aigües subterrànies i en va ser un gran divulgador.

La influència de Martel en el naixent excursionisme científic català va ser molt important. A través dels contactes internacionals d'Artur Osona i Ramon Arabia va ser soci delegat de l'Associació Catalana d'Excursions a París, i l'any 1890, amb la reunificació de les dues entitats pioneres de l'excursionisme català en el Centre Excursionista de Catalunya, va passar a ser soci delegat d'aquesta entitat. Els seus relats de Bramabiau, Padirac i altres famoses exploracions van ser traduïts i seguits amb molt d'interès pels precursors d'aquestes activitats a Catalunya.

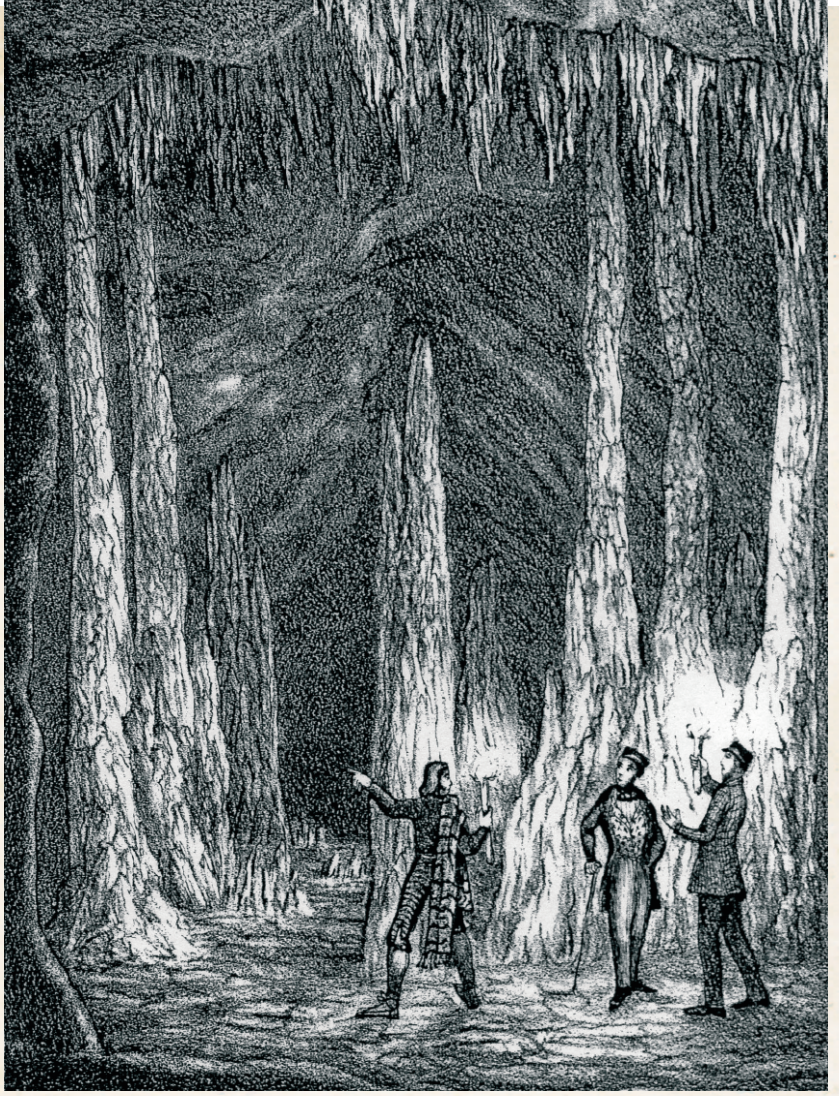
L'any 1896 va fer saber al CEC que havia estat invitat, per l'arxiduc d'Àustria, a visitar Mallorca i les seves coves, en especial les coves del Drac, que ja havien estat recorregudes parcialment per l'Associació Catalana d'Excursions els anys 1878 i 1880. Aprofitant la vinguda se'l va convidar a visitar, de tornada, algunes coves a Catalunya, per tal de mantenir un contacte sobre el terreny amb les persones més interessades per l'espeleologia naixent al nostre país.

La seva visita es va preparar minuciosament. El CEC, a proposta de Dionís Puig, elaborà un interrogatori destinat a recollir informació sobre els fenòmens espeleològics que va ser àmpliament distribuït. Les respostes que van anar arribant durant la primavera del 1896, enviades per delegats del CEC, mestres, capellans i prohoms de moltes localitats, van constituir una base documental per orientar les primeres recerques i per a la configuració del primer catàleg espeleològic de Catalunya. Aquesta feina va ser encomanada a un entusiasta jove seminarista anomenat Norbert Font i Sagué.

El 16 de setembre de 1896, Martel i el seu company Louis Armand són rebuts a Barcelona i, l'endemà, són acompanyats a Montserrat i a les coves del Salnitre per Artur Osona i Josep Castellanos. Martel adverteix el gran interès que presenten les coves excavades en conglomerats, assenyalant la singularitat d'un medi tan diferent de les àrees del carst en calcàries que ell coneixia tan bé. La descripció que fa de les coves de Collbató és, però, molt realista, desmuntant les exageracions que s'havien anat transmetent des de les visites de mitjan segle. Aquesta visió objectiva no és entesa per alguns, com Puig i Larraz, que fins i tot dubten que Martel hagi visitat les «autèntiques» coves...

Acabada la visita a Montserrat, Martel i Armand marxen cap a la Cerdanya, on els espera una altra delegació del CEC formada per Lluís Marià Vidal, geòleg i futur president de l'entitat, Juli Vintró, Josep Galbany i el jove Norbert Font i Sagué, per explorar la cova de la fou de Bor. Aquest contacte amb el pare de l'espeleologia produeix un gran efecte a Font i Sagué, que seguirà les seves passes, lliurant-se des d'aleshores a una activitat continuada i sistemàtica d'exploració subterrània, adoptant en forma i continguts les maneres i els conceptes de Martel.

Amb Font i Sagué, deixeble d'Almera al Seminari Conciliar i futur geòleg, apareix definitivament el primer espeleòleg català, amb l'ajut i l'estímul de Lluís Marià Vidal. Tota la informació i les experiències dels precursors (Gomis, Arabia, Alsius, Osona, Palet i Barba, Teixidor i tants d'altres) són dipositades pràcticament en unes soles mans: Font i Sagué inicia amb empenta la història de l'espeleologia catalana.



Gruta de les estalactites. Gravat de Manuel Solà, a* Montserrate subterranea *(1852).

Gravat d'A. de Laborde (1806).

Tots els gravats d'Alexandre Laborde pertanyen al llibre *Voyage pittoresque et historique de l'Espagne.*

Les coves del Salnitre

Autor: **Josep M. Cervelló**

Les coves del Salnitre estan situades a la part meridional de Montserrat, al límit d'aquest massís amb la depressió del Bruc, enlairades damunt del torrent de la Salut i al peu del serrat de les Garrigoses. L'entrada es pot observar des de Collbató, uns metres més amunt de la traça del camí de les Feixades que porta cap al monestir.

JORDI VIDAL

La cova pertany, com a forma major, d'uns 960 m de recorregut, a un conjunt de cavitats situades a una cota al voltant dels 500 m, que s'obren seguint el replà de les Feixades i als dos vessants del torrent de la Font Seca –coves de la Codolosa, del Xacó, Gran, Freda, de la Pols, l'avenc Ventós, del Salnitre, etc.–, i que senyalen un antic nivell de circulacions d'aigües subterrànies que, per les dimensions dels conductes, donen testimoni de la importància de la carstificació antiga del massís de Montserrat i la implicació d'aquest fet sobre les formes superficials i els processos geodinàmics que han modelat el singular paisatge montserratí.

La instal·lació del riu Llobregat en el seu curs actual és fruit d'una llarga evolució que ha provocat l'aïllament del massís pel seu vessant nord-oriental. La xarxa hidrogràfica és força il·lustrativa d'aquesta evolució morfològica i hem de diferenciar, d'una banda, la xarxa interna de canals i torrenteres orientades a partir de l'estructura tectònica i, de l'altra, la vall Mal o torrent de Santa Maria, que parteix el massís longitudinalment i que és la resta de l'antic desguàs cap al sud-est, és a dir cap a la Depressió Prelitoral, anterior a l'emplaçament del Llobregat. Aquesta antiga vall ha estat capturada en angle recte cap al Llobregat a partir de la zona del pas dels Francesos, damunt del monestir. A partir d'aquest sector la vall gira bruscament i cau amb un fort desnivell cap al Llobregat, tal i com es pot observar perfectament des del transbordador aeri. Aquesta antiga artèria, abans de ser capturada i encaixonada, podria tenir continuïtat per nivells superiors al pla de les Tarántules cap al torrent Fondo, encara que també hi hauria la possibilitat que fos una vall cega que es tanqués a la zona del pla dels Ocells, sota la Panxa del Bisbe. Sigui com sigui el seu paper primordial en la infiltració i la hidrogeologia càrstica del massís sembla incontrovertible.

La captura pleistocènica del Llobregat, present en la superfície del torrent de Santa Maria o dels tributaris del torrent de la Salut, també s'ha desenvolupat sota terra, el conjunt de coves situades al marge sud de la muntanya; a l'àrea de Collbató, són antics drens relacionats amb antigues surgències que han quedat

ROGER ROVIRA

ALBERT MARTÍNEZ

Les fractures verticals que modelen la superfície de la muntanya també són fonamentals en el traçat de les galeries subterrànies, tal i com es pot veure en aquest perfil de les coves superposat sobre una fotografia aèria.

ROGER ROVIRA

inactives. Les actuals surgències, a la zona de Monistrol, presenten un sistema complex format per una font permanent –la font Gran– i uns sobreeixidors temporals, o fonts mentidores superposades: la mentidora de Monistrol, les del coll de la Vaca, etc. En cas de crescuda, la font Gran arriba a un límit d'evacuació d'uns 60 l/s i es posen en funcionament els sobreeixidors, que poden abocar durant dies o setmanes centenars de litres per segon.

Les coves de Collbató, perduda la seva funcionalitat hidrològica, resten com a formes fòssils. Una mica més avall trobem les fonts Mentidores de Collbató, que mantenen una funcionalitat temporal excepcional, amb l'interès de ser un punt de sortida d'aigües amb una heterogeneïtat tèrmica que, en crescudes d'hivern, es manifesta en forma de baf que acompanya la sortida d'aigües.

Les coves són, per tant, antics conductes que pertanyen al sistema de drenatge profund de les aigües subterrànies de Montserrat que estan relacionats directament amb la zona de descàrrega i un antic nivell de base del final del terciari, anterior en tot cas a la instal·lació del Llobregat. En l'interior hi ha el registre d'esdeveniments hidrogeològics i del que ha passat des que les aigües van abandonar els conductes i la cova deixà de ser un medi hidrològic i esdevingué un medi geològic.

Un itinerari pel Montserrat subterrani

El recorregut subterrani habilitat i enllumenat que podem realitzar és superior als 500 m i permet arribar fins a les zones més internes de la cavitat. La topografia de la cova ens servirà de guia i ens permetrà situar uns punts d'observació al llarg de la visita. Hi distingirem tres sectors: pis Superior, pou del Diable i pis Inferior.

PIS SUPERIOR

És tot el conjunt de galeries i sales situades aproximadament al mateix nivell que l'entrada.

1 El vestíbul és ampli, de forma triangular i ben il·luminat gràcies a una obertura superior tancada amb una reixa. El terra està aplanat artificialment i cobert per un enllosat. Fou en aquesta zona on, l'any 1922, Colomines va fer les troballes prehistòriques. Si bé la cova del Salnitre és la més gran de totes les que han estat localitzades en aquest sector i reuneix bones condicions per a l'habitabilitat, el seu jaciment no és tant ric com els de la cova Gran i la cova Freda. La dificultat que creava l'existència d'un terra cobert de blocs caiguts impossibilità una prospecció adequada. Entre els blocs es van trobar restes de terrissa sense decorar, negrosa i polida, com la que s'havia trobat a les altres dues coves. També s'hi va localitzar ceràmica ibèrica i campaniana, un esclat de sílex i un fragment de crani humà. No es va poder determinar

quin tipus d'ús se'n va fer, de la cova, però sabem que va ser freqüentada del neolític antic (7.000 BP) al bronze i hallsttàtic, fins al període ibèric. A les altres cavitats es van fer troballes més interessants: ossos d'animals, ganivets, rascadors, punxons d'os, destrals de sílex, de corniana i de diorita, enterraments humans i, sobretot, tres tipus diferents de ceràmica: una de llisa polida de color negrós, una altra decorada amb relleus i cordons, i una altra ornada amb incisions de petxines, sobretot del gènere Cardium. Aquesta darrera, que es trobava per primer cop, s'anomenà ceràmica *montserratina, cardial* o *impresa*.

2 Des del vestíbul ja es veu la sala de la Catedral, la més gran de la cavitat, de planta irregular i amb el terra cobert de grans blocs caiguts. Si avancem pel camí fins a situar-nos a l'altre extrem de la sala, hi podrem fer algunes observacions interessants.

Hi apreciarem perfectament les característiques de la roca conglomeràtica que ha estat excavada i els nivells vermells de gresos interestratificats que no formen estrats continus sinó filagarses o petits llentions. Els còdols són molt heteromètrics –alguns arriben a tenir 80 cm de diàmetre. La matriu és sorrenca i vermellosa. Hi podem observar que les capes estan inclinades cap al NE amb un cabussament d'uns 25º. A la paret sud, tocant el Mansuet, s'hi distingeixen estructures sedimentàries, com ara l'estratificació encreuada.

El volum excavat és important. Al sostre no s'aprecien les cicatrius deixades pels ensorraments dels grans blocs que trobem pel terra, sinó formes d'erosió que formen voltes, cúpules i nínxols, que mostren l'efecte de l'acció dissolvent de l'aigua. S'hi pot veure també com les grans estalagmites mostren l'efecte d'una erosió posterior a la seva formació (per exemple la Monja i la Geganta). Abans de deixar la sala, hi podem veure com les formacions estalagmítiques es recolzen damunt dels conglomerats i formen un afegit sobre la roca, o damunt de sediments terrosos amb els quals sovint s'intercalen. En un racó del sector sud, just des del pont de fusta, hi podem apreciar una cavitat penjada uns 7 o 8 m per damunt nostre, que és la cova del Mansuet, on sembla que s'amagava el famós bandoler en temps de la Guerra del Francès.

ROGER ROVIRA

3 Arribats a dalt del pou del Diable, deixem a l'esquerra la galeria de les Papallones, oberta a la mateixa fractura que dóna origen al pou i d'un centenar de metres de llarg en direcció SO-NE. El fals terra està format per blocs caiguts i empotrats entre les parets, damunt dels quals s'hi han dipositat sediments i paviments estalagmítics.

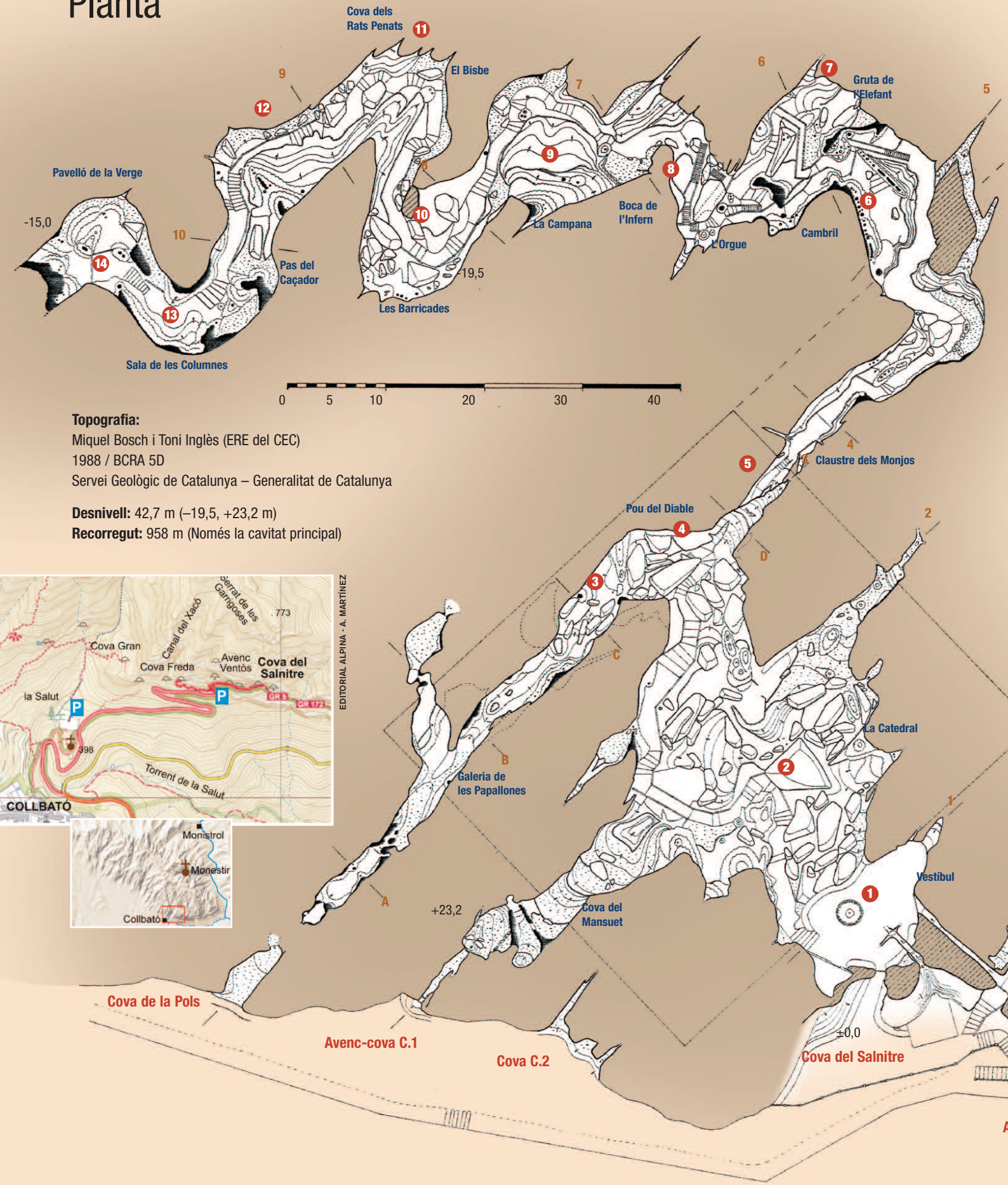
Després d'haver vist tot aquest pis Superior, en podem treure algunes conclusions, com ara que un cop els conductes van deixar d'estar inundats d'aigua es va produir una etapa d'enfonsaments i de creació de formacions estalagmítiques. Una etapa posterior amb una nova activitat hidrològica va erosionar les estalagmites i va modelar les formes del sostre i les parets.

POU DEL DIABLE

4 Ens apareix entre blocs el pou del Diable, de 16 m de fondària, que es baixen amb l'ajut d'una escala. Per les parets es veuen mostres d'erosió que han tallat dipòsits i reompliments estalagmítics. El fons és ple de blocs caiguts. En la part més baixa, fora de l'itinerari que seguirem, deixem una cavitat amb el terra format per un dipòsit d'argiles fosques, que alternen amb nivells de sediments orgànics (format per restes d'animals, ossos de ratpenat, etc.). Segurament d'aquest punt es treia el famós salnitre. Part d'aquest conjunt està recobert d'una crosta estalagmítica. La naturalesa d'aquest dipòsit ens indica que és una sedimentació en sec; és a dir, subaèria.

Coves del Salnitre

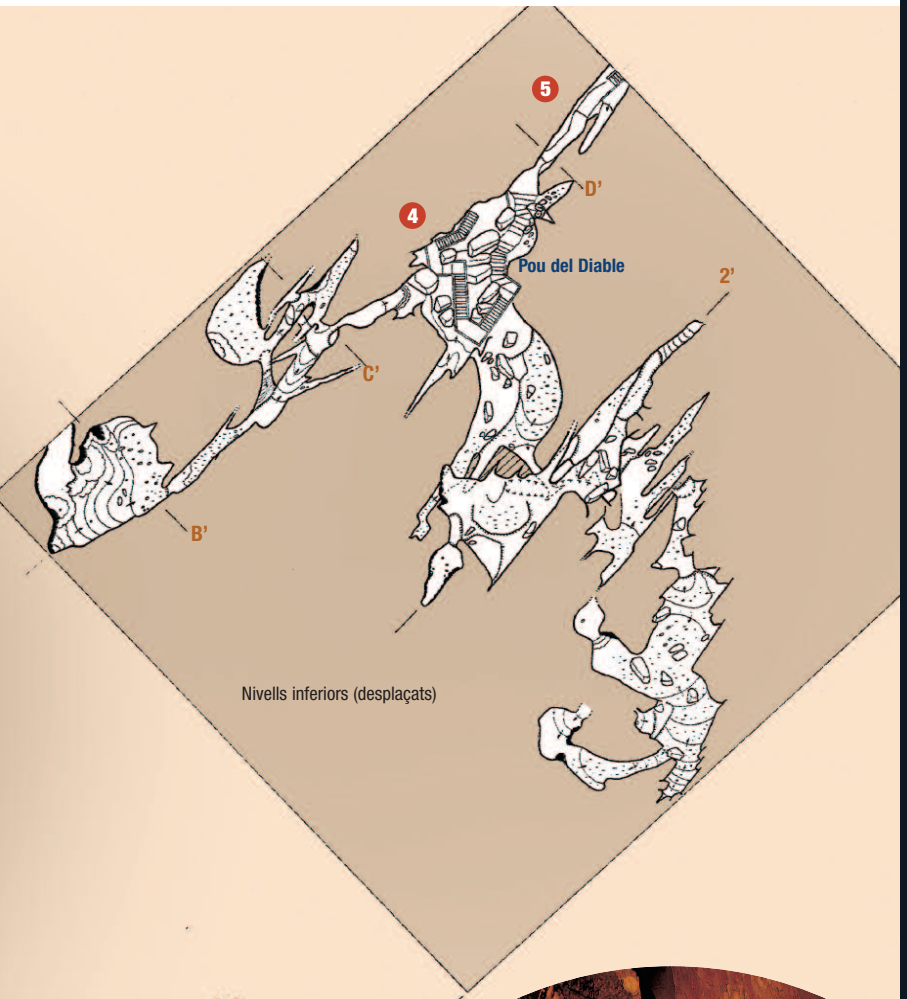
Planta

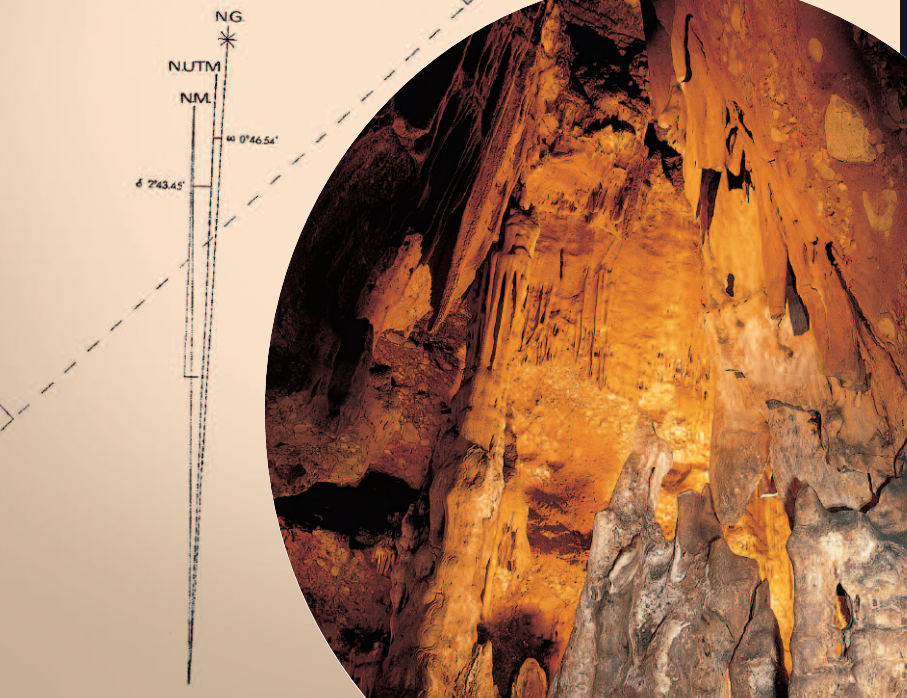


Topografia:
Miquel Bosch i Toni Inglès (ERE del CEC)
1988 / BCRA 5D
Servei Geològic de Catalunya – Generalitat de Catalunya

Desnivell: 42,7 m (–19,5, +23,2 m)
Recorregut: 958 m (Només la cavitat principal)

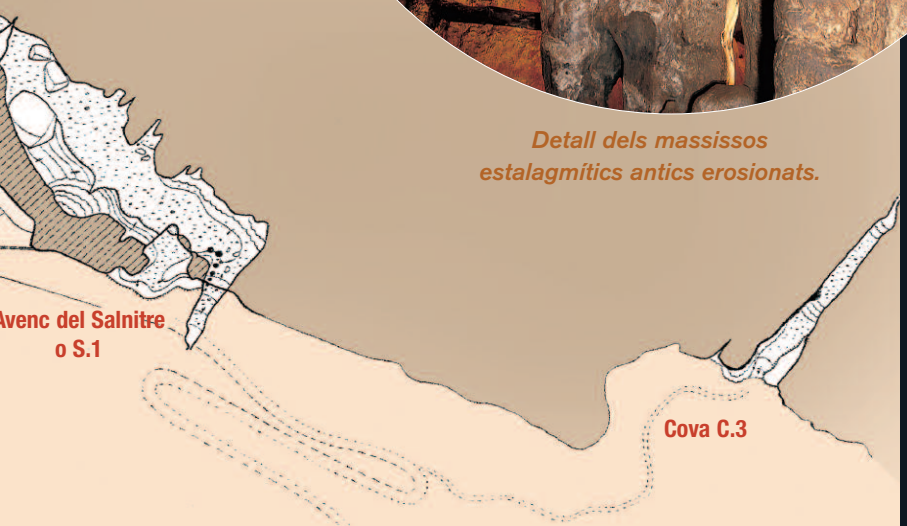
EDITORIAL ALPINA - A. MARTÍNEZ





JORDI VIDAL

Detall dels massissos estalagmítics antics erosionats.



PIS INFERIOR

El pis Inferior és un conjunt de galeries que se situen entre 18 i 25 m de fondària respecte de l'entrada.

5 Un cop baixat el pou del Diable el recorregut continua per un corredor estret que segueix una diàclasi de direcció NE-SO. Arribem a una galeria àmplia anomenada *claustre dels Monjos*. El nom prové de la trobada en aquest sector d'inscripcions de visites de monjos del monestir (segles XVI i XVII). Al fons, hi destaca una columna de 6 m d'alçada amb forts senyals d'erosió. Les parets també mostren senyals d'erosió i, a l'esquerra, damunt un replà rocós, hi trobem restes sedimentàries d'argiles i una crosta estalagmítica molt alterada. A la dreta, penjat pel damunt dels nostres caps, hi ha les restes d'un dipòsit d'espeleotemes format per una calcita blanca molt porosa; es tracta de calcita flotant, que marca una antiga fase lacustre. La galeria fa un colze cap al nord i en aquest punt veiem una galeria superior més rectilínia, penjada a 7 m d'altura.

6 Seguint el camí arribem al Cambril, pujant un tram d'escales. Destaquen aquí les formacions estalagmítiques, les columnes, les estalactites del sostre i les banderes o cortines estalactítiques formades i alineades seguint les diàclasis NO-SE del sostre, per on s'infiltren les gotes d'aigua que han anat formant aquestes concrecions. Al Cambril es poden veure dues fases de concreció, una d'antiga, la de les grans columnes erosionades (una d'aquestes inclinada, recolzada a la paret i soldada novament) i una de més moderna, que ha format les estalactites i cortines del sostre, en les quals no es veuen traces d'erosió posterior.

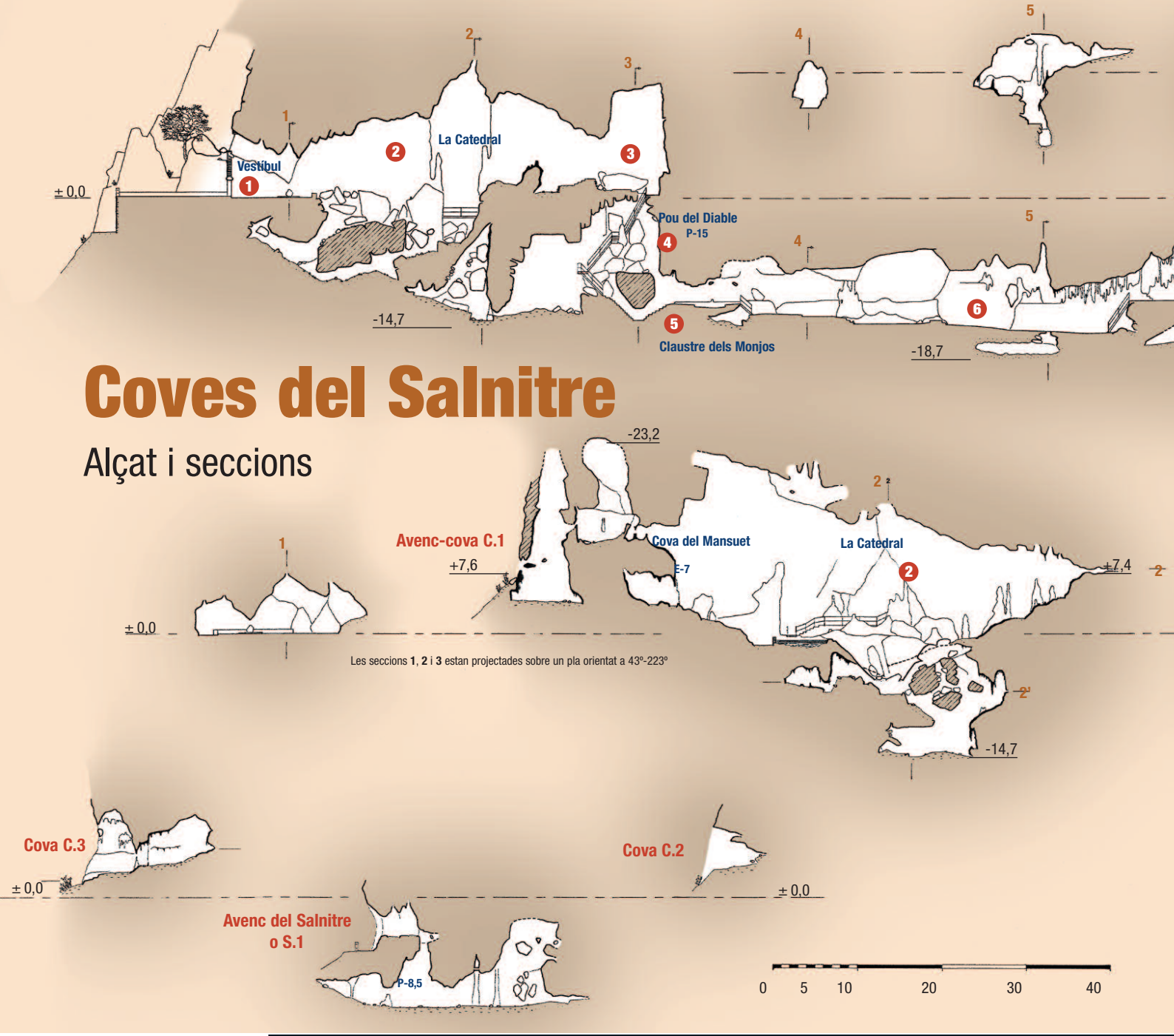
7 Sortint del Cambril, arribem a la gruta de l'Elefant, on tornem a trobar banderes i estalactites al sostre i un gran massís estalagmític que reomple gran part de la secció de la galeria i solda els blocs caiguts pel terra.

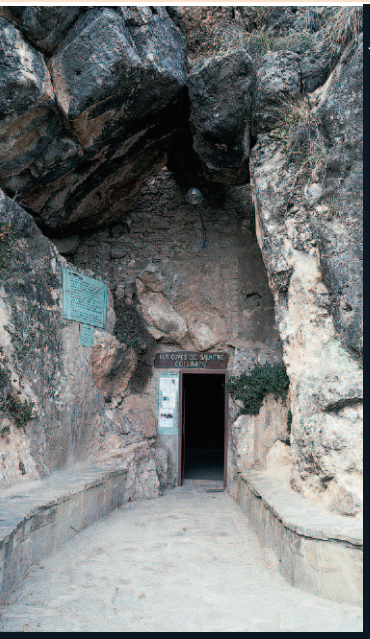
8 La boca de l'Infern ens permet fer un descens que ens deixa a la base d'una galeria que forma un meandre encaixat. A prop del forat també s'han citat a les parets grafits dels segles XVII i XVIII. Un d'aquests potser es referia a la visita de Francisco de Zamora. Víctor Balaguer en la seva visita del 1852 la va transcriure com «Montaño 3 copias 1789»; segurament va ser feta per Pere Pau Muntanya durant els treballs topogràfics d'aquell any, on va fer diversos dibuixos.

9 La Campana és una cavitat amb una gran colada estalagmítica que baixa pel sector esquerra i que està esquerdada, la qual cosa ens indica que està situada damunt de sediments argilosos. La secció que presenta aquí la cavitat és indicativa de diverses fases de

Coves del Salnitre

Alçat i seccions





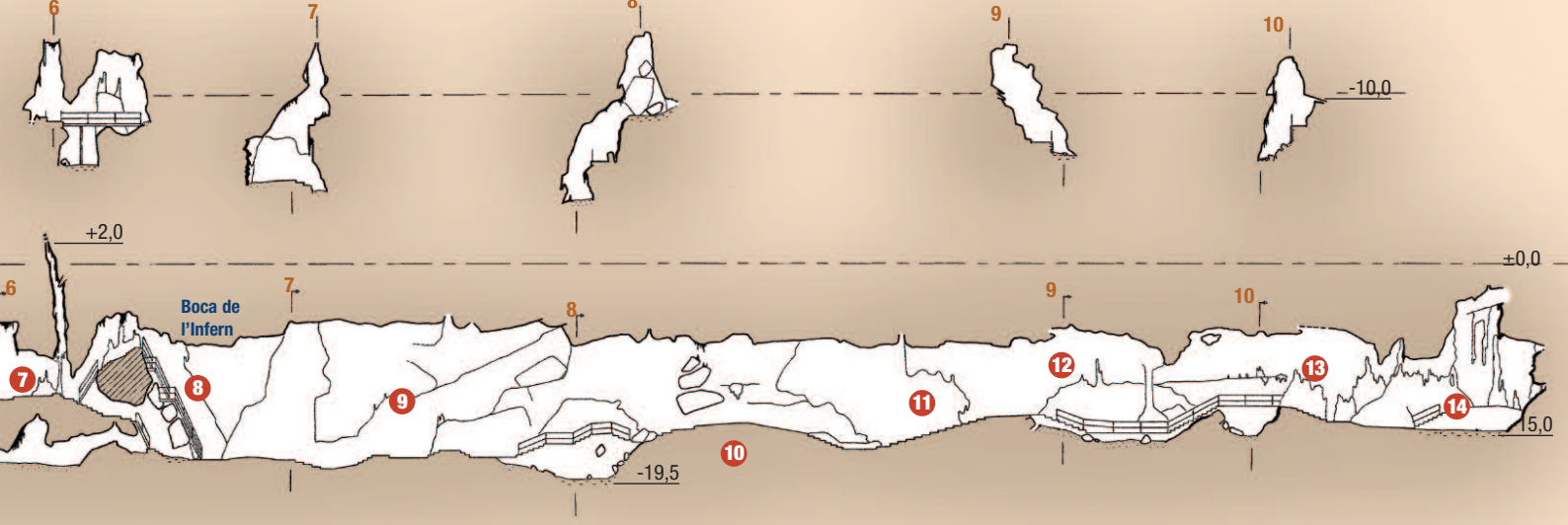
J.M. CERVELLÓ

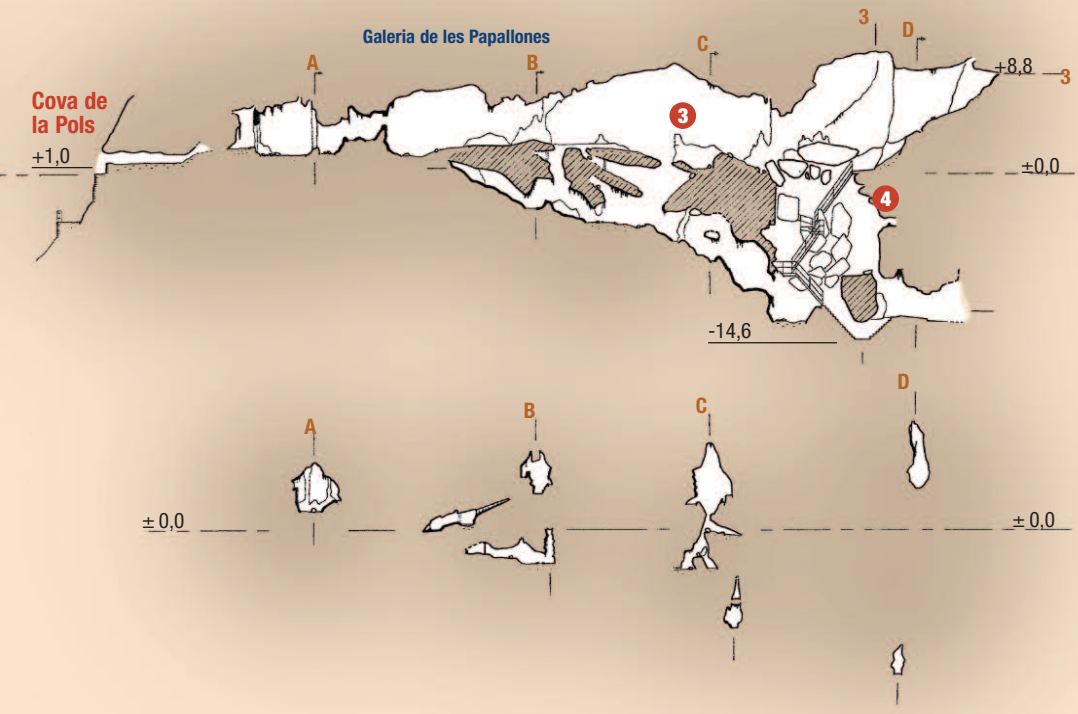
Entrada a les coves del Salnitre.

funcionament: la més antiga, ben representada al sostre, amb una galeria més ampla que l'altra, on es veuen empremtes de dissolució fetes en un estadi de circulació forçada, en règim inundat, que posteriorment excavaria la seva base i dipositaria els sediments de l'esquerra (part convexa del meandre) i, finalment, un encaixament posterior més estret, que és per on passa el nostre camí.

10 A la sala de les Barricades podem observar enfonsaments importants, els anomenats *processos clàstics*. Grans blocs esquarterats per la fracturació, bastant intensa en aquest punt, fa que les aigües d'infiltració penetrin per les diàclasis, que dissolguin i arribin a separar els diversos blocs que cauen o queden empotrats i inclinats entremig de les parets o dels altres blocs. El camí passa per sota d'un d'aquests blocs que ha quedat recolzat damunt unes estalagmites i que les ha trencat, com es veu a l'esquerra, a la sortida del passatge que ens porta a la cavitat següent.

11 La cova dels Ratpenats és un ampli meandre ben conservat en la part còncava i desfigurat per un caos de blocs en la part convexa. Al sostre s'ha conservat molt bé la primitiva fase de circulació en conducte inundat, creat a partir de l'enreixat de fractures N-S, NE-SO i NO-SE, i es pot observar la diferenciació de la galeria primitiva en l'encaixament del meandre posterior. Damunt els blocs del terra s'observa una successió de sediments fluvials. A la banda dreta (nord) també hi ha un dipòsit important de sediments argilosos que alternen amb crostes estalagmítiques. La presència d'una important colònia de ratpenats que habitava la cova en diversos punts està documentada per molts testimonis, com ara la visita de Víctor Balaguer, l'any 1852. En alguns punts, a les parets, damunt de formacions i de sediments es poden veure taques fosques formades pel guano. Els excrements dels ratpenats són una font d'òxids de fòsfor i d'àcid fosfòric que reacciona amb el carbonat de calci de les parets i dels espeleotemes i forma fosfats càlcics que reemplacen la calcita o l'aragonita de les formacions i les altera.





JORDI VIDAL

Meandres inferiors de la cavitat. La secció expressa les diverses fases de l'excavació.

L'àcid fosfòric també reacciona amb els minerals de les argiles dels sediments formant una gran diversitat de fosfats complexos ferroalumínics que formen nòduls o s'interestratifiquen en els sediments. La cova del Salnitre conté una bona diversitat de minerals fosfatats que han alterat les formacions calcítiques, que han format filones dins les fractures o que s'han incorporat dins dels dipòsits sedimentaris argilosos. El tema del famós salnitre és controvertit. En l'actualitat no se'n troba, però podria haver tingut també un origen a partir de l'evaporació de solucions nitroses procedents de l'orina dels ratpenats. És un mineral molt inestable i un canvi microclimàtic a la cavitat en pot haver eliminat qualsevol traça.

12 **Abans d'entrar a la sala de les Columnes observarem el tall produït per la incisió de la galeria, que ha deixat penjats uns paviments estalagmítics de més de 40 cm de gruix. Els podem veure a l'esquerra, segons la marxa, i una mica més amunt de l'alçada dels nostres caps. Són formacions molt antigues. Mitjançant**

J.M. CERVELLÓ

Font Mentidora de Collbató en plena descàrrega.

l'estudi de la relació isotòpica urani-tori, que permet una datació absoluta d'aquest tipus de formacions, s'ha pogut establir una edat molt antiga que va més enllà de les possibilitats del mètode i que arriba als 600.000 anys. Aquesta etapa de formacions, molt estesa en tota la cavitat, en té, per tant, més de 600.000; és a dir, és del pleistocè inferior o dels inicis del pleistocè mitjà.

Els espelotemes afectats per la malaltia verda pateixen una alteració química de la calcita per la formació de fosfats.

13 Les formacions que podem veure a la sala de les Columnes pertanyen a dues fases diferents: a una d'antiga, amb formes trencades i inclinades, i a una de posterior, que solda i creix damunt l'anterior. Aquesta és la zona més humida de la cavitat, i hi ha un degoteig al sostre que es fa bastant insistent després de les pluges.

La cambra Final està formada per una alta volta que puja fins als 11 m. El terra, el sostre i les parets estan recoberts per estalactites, estalagmites i colades, també de dues fases diferents. A 3 m del terra observem restes sedimentàries penjades a la paret, damunt les quals s'han format concrecions. El terra està format per una acumulació de blocs caiguts recoberts i emmascarats per una colada més moderna que obtura la galeria i tanca la continuïtat de la cova cap al sud.

SÍNTESI

La tornada cap a fora ens serà útil per anar situant cada una de les observacions que hem anat fent a l'entrada i per adonar-nos que la gènesi i l'evolució de la cavitat ha estat complexa i fruit de diferents fases

ROGER ROVIRA

REGISTRE GEOLÒGIC I GESTIÓ SOSTENIBLE DE L'HERÈNCIA NATURAL I CULTURAL

Tot allò que ha anat succeït a la cova fins a l'actualitat ha donat lloc a un paisatge subterrani on podem trobar l'empremta de tots els processos de dissolució i erosió que han format els conductes i les acumulacions o precipitats que s'han produït en el seu interior. Dins dels dipòsits geològics que marquen les seqüències d'activitat de la cavitat destaquen com a elements més característics els edificis estalagmítics i els espeleotemes en general.

Els espeleotemes –és a dir, les formacions cristal·lines formades per goteig, percolació o precipitació dins de tolls d'aigua– els trobem recobrint el substrat rocós, els blocs caiguts i damunt o dins les terrasses de sediments. La varietat de les formes és molt gran: estalactites, estalagmites, fistuloses, banderes, planxes, columnes, colades, calcita flotant, rugositats a la paret en forma de coliflor, etc. La seva antiguitat i la complexa història geodinàmica de la cavitat fa que apareguin erosionats per l'acció de l'aigua que va tornar a omplir els conductes. També es pot observar una alteració química de la calcita per la formació de fosfats i una disgregació derivada de la colonització de plantes criptògames i algues, provocada per la il·luminació elèctrica i l'efecte aerosol dels visitants.

Els mètodes emprats per a la seva datació absoluta tenen un límit cap els 600.000 anys, que normalment són suficients per a la datació dels espeleotemes dels nostres avencs i coves. Aquí, però, les proves al laboratori van donar antiguitats realment extraordinàries, més enllà de les possibilitats del mètode basat en la relació entre isòtops de la família de l'urani. En cavitats properes vam obtenir en planxes estalagmítiques més modernes edats de 140.000 i 150.000 anys. L'interès d'aquestes datacions rau en què sota terra es conserven registres de geocronologia del quaternari que no trobem en superfície on els agents erosius o l'acció antròpica els poden esborrar més fàcilment. És per això que la seva conservació és molt important, ja que són registres continus amb el mateix valor que alguns sondatges profunds i, a més, dins del paisatge subterrani són els elements més singulars i característics.

L'interès per la seva preservació va fer que ens interessèssim per les causes de l'aparició de l'anomenada malaltia verda de les coves i per la climàtica subterrània que la produïa.

d'activitat hidrològica seguida d'encaixaments, assecaments, enfonsaments clàstics i precipitacions químiques. L'activitat litoquímica significa la fi d'un cicle de funcionalitat, ja que perquè la cova sigui un domini cristal·litzador cal la interrupció dels corrents subterranis i el manteniment d'un medi en condicions estables i situació de repòs. L'erosió de les estalagmites més antigues ens permet suposar que han existit com a mínim dues fases de reactivació hidrològica. Els fenòmens més moderns han estat la deposició dels sediments orgànics de la base del pou del Diable, la darrera fase de concreció –que es pot veure en actiu a les parts més fondes de la cova– i les caigudes d'alguns blocs per descalcificació.

L'inici de la carstificació a Montserrat és antic, segurament del pliocè –darrer període del terciari, d'entre cinc i dos milions d'anys d'antiguitat– i devia començar quan els conglomerats de Montserrat van quedar al descobert i es va crear un potencial a partir del nivell de base que marcava la depressió del Bruc-Collbató. Cap al sud es dirigien les aigües superficials i subterrànies, mentre el massís, al començament, amb un relleu de graons i plataformes lleugerament inclinades al NO –com el relleu del Montsant actual–, era erosionat intensament. La zona de Collbató era una àrea de surgències que abocaven les seves aigües a la plana que en aquells moments, previs a l'excavació del torrent de la Salut, se situava més o menys a l'altura dels actuals cims de la serra de Rubió. L'encaixament quaternari del Llobregat va aïllar

LA MALALTIA VERDA

Les condicions ambientals dins la cavitat són molt constants; tenen variacions molt febles. La temperatura, la humitat i els continguts de CO_2, entre altres, varien molt poc al llarg del temps, mentre que les perturbacions exteriors són regulades. Ens trobem, doncs, en un medi estable. Aquesta estabilitat resulta dels bescanvis permanents entre les microfissures, les macrofissures i els conductes i entre la cavitat i l'exterior. Hi ha un flux d'energia constant i en resulta una absència de transformacions dins del medi subterrani, que per aquest motiu és un medi molt conservador. El problema apareix quan s'introdueix dins la cavitat més energia que no pot ser dissipada, es modifiquen les obertures o els corrents d'aire o s'afecta la infiltració. Quan es desequilibra el medi subterrani aquest es converteix en un reactor i es produeixen fenòmens de condensació o d'assecament a les parets i a l'aire, canvis en l'equilibri calcocarbònic (lligat al CO_2) amb concrecionament o corrossió, etc. Si, a més, s'hi incorpora l'efecte de la pol·lució biològica i la lumínica provocada per l'habilitació turística, la cova es converteix en un reactor biològic, on la llum, l'elevació de la temperatura i dels continguts en CO_2 converteixen la cova en un hivernacle, proliferen els microorganismes i apareixen vegetals verds, la malaltia verda de les coves.

La seqüència d'aparició de vegetals verds a les coves del Salnitre és molt completa: primer apareixen taques fosques o verdoses, que són fongs i algues, sobretot algues verdes. A partir d'aquí s'inicia un sever atac i les estalagmites i les estalactites que tenen estructura de capes concèntriques, amb cristalls que creixen l'un al costat de l'altre, en forma de palissada, comencen a disgregar l'estructura de les capes més superficials. Els materials producte de l'alteració, juntament amb les restes vegetals en descomposició formen un veritable sòl que fa possible el creixement de vegetals més superiors, com les molses, les falgueres i, fins i tot, les heures. La intensitat de la malatia verda a les coves del Salnitre ha estat molt gran i és l'indicador que el desequilibri produït en el medi subterrani ha convertit la cova en un reactor fisicoquímic i biològic.

Vam assajar una quantificació de l'impacte de les visites, de la biopertorbació generada pel metabolisme i l'efecte aerosol dels visitants i de la il·luminació, és a dir la pol·lució tèrmica i els efectes fotosintètics de l'espectre lluminós de les làmpades.

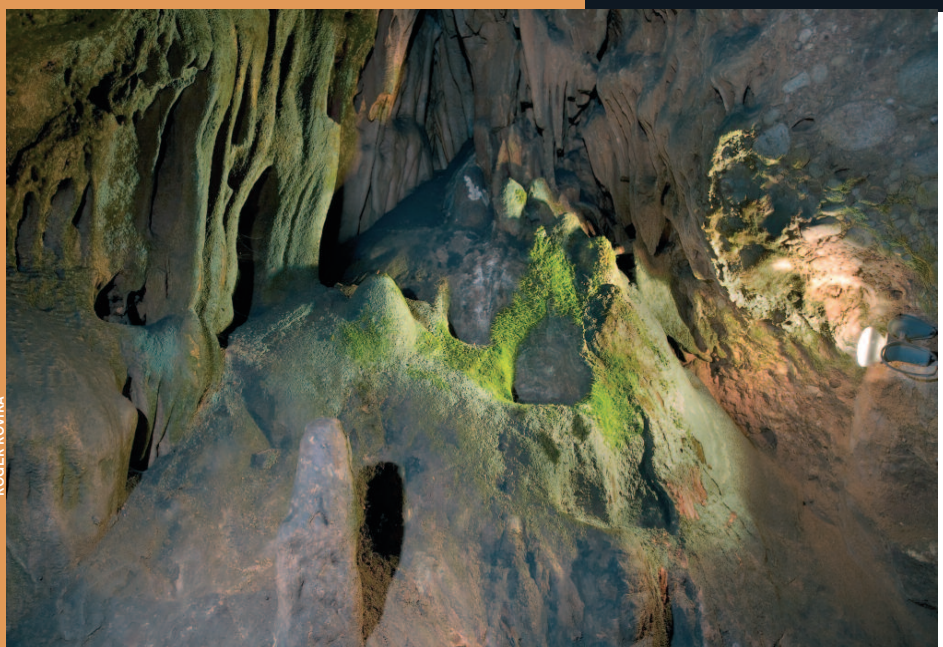
Cada visitant emet una energia equivalent a 70 w, després uns 50 gr d'aigua i uns 20 L de diòxid de carboni al llarg d'una visita d'una hora; això vol dir que si la cova té uns 50.000 visitants l'any, l'energia total pot arribar als 3.500 kw i s'hi introdueixen 2.500 kg de vapor d'aigua i 1.000 m^3 de diòxid de carboni despresos pel metabolisme humà. El factor clau és l'enllumenat. Quan es va habilitar la cova no es va tenir en compte que no era un edifici sinó un sistema natural extremadament sensible. Tots els punts de llum es van fer amb làmpades d'incandescència molt tèrmiques i que subministren una llum molt semblant a la de l'espectre solar, amb la qual cosa tenen un doble efecte: eleven la temperatura de la roca propera al focus i fan possible la fotosíntesi vegetal. El problema que cal solucionar és, doncs, l'enllumenat.

La lluita per la reducció de la malaltia verda i l'ús sostenible de la cova cal que s'incorpori com un valor més dins el potent recurs educatiu i cultural que representa l'accés del turisme al Montserrat subterrani. La solució és una visió i una gestió integral en l'ús i la protecció de la cavitat, que incorpori constantment nous coneixements i les mesures i dades de control ambiental.

Des de la perspectiva de l'ús sostenible, la recerca, el turisme cultural i l'educació ambiental, les coves del Salnitre tenen tots els ingredients per esdevenir un lloc de referència que conjugui l'accessibilitat de tothom qui vulgui tenir una experiència sota terra amb la idea marteliana de laboratori subterrani.

La varietat de les formes és molt gran: estalactites, estalagmites, fistuloses, banderes, planxes, columnes, colades, calcita flotant, rugositats a la paret en forma de coliflor

Els efectes de la malaltia verda són notoris sobretot en els sectors que es troben a prop dels focus de llum.



ROGER ROVIRA

¿Quants segles feia que la natura treballava aquella obra meravellosa?... Mai com allà i en aquells instants vaig comprendre la insondable vellesa de la terra!

el massís pel NE i va crear un nou nivell de base més profund a la zona de Monistrol, cap a on es dirigeixen les aigües subterrànies en l'actualitat. Les coves del Salnitre i la resta de cavitats properes són fragments de les xarxes del carst antic, avui no funcional, aïllat i enlairat més de 300 m sobre les fonts de Monistrol.

Les fonts de Monistrol, exponent de la carstificació actual, ens indiquen que la circulació d'aigües subterrànies a Montserrat no posseeix una zona saturada gaire important i que el medi hidrogeològic és del tipus fissurat, més carstificat a les parts altes que no pas cap avall. Aquest fet contrasta amb els grans conductes que hem pogut explorar a la cova del Salnitre, que ens parlen d'una paleohidrologia molt més important, amb un carst ben estructurat, del qual es conserven fragments de la zona d'infiltració –avencs de les parts altes del massís– i dels drens de la zona saturada –cova del Salnitre– per on, vistes les seves dimensions i morfologia, transitaven grans cabals camí a les antigues surgències.

Tot plegat suggereix un procés de pèrdua progressiva de potencial de carstificació, paral·lel a l'aïllament progressiu de la muntanya i a l'encaixament del Llobregat. Hem de pensar també que, encara que actualment les aigües que brollen per les fonts de Monistrol procedeixen exclusivament de les precipitacions damunt del massís –és a dir, d'un carst monari– en el passat geològic en què les galeries de la cova del Salnitre eren funcionals, la morfologia exterior era del tot diferent i la conca del sistema càrstic podia posseir capçaleres en els terrenys impermeables de l'actual depressió del Bages; és a dir, un carst binari, amb cursos superficials que s'infiltraven sota terra quan arribaven als conglomerats carbonatats que avui formen l'encimbellat massís del Montserrat. Situacions similars es podrien repetir en relleus conglomeràtics propers com Sant Llorenç del Munt i la serra de l'Obac.

A les galeries de la cova del Salnitre i a l'esguard de l'erosió, s'hi acumulen sediments de tipus detrític i químic que constitueixen el llibre de registre de l'evolució del carst montserratí. Són dipòsits que, a més de formar els elements més característics del paisatge subterrani, contenen informacions paleoambientals i geocronològiques interessantíssimes que poden abraçar tots els temps quaternaris. Per a les datacions dels espeleotemes, és prou fonamentada una cronologia que cobreix tot el pleistocè mitjà, és a dir dels 700.000 als 135.000 anys. La formació dels grans edificis estalagmítics que donen personalitat a la cova i els successius episodis que els han alterat i erosionat mostren al visitant el testimoni del pas del temps en dimensió geològica. És amb aquesta impressió que Henry Rider Haggard fa dir al protagonista de *Les mines del rei Salomó*, després de contemplar una gran columna estalagmítica, les paraules següents: «¿Quants segles feia que la natura treballava aquella obra meravellosa?... Mai com allà i en aquells instants vaig comprendre la insondable vellesa de la terra!».

La colonització de plantes criptògames i algues no és tant sols provocada per la il·luminació elèctrica sinó també per l'efecte aerosol dels visitants.

ROGER ROVIRA

Aproximació a la geologia de Montserrat

Hi ha muntanyes que no formen part d'una serralada típica i tenen un origen diferent. Un bon exemple és el massís de Montserrat, que amb la seva morfologia peculiar és el resultat de l'erosió diferencial dels sediments i d'una xarxa atapeïda de diàclasis.

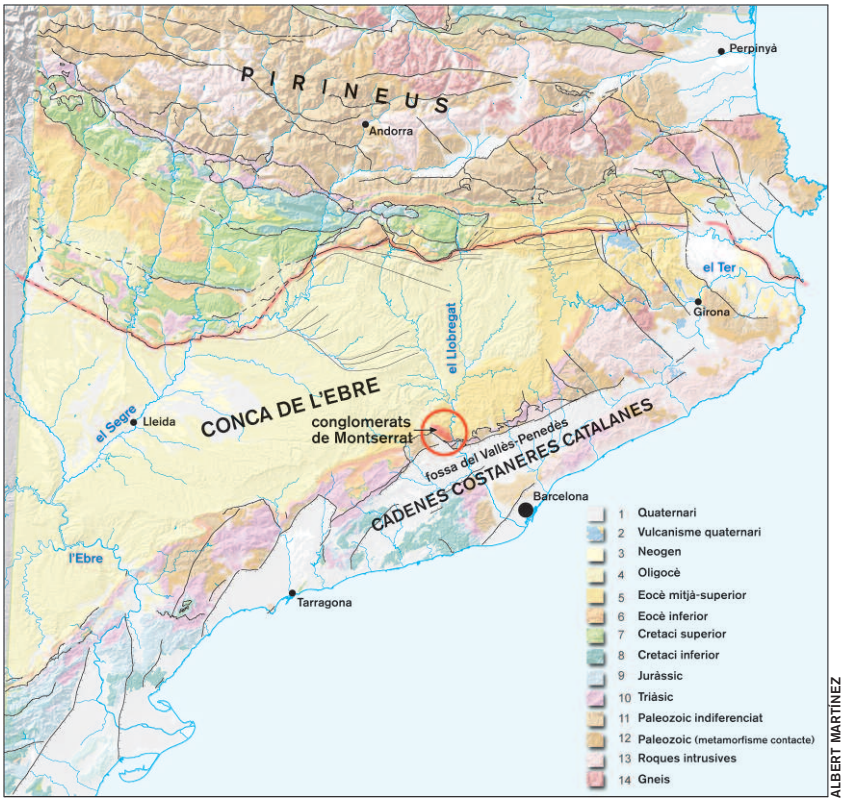
Autor: **Albert Martínez Rius**

Unitats estructurals

Si observem un mapa físic de Catalunya, veiem que té forma de triangle. El costat nord és la serralada dels Pirineus, de direcció E-O, i el costat de llevant és la serralada costanera catalana, formada per un conjunt de petites serralades de direcció NE-SO i de menor rellevància. Al mig d'aquest triangle hi ha una zona àmplia de relleus suaus que anomenem *conca de l'Ebre*. Però si observem amb més detall aquesta zona, més o menys plana, podem observar que al límit sud hi ha uns petits relleus que destaquen en el paisatge: Sant Llorenç, Montserrat i el Montsant. Cada massís té una morfologia particular, especialment Montserrat. Les serralades típiques estan originades per grans esforços tectònics compressius, els quals disminueixen l'escorça terrestre i donen lloc a un engruiximent, que es manifesta a la superfície amb els relleus abruptes de la serralada. En canvi, aquestes muntanyes no formen part d'una serralada típica sinó que tenen un origen peculiar. Per saber com es van formar cal recular uns quants milions d'anys enrere i veure quina va ser la història geològica de Catalunya.

Les roques de Catalunya

Les roques més antigues de Catalunya corresponen a l'era primària (paleozoic) i poden tenir entre 250 i més de 500 milions d'anys. Aquestes roques van ser deformades durant l'orogènesi herciniana, fa uns 300 milions d'anys, i van generar uns relleus importants. poc a poc aquests relleus es van anar erosionant fins a formar zones més o menys planes per sobre de les quals es van dipositar els materials mesozoics. A la zona de Montserrat, els primers sediments mesozoics que es van dipositar sobre aquesta superfície d'erosió van ser és del triàsic (240 milions d'anys). Primer foren grans extensions de rius les que van donar lloc a les roques vermelles del Buntsandstein, posteriorment el mar va envair la terra i va retirar-se diverses vegades, i això va donar lloc a roques marines carbonatades del muschelkalk inferior i superior, separades per un nivell de roques continentals de color vermell del muschelkalk mitjà. Podem observar aquestes roques les a la serra de Rubió (carretera de Collbató a la cova del Salnitre) o a l'autopista de Terrassa a Manresa. Després del muschelkalk, la sedimentació va continuar durant milions d'anys, i es van anar acumulant, en diversos llocs de Catalunya, milers de metres de roques diverses.



Mapa esquemàtic de la geologia de Catalunya amb les unitats principals.

La formació de les serralades

A finals de l'era secundària –cretaci superior, fa uns 72 milions d'anys– els moviments de les plaques tectòniques que formen la litosfera van donar lloc a l'orogènesi alpina. Quan les plaques convergeixen entre si, produeixen una disminució de l'escorça que es manifesta amb una forta deformació de les roques, que es pleguen i es trenquen tot formant encavalcaments i mantells de corriment. Aquestes estructures permeten que conques de sediments senceres es desplacin desenes i, fins i tot, centenars de quilòmetres, les quals en apilar-se unes sobre les altres generen relleus importants. L'orogènesi alpina va donar lloc a una sèrie de serralades de muntanyes arreu del món, com l'Himàlaia, els Andes, els Alps, els Pirineus, etc. En aquella època, la placa Ibèrica va col·lisionar amb la placa Europea, el xoc no va ser a gran velocitat (uns mil·límetres per any), però tenint en

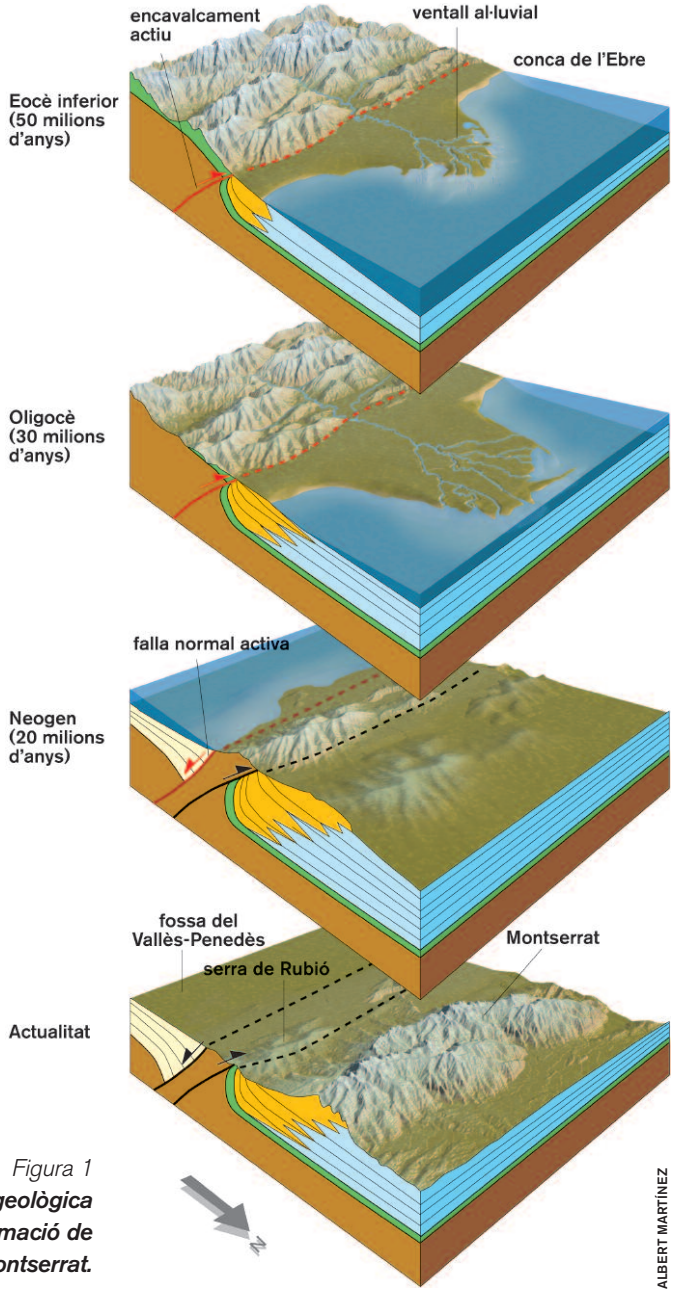


Figura 1
Evolució geològica de la formació de Montserrat.

compte que va durar uns 50 milions d'anys, el resultat va ser un desplaçament de més de 100 km que va originar serralades de muntanyes. La més espectacular va ser la dels Pirineus, una serralada de direcció E-O situada entre la placa Ibèrica i l'Europea. Al mateix temps, però es va formar una altra no tan important, de direcció NE-SO, que actualment coneixem amb el nom de *serralades costaneres catalanes*. Els Pirineus meridionals estan formats per estructures que es desplacen cap al sud, mentre que les serralades costaneres catalanes tenen una vergència cap a nord-oest.

Breu història geològica

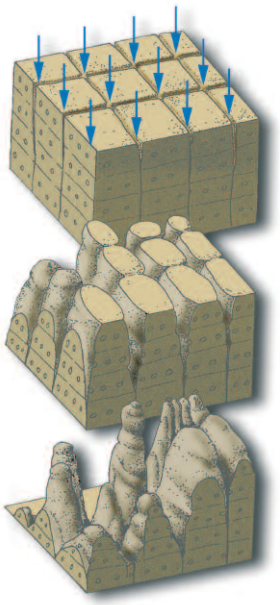
A principis del terciari (eocè inferior, fa uns 50 milions d'anys), Catalunya tenia uns relleus emergits al nord (zona pirinenca) i a l'est (costa actual), però el centre estava ocupat per un mar que comunicava amb l'Atlàntic i que a poc a poc es va anar tancant. Aquest mar formava la conca de l'Ebre, que s'anava colmatant amb els sediments que provenien de l'erosió de les muntanyes que s'anaven alçant. Al vorell sud de la conca de l'Ebre, hi desembocaven diversos rius que provenien de relleus situats a la zona on actualment hi ha el mar *(veg. figura 1)*. Aquests rius no eren gaire llargs, i per aquest motiu no desenvolupaven deltes típics amb materials sinó que van donar lloc a ventalls al·luvials. En aquests ventalls s'hi acumulaven centenars de metres de còdols, a les parts més pròximes a la costa; i a les parts més llunyanes, s'hi dipositaven els materials més fins, que progressivament passaven a ser materials marins. Aquest procés va durar tot l'eocè i l'oligocè (50-23 milions d'anys) amb més o menys intensitat segons el lloc de Catalunya. Als inicis del neogen (23 milions d'anys), el moviment de col·lisió de les plaques es va aturar i, a la zona oriental de la península, es va iniciar un moviment de separació entre plaques que va originar l'obertura del golf de Lleó. D'aquesta manera, les illes de Còrsega i Sardenya, que estaven molt pròximes a Catalunya, es van desplaçar fins a la ubicació actual. Aquest fet va originar esforços d'estirament i va donar lloc a la disminució de l'escorça, i per tant el mar ocupà els llocs on abans hi havia relleu. Durant aquesta època es van originar un gran nombre de falles normals que donaven lloc a fosses tectòniques, com la zona del Vallès i del Penedès, i van delimitar la costa actual. Aquestes fosses tectòniques van modificar els relleus de les serralades costaneres catalanes i les van separar en dues subunitats: la Serralada Litoral i la Serralada Prelitoral. Amb aquesta nova situació la conca de l'Ebre deixà de ser tancada, el riu Ebre es va obrir pas a través d'aquestes serralades i, a partir d'aquell moment, els sediments es van dipositar al fons del Mediterrani.

El modelatge del paisatge montserratí

A poc a poc, les roques que formen part de Catalunya es van modelant a causa de l'acció dels agents externs (aigua, gel, vent, etc.) fins a configurar el paisatge actual. Les roques més toves i poc deformades donen lloc a morfologies suaus, i les més dures i plegades, a morfologies més abruptes. Als Pirineus l'amuntegament d'estructures dóna lloc a muntanyes importants, mentre que a la conca de l'Ebre, en general, la morfologia és plana i té petits turons, excepte a les zones on es van dipositar els ventalls al·luvials. Però en els límits sud de la conca hi ressalten els relleus de Montserrat. Aquestes petites muntanyes corresponen als ventalls al·luvials descrits anteriorment. Els còdols acumulats a la part interna d'aquests ventalls es van cimentar i es van transformar en conglomerats, unes roques molt més dures que els materials del voltant. Per aquest motiu, actualment, en plena conca de l'Ebre destaquen en el paisatge diverses muntanyes, com ara el Montsant, Sant Llorenç del Munt i Montserrat. Com acabem de veure, aquests massissos tenen un origen similar, però l'aspecte paisatgístic de cadascun és diferent. La morfologia montserratina, tant característica amb agulles i pitons, és el resultat de la combinació entre l'erosió dels conglomerats i una xarxa atapeïda de diàclasis, unes fractures sense desplaçament amb dues direccions predominats: la NE-SO i la NO-SE. Per aquestes fractures s'infiltra l'aigua que, poc a poc, va dissolvent el carbonat càlcic del ciment dels conglomerats i les va eixamplant, tot formant cavitats més o menys àmplies. Les cingleres estan estructurades per aquestes diàclasis i les agulles són blocs isolats a causa d'aquest fenomen d'erosió i dissolució associats a la disposició de les diàclasis *(figura 2)*.

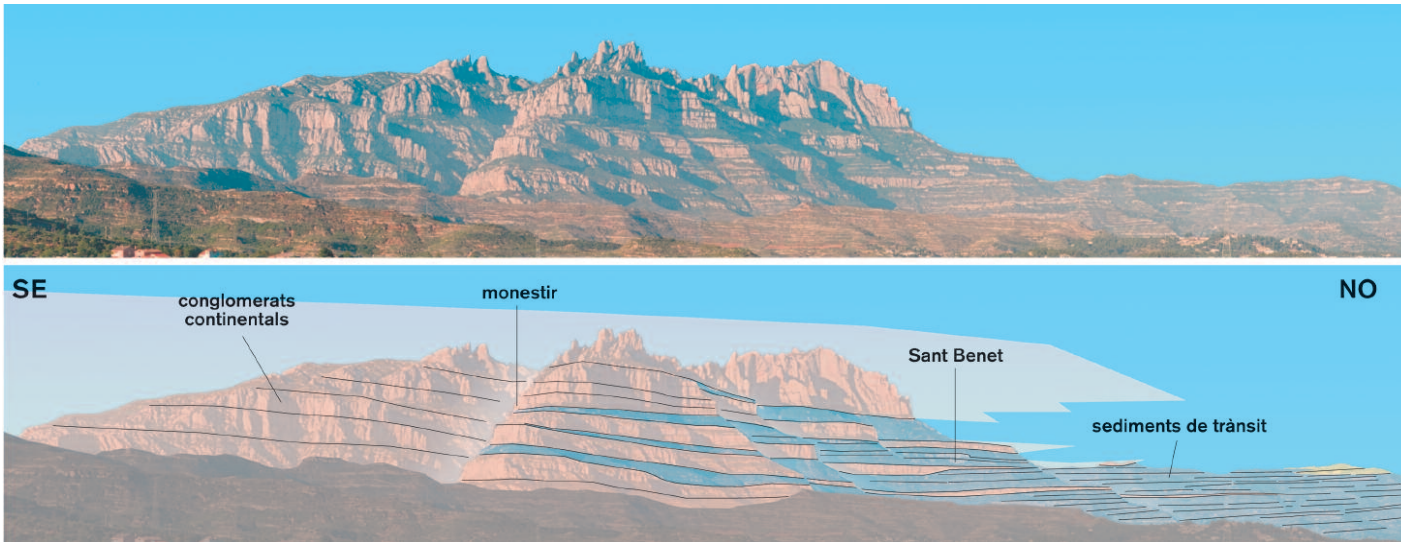
El tall geològic

Un cop coneguda la geologia que aflora a la superfície, podem fer una interpretació de la geologia en el subsòl, fent-hi un tall geològic. En la figura 4 es mostra el tall i la separació dels dos blocs per fer-ne la interpretació geològica en profunditat. El tall té una direcció NS i va de la zona de Collbató (sud) a Castellbell (nord). A l'extrem esquerre, hi ha una falla normal (A), inclinada cap al sud, la qual ha enfonsat el bloc meridional i s'ha omplert de materials del pliocè (9) que, generalment, són sediments fins que fan els relleus plans per on passa l'autovia de Barcelona-Lleida. Aquesta és una de les falles neògenes que formen la fossa tectònica del Vallès-Penedès. Continuant cap al nord, afloren els materials (1) del primari (paleozoic), formats per roques amb un cert grau de metamorfisme, deformats durant l'orogènesi herciniana. Per sobre d'aquests materials i a través d'una superfície erosiva, s'hi troben els materials del secundari, que estan plegats i encavalcats per la falla inversa (B). Aquesta estructura és la que limita les serralades costaneres catalanes amb la conca de l'Ebre, amb una vergència cap al nord; en aquest punt, el relleu actual és la petita serra de Rubió. Els materials del secundari que es troben en aquesta zona corresponen al triàsic i la seva sèrie es pot veure a la carretera de Collbató a la cova del Salnitre. Aquesta sèrie, de baix a dalt, està formada per conglomerats i argiles vermelles del buntsandstein (2); calcàries i dolomies del muschelkalk inferior (3); argiles i gresos vermells del muschelkalk mitjà (4), i les calcàries del muschelkalk superior. En aquesta zona no hi ha més materials secundaris i, per sobre del muschelkalk, s'hi troben directament els sediments del terciari, a través d'una superfície erosiva. El nivell més inferior (6) està format per argiles, gresos i conglomerats vermellosos, per sobre dels quals es troba el conjunt de conglomerats continentals montserratins (7) amb còdols que poden tenir entre 10-50 cm i alguns blocs de mida mètrica. Aquesta unitat continental passa cap al nord, d'una manera progressiva i a través d'uns materials de transició (8), als sediments marins del centre de la conca de l'Ebre. Aquest pas d'un tipus de materials als altres està representat, en el tall, amb una ziga-zaga que correspon a la indentació dels materials de litologia diferent. En el cas de Montserrat, però, aquest fet es pot copsar directament si s'observa el seu paisatge, per exemple, des de la zona de Vacarisses. A la fotografia panoràmica *(figura 3)* veiem, a l'esquerra, que el relleu és més massís i compacte i, cap a la dreta (nord-oest), que les capes dures de conglomerats es van individualitzant dins de zones més suaus, corresponents als materials marins, que són més tous.



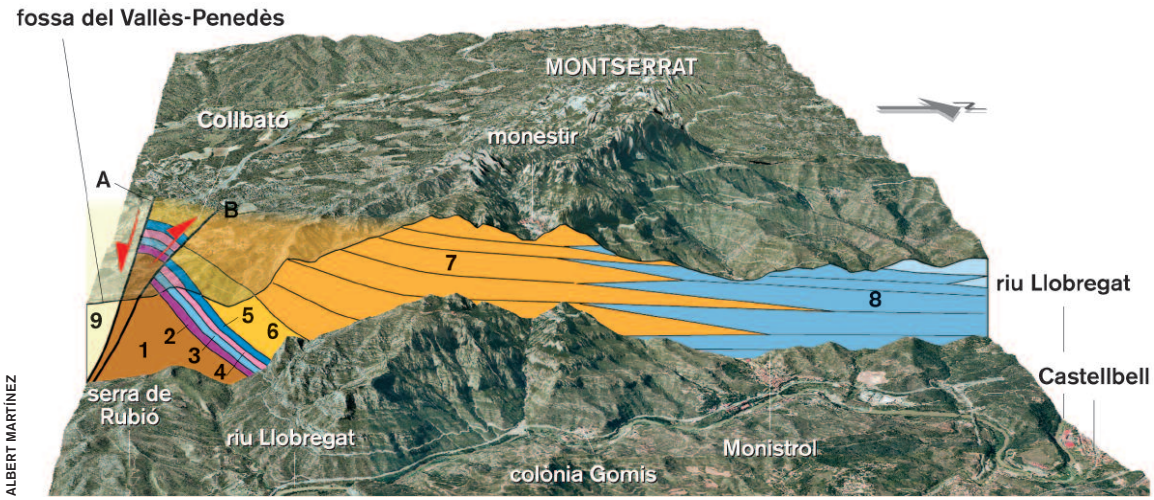
ALBERT MARTÍNEZ

Figura 2
La infiltració de l'aigua a través de les diàclasis va modelant poc a poc la morfologia montserratina.



ALBERT MARTÍNEZ

Figura 3
Vista panoràmica de Montserrat en què es veu el pas gradual dels conglomerats als sediments més tous de tipus marí.

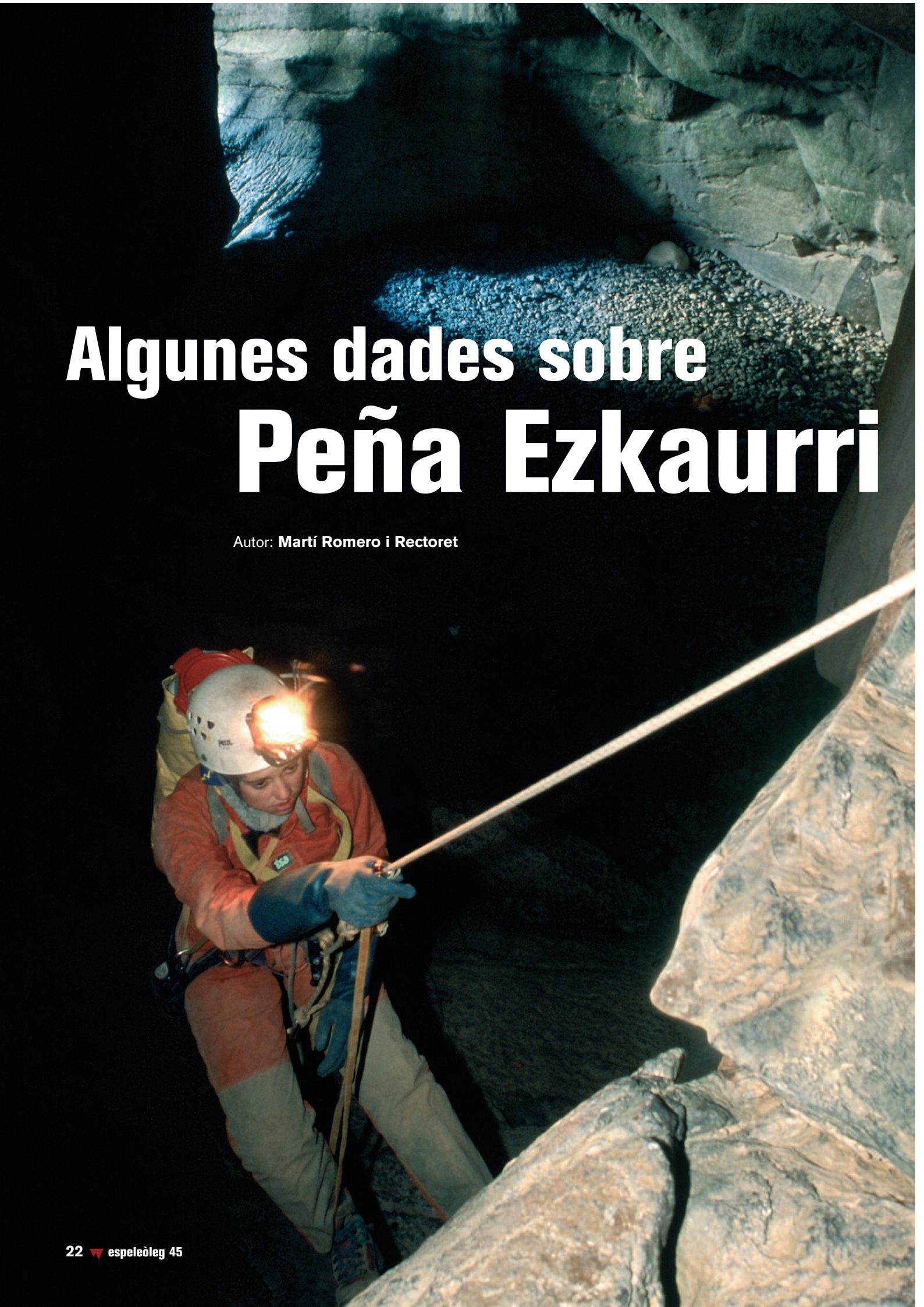


ALBERT MARTÍNEZ

Figura 4
Bloc diagrama amb el tall geològic.

Algunes dades sobre Peña Ezkaurri

Autor: **Martí Romero i Rectoret**



Situació geogràfica

A cavall entre les províncies d'Osca i Navarra i al sud del massís de Larra, al Pirineu occidental. Pertany majoritàriament al municipi navarrès d'Isaba, excepte el tram oriental, que correspon a Ansó.

Molt ben delimitat a l'est pel riu Beral, que ha excavat la Foz de Ansó, i a l'oest per la vall de Belagua. Per totes dues valls hi ha carreteres unides per la N-2000, que ressegueix la vall de Belabarze i el Puerto de Navarra i que es el límit nord del massís. Al sud està limitat pels barrancs d'Ezkaurri i Berroeta. La superfície total és d'uns 18 km2 i els punts culminants són Peña Ezkaurri (2.045 m) i Bainer (1.873 m).

Espeleòlegs a Peña Ezkaurri

La Cueva del Ibón d'Isaba deu haver estat sempre coneguda pels habitants de la vall de Belagua. La gran boca i les fortes crescudes havien de cridar l'atenció i incitar, als més agosarats, a visitar-ne uns pocs metres, almenys fins a la zona molt sovint inundada i que creiem que dóna nom a la cavitat. Efectivament, ibón, en la parla altaragonesa i, fins i tot, en la varietat ribagorçana del català vol dir 'estany'. Va ser visitada en diverses ocasions per espeleòlegs de l'IPV de Pamplona, que van portar a terme una escalada que va permetre explorar-la totalment entre els anys 1964-1967. També és d'aquella època (1966) una visita de l'ERE.

No és fins al juliol de 1981 que un grup de l'ERE hi puja per la cara sud i hi localitza diversos avencs. Malgrat l'evident interès de les troballes, altres objectius semblen prioritaris –Gamueta, Arañonera, As Foyas– i no s'hi torna fins molts anys després.

Cal arribar al 1988 perquè algú es prengui seriosament el potencial espeleològic del massís. Al llarg d'aquest any i el següent, el GAES de Bilbao hi explora una vintena d'avencs i coves, i hi fa una magnífica tasca de prospecció. En destaquen l'EZ.11, amb -225 m, i l'EZ.17, amb -137, i unes interessants escalades a la Cueva del Ibón d'Isaba.

El 1990, i sense saber res de les exploracions del GAES, l'ERE n'explorà alguna cavitat. Cal dir que els companys bascos no marquen les cavitats, i en molt poques ocasions van utilitzar espits en els pous d'entrada; per tant, vam creure que ens trobàvem amb avencs desconeguts fins que la Federació Navarra ens va proporcionar les memòries del GAES. Tot i això, es van sol·licitar els permisos adients per a l'any 1993 i van ser concedits. Aquell mateix any va ser superat el tap de neu que hi havia a l'EZ.1 i en unes poques entrades es va passar de -36 a -351 m. Un avenc així es mereix alguna cosa més que un número i el vam rebatejar Ezkaurriko Leizea.

Els anys 1994-95 es continuen revisant taps de neu a l'EZ.2 i l'EZ.9 amb bons resultats, es descobreix l'EZ.28, es comença la revisió de l'EZ.11 (Grallera del Ibón d'Ezkaurri) i es desobstrueix l'estretor final, una altra estretor més avall i es baixen uns trenta metres més. La descoberta i exploració de diverses cavitats a Tendeñera va fer que abandonéssim les exploracions a Peña Ezkaurri fins a l'any 2005. El mes d'agost es reequipa la cavitat, s'eixamplen els passos més conflictius i es topografia el tram final. Un flanqueig a -77 permet assolir una via lateral que finalitza a -256.

ALBERT MARTÍNEZ

ALBERT MARTÍNEZ

El context geològic

Les anomenades Sierras Interiores, de les quals Peña Ezkaurri és la més occidental que realment mereix aquest nom, presenten una estructura pràcticament idèntica o amb variacions mínimes fins al Mont Perdut, lloc on els materials cretacicoeocens han estat molt més replegats i amuntegats.

Estratigràficament les variacions són igualment poc importants, amb canvis laterals de fàcies poc destacables en l'eocè i més marcats en el cretàcic. Així, en l'anomenat gres de Marborè (maestrichtià), que visualment es caracteritza pel seu color rogenc, els vessants nord de Sierra Tendeñera o Telera, com més a l'oest, més fina és la granulometria i més calcària es torna.

Al nord trobem el sòcol paleozoic, intensament fracturat i damunt del qual jeu, discordant, la cobertura mesocenozoica fortament plegada i desplaçada cap al sud per una sèrie de mantells de corriment.

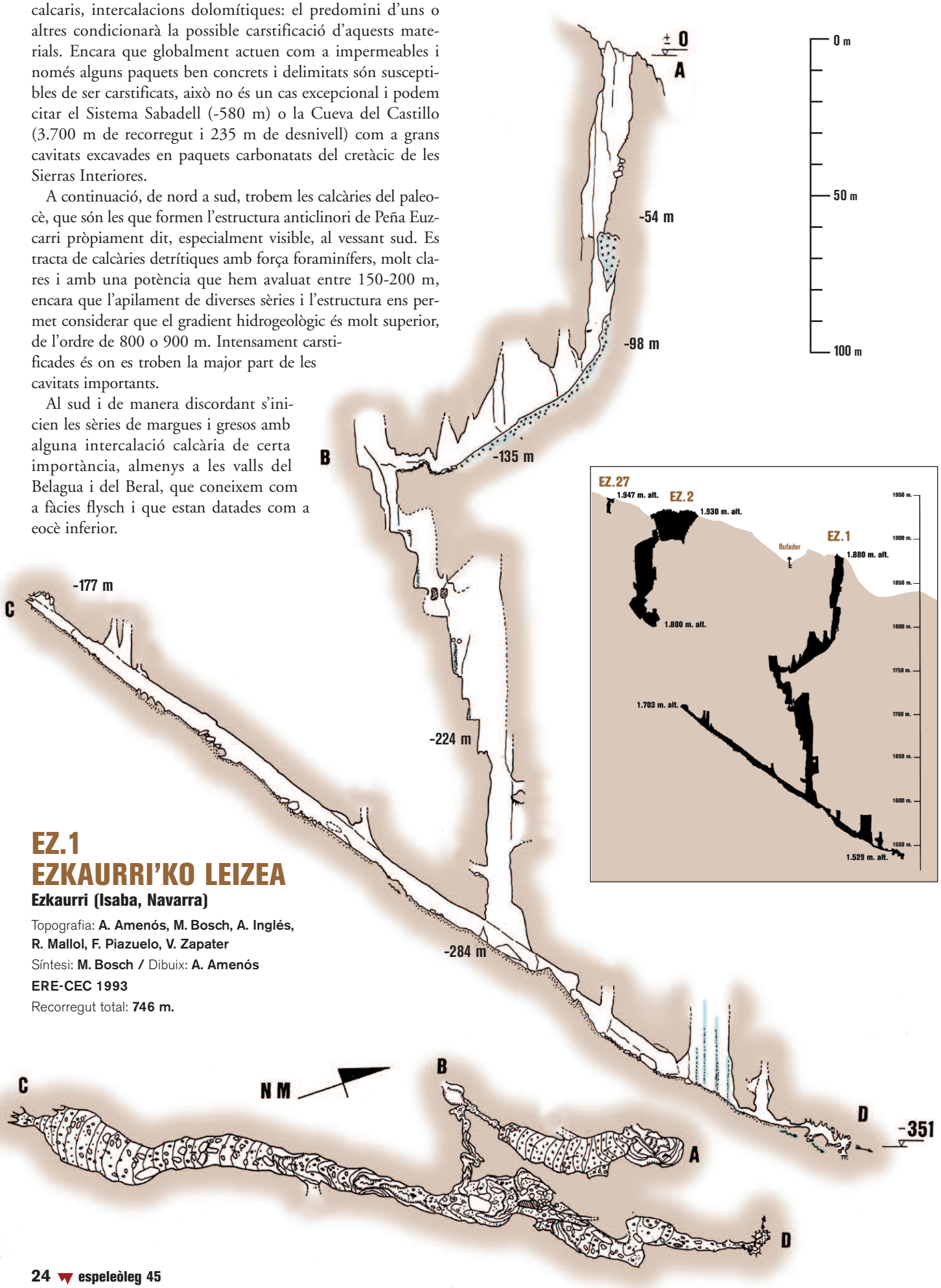
A la pàgina anterior: Remuntant un ressalt al vestíbul d'entrada de la Cueva del Ibón d'Isaba.

ROGER ROVIRA

Al cretàcic, hi trobem calcàries margoses, margues, gresos calcaris, intercalacions dolomítiques: el predomini d'uns o altres condicionarà la possible carstificació d'aquests materials. Encara que globalment actuen com a impermeables i només alguns paquets ben concrets i delimitats són susceptibles de ser carstificats, això no és un cas excepcional i podem citar el Sistema Sabadell (-580 m) o la Cueva del Castillo (3.700 m de recorregut i 235 m de desnivell) com a grans cavitats excavades en paquets carbonatats del cretàcic de les Sierras Interiores.

A continuació, de nord a sud, trobem les calcàries del paleocè, que són les que formen l'estructura anticlinori de Peña Euzcarri pròpiament dit, especialment visible, al vessant sud. Es tracta de calcàries detrítiques amb força foraminífers, molt clares i amb una potència que hem avaluat entre 150-200 m, encara que l'apilament de diverses sèries i l'estructura ens permet considerar que el gradient hidrogeològic és molt superior, de l'ordre de 800 o 900 m. Intensament carstificades és on es troben la major part de les cavitats importants.

Al sud i de manera discordant s'inicien les sèries de margues i gresos amb alguna intercalació calcària de certa importància, almenys a les valls del Belagua i del Beral, que coneixem com a fàcies flysch i que estan datades com a eocè inferior.



EZ.1
EZKAURRI'KO LEIZEA

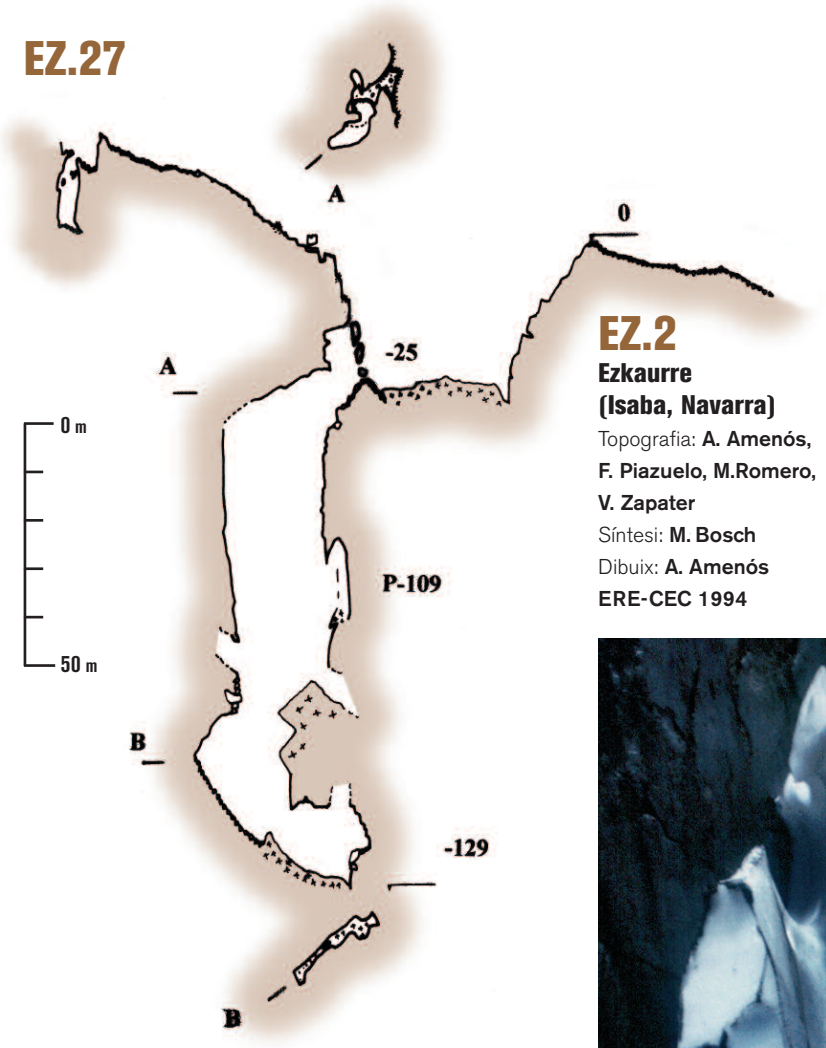
Ezkaurri (Isaba, Navarra)

Topografia: **A. Amenós, M. Bosch, A. Inglés, R. Mallol, F. Piazuelo, V. Zapater**

Síntesi: **M. Bosch** / Dibuix: **A. Amenós**

ERE-CEC 1993

Recorregut total: **746 m.**



EZ.2
Ezkaurre
(Isaba, Navarra)

Topografia: **A. Amenós, F. Piazuelo, M.Romero, V. Zapater**
Síntesi: **M. Bosch**
Dibuix: **A. Amenós**
ERE-CEC 1994

Morfologia exterior

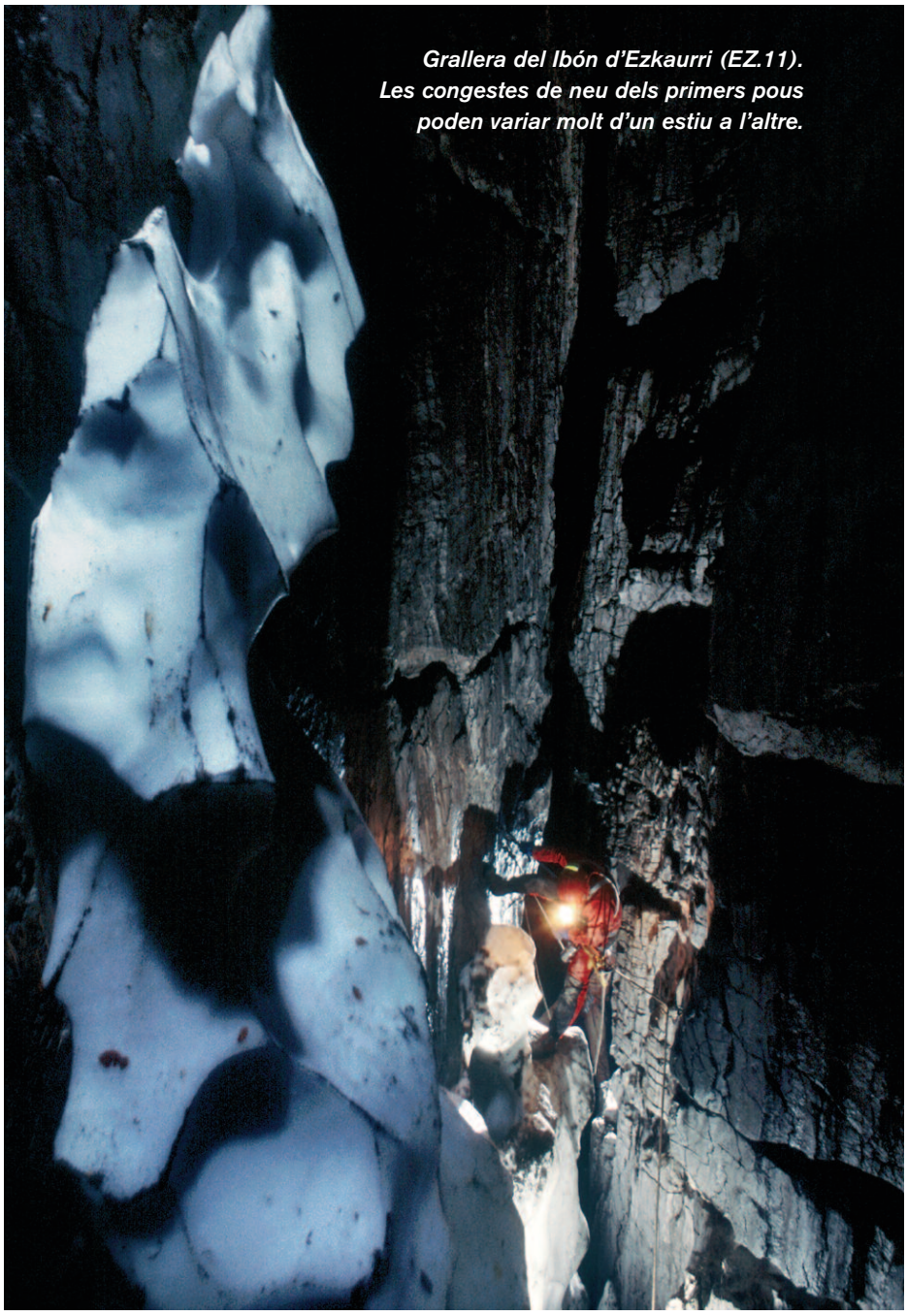
És similar a la de la resta de les Sierras Interiores cosa normal atesos els paral·lelismes de materials, climàtics, estructurals, etc. Són típics carsts d'alta muntanya, encara que a Peña Ezkaurri les precipitacions han de ser més grans, ja que està més influenciada, a causa de la situació geogràfica més a l'oest, pel clima oceànic.

Tanmateix, la cota –relativament baixa (2.000 m)– fa, en principi, estranyes les grans acumulacions de neu i glaç que hi ha en algunes cavitats. La lògica ens permet suposar que són degudes a la major quantitat de precipitació en forma de neu que altres massissos més a l'est, i confirma el que dèiem en el paràgraf anterior.

Si alguna cosa, geomorfològicament parlant, caracteritza Peña Ezkaurri és la gran quantitat de dolines i zones deprimides existents a la part central del massís.

La impressionant boca de l'avenc EZ.2 es troba enmig del rascler de la vessant nord d'Ezkaurri.

VALENTÍ ZAPATER

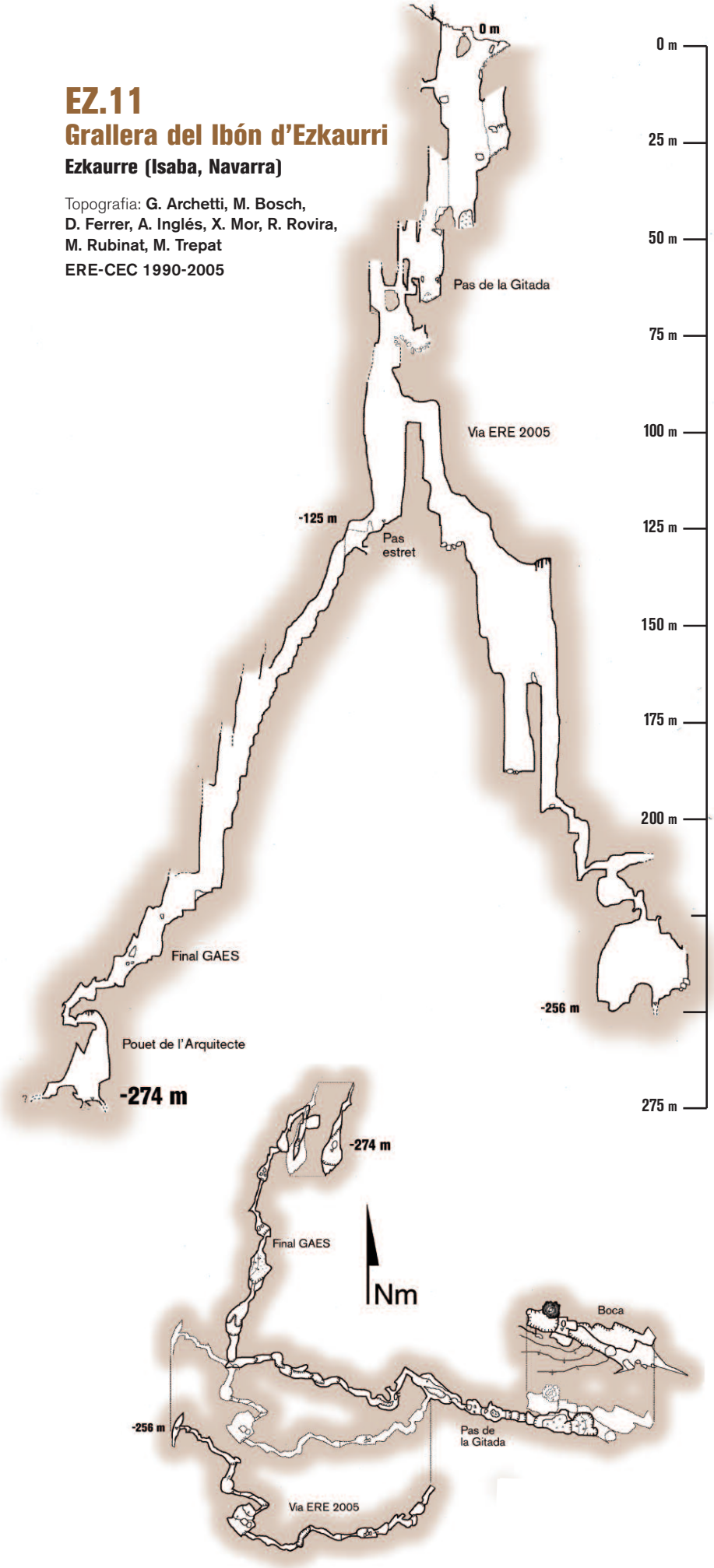


Grallera del Ibón d'Ezkaurri (EZ.11). Les congestes de neu dels primers pous poden variar molt d'un estiu a l'altre.

ROGER ROVIRA

EZ.11
Grallera del Ibón d'Ezkaurri
Ezkaurre (Isaba, Navarra)

Topografia: **G. Archetti, M. Bosch, D. Ferrer, A. Inglés, X. Mor, R. Rovira, M. Rubinat, M. Trepat**
ERE-CEC 1990-2005



Sovint estan alineades seguint discontinuïtats estructurals al fons de valls seques o al bell mig del pendent, però n'hi ha moltes altres d'escampades una mica pertot arreu. Poden ser dolines nivals de parets subverticals, amb forma d'embut o de fons pla: fins i tot en algun cas especial semblen d'enfonsament.

Els rasclers són abundants encara que molt arrasats per l'acció del glaç. La gelifracció ha estat i és important i la seva acció ha estat la causa de possibles obturacions de cavitats existents, especialment a les dolines, totalment obturades per materials de reompliment: no és casualitat que no s'hi hagi localitzat cap avenc i sí que se n'ha trobat, en canvi, als vessants.

Cal parlar de les dues depressions força grans del vessant sud, excavades en el flysch i just en el contacte amb les calcàries paleocenes. En una d'aquestes i a l'esmentat contacte s'esglaonen diversos engolidors fòssils i, en el punt més baix, un de temporal (EZ.4) en moments de desglaç o pluges intenses. Cal destacar-lo, car és l'únic lloc on poden efectuar-se coloracions encara que sigui en moments molt puntuals.

L'altra zona deprimida, una mica més a l'est, té el fons ocupat per l'Ibón d'Ezkaurri, estany temporal que acostuma a eixugar-se alguns estius.

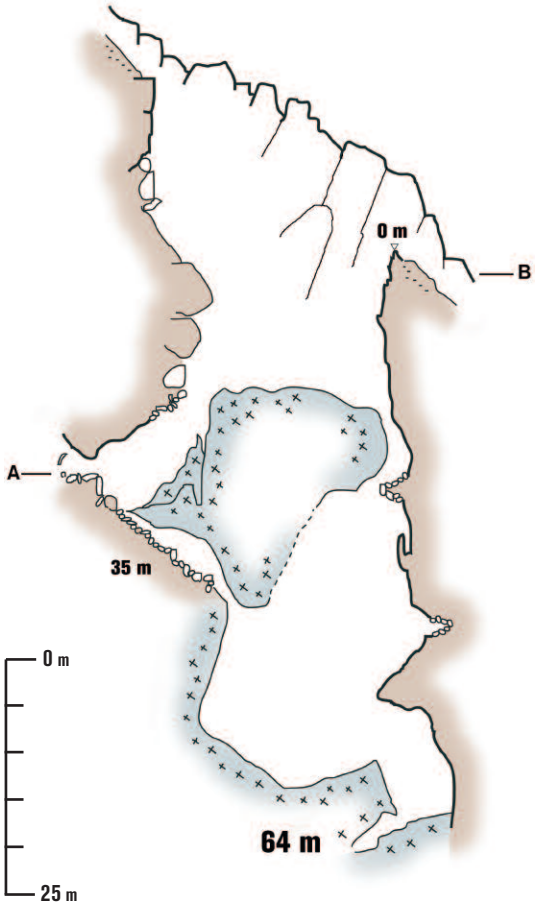
CATÀLEG DE CAVITATS

Cavitats	Desnivell	Recorregut
EZ.1 (Ezkaurri'ko Leizea)	-351 m	746 m
EZ.2	-129 m	
EZ.3 (Cueva del Paso de Ezkaurri)		78 m
EZ.4 Engolidor		
EZ.5	-37 m	
EZ.6	-72 m	
EZ.7	-12 m	
EZ.8	-13 m	
EZ.9	-69 m	
EZ.10	-80 m	
EZ.11 (Grallera del Ibón d'Ezkaurri)	-274 m	?
EZ.12	-15 m	
EZ.13	-15 m	
EZ.14	-41 m	
EZ.15	-28 m	
EZ.16		21 m
EZ.17	-137 m	
EZ.18	-9 m	
EZ.19	-11 m	
EZ.20 (Sima de l'Agulla d'os Pastós)	-101 m	
EZ.21		7 m
EZ.22	-8 m	
EZ.23	-23 m	
EZ.24	-4,5 m	18 m
EZ.25	-10 m	20 m
EZ.26 No explorada	-15 m	
EZ.27	-9 m	
EZ.28	-64 m	
Cueva del Ibón d'Isaba	+90 m	540 m
Cueva de l'Agulla d'os Pastós		65 m

EZ.28

Ezkaurri (Isaba, Navarra)

Topografia: **R. Buisán, D. Ferrer, A. Inglés, M. Trepat**
ERE-CEC 14/08/1995 i 3/11/96



F. RUBINAT

La boca de la Grallera del Ibón d'Ezkaurri (EZ.11). A la foto inferior, feta desde la boca, es veu l'ibón que dona nom a la cavitat.

F. RUBINAT

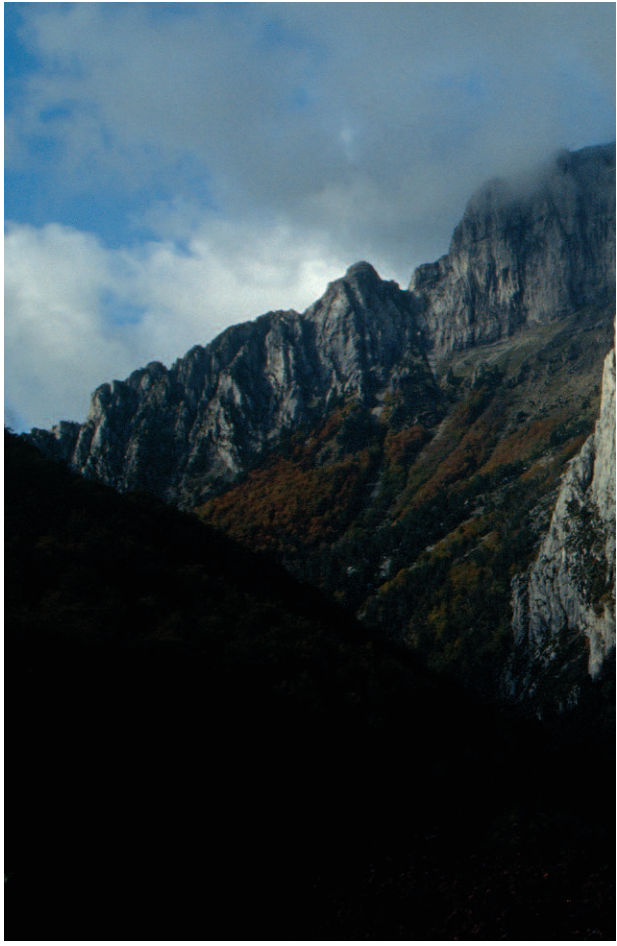
Els avencs

Els avencs són molt verticals, nets i de parets nues, no hi ha restes de concrecionament actual. És evident que ens trobem a les parts altes del sistema càrstic i la circulació encara no està jerarquitzada. L'única excepció és la gran galeria de l'EZ.1, amb processos d'enfonsament destacables, sediment fi i rastres de circulació d'aigua. Tant aquesta galeria com l'EZ.2 estan estructurades sobre una mateixa falla.

Tanmateix, sembla que la galeria tant de l'EZ.1 com de l'EZ.2 són formes residuals d'una etapa de carstificació més antiga, clarament preglacial però que, com passa sovint, han estat reaprofitades pel carst actual. És conegut que a les diferents fases de glacialisme pirinenc l'ablació superficial va afectar l'antic relleu de finals del terciari i va assolir proporcions difícils d'imaginar, alhora que s'encaixaven profundament els rius que tallen els massissos de nord a sud. Només en aquest context paleogeogràfic, que va escapçar grans pous en desenes de metres, podem entendre la presència, en superfície, de restes estalagmítiques importants que només la destrucció de la cavitat on s'havien format pot deixar al descobert. Se'n troben pels voltants de l'EZ.2, a la boca de l'EZ.9 o a As Foyas de la cara nord.

El refugi de pastors de Loma de Chilón, en el camí que puja a l'Ivó de Ezcaurri des de la vall d'Ansó.

DANI FERRER



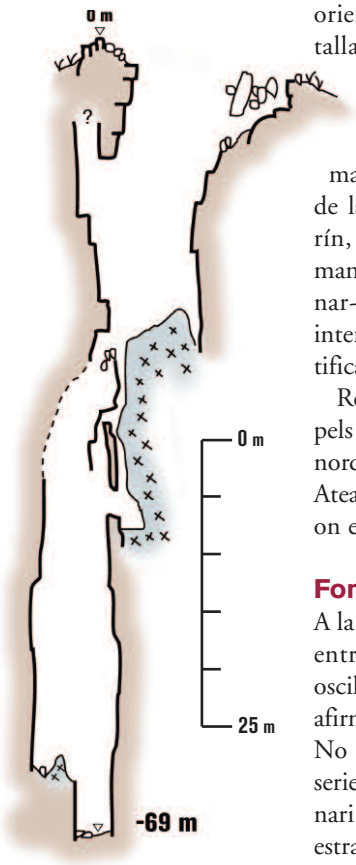
VALENTÍ ZAPATER

EZ.9

Ezkaurri (Isaba, Navarra)

Topografia: **A. Amenós, A. Inglés, A. Montserrat, M. Romero**

ERE-CEC 15/08/1995



Les surgències

Les circulacions subterrànies i la localització dels llocs d'emergència segueixen el mateix patró que a la resta de les Sierras Interiores, cosa normal atès que son part d'una mateixa estructura geològica, amb similars característiques litològiques i tectòniques orientades globalment d'est a oest, i que ha estat tallada perpendicularment per diversos rius, en aquest cas, el Beral pel costat oriental i el Belagua per l'occidental.

Els blocs resultants han estat remodelats pels mateixos factors climàtics i l'evolució morfològica i de la carstificació presenta paral·lelismes –a Bisaurín, a Tendeñera– molt evidents. Dit d'una altra manera, alguns sediments d'Alano poden correlacionar-se amb altres de la vall de l'Ara i entre tots intentar establir les relacions entre glacialisme i carstificació al Pirineu central.

Retornant al tema de les surgències descartarem pels seus petits cabals, la Fuente de Bainer, a la cara nord, i les diverses i difuses fonts localitzades a les Ateas de Belabarze per centrar-nos en els tres llocs on els volums d'aigua són més importants.

Fonts d'Ezkaurri

A la cara sud, per sota l'Ibón d'Ezkaurri, esglaonades entre els 1.500-1.600 m. Els cabals observats oscil·len entre els 5 i els 30 l/s, encara que els pastors afirmen que algun any queden pràcticament seques. No creiem que tinguin cap relació amb el carst, serien escorrenties provinents de l'eocè i del quaternari i pèrdues del mateix Ibón vehiculades per algun estrat més calcari del flysch.

Sistema de Fuén Castillo

A l'extrem SE, al nivell del riu (1.060 m), just en començar el magnífic congost del riu Beral i que separa Alano d'Ezkaurri. Està captada per subministrar aigua al poble d'Ansó. Les obres efectuades, una caixa de ciment inundada, no permeten veure res. En episodis de càrrega del sistema apareixen, a cota més alta, diversos sobreeixidors entre el pedruscall del vessant. Aquests cabals poden duplicar o triplicar els de la surgència pròpiament dita, avaluats en 40-60 l/s en estiatge i 250-300 en càrrega.

El volum i la regularitat dels cabals fa suposar l'existència d'una xarxa evolucionada amb sistemes annexos com a reservori i que proporcionen la regularitat esmentada.

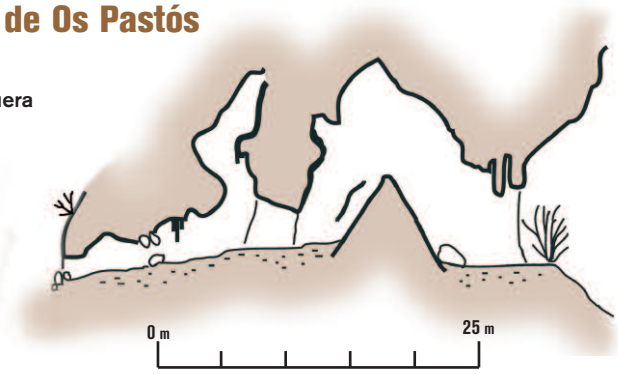
La zona d'alimentació serien les depressions, els camps de dolines i el rasclers, que s'estenen de manera contínua a partir dels 1.600 m, i que garanteixen un elevat índex d'infiltració. Cal remarcar especialment les aportacions provinents de l'eocè –en teoria poc permeable– i que són capturades per diversos engolidors, com l'EZ.4, just en el contacte amb les calcàries. Malgrat això, podem considerar-ho un carst autòcton ja que aquestes aportacions són, actualment, petites en

Cova de l'Agulla de Os Pastós

Ansó (Osca)

Topografia: **M. Bosch, J. Quera**

ERE-CEC 12/09/1992



La cara nord del Peña Ezcaurri. A la dreta i coberta de vegetació es destaca la Punta Abizondo (1.673 m). En primer terme la pista que porta a Zuriza, des d'on és presa la foto.

quantitat i curtes en temporalitat: desglaç, alguna tempesta. Abans que els diferents episodis glacials arrasessin el flysch eocè, aquest tipus d'alimentació al·lòctona tenia més importància, tal com sembla que s'ha produït al sistema Arañonera. La infiltració baixa molt verticalizada, aprofitant l'estructura anticlinal per acabar circulant pel flanc sud fins a Fuén Castillo.

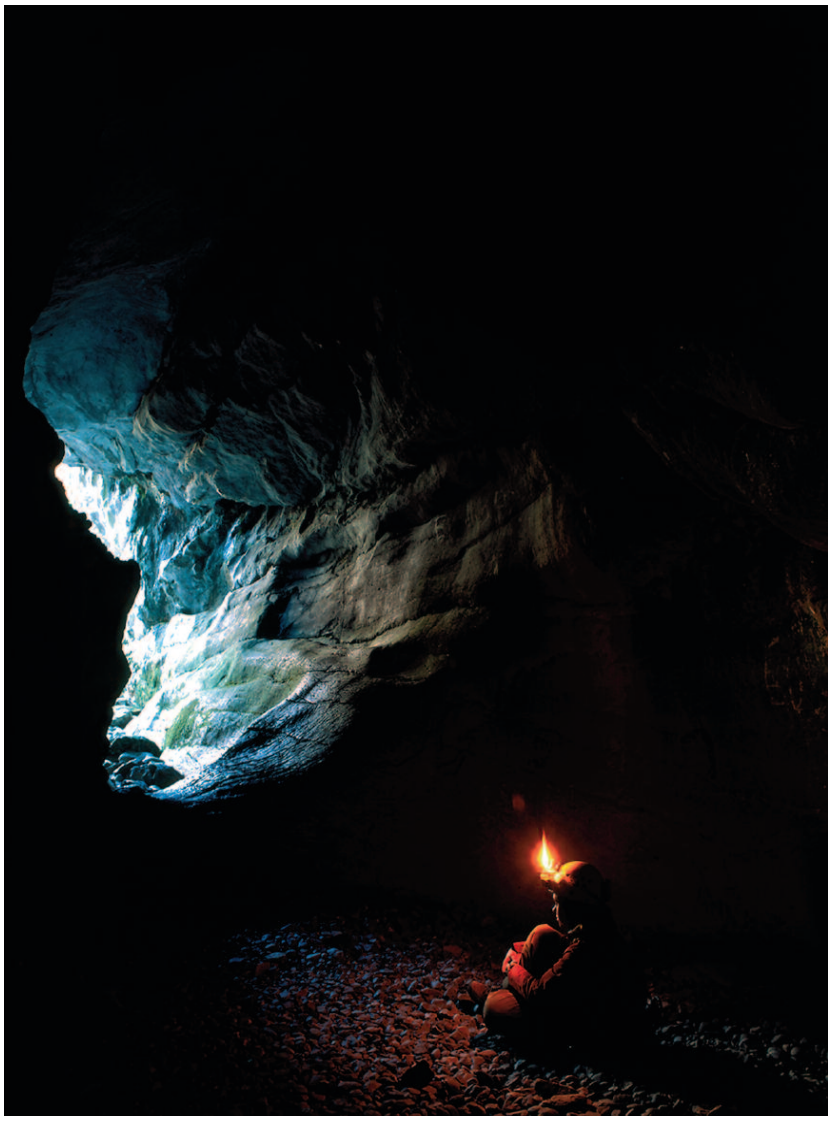
Sistema de la Cueva del Ibón d'Isaba

Cavitat de 540 m de recorregut en la qual les galeries més extenses fan de sobreeixidor. És a 815 m d'alçària, a pocs metres sobre el riu Belagua, i la boca s'albira perfectament des de la carretera.

La surgència pròpiament dita és a un centenar de metres al sud i rep el nom de Fuentes de Istupa. Els cabals oscil·len entre uns pocs litres per segon i els 40-50 l/s. Part d'aquesta aigua és captada, però majoritàriament apareix entre pedres i vegetació.

Més curiós és el funcionament de la cova com a sobreeixidor. Entra en càrrega en molt poc temps –entre dues i quatre hores–, abocant fins a 300-400 l/s. L'explicació més plausible és que no es tracta d'aigües càrstiques, o almenys no bàsicament, sinó de pèrdues existents a la llera del barranc de Belabarze en travessar perpendicularment les calcàries, i que en pujar el nivell de l'aigua entren en funcionament de manera torrencial. Les aigües tèrboles que acompanyen aquestes crescudes i l'existència d'engolidors, alguns de penjats i d'altres al mateix llit del riu, sembla que confirmen aquesta hipòtesi.

La diferència de cabals respecte del sistema de Fuén Castillo ens fa creure que aquest té la zona d'alimentació en sectors més marginals i poc carstificats, a l'oest i nord del massís, on de fet no hi ha cavitats conegudes.



VALENTÍ ZAPATER

Vestíbul de la Cueva del Ibón d'Isaba.

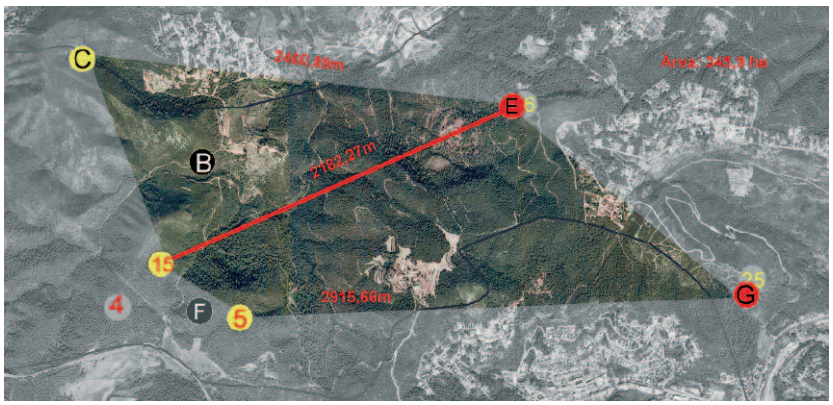
Estudi de la distribució i de l'especiació del *Troglocharinus ferreri pallaresi*

Autora:
Lídia Mateo
lidiaiprou@hotmail.com

El *Troglocharinus ferreri ferreri* és un coleòpter cavernícola que colonitza el subsòl de pràcticament tot el massís de Garraf, llevat d'un petit reducte aïllat a l'Ordal, on trobem el *Troglocharinus ferreri pallaresi*. Aquest fet crida l'atenció, ja que aparentment no hi ha res que separi una població de l'altra i, malgrat tot, no s'ha observat que hi hagi flux gènic interpoblacional.

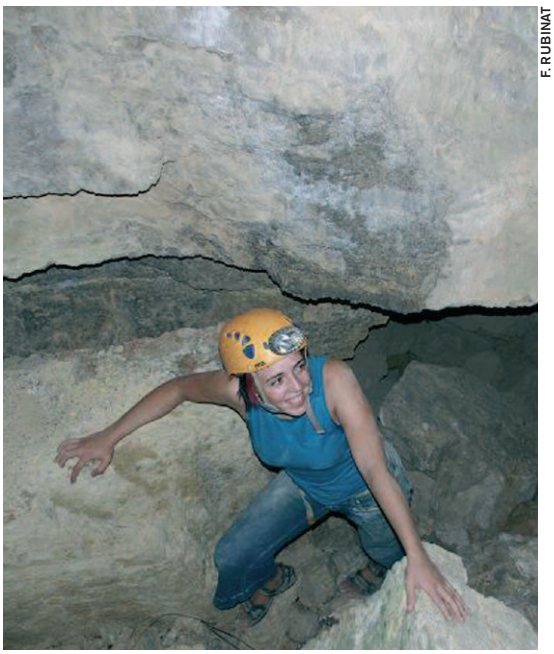
Troglocharinus ferreri pallaresi, exemplar recollit a la cova de la Destral (Cervelló). Coordenades x: 411856; y: 4583214; z: 235 m.) Trobat en una trampa col·locada des del 22-10-2006 fins al 17-12-2006. Recol·lectors: M. Romero i L. Mateo

En un primer moment el que es pretenia era assenyalar la distribució geogràfica de l'espècie amb l'esperança de trobar híbrids o exemplars ambigus a la zona més propera a la colonitzada per la població veïna, fet que hauria posat en dubte la validesa de la situació taxonòmica actual d'aquest coleòpter. Van col·locar-se algunes trampes de cervesa i no es va obtenir el resultat esperat. No s'han trobat individus a la zona intermèdia, ja que no s'hi coneix cap cavitat significativa. Vam poder comprovar, doncs, que en dos quilòmetres i escaig es troba una subespècie o bé l'altra, tal i com podeu observar en el l'ortofotomapa. *(Mapa 1)*.



Mapa 1. Troglocharinus ferreri ferreri *en groc i* Troglocharinus ferreri pallaresi *en vermell. Les lletres són el resultat de les trampes de cervesa. La distància mínima entre les localitats conegudes és de dos quilòmetres i escaig.*

A continuació va sorgir un nou dubte: ¿existia un aïllament geogràfic? Es donava el cas que la morfologia i el material de les cavitats on s'havien trobat una i altra subespècie eren molt diferents, i davant d'aquest fet es va procedir a la situació de les dades sobre un mapa geològic. D'aquesta manera va fer-se patent que el *Troglocharinus ferreri pallaresi* colonitza només cavitats del muschelkalk inferior i superior (triàsic, colors



F. RUBINAT

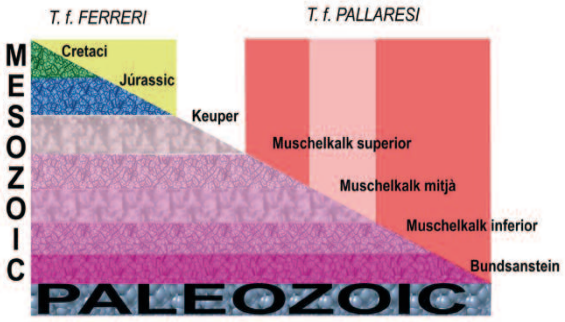
Lídia Mateo en una de les cavitats objecte de la recerca (Vallirana).

rosats) i que, en canvi, el *Trogloscharinus ferreri ferreri* colonitza cavitats del juràssic i el cretàci (colors verd i blau). *(Mapa 2)*.

¿I això quina informació rellevant ens aporta? bé, tan el juràssic-cretaci com el muschelkalk inferior i superior són materials carstificables que permeten el pas de troglobis a través de la xarxa de microfisures.

¿Què s'interposa entre una població i l'altra? El keuper

El keuper és un estrat resultant de la dessecació d'una antiga llera fluvial i per tant la seva composició és argilosa i margosa. Es tracta d'un material impermeable, dúctil, mal·leable... en definitiva: impenetrable pels troglobis. Per tant, tenim una barrera geològica que separa una població de l'altra. Aquesta observació ens condueix a plantejar-nos l'al·lopatria com a mecanisme d'especiació seguit pel *Trogloscharinus ferreri pallaresi*.



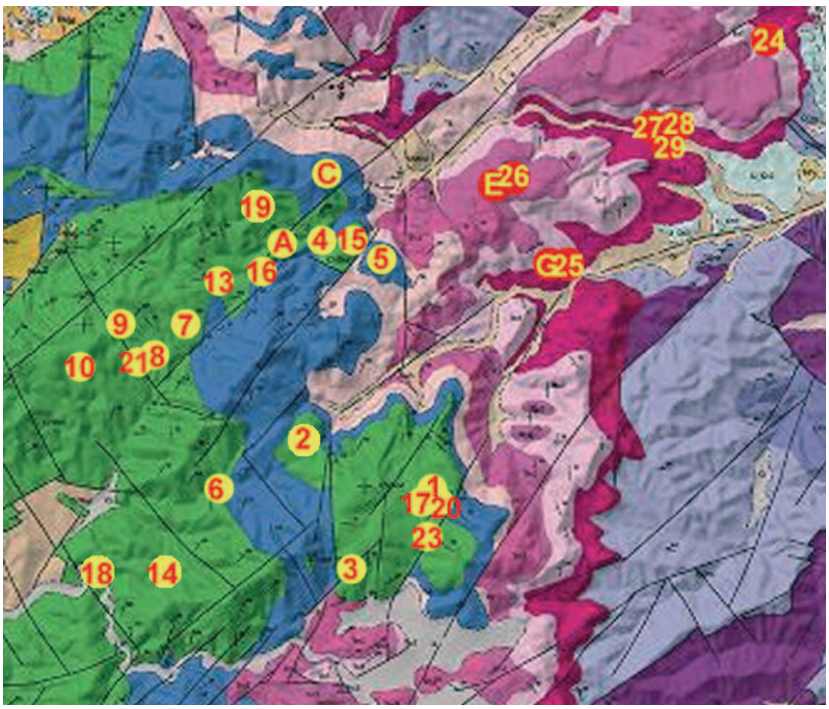
Aquest és un esquema que ajuda a entendre el que s'ha explicat, però no és una representació de la realitat. La textura entramada representa la xarxa de microfissures.

¿Com va arribar el *Trogloscharinus ferreri ferreri* al muschelkalk sense travessar el keuper?

Si el keuper sempre ha existit i sempre ha estat impenetrable pels troglobis, ¿com va arribar el *Trogloscharinus ferreri ferreri* al muschelkalk? Al sud de la zona estudiada hi ha un punt en què s'acaba el keuper i hi ha contacte directe entre el juràssic-cretaci i el muschelkalk. És per allà per on es devia produir la deriva poblacional. La població migrada, en moure's cap al nord, va trobar-se amb un impediment físic que s'interposava entre aquesta i la població veïna, tot interrompent el flux genètic i donant pas, gràcies a l'acció de la selecció natural i la deriva gènica, a la constitució de dues subespècies diferents.

¿Com va aflorar el triàsic en aquesta zona?

Temps enrere el juràssic i el cretaci cobrien part dels municipis Corbera i la vall del Llobregat, i va ser a causa de l'acció de l'erosió remuntant de la riera de Corbera que va aflorar el que hi havia sota el complex juràssic-cretaci. La riera de Corbera va tenir una etapa altament erosiva quan, en excavar el congost de Montserrat, va variar el seu nivell de base. Com a conseqüència d'això, va erosionar les valls subsidiàries i les carenes, és a dir, va endur-se per davant la cobertura de juràssic-cretaci que hi havia sobre el triàsic deixant aquest estrat al descobert.



Mapa 2. Localitats de **T. f. pallaresi** *(vermell) i* **T. f. ferreri** *(groc) sobre mapa geològic. El* **Trogloscharinus ferreri pallaresi** *no surt del triàsic mentre que el* **Trogloscharinus ferreri** *Reitt. colonitza les cavitats del cretaci i el juràssic.*

¿Quines són les vies d'investigació obertes més interessants?

Com a prioritat convindria estudiar la zona on sembla que s'ha produït la deriva poblacional per tal d'esbrinar com ha succeït això. D'aquesta manera es podria observar quin grau de diferenciació existeix, és a dir, si hi ha o no aïllament sexual, si hi ha hibridació, etc. En definitiva, si es tracta de dues espècies o dues subespècies.

També seria molt interessant intentar creuar individus de les dues poblacions al laboratori.

Caldria situar trampes a cavitats artificials del keuper (ja que de naturals no se'n troben) per tal de demostrar que no existeix trànsit a través d'aquest estrat.

Convindria datar amb precisió quan es va produir l'aflorament del triàsic i de quina manera.

Finalment, la proposta més llaminera (i la més costosa): podria fer-se un estudi genètic comparatiu entre totes dues poblacions. Per a això seria necessari seqüenciar un parell o tres de gens marcadors de variació a nivell de subespècie, en *Trogloscharinus ferreri ferreri* i en *Trogloscharinus ferreri pallaresi*, i comparar les diferències en la seqüència de nucleòtids. Seria necessari trobar antecedents d'estudis en coleòpters propers al *Trogloscharinus* per obtenir-ne unes taxes evolutives de referència. D'aquesta manera podria datar-se aproximadament el moment en què es va produir l'especiació i podria correlacionar-se aquesta data amb la de l'aflorament del triàsic.

Avenc de la Rosita

Autor:
Francesc Rubinat

Municipi:	Sales de Llierca
Comarca:	la Garrotxa
Coordenades:	X: 466582
	Y: 4681280
	Z: 465 m

A. CABANAS

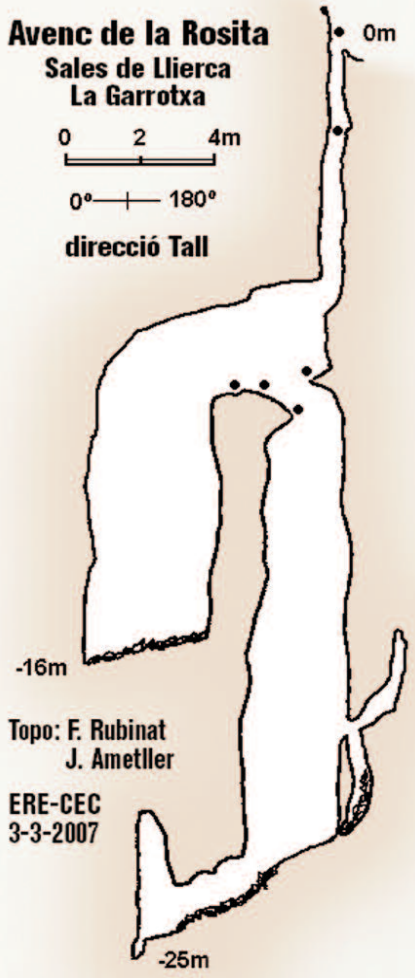
Descripció

La cavitat comença amb una esquerda estreta que davalla uns 7 m, fins que s'eixampla, i en un parell de metres ens situem en una plataforma que divideix dos pous de dimensions respectables: 2,5 x 4,5 m aproximadament cadascun.

El pou que queda al nord baixa 7 m i acaba en una planta plena de còdols. L'altre pou comença després d'una curta rampa on hi ha una curiosa arrel d'uns sis metres d'alçada que penja del sostre. El pou, força ample, baixa 11 m; en aquest punt trobem una curta galeria que baixa una mica i ens situa al punt més profund de la cavitat, a -25 m. El recorregut total és de 40 m.

Història

Aquest modest avenc el va ensenyar la Rosita del Vilarot als membres del Grup Sadernes i del GASALP de Bescanó, que el van explorar per primer cop el 20 de febrer del 1999, en van fer un senzill croquis, i li van atribuir una fondària exagerada de 40 m.



Situació

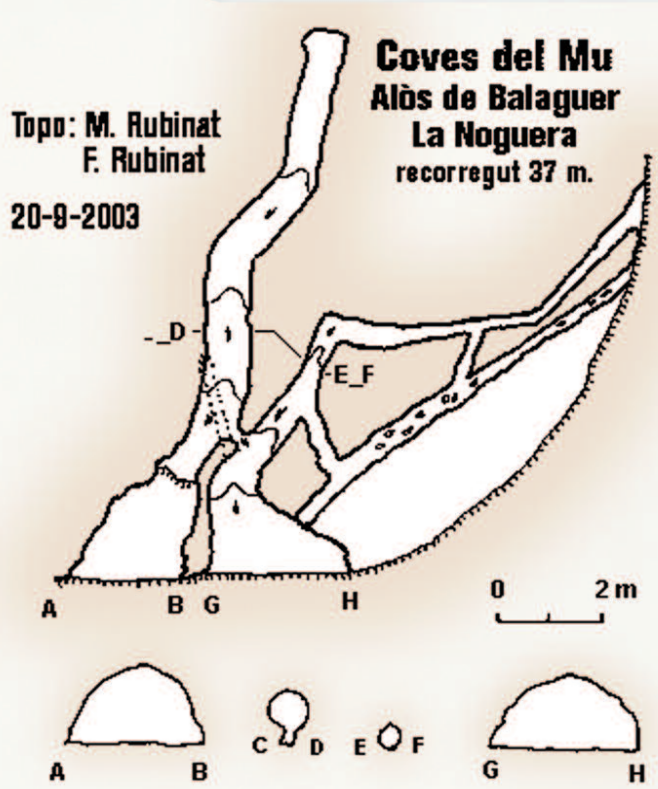
Situats a la carretera A-26 entre Besalú i Castellfollit de la Roca, caldrà agafar la sortida cap a Montagut, i just quan acabem de passar el poble ens desviarem a l'esquerra en direcció a Sadernes. Uns 200 m abans d'arribar-hi, seguirem per una pista sense asfaltar que es dirigeix a Gitarriu i al coll de Faja. Quan arribem a les ruïnes del Cofí, seguirem per la pista de l'esquerra fins a la casa en ruïnes del Lliure. En aquest punt, on s'acaba la pista, hi trobarem unes pintades per anar a la cova del Bisbe. Des d'aquí, anirem a l'esquerra en direcció sud, seguint per un corriol que de seguida arriba a un petit grau molt fàcil de baixar. La boca de l'avenc de la Rosita és al peu d'aquest grau i a l'esquerra segons la marxa.

F. RUBINAT

Coves del Mu

Autors:
Francesc Rubinat i Marc Rubinat

Municipi:	Alòs de Balaguer
Comarca:	la Noguera
Coordenades:	X: 31T 326472
	Y: 4641533
	Z: 550 m
Recorregut:	37 m



Situació:

Les coves del Mu es troben al nord de la serra Carbonera, en els penya-segats que s'aboquen al congost del riu Segre. Aquesta cavitat s'obre en materials del cretaci superior, ja que es tracten de calcàries d'aspecte nodulós pertanyents al campanià.

L'accés es fa des de la part alta del poble de Camarasa, d'on surt una pista accessible a tota mena de vehicles i que ens durà fins a l'ermita de Sant Jordi a la serra Carbonera. Des d'aquí, i ja a peu, seguirem la pista cap al nord, deixant a la nostra esquerra uns corrals i magatzems, i més endavant l'avenc de Sant Jordi. Quan el camí comença a baixar i anar cap a l'esquerra l'haurem de deixar. Camp a través ens dirigirem cap al turó del Mu, que ens queda a la dreta. Un cop arribats al turó, seguirem en direcció nord-est per tal d'anar a trobar els penya-segats que hi han per sobre del riu Segre. Un cop som als penya-segats els anirem seguint cap a l'est. Al cap de poc veurem que per la nostra dreta es forma un barranc; caldrà seguir entre el penya-segat i el barranc fins al punt en que aquest es precipita per la cinglera. Les coves es troben a la base del penya-segat a l'esquerra hidrogràfica. Per tal de poder veure les boques s'haurà d'anar fins l'altre costat del barranc.

Per accedir a les coves haurem d'anar fins a uns afloraments de roca que hi ha a l'esquerra hidrogràfica del barranc i a prop del penya-segat, en aquest punt comença una instal·lació per baixar en ràpel, amb un primer tram que ens situa en una petita feixa on s'instal·la un passamà cap a l'esquerra i un nou ràpel ens deixarà a l'entrada de les coves. Pel descens caldrà una corda de 40 m pel primer tram 20 m pel passamà i 30 m pel segon tram.

Descripció:

La cavitat consta de quatre boques, dues de 2'5 x 1'5 m que es troben a la base del barranc i dues més de mides més minses que es troben al bell mig de la cara nord del penya-segat, per sota de la feixa on hem fet el descens.

La boca més propera al salt del barranc és un conducte d'11 m de llargada que als 3 m del seu recorregut ja té la característica forma d'ull de pany. Aquesta galeria té un pas que comunica amb la galeria de la cova del costat, la qual, mitjançant dos estrets conductes van a parar a les dues boques del penya-segat.

La cavitat sembla ser que hauria actuat com a surgència.

F. RUBINAT

F. RUBINAT

Fa cent anys... a l'avenc d'en Roca

Josep M. Miñarro

El 4 de setembre del 2007 es van complir els cent anys de la primera exploració de l'avenc d'en Roca (Ordal). D'aquella mítica exploració ens n'ha quedat un extraordinari reportatge fotogràfic del gran fotògraf esportiu Josep M. Co de Triola. Va ser l'única ocasió en què van coincidir sota terra els dos pioners de l'espeleologia catalana: Norbert Font i Sagué i Marià Faura i Sans.

En una d'aquelles fotografies molt reproduïdes al llarg dels anys s'hi veu el grup d'exploradors i acompanyants al voltant de la boca de l'avenc. Dos agosarats (M. Romero, 1994 i J. M. Miñarro, 2000) donen per fet que els dos capellans que s'hi veuen són en Font i en Faura. Uns anys després (*Muntanya* 857, 2005), en un article apareix una galeria de fotos de pioners i, tot ampliant la que suposadament és la fotografia d'en Font a l'avenc d'en Roca es publica la imatge d'un home d'aspecte envellit (Font en aquell moment era a punt de fer els trenta-tres anys).

Sortosament, el senyor Antoni Arrizabalaga, besnét de Carme Font (cosina germana de Norbert Font) es posa en contacte amb Ferran Alexandri, director de *Muntanya*, i li exposa l'errada. També el company Josep M. Cervelló s'havia adonat de l'equívoc, i s'aprofita aquesta circumstància per fer un article que deixa prou clar l'embolic (*Muntanya* 858, 2005). En aquest mateix article torna a aparèixer la foto d'en Font i d'en Faura, amb l'equipament d'exploració, i junts a l'exterior de l'avenc d'en Roca. Aquesta foto havia estat inèdita fins que el mateix Cervelló la va localitzar a l'Arxiu Fotogràfic del Centre Excursionista de Catalunya i la va publicar en un article seu sobre el Garraf (*Espeleòleg* 42, 2001).

Però... ¿qui era el mossèn objecte de l'error? ¿I qui eren la resta d'acompanyants? A la foto original que es conserva a l'Arxiu Fotogràfic només hi diu: "*Grupus* després de l'exploració". ¿Potser Font és el capellà que surt dret mirant la boca de l'avenc? Pel relat de l'exploració publicat a *Sota Terra* sabíem el nom d'alguns dels participants, però no els podíem ubicar a la fotografia.

Pocs mesos després Lluís Willaert ens fa conèixer mitjançant una nota (*Muntanya* 863, 2006) el resultat de les seves recerques que, amb la col·laboració de Carles Querol, exalcalde de Sant Sadurní d'Anoia, han pogut esbrinar i comprovar a l'Arxiu del Bisbat de Barcelona la personalitat del capellà desconegut. Es tracta de mossèn Joan Junyent i Terradellas, en aquella època regent i ecònom de Sant Pau d'Ordal. A la seva esquerra hi ha l'Albert Santamaria, un dels membres més actius del CEC en aquells anys. També hi identifica el Dr. Baltasar Serradell i l'Antoni Mir (no en diu la ubicació) i el seu nebot Pere Mir (assegut a la boca de l'avenc amb salacot i bastó). Tots dos eren membres de la família Mir de Can Guineu (Sant Sadurní d'Anoia), propietat que va donar suport econòmic per a l'exploració de l'avenc d'en Roca.

És curiós, però... ¿com és possible que cap dels dos pioners de l'espeleologia catalana no aparegués a la foto?

JOSEP M. CO DE TRIOLA. ARXIU FOTOGRÀFIC CEC

154 km sota l'aigua: s'explora la cavitat subaquàtica més llarga

El 25 de gener del 2007 s'aconseguia la connexió dels sistemes Sac Actun i Nohoch Nah Chich, situats a Mèxic. Els espeleoescafandristes Steve Bogaerts i Robbie Schmittner feia quatre anys que treballaven explorant les cavitats situades entre els dos grans sistemes per tal de trobar el punt d'unió. Abans de la connexió la cavitat subaquàtica més llarga del món era el sistema Ox Bel Ha, amb 146.761 m, contra els 154.783 m actuals del sistema Sac Actun.

Totes aquestes cavitats es desenvolupen a la zona del Yucatán. Es van formar durant períodes en que el nivell del mar era més baix i les condicions molt favorables a la formació de grans cavitats. Posteriorment, després de la última glaciació, el nivell del mar va pujar i van quedar les cavitats completament inundades, tot i que l'aigua dolça que hi circula, menys densa que la salada, queda per sobre d'aquesta última.

www.zenas.gr **(Steve Bogaerts)**

STEVE BOGAERTS

Expedició Transpatagònia 2007

L'objectiu general de expedició Transpatagònia ha estat assolir en tres etapes al llarg del 2007 espais inexplorats i d'alta dificultat d'accés per tal d'aportar dades sobre el coneixement de la Patagònia occidental. Amb aquesta informació recollida, es pretén col·laborar en projectes de desenvolupament socioeconòmic dels habitants de la zona, de protecció del medi ambient i també aportar dades per a l'estudi del canvi climàtic global.

Tercera etapa de l'expedició

Roger Rovira, membre de l'ERE del CEC, va participar el passat mes de novembre a la tercera etapa de l'expedició Transpatagònia. Durant el transcurs d'aquesta etapa es va aconseguir assolir una zona inexplorada de la Patagònia occidental. El principal objectiu d'aquesta etapa era l'exploració espeleològica del carst i les cavitats de la zona nord del Seno Barros Luco, a l'illa de Madre de Dios. Aquesta remota zona de Xile va representar un repte per als expedicionaris, tant per l'absoluta incomunicació i el desconeixement del terreny com per les adverses condicions meteorològiques. De fet, es tracta d'una de les regions amb més pluviometria de la Terra, i és coneguda també per la violència dels vents que hi predominen.

Una de les peculiaritats de l'expedició va ser l'ús del caiac de mar com a mitjà de transport. Els expedicionaris van haver de carregar als caiacs tot el menjar i el material necessari per passar entre quatre i sis setmanes, segons les etapes, amb absoluta autonomia.

El principal responsable del projecte va ser el xilè Cristian Donoso, que va fer les quatre etapes de la Transpatagònia fent-se acompanyar en cadascuna d'elles per un col·laborador diferent segons la seva especialitat. Com a espeleòleg i fotògraf vaig acompanyar Donoso en aquesta etapa a l'illa Madre de Dios, on s'han descobert i explorat noves cavitats. El fet d'utilitzar el caiac, contràriament al que es podria pensar, ha facilitat la possibilitat d'arribar a aquesta zona encara verge de l'illa. El caiac és més versàtil que una embarcació més gran i permet penetrar a llocs més estrets o rocosos i portar-lo per terra per evitar zones de navegació perillosa.

Cal destacar, com a descoberta més interessant, una cova batejada pel cap de l'expedició com a *Útero de la Madre*. Aquesta cavitat, per on transcorre un curs d'aigua actiu, va ser topografiada pels expedicionaris fins a uns 700 m de recorregut.

Roger Rovira

ROGER ROVIRA

Més detalls sobre el nou rècord mundial a Krúbera-Voronya, l'avenc més profund de la Terra

Entre els dies 4 i 22 de gener del 2007 es va desenvolupar a l'avenc Krúbera-Voronya (Geòrgia) l'expedició hivernal del CAVEX Team. En aquesta ocasió l'objectiu principal va ser el bus-seig del sifó S-5, situat a –2.140 m. Els resultats principals de l'expedició van ser la preparació d'un nou bivac permanent a –700 m (Pti-Dryu); a –1.400 m (Sandy Beach) també es va instal·lar un bivac permanent, amb capacitat per a dotze espeleòlegs. Aquest darrer bivac va ser un punt clau, ja que es considera el darrer lloc «civilitzat» abans del sifó de –1.440 m i les galeries postsifó.

Els bussejadors de punta, Oleg Klimchuk i Yuriy Bazilevskiy, van aconseguir superar el sifó de –1.775 m, i van descobrir una galeria per la qual circula aigua en abundància, que s'engoleix en un nou sifó a –1.800 m, l'exploració del qual queda pendent per a futures expedicions.

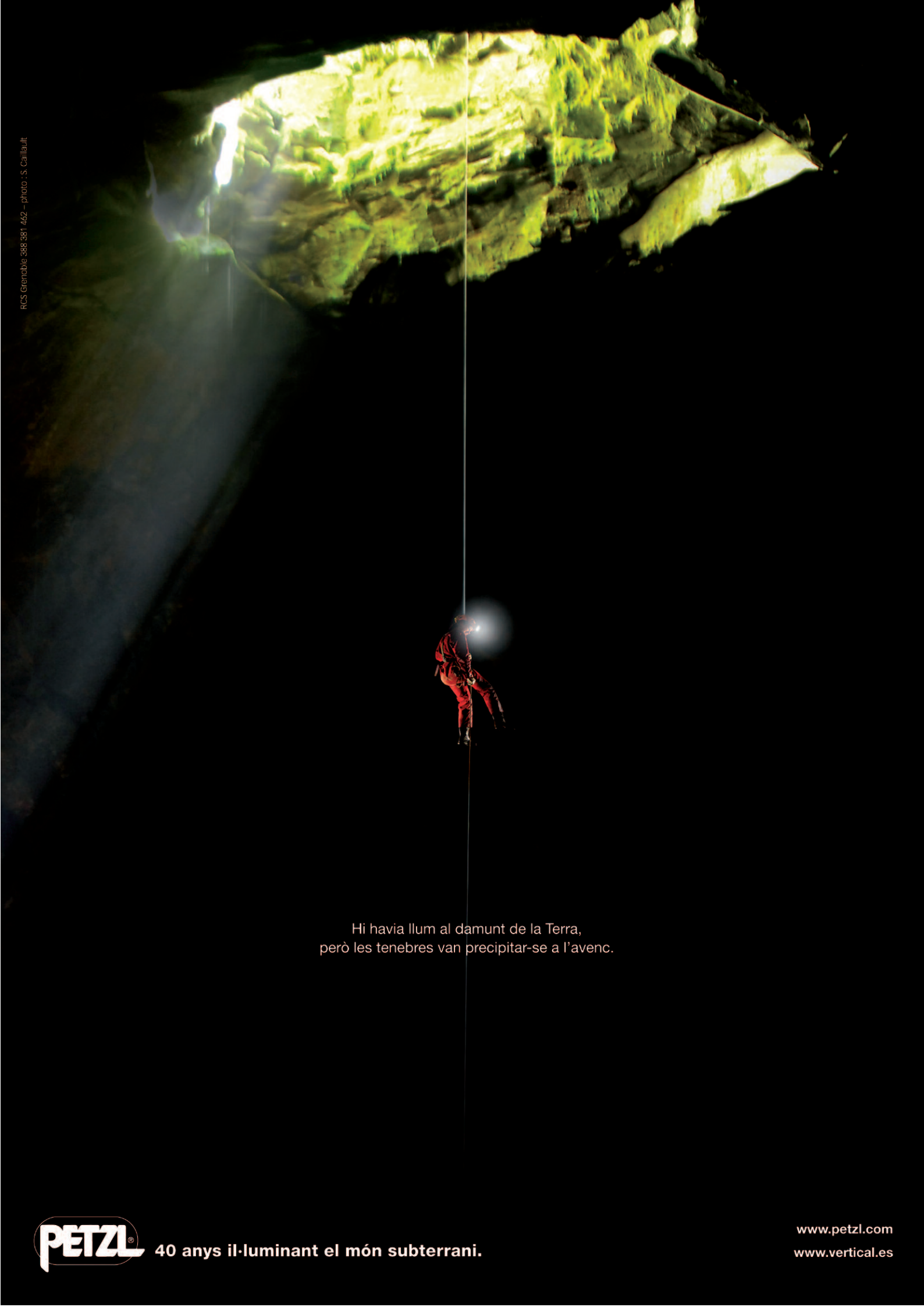
Finalment, el punt culminant de l'expedició va arribar el 16 de gener, quan Oleg Klimchuk aconseguia endinsar-se al sifó S-5 fins a una profunditat de –30 m, en una longitud de 80 m, després de superar el bloc que tancava el pas a l'expedició de la Ukr.S.A. al setembre del 2006, de manera que s'ha establert un nou rècord mundial. La cota de Krúbera-Voronya queda en –2.170 m.

(Informació provinent de *Subterránea* 27, juliol 2007)

DENIS PROVALOV

Voronya-2007. Entrada a l'avenc.

RCS Grenoble 388 381 462 – photo : S. Caillault



Hi havia llum al damunt de la Terra,
però les tenebres van precipitar-se a l'avenc.

PETZL®

40 anys il·luminant el món subterrani.

www.petzl.com
www.vertical.es