



Eva Mus. Serie «La cala encantada», 2012. Óleo sobre papel, 29,6 x 34,7 cm.

LAS CUEVAS Y LAS CALAS EN MALLORCA

LA RELACIÓN GENÉTICA E HIDROLÓGICA ENTRE CALAS Y CUEVAS

Francesc Gràcia, Bernat Clamor, Pere Gamundí, Joan J. Fornós y Damià Vicens

La exploración y documentación de cavidades litorales en el Migjorn de Mallorca, muchas con importantes continuaciones subacuáticas, sugiere la relación genética e hidrológica entre las calas y el endokarst. Estas cuevas constituyen una parte fundamental del patrimonio natural de Mallorca

De entrada habría que puntualizar, como dijo Rosselló (2005), que si queremos pasar del campo toponomástico –o popular– al científico, no todas las calas son calas, ni todas las que lo son se llaman así. Autores como Gràcia *et al.* (2011) deducen del hundimiento del techo de una caverna la formación de una entrada marina de tipo *caló*, más o menos estrecha y larga. Por otro lado, muchas cavidades litorales tienen que ver con penetraciones marinas de proporciones diversas. Rosselló *et al.* (2002) ponderan la complejidad a escala media de la costa oriental de Mallorca y la meridional de Menorca, precisamente por la concurrencia de calas y cuevas en rocas calcáreas del Mioceno superior, muy sensibles a la evolución kárstica. Las calas se asocian a la desembocadura de torrentes, pero sus formas pueden haberse visto afectadas por hundimientos controlados por la fractura y procesos de disolución kárstica sucedidos a diferentes niveles.

■ LAS CAVIDADES LITORALES DEL MIGDIA DE MALLORCA

Las cavidades generadas por los procesos erosivos litorales, es decir, las cuevas de abrasión marina, son muy abundantes por toda la costa, aunque suelen alcanzar dimensiones más bien modestas. Por otra parte, las cavidades kársticas litorales más importantes pertenecen a la tipología de cuevas de la *zona de mezcla* costera. Estas, precisamente, han atraído la atención de viajeros y naturalistas, a raíz sobre todo de las exploraciones efectuadas hace más de un siglo en las turísticas cuevas del Drac, en el municipio de Manacor. A lo largo de las últimas décadas, se ha ido sugiriendo para estas cuevas un modelo genético que considera la formación de vacíos

primigenios, originados por disolución en la zona freática a causa de la agresividad de la mezcla entre aguas continentales dulces y aguas marinas, dentro de una roca de elevada permeabilidad debido a una importante porosidad primaria. Muchas de las galerías y salas de estas cavidades ahora se localizan por debajo del nivel marino y han sido invadidas por el agua. Es muy interesante que haya diferentes niveles de cavidades que corresponden

a distintos períodos de espeleogénesis. El patrón planimétrico de las cuevas de esta tipología denota la coalescencia, un tanto aleatoria, de unidades más o menos independientes, que han ido creciendo tridimensionalmente y conectándose unas con las otras, hasta dar lugar a una disposición en planta de carácter ramiforme.

Además de las cuevas antes mencionadas de abrasión marina –no kársticas–, abunda en el litoral un tipo de cavidades que es el resultado de la captura de las cuevas de la zona de mezcla costera, es decir,

de origen kárstico, por el retroceso de los acantilados causado por la erosión mecánica del mar. Por la combinación de procesos, estas cuevas se llaman *capturas karsticomarinas*. Abundan los depósitos sedimentarios, a menudo bastante complejos, en los que se intercalan espeleotemas (depósitos carbonatados de precipitación) con brechas osíferas de vertebrados terrestres y materiales detríticos marinos, y que constituyen registros de gran interés cronológico. Estos depósitos están del todo condicionados por las variaciones cuaternarias del nivel marino, debidas a causas glacioeustáticas. También es determinante el nivel actual del Mediterráneo para la existencia de lagos subterráneos de aguas freáticas salobres, que ocupan las cotas inferiores de las cavidades.

«LAS CAVIDADES KÁRSTICAS LITORALES HAN ATRAÍDO LA ATENCIÓN DE VIAJEROS Y NATURALISTAS, A RAÍZ SOBRE TODO DE LAS EXPLORACIONES EFECTUADAS EN LAS TURÍSTICAS CUEVAS DEL DRAC»

A lo largo del Pleistoceno, los descensos glacioeustáticos del nivel marino incentivaron los hundimientos de las bóvedas y paredes de las cuevas, mientras que intensas fases de deposición de espeleotemas contribuyeron después a enmascarar las características de los vacíos primigenios y de los materiales hundidos. Hay que señalar que la magnitud de los procesos de colapso y reajuste mecánico de la masa rocosa condiciona en gran medida el aspecto de una parte importante de las galerías y salas de las cavidades, al mismo tiempo que es responsable de su apertura al exterior gracias a hundimientos en superficie, los llamados *abisaments* a la comarca de Manacor y *esfondrats* en Ses Salines. También hay galerías poco afectadas por los hundimientos donde dominan las morfologías de corrosión del agua; suelen encontrarse preferentemente en roca menos permeable del Mioceno superior, caso de las facies de *lagoon* externo.

■ LA INTERACCIÓN ENTRE CALAS Y CAVIDADES LITORALES

En la Marina de Manacor, la cueva Genovesa llega a poco más de un centenar de metros del mar, al final de la playa de Cala Anguila. Esta cala presenta 140 m de anchura de garganta, 250 m de curso longitudinal (poligonal principal del eje de la cala) y 95 de anchura media. La cavidad, cueva de la zona de mezcla costera, tiene un curso de 2.415 m y una penetración de poco más de 500 tierra adentro, respecto a la playa. A pesar del grado de protección otorgado por la Comunidad Europea de lugar de interés comunitario (LIC) y de bien de interés cultural (BIC) por el Consell de Mallorca, aguas residuales de la *villegiatura* inmediata son abocadas directamente a la cavidad. Este es un buen ejemplo de la fragilidad y las agresiones que implica la urbanización del litoral, no solo en superficie sino también en el subsuelo: la contaminación del agua subterránea y, por drenaje, la del mar.

La cueva del Pilar, también en el litoral de Manacor, es una cavidad de gran belleza por su gran entrada y por la presencia de grandes columnas o pilares recubiertos de algas azules, batidos por el oleaje los días de mal tiempo, que son visibles desde los barcos que recorren el litoral. Es un buen ejemplo de captura karsticomarina con grandes espeleotemas que son arrebatados por la erosión del oleaje y resulta un caso paradigmático de penetración del mar tierra adentro a medida que la cavidad va retrocediendo. En la actualidad el entrante del mar, exceptuando

«LA URBANIZACIÓN DEL LITORAL IMPLICA UNA SERIE DE AGRESIONES NO SOLO EN SUPERFICIE SINO TAMBIÉN EN EL SUBSUELO QUE CONTAMINAN EL AGUA SUBTERRÁNEA Y, POR DRENAJE, LA DEL MAR»



En el área de la marina de Felanitx (Mallorca) el litoral se presenta muy accidentado, formando multitud de calas y puntas, como Cala Sa Nau, que abre una garganta de 100 metros, y Cala Mitjana. De color amarillo podemos observar la localización de la cueva submarina de Cala sa Nau (1), la cueva de Ses Barraques (2), la cueva de Cala Mitjana (3) y la cueva de En Bassol (4).

el techo de la cueva, es de aproximadamente 40 m, pero el mar entra más en el interior y podría llegar a adentrarse casi 50 m más.

Más al sur se encuentra Cala Falcó, con 300 m de anchura y 175 m de longitud. Presenta varias capturas karsticomarinas de notable importancia como son la cueva de Es Coloms de Cala Falcó y la cueva de Cala Falcó, además de otras cavidades asociadas. La cueva de

Cala Falcó creemos que puede estar relacionada con el importante sistema Pirata-Pont-Piqueta, de 3.091 m de recorrido y que se encuentra a menos de 200 m de distancia y penetra 700 m tierra adentro. Los hundimientos de antiguas galerías han separado la cueva de este sistema endokárstico. Por otra parte, la captura de la cueva



de Es Coloms por el mar ha hecho retroceder de forma visible la línea de acantilados hacia el interior y ha dejado colgadas en el acantilado marítimo varias capas de sedimentos limosos cuaternarios que se encuentran adosados a las paredes de la gran entrada marina. Además de los bellos lagos, esta cueva destaca por la presencia de arenas marinas en el fondo de una gran sala terrestre.

A muy poca distancia y siguiendo hacia el sur, todavía dentro del término de Manacor, se localiza cala Varques. La anchura de la garganta de la cala es de 200 m, 320 de longitud y 160 de anchura media. Las cavidades li-

«LA CUEVA GRAN HA RETROCEDIDO MÁS DE 70 METROS RESPECTO A LA LÍNEA DE COSTA, LO QUE HA OBLIGADO A MODIFICAR LOS PLANES DE CRECIMIENTO URBANÍSTICO»

torales que rodean la cala y en conexión directa o bien a poca distancia del mar son: la cueva de Cala Varques B, la cueva de Cala Varques ACD o cueva de Es Xuetes, la cueva de Es Genet, la cueva de Es Coloms de Cala

Varques o cueva de Es Coloms II y la cueva Marina des Pont. De todas las mencionadas, la cueva de Cala Varques B es la más extensa, 1.068 m de recorrido y una profundidad máxima por debajo del nivel del mar de más de 30 m. Su situación, al fondo de la playa, sugiere lo que puede llegar a pasar evolutivamente en la cavidad y en cala Varques con el tiempo por hundimiento del techo de la sala, que se encuentra en una cota de

profundidad muy inferior al mar.

En la marina de Felanitx, la cueva Gran, gran cavidad de abrasión marina, ha retrocedido más de 70 m con respecto a la línea de costa y todo el techo es susceptible de hundirse y formar un entrante de más de 120 m. Esta circunstancia ha obligado a modificar los planes de crecimiento urbanístico más próximos a la cueva.

Cala Sa Nau y cala Mitjana se encuentran situadas entre Portocolom y cala Herrera, aunque más cerca de esta última, y a cerca de 5 km del pueblo de S'Horta. Forman parte de la marina de Felanitx, constituida también por materiales calcáreos neógenos, que alcanzan una franja de 4 km de anchura. Es un área de litoral muy accidentado que forma multitud de calas y puntas. Cala Sa Nau abre una garganta de 100 m, con una longitud de 500 m y una anchura media de 55 m. La más destacable de la zona es la cueva de En Bassol, cavidad de la zona de mezcla costera, con una dirección general NE-SW y 1.491 m de recorrido. Se encontró casualmente con ocasión de una perforación buscando agua, ya que no posee ninguna entrada natural. La gran abundancia y belleza de los espeleotemas y el tamaño de las salas le otorgan un elevado interés.

El dismantelamiento progresivo de las cuevas y la penetración del mar generaría importantes modificaciones en la cala. En la parte sudeste, donde se encuentra un pequeño entrante marino, parece que el acantilado ha retrocedido y la cala ha penetrado por el retroceso de la cueva de En Bassol. Actualmente la sedimentación marina ha cerrado la comunicación directa de la cavidad con el mar a escala humana. Hay pruebas de que los poliquetos y algunos crustáceos marinos pueden entrar aún dentro de la cueva. Otras cavidades vecinas son la cueva submarina de Cala sa Nau y la cueva de Ses Barraques. La primera se encuentra en un cabo geográfico y atravesaría la punta de lado a lado si no fuera por la



Los *dolços* (manantiales submarinos) presentes en muchas calas y puertos de Mallorca constituyen otro ejemplo de interacción entre el karst y el mar. En la imagen, cueva de Es Coll en Portocolom (Felanitx), una formación de unos 7 kilómetros de recorrido situada en el recodo de Es Rivetó.

sedimentación que durante una regresión marina cuaternaria taponó con eolianita (duna consolidada) una de las entradas.

Una parte de la cueva de En Bassol va en dirección sur, hacia cala Mitjana, de la que tan solo dista 170 m. La cala tiene 230 m de garganta y 500 de longitud, con una anchura media de 75 m. A solo 180 m de la cala se encuentra la cueva de Cala Mitjana, de 340 m de recorrido, la cual se encontró gracias a los sondeos en busca de agua, al hacer un pozo a la antigua, de 13 m de profundidad. El agua más superficial se aprovecha para regar una amplia extensión de césped, cerca del mar, terreno que entre otras cosas caracteriza actualmente cala Mitjana. La situación respecto a la cueva de En Bassol sugiere que formarían parte de un mismo sistema y que un hundimiento, que no deja ningún paso penetrable, ha aislado ambas cavidades.

En cala Santanyí, localizada en el término municipal con el mismo nombre, de 360 m de longitud, con 260 m de anchura de la bocana y 90 de anchura media, la cueva de Es Riu constituye la surgencia al mar de la cueva de Es Drac de Cala Santanyí, de la que formaría parte. Se localiza al noroeste, en el interior de un entrante de la cala, de 27 m de anchura y 31 de longitud, con los 10 últimos en forma de abrigo y prosigue bajo el agua

**«LAS SURGENCIAS SUBMARINAS,
LLAMADAS 'DOLÇOS' EN MALLORCA,
ACOSTUMBRAN A ENCONTRARSE
ASOCIADAS A LAS CALAS EN
CAVIDADES ACCESIBLES AL HOMBRE
MEDIANTE TÉCNICAS DE ESPELEOLOGÍA
SUBACUÁTICA»**

hasta que la acumulación de arenas y de bloques cierra la conexión con la cavidad posterior. Formaría parte de la cueva de Es Drac de Cala Santanyí, cavidad de 803 m de recorrido, con una penetración en relación al mar de 228 m. Debido a un hundimiento y a la deposición de materiales sedimentarios marinos se debió cerrar la comunicación con el resto y el hundimiento externo formó el entrante marino que se ve muy bien en fotografía aérea y no es nada despreciable en la evolución de la propia cala. Hay que hacer constar, además, la gran cantidad de cuevas submarinas que se encuentran en la bocana sur de la cala, donde forman un complejo de túneles con abundantes entradas y formas de abrasión marinas asociadas. Un progresivo desmantelamiento de la cueva de Es Drac de Cala Santanyí o de otras cuevas submarinas



© M. A. Perelló, GNM

Las cavidades de la franja litoral constituyen un patrimonio natural de gran valor. Numerosas especies troglóbias endémicas viven en las aguas subterráneas. Además, su riqueza geomorfológica, paleontológica, cronológica y estética es muy elevada.



© M. Luque



© A. Cirer. GNM



Arriba, espeleotemas freáticos (depósitos carbonatados de precipitación) del techo de la cueva de Es Drac de Cala Santanyí actúan como indicadores de antiguos niveles del Mediterráneo.

Abajo, la cueva marina de Es Pont, en cala Varques (Manacor) es un buen ejemplo de captura karsticomarina donde se hace evidente la interacción entre los procesos kársticos y la dinámica litoral.



por hundimiento favorecería aún más la entrada del mar en estos sitios y afectaría en gran medida la evolución de la cala.

No solo en el levante de Mallorca se ven relaciones genéticas entre cavidades y entrantes marinos. En el Migdia, concretamente en el término municipal de Las Salinas, en la playa de Es Dolç, cerca de la Colonia de Sant Jordi, el Grup Nord de Mallorca está estudiando una cavidad subacuática descubierta en el 2011. Esta cueva inédita ha generado, por procesos de hundimiento y erosión marina, la llamada balsa de Es Dolç, topónimo recogido por Cosme Aguiló. Este regolfo, de más de 40 m de penetración, se ha formado por el retroceso de la cavidad: otro caso de captura karsticomarina de una cueva de la zona de mezcla litoral, en este caso en materiales más recientes (como son los del Plioceno) que los del levante mallorquín (miocénicos).

«A CAUSA DEL TERREMOTO DE ARGELIA EN 2003, ES RIVETÓ QUEDÓ SECO. ESO PROVOCÓ FUERTES CORRIENTES DE AGUA QUE SURGÍAN DEL ‘DOLÇ’ Y QUE ARRASTRARON LOS LAÚDES DE LAS PROXIMIDADES DEL VARADERO»

■ LAS SURGENCIAS SUBMARINAS EN LAS CALAS

Las surgencias submarinas, denominadas *dolços* en Mallorca, no son exclusivas de las calas, pero sí que se encuentran asociadas a ellas en casos muy representativos, a menudo de cavidades accesibles mediante técnicas de espeleología subacuática.

Cala Murta, en el término de Manacor, posee una garganta de 100 m de anchura, con 225 m de recorrido longitudinal y 45 de anchura media. El manantial brota casi en el fondo de la cala, en el lado norte y a pocos metros de profundidad y procede de una cavidad de unos 100 metros de recorrido lineal. En períodos de lluvias intensas seguidas de bonanza en el mar, la surgencia fluye con un gran caudal. Además del drenaje del agua dulce de infiltración, el descenso del nivel marino en condiciones de altas presiones barométricas es un factor primordial para explicar la salida del agua, que adquiere gran espectacularidad e incluso produce turbulencias muy visibles desde las peñas. Por el contrario, la deposición de sedimentos marinos debida a los temporales, especialmente arena, y a las corrientes marinas de entrada, puede llegar a rellenar el conducto subterráneo. Al cambiar las condiciones atmosféricas, el flujo de agua de salida llega a ser tan fuerte que vacía nuevamente de



© M. A. Perelló, GNM

© A. Cirer, GNM

Cueva del Pilar, en la Marina de Manacor. El progresivo desmantelamiento de la cavidad genera una entrada del mar tierra adentro, que en la actualidad es de aproximadamente 40 m, aunque el mar podría llegar a adentrarse casi 50 m más.

arena la galería. Este manantial, sin duda, está relacionado con las cuevas de Es Drac, del que está separado por pocos metros de distancia. Más al sur, la cueva de Es Coloms de Cala Varques, relacionada genéticamente con la cueva de Es Genet, de la que está separada por un hundimiento, actúa como *dolç* de la cala.

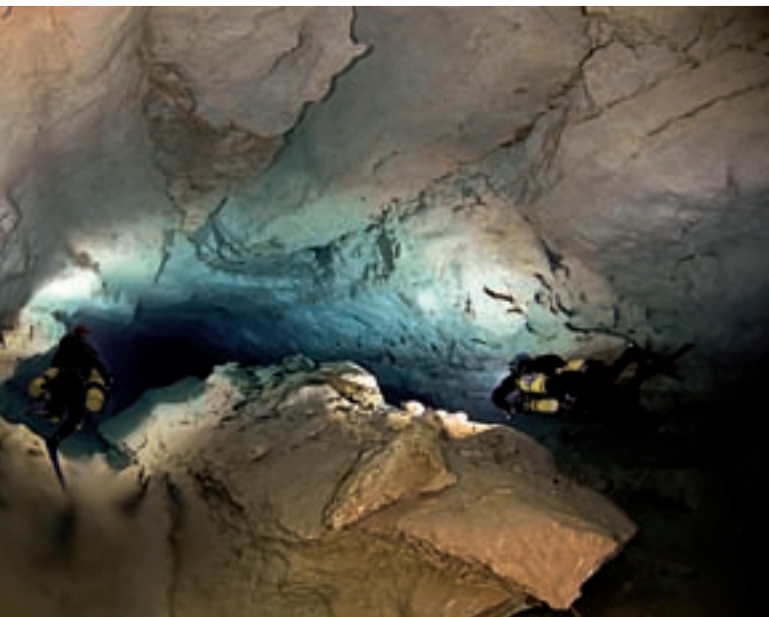
Ya en Portocolom, en la marina de Felanitx, se encuentra Es Rivetó, nombre aplicado a un recodo del puerto que recuerda a una cala interior. Este topónimo suele estar asociado a surgencias submarinas, como S'Esdolç o las barracas de Aigo Dolça, que se localiza dentro de Es Rivetó. El manantial, que aflora de un varadero, constituye la entrada submarina a la cueva de Es Coll, importante formación endocárstica de 7.090 m de recorrido con fuerte control estructural, donde la permeabilidad asociada a la fractura adquiere mayor relevancia, al presentar estos materiales una porosidad bastante más baja que los depósitos arrecifales de otros puntos del Migdia. Los cambios

barométricos se traducen en corrientes de salida o de entrada, a modo de vasos comunicantes, para compensar la diferencia de nivel del mar y de las aguas subterráneas. De esta manera, cuando sube el mar, a causa de la comunicación directa que tiene con la cueva se produce la entrada de agua. El fenómeno contrario pasa al bajar el nivel del mar, cuando el agua sale de la cavidad buscando el equilibrio hidrostático. Un caso extraordinario del que se tiene constancia sucedió al producirse la llegada de los efectos del terremoto de Argelia el 4 de junio de 2003 a las 18.33. La retirada del agua del mar dejó Es Rivetó seco. Este fenómeno provocó corrientes con gran fuerza que surgían del *dolç* y que incluso arrastraron los laúdes que se encontraban amarrados en las proximidades del varadero.

A 2,5 km al sur se encuentra cala Sa Nau, donde se recoge otro topónimo de *rivetó*. El agua brota bajo la arena del fondo marino en el lado sur de la playa, a poco más de un metro de profundidad. Este

«LA CUEVA DE ES COLOMS DESTACA POR SUS BELLOS LAGOS Y POR LA PRESENCIA DE ARENAS MARINAS EN EL FONDO DE UNA GRAN SALA TERRESTRE.»

© M. A. Perelló, GNM



Bloques acumulados por el hundimiento progresivo del techo de la cavidad en la cueva Genovesa, una formación que llega a poco más de un centenar de metros del mar, en la cala Anguila de Manacor.



La riqueza oculta presente en las cavidades no desmiente la necesidad de protección de las agresiones que sufren. En la imagen, cueva de En Bassol (cala Sa Nau), una cavidad que se encontró casualmente con ocasión de una perforación buscando agua, ya que no posee ninguna entrada natural.

dolç procede de la cueva de Ses Barraques, muy próxima a la cueva de En Bassol y caracteriza la playa, ya que implica un contraste térmico importante. En verano el agua que sale del sistema endokárstico puede suponer una diferencia térmica entre el mar y las aguas subterráneas de entre 6 y 10°C. También la cueva de Es Riu, en cala Santanyí, se inspira en este topónimo y corresponde al manantial procedente de la cueva de Es Drac de Cala Santanyí.

En un paisaje litoral completamente diferente, sin acantilados, como son las playas de la Colònia de Sant Jordi (Ses Salines), se encuentra Es Dolç. Cede su nombre a toda la playa, por la menor salinidad del agua en el mar y por la espectacular sensación térmica del contraste, muy marcado, entre el agua del mar y el agua subterránea que aflora en la Bassa des Dolç.

Son muchos los factores y procesos que intervienen en la formación y evolución de las calas. La presencia de cavidades kársticas capturadas por la erosión marina y posteriormente desmanteladas progresivamente constituye un factor más a tener en cuenta. En algunos casos de pequeñas calas, *calons* o entradas de poca entidad en la línea de costa puede haber sido un factor determinante y casi exclusivo. En otros casos de calas de mayores dimensiones e incluso de puertos, puede haber contribuido a su evolución de forma más o menos importante.

Muchos de los *dolços* provienen de cavidades kársticas que drenan el agua continental e interactúan hidrológicamente con el mar y que en cierta medida constituyen una prolongación del mar tierra adentro. ☺

AGRADECIMIENTOS

A Toni Cirer y Miquel Àngel Perelló, del Grup Nord de Mallorca, por la realización de las fotografías subacuáticas. A Miquel Àngel Perelló, del GNM, y a Manolo Luque, del GELL, por las fotografías de las zonas aéreas de las cavidades. Los estudios de las cavidades se han podido llevar a cabo, a lo largo de los últimos años, gracias en buena medida a la financiación de la Obra Social de Sa Nostra dentro de los Proyectos de Conservación de la Biodiversidad.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILÓ, C., 1991. *La toponimia de la costa de Felanitx*. Centre cultural de Felanitx. Felanitx.
- GINÉS, J., 2000. *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis doctoral. Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de les Illes Balears. Inédita.
- GRÀCIA, F. *et al.*, 1997. «Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca)». *Endins*, 21: 5-36.
- GRÀCIA, F. *et al.*, 2011. «Cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca». *Endins*, 35: 103-132.
- ROSSELLÓ, V. M., 2005. «Cala, una mesoforma litoral: concepte, models i aproximació morfomètrica». *Cuadernos de Geografía*, 77: 1-18.
- ROSSELLÓ, V. M. *et al.*, 2002. «El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares». In CARRASCO, F. *et al.* (eds.). *Karst and Environment*. Patronato de la Cueva de Nerja. Málaga.

Francesc Gràcia. Grup Nord de Mallorca de espeleología y Grupo de investigación sobre karst y geomorfología litoral. Universidad de las Islas Baleares.

Bernat Clamor. Grup Nord de Mallorca de espeleología.

Pere Gamundí. Grup Nord de Mallorca de espeleología.

Joan J. Fornós. Grupo de investigación sobre el karst y la geomorfología litoral. Universidad de las Islas Baleares.

Damià Vicens. Societat d'Història Natural de les Balears.