



treinta y siete

Diversidad, distribución y origen



A lo largo de la lectura de los capítulos anteriores hemos constatado cómo cuevas y aguas subterráneas del territorio ibero-balear se hallan repletas de una variada fauna. No obstante, vastas regiones kársticas continúan sin ser exploradas y a buen seguro una amplia diversidad de especies permanece ignota.

Entre los moradores subterráneos, los que ahora nos interesan son los cavernícolas. Hasta el momento, sabemos que los ecosistemas de las cuevas cuentan con un total de 1363 especies y subespecies (taxones) descritas, consideradas como troglobias o estigobias por los autores de los capítulos. Salvo alguna excepción son taxones endémicos únicos en el mundo, bien de una o de varias cuevas; o de una o unas pocas regiones kársticas del territorio ibero-balear. Junto a esta fauna especializada vive un número similar o superior de especies visitantes a las cuevas, que no vamos a considerar aquí.

Los grupos taxonómicos con especies y subespecies cavernícolas no se hallan uniformemente repartidos en la Iberia o las Baleares; como tampoco lo están en el resto del mundo. ¿De qué depende esta distribución? ¿por qué las cuevas de la Cordillera Cantábrica albergan una fauna tan distinta a la que habita las cuevas de las Béticas, Pirenaicas u otras regiones kársticas? Hallamos las razones de esta distribución faunística, en la disponibilidad de hábitat (cuevas y acuíferos) y en la oportunidad de colonización de los grupos potencialmente cavernícolas, procedentes de la fauna epigea autóctona o venidos de otras regiones. Unos forman parte de una fauna ancestral, otros se están “instalando” ahora. Para conocer los escenarios en que esto sucedió, haremos un repaso desde el momento en que la Iberia apareció como tierra emergida. Por el momento, cuantifiquemos la biodiversidad.

Alberto Sendra Mocholí, José Luis Membrado Julián, Loles Beltrán Barat, Pablo Barranco Vega, Carles Hernando, Eduard Vives i Noguera, Toni Pérez Fernández, Alberto Tinaut Ranera, José María Salgado Costas, Javier Fresneda Gaspar

Biodiversidad en números

Al abordar el capítulo dos mencionamos los distintos grupos zoológicos presentes en los ecosistemas cavernícolas del Planeta. Dijimos que de los aproximadamente cuarenta grandes grupos o filos en que la Zoología organiza a los animales, tan solo 14 poseen cavernícolas y en su mayoría están representados por un puñado de especies. En solo cinco filos –platelmintos, anélidos, moluscos, artrópodos y cordados– se reúnen la casi totalidad de las aproximadamente once mil especies descritas. No nos cabe duda de que este número de especies se incrementará en el futuro, dado el ritmo con el que todos los años aparecen publicaciones en la literatura científica.

Ahora centrémonos en la península ibérica e islas Baleares, donde hasta el momento han sido descritas 1281 especies y 82 subespecies de cuatro grandes filos, todos invertebrados: platelmintos, anélidos, moluscos y artrópodos. Del total hay un 62 % de organismos terrestres (847 especies y 75 subespecies troglobias) y un 36 % de habitantes acuáticos (434 especies y siete subespecies estigobias). Aprovechamos para remitir al lector al listado completo de especies y subespecies que iremos actualizando en la publicación electrónica de José María Salgado y colaboradores (2022). Esta biodiversidad ibero-balear, a pesar de no contar con ningún cordado cavernícola, es elevada si la comparamos con la de otras regiones del mundo. Del total de especies descritas en el mundo, la fauna de la Iberia y Baleares supone el 11 %. No obstante, esta preponderancia de la fauna en el territorio ibero-balear debería ser revisada cuando tengamos un criterio más concreto para definir qué es un cavernícola y tras conocer estudios detallados de otras regiones. En general, en el libro, los autores hemos gozado de una cierta benevolencia al designar especies troglobias y estigobias.

Como ya dijimos, al explorar una cueva nos encontramos a menudo con fauna no cavernícola. Son animales troglófilos, estigófilos, visitantes ocasionales y accidentales. Hallamos representantes de los omnipresentes murciélagos y otros vertebrados “aventureros”, así como multitud de invertebrados: gusanos redondos o nematodos, ácaros, psocópteros, tricópteros, lepidópteros o dípteros. A éstos hemos querido dedicar sendos capítulos en la segunda parte; lo merecen ya que utilizan las cuevas como su casa habitual, aunque salgan de ellas y puedan vivir en el exterior.

Tras este inciso centrémonos en las especies cavernícolas descritas. Empezaremos por los **platelmintos** o gusanos planos, entre los que solo conocemos dos especies de la clase turbelarios; ambas habitan las aguas de cursos subterráneos en algunas cavidades de las cuencas pirenaicas. Los gusanos segmentados o **anélidos**, con 22 especies de **oligoquetos** son frecuentes en los cursos de agua de cavidades cantábricas y pirenaicas; a ellos se ha unido recientemente una especie de **poliqueto** de **cuevas anquihalinas** de Mallorca. Los **moluscos** son el segundo filo zoológico en diversidad y ocupan también el segundo puesto en riqueza cavernícola. Todos los moluscos cavernícolas son **gasterópodos**, bien dulceacuícolas o bien terrestres. De los primeros hay descritas 108 especies y cinco subespecies, todas ellas sin aparentes adaptaciones a la vida en las cuevas y en su mayor parte colectadas en fuentes o manantiales procedentes de acuíferos kársticos y detríticos. De los segundos son conocidas 15 especies que habitan los ambientes terrestres en cuevas del norte peninsular. Para finalizar, nos queda el filo con cavernícolas más diverso: los

artrópodos. Cuevas y acuíferos albergan 1127 especies y 83 subespecies, representando más del 89 % de la biodiversidad conocida. Veamos la gráfica acompañante donde se detallan las clases mejor representadas.

Para entender mejor esta diversidad, vamos a imaginar que entramos en una cueva del territorio ibero-balear. Al acceder, si las condiciones son adecuadas –humedad elevada, atmósfera más o menos estable y algún que otro recurso nutritivo– veremos alguna especie cavernícola. Será un artrópodo en el 90 % de los casos. De tropezar con este invertebrado de patas articuladas, en un tercio de las ocasiones tendremos un insecto, en cuyo caso seguramente estaríamos frente a un coleóptero; un orden que por sí sólo representa el 30 % de todas las especies cavernícolas. Pongamos que este ha sido el caso, tratándose de un coleóptero podría ser alguna especie de las mega diversas familias de carábidos y leiódidos.

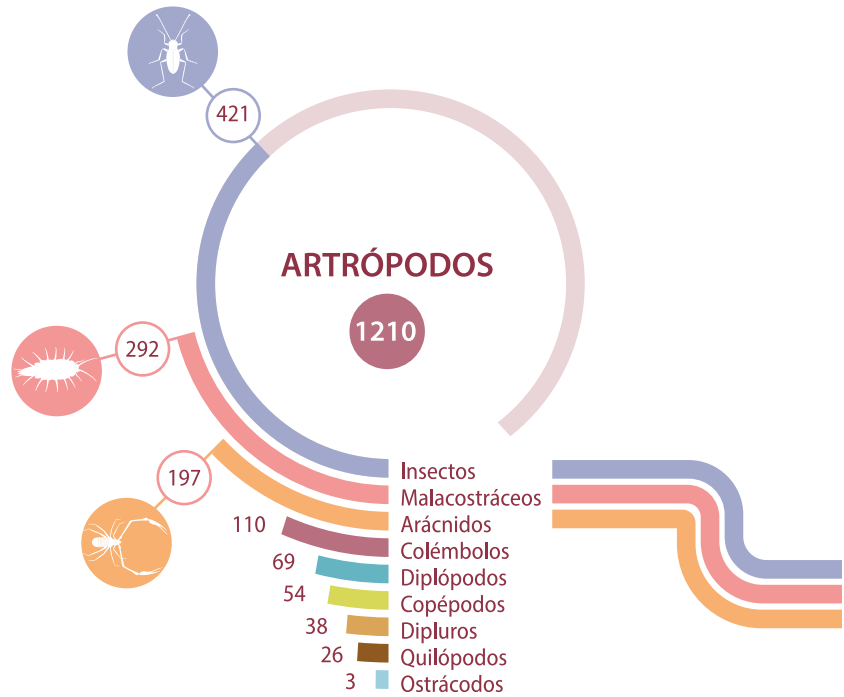
Este relato sobre qué animal cavernícola nos podemos hallar, cambia completamente si lo que hacemos es examinar las aguas subterráneas a través de una cueva o un pozo de sondeo. Al buscar, probablemente encontraríamos, en el 69 % de los casos con un artrópodo y en el 55 % de las veces sería un crustáceo malacostráceo. Entre éstos es casi seguro que pudiéramos ver un isópodo, un anfípodo o una esquiua batinela.

Una vez examinada la biodiversidad estudiemos su distribución, aunque antes hemos de comentar el marco geológico y las vertientes hidrográficas que la condicionan.

Marco geológico y vertientes

Abordemos primero el **marco geológico** y la abundancia, desarrollo y profundidad de las cuevas en el territorio ibero-balear. La localización de estos fenómenos espeleológicos –que mencionaremos en su lengua vernácula, junto con las regiones que los acogen–, responde a los distintos afloramientos de rocas carbonatadas que parecen organizarse en una irregular S recorriendo la Iberia. Si observamos un mapa geológico y lo seguimos de norte a sur, distinguiremos rocas carbonatadas en los **Pirineos**, que se prolongan hacia el **Cantábrico** para luego descender por el **Sistema ibérico** y girar al oeste siguiendo las **Béticas**. A estos afloramientos hay que añadir otras regiones kársticas dispersas, como las que forman parte de la **Cordillera Costero-catalana** o también las que salpican el **Macizo ibérico**, o bien lo bordean, como las **Orlas mesozoicas lusitánicas**. Yesos y conglomerados rocosos suelen tapizar cuencas de sedimentación recientes del **Eoceno** y **Mioceno**, o bien antiguas del **Triásico**. En les Illes Balears los afloramientos de rocas carbonatadas cubren buena parte del territorio insular y presentan edades distintas, bien del **Mesozoico**, en la Serra de Tramuntana, bien del **Cenozoico** en el resto de las islas.

En este marco geológico y siguiendo los criterios de regionalización kárstica de Francisco Javier Ayala y colaboradores (1986), incluyendo sutiles modificaciones, podemos establecer en el territorio ibero-balear seis grandes regiones, como vemos en el mapa adjunto: **Cordillera cantábrica**, **Pirineos**, **Costero-catalana**, **Sistema ibérico**, **Béticas** y **Macizo ibérico**, sectorizadas en varias subregiones donde agrupamos los distintos macizos o zonas kársticas. Esta división geológica nos ayudará a entender mejor la distribución de la fauna cavernícola que más tarde abordaremos.



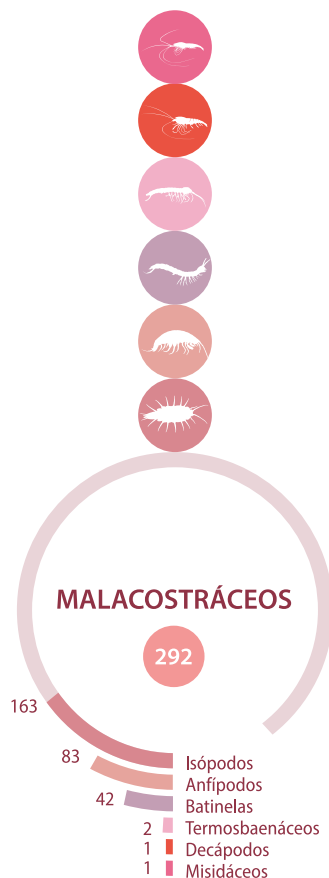
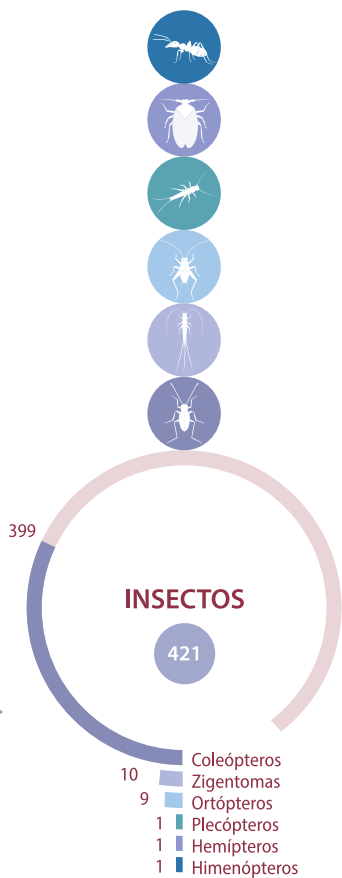
ESPECIES + SUBESPECIES

El número de filos con cavernícolas aumenta considerablemente desde los invertebrados más simples: platelmintos con dos especies y anélidos con 23; a los más complejos: moluscos con 123 especies y cinco subespecies y artrópodos con 1210 taxones. La razón de este sesgo recae principalmente sobre sus hábitats preferentes, premiando a los filos de vida predominantemente terrestre o dulceacuícola. Los de vida marina no faltan, si bien suponen una pequeña fracción del total. Es también evidente la relación entre la diversidad del filo con el número de cavernícolas que contiene, y el caso de los artrópodos es un claro ejemplo. La gráfica que nos acompaña muestra esta diversidad por filos.

DIVERSIDAD DE LAS CLASES DE ARTRÓPODOS

La clase mejor representada son los insectos con 365 especies y 56 subespecies. Menor diversidad existe entre los crustáceos malacostráceos, con 286 especies y seis subespecies. Si se compara con los arácnidos esta cifra se reduce a algo más de la mitad de los insectos, al contar con 188 especies y nueve subespecies. Las restantes seis clases, como muestra la gráfica, ven paulatinamente estrechadas estas cifras desde colémbolos, diplópodos, copépodos, dipluros, quilópodos hasta llegar a los ostrácodos. Tres de las nueve clases de artrópodos –arácnidos, malacostráceos e insectos– reúnen las tres cuartas partes de los taxones troglobios y estigobios. Los órdenes que las componen han sido tratados en capítulos independientes y su diversidad merece ahora una mención más detallada en las tres siguientes gráficas.

HABITANTES DE LA OSCURIDAD
 EN LA FAUNA IBERO-BALEAR. LAS CUEVAS.]



ÓRDENES DE INSECTOS

Los coleópteros son, sin duda, el orden de insectos más diverso. Casi el 95 % de los taxones son coleópteros, le siguen de lejos los zigentomas, ortópteros, hemípteros, plecópteros e himenópteros. Si comparamos el porcentaje de especies epigeas y cavernícolas en hemípteros e himenópteros, vemos que es insignificante; testimonial en los plecópteros, aunque más significativa en los ortópteros, con algo más de 2 %, los zigentomas con cerca del 25 % y por fin en los coleópteros con casi el 20 % de troglobios.

ÓRDENES DE CRUSTÁCEOS MALACOSTRÁCEOS

Más de la mitad de los 292 taxones de malacostráceos cavernícolas son isópodos; un tercio de estas especies y subespecies son oniscoideos de vida terrestre aunque en ocasiones también anfibia. Los restantes malacostráceos habitan las aguas subterráneas y, en buena parte, son anfípodos y diminutas batinelas; además conocemos unos pocos representantes entre termosbaenáceos, decápodos y misidáceos. Entre los malacostráceos encontramos formas dulceacuícolas y terrestre, pero también existen especies de aguas salobres o simplemente salinas.

ÓRDENES DE ARÁCNIDOS

Entre los cinco órdenes de la clase arácnidos destacan los pseudoescorpiones con la mitad de la diversidad en cavernícolas quelicerados, seguido de los araneidos con un tercio de las especies; y con una representación netamente menor: opiliones, palpígrados y escorpiones. Esta diversidad nos puede parecer escasa, pero representa, en casi todos los grupos, una parte importante o casi completa de las especies existentes en el territorio ibero-balear, incluyendo las epigeas. Así, cerca el 5 % de los araneidos son troglobios, el 15 % de los opiliones también y casi la mitad de los pseudoescorpiones son verdaderos cavernícolas, y de los doce taxones de palpígrados, diez ocupan en exclusiva las cuevas.

En la siguiente descripción por regiones se destaca algunas de sus cavidades o macizos más relevantes. Para localizarlos y detallarlos se han confeccionado la tabla y el mapa que nos acompañan.

CORDILLERA CANTÁBRICA

Comprende toda la Cordillera cantábrica desde las estribaciones más occidentales en Lugo hasta las orientales en Gipuzkoa, dividida en dos sectores: occidental o asturiano y oriental o vasco-cantábrico.

El **sector occidental o asturiano** corresponde a relieves paleozoicos resultantes de la elevación a causa de la orogenia Varisca (la primera en afectar a la Iberia). Dibujan un trazado arqueado, la llamada rodilla Astúrica, que se prolonga en la región de pliegues y mantos que rodea por el oeste a la cuenca carbonífera central asturiana. Hasta aquí, los afloramientos calizos no son extensos, si bien poseen algunas cavidades remarcables como la **Cova do Rei Cintolo** en Mondoñedo (Lugo) de 7,3 km de recorrido (Fig. 37.1) (todas



HABITANTES DE LA OSCURIDAD
 FAUNA IBERO-BALEAR DE LAS CUEVAS

las dimensiones de las cavidades que aportamos corresponden a 31 de julio 2022, salvo que indiquemos algún dato actualizado, tanto en el ámbito estatal como en el mundial). Ya en Asturias y en materiales calcáreos del **Devónico-Carbonífero**, en el **Parque Natural de Somiedo** destaca la **Rede de Cerveriz** con sus 10,8 km, y al norte, la turística **Cueva Güerta** de mayor recorrido (Fig. 37.2); siguiendo al sureste y al norte de León, la conocida y en parte turística: **Cueva de Valporquero-Sima de las Perlas-Covona** de 3,5 km de recorrido. Más al este, en la región Pisuerga-Carrión, ya en Palencia, destaca la **Cueva del Cobre** con 8,5 km de desarrollo, donde nace el Río Pisuerga.

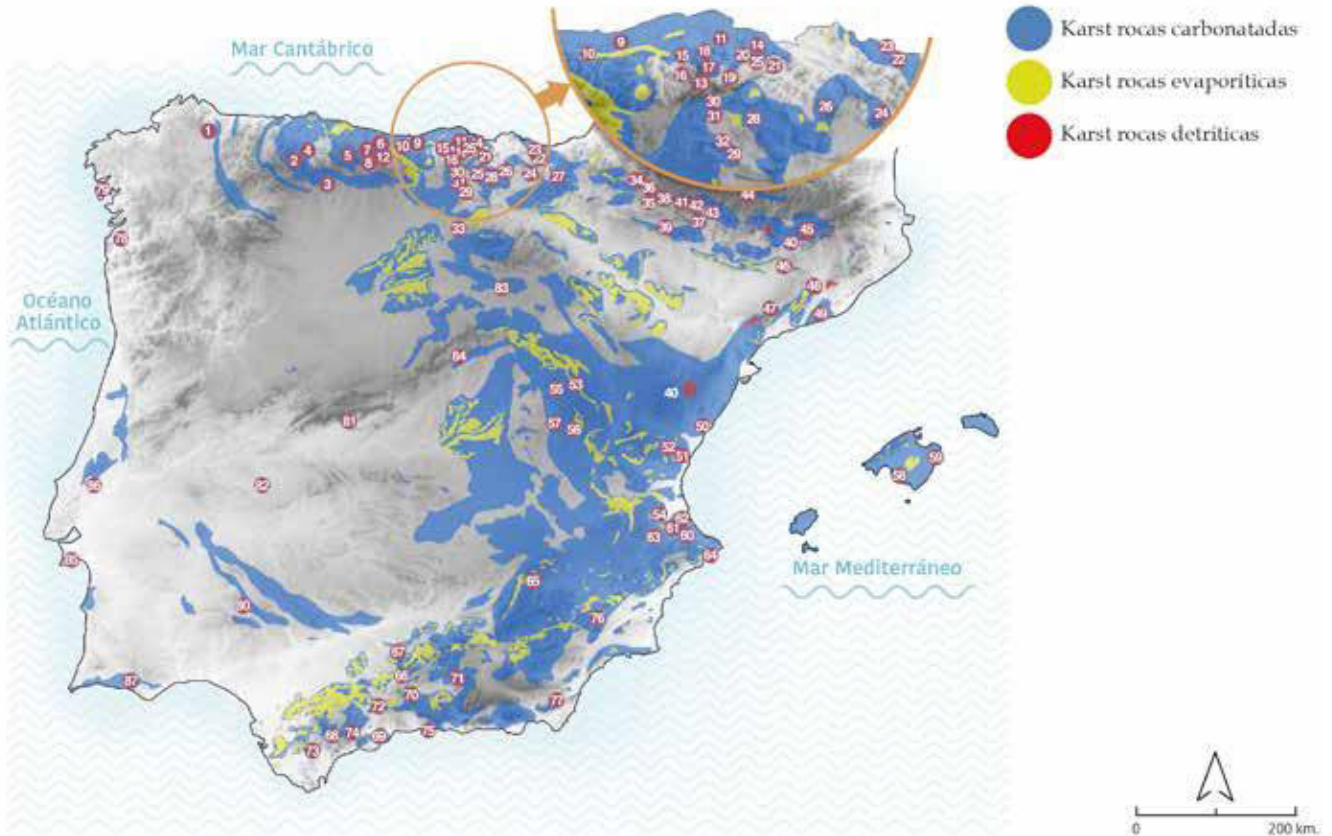
Al norte, ocupando Asturias, León y Cantabria, se levantan los **Picos de Europa**, donde los paquetes calizos son masivos, con espesores desde mil hasta más de cuatro mil metros de desarrollo. Es sin duda en los Picos de Europa donde hallamos una de las regiones peninsulares con un mayor grado de karstificación (Fig. 37.3). La naturaleza ha excavado aquí algunas de las cuevas más profundas de la Península. Catorce de las veintiuna cavidades ibéricas que superan los mil metros de profundidad se localizan en los Picos de Europa, incluidas las tres más profundas: **Sistema Cuetu'l Cuevón-Saxífragas** con -1589 m de profundidad (Fig. 37.4), la **Sima de la Cornisa-Torca Magali** que alcanza los -1507 m y el **Sistema'l Trabe** con una cota de -1441 m. Se corresponden con la novena, la decimocuarta y la decimosexta cavidades más profundas de todo el mundo (los indicadores mundiales que aportamos, han sido obtenidos de <https://caverbob.com>). Aunque es posible que las profundidades y posiciones que mostramos hayan variado sensiblemente cuando leamos este libro.

El descenso a estas cotas de gran profundidad no es tarea en absoluto sencilla, pues ha requerido y requiere de un esfuerzo coordinado entre centenares de espeleólogos/as que, venidas de diversas partes del mundo, viven todos los años la aventura de una excitante exploración subterránea. El **Sistema Pozu'l H̄itu-Cueva Culiembru**, la **Torca de los Rebecos**, el **Pozo del Madejuno** y la **Torca de Jou sin Tierre** superan los -1200 m; la **Torca Piedras Verdes**, la **Torca del Cueto de los Senderos**, la **Torca Idoubeda** y el **Sistema H̄ulagua** sobrepasan los -1100 m; y algo más de 1000 m de profundidad tienen la **Torca la Monda**, el **Sistema Castil-Carbonal** y la **Torca Urriello**. Éstas y otras muchas cavidades de los Picos de Europa desarrollan amplias galerías situadas a lo largo de más de un kilómetro de profundidad desde la superficie exterior. La explicación es geológica, el espesor de las capas de rocas carbonatadas karstificables, superpuestas en ocasiones por pliegues y cabalgamientos, permite un potencial en profundidad superior a otras regiones kársticas ibero-baleáricas. El clima frío y lluvioso se ocupa del resto y así la disolución de las rocas carbonatadas está garantizada.

En el caso del **sector oriental o vasco-cantábrico** son materiales mesozoicos plegados por la orogenia Alpina que configuran, de oeste a este, diversos relieves kársticos con profusión de cuevas exuberantes, como sucede en las regiones de **Alto Asón-Matienzo (Cantabria)** donde se hallan buena parte de las cavidades con el mayor desarrollo conocido hasta el momento en la Península, y las más importantes a nivel mundial. Estas cuevas constituyen verdaderos laberintos con decenas de kilómetros de galerías: un gran potencial de hábitat para los cavernícolas.

Siguiendo con el sector oriental, en el **Alto Asón** (Fig. 37.5), en el **Macizo de Porracolina**, se abre la cavidad más larga de la Península y duodécima del mundo; es

Grandes cuevas y simas de la península ibérica e Illes Balears, incluyendo algunas cavidades icónicas



PRINCIPALES MACIZOS KÁRSTICOS Y CAVIDADES DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ILLES BALEARS

CORDILLERA CANTÁBRICA

ASTUROCCIDENTAL Y LEONESA

- 1 Cueva del Rei Cintolo (Mondoñedo, Lugo)
- 2 Cueva Güerta (Teberga, Asturias)
- 3 Cueva de Valporquero - Sima de las Perlas - Covona (Vegacervera, León)
- 4 Rede de Cerveriz (Somiedu, Asturias)
- 5 Rede Toneyu (Amieva, Asturias)
- 6 Sistema la Vieya - Los Quesos (Cabrales, Asturias)

VASCO-CANTÁBRICA

PICOS DE EUROPA

- 7 Macizo del Cornión (Occidental). Asturias: Sistema Pozu'l Hitu - Cueva Culiembru (Onís), Sistema Hulgagua (Onís), Sistema Cembavieya (Cangues d'Onís), Sistema del Hou la Canal Parda - Canalón de los Desvíos (Cangues d'Onís), Pozu Cabeza Muxa (Onís), Sistema la Verdilluenga - Hultayu (Onís), Pozu'l Porru la Capilla (Cangues d'Onís) y Sistema Cueva'l Trumbiu - Pozu Haciosu (Cangues d'Onís). León (Posada de Valderón): Pozo de Cuetalbo, Pozo del Llastral, Pozo de Vega Huerta y Torca de Cabeza Llambreira.
- 8 Macizo de los Urrieles (Central). Asturias (Cabrales): Sistema

HABITANTES DE LA OSCURIDAD
[FAUNA IBERO-BALEAR EN LAS CUEVAS]

Cuetu'l Cuevón – Saxifragas, Sistema'l Trabe, Torca de los Rebecos, Torca Piedras Verdes, Torca Idoúbeda, Sistema Castil-Carbonal, Torca Urriellu, Torca de la Paré de Carbonal, Torca'l Valle l'Agua y Torca'l Houcerréu. León (Posada de Valdeón): Sistema de la Sima de la Cornisa-Torca Magali, Pozo del Madejuno, Torca la Monda, Torca Marin, Torca La Horcadina, Pozo Bajo del Sedo y Pozo Trasllambrión

- 12 Macizo de Ándara (Oriental) (Cantabria). Torca de Jou sin Tierra, Cueva del Nacimiento, Torca del Cueto de los Senderos, Torca del Cueto de los Calabreroy y Torca de la Mina Tere (Cillorigo de Liébana) y la Torca de la Padiorna (Camaleño)

MONTAÑAS DE CANTABRIA

- 9 Cueva de Altamira (Santillana del Mar) y Sistema de Joblegón (Reocín)
10 Cueva de El Soplao (Valdáliga) y Cueva de Udías (Udías)
11 Sistema del Alto Bueras (Voto)
14 Cueva de la Lastrilla (Castro Urdiales)
15 Sistema del Ojancano - Anjana (Miera)
16 MACIZO DE PORRACOLINA – ALTO SOBA. Sistema del Alto Tejuelo, Torca de la Llana de la Len, Sima del Tejón - Torca del Porrón (Pozos de los Pasiegos y MTDE) (Ruesga), Coventosa, Sistema del Gándara, Cueva Tonio - Cayuela (Arredondo), Sistema Tibia - Fresca - Calleja del Tojo, Sistema del Hoyo Grande, Cueva del Hoyo Salcedillo y Cueva del Lobo (Soba)
17 MACIZO DE MORTILLANO - SIERRA DE HORNIJO. Sistema del Mortillano y Sima de los Hoyos de la Yesca (Soba), Cueva del Carcabón (Ramales de la Victoria) y Torca de los Cubillones (Ruesga)
18 MATIENZO. Sistema de los Cuatro Valles (Solorzano, Ruesga, Voto), Sistema de la Vega (Ruesga), Cueva la Vallina (Arredondo) y Torca de la Vaca - Wild Mare (Entrambasaguas)
19 Cueva de la Cullalvera (Ramales de la Victoria)

MONTES VASCOS

- 20 MACIZO DE RASINES (Cantabria) - KARRANZA (Bizkaia). Cueva del Valle (Rasines [Cant.], Karrantza [Bizk.]), Torca del Regato Calero (Rasines, Cantabria) y Torca del Carlista (Ramales de la Victoria [Cant.] - Karrantza [Bizk.])
21 TRIANOKO MENDIAK (Bizkaia). Complejo Urallaga (Galdames)
22 MACIZO DE IZARRAITZ (Gipuzkoa). Aixa-Ibarrengo (Itziar)
23 Ermitia Bekoa (Deba, Gipuzkoa)
24 Complejo Gesarribe (Oñati, Gipuzkoa)
25 Cueva la Mora (Trucios, Bizkaia)
26 MACIZO DE GORBEIA. Sistema Itxinapeko Sarea (Orozco, Bizkaia) y Cueva de Mairuelegorreta (Zigoitia, Araba)
27 SIERRA DE ARALAR. Sistema de Ormazarretako Leizea

II - Larretxikiko Leizea II (Unión de Montes de Aralar, Nafarroa) y Manantial de Aitzarreta (Iribas, Nafarroa)

VERTIENTE BURGALESA

- 28 SIERRA SALVADA. Sistema Hayal de Ponata (Valle de Losa [Bu.], Orduña [Bizk.], Ayala [Ar.]) y Sistema de Pozalagua (Villalba de Losa [Bu.], Tertanga [Ar.])
29 Pozo Azul (Tubilla del Agua, Burgos)
30 VALNERA – LA SIA – IMUNIA. Torca de los Corrales del Trillo (Soba [Cant.], Espinosa de los Monteros [Bu.]), Sistema de las Bernias (Espinosa de los Monteros, Burgos) y Sistema Torca de los Morteros – Cueva de Imunía (Espinosa de los Monteros, Burgos)
31 Complejo Piscarciano - Vacas - Arenas (Hoz de Arriba, Burgos)
13 Ojo Guareña (Merindad de Sotoscueva, Burgos)
32 Complejo de Orbaneja del Castillo (Burgos)
33 Sistema Cueva Mayor - Cueva del Silo (Cuevas de Atapuerca) (Burgos)

PIRINEOS

PREPIRENAICA

- 34 MACIZO DE LARRA (Nafarroa, Zuberoa [F]). Sistema de la Piedra de San Martín - Pastages (Isaba [Nafarroa], Zuberoa [Francia]), Illaminako Sistema (Isaba), Sistema de Anielarra (Isaba) y Sima de Anielarra (Isaba)
35 MACIZO DE ASPE (Huesca). Sistema de Lecherines (Borau)
36 SIERRA BERNERA (Huesca). Sistema Peña de Mediodía (Aragües del Puerto)
37 MACIZO DE COTIELLA (Plan, Huesca). Sima del Sabbat y Sistema del Circo de Armeña
38 SIERRA DE LA PARTACUA (Huesca). Sistema Partacua (Sallent de Gállego)
39 SIERRA DE GUARA (Huesca). Solencio de Bastaras (Casbas de Huesca) y Grallera de Guara (Igríes)
40 SERRAS D'ODÈN y PORT DEL COMTE (Lleida): Avenc Montserrat Ubach (Odèn)

AXIAL

- 41 SIERRA DE TENDEÑERA (Huesca). Sistema Arañonera (Torla)
42 MACIZO DE MARBORÉ - MONTE PERDIDO (Huesca). Grallera del Tallón y Gruta Helada de Casteret (Torla)
43 MACIZO DE ESCUAÍN (Huesca). Sistema de las Fuentes de Escuaín (Tella-Sin)
44 VALL D'ARAN (Lleida). Forau d'Aiguallut (Huesca) - Uelhs deth Joèu (Es Bòrdes) y Sistema de la Bargadèra (Vielha e Mijaran)
45 SERRA DE MOIXERÓ. Cova de la Fou de Bor (Bellver de la Cerdanya, Lleida)

COSTERO CATALANA

DEPRESSIÓ CENTRAL CATALANA

- 46 KARST SALINO DE CARDONA (Barcelona).

Cova dels Meandres de Sal y Forat Micó

- 47 Cova de l'Espluga (L'Espluga de Francolí, Tarragona)

SERRALADA PRELITORAL I LITORAL

- 48 SERRALADA PRELITORAL. MASSÍS DE MONTSERRAT

(Barcelona). Cova del Salnitre y Pou de Costa Dreta

(Collbató) y Pouetons de les Agulles (El Bruc)

- 49 SERRALADA LITORAL. MASSÍS DE GARRAF (Barcelona).

Avenc de l'Esquerrà (Olesa de Bonesvalls)

ALINEACIONES COSTERAS

- 50 Ullal de Miravet (Cabanès, Castelló)

SISTEMA IBÉRICO

RAMA ARAGONESA

- 51 Cova de Sant Josep (Vall d'Uixó, Castelló)

- 52 Sima de los Posos (Azuébar, Castelló)

- 53 Cueva del Tornero (Checa, Guadalajara)

RAMA CASTELLANA

- 54 Sima del Campillo (Tous, València)

SERRANÍA DE CUENCA

- 55 Sumidero del Embasado o Embasador (Santa María del Val, Cuenca)

- 56 Torcas de los Palancares (Cuenca)

- 57 Ciudad Encantada (Cuenca)

BÉTICAS

PROMONTORIO BALEAR

- 58 Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Isla de Mallorca)

- 59 Cova de sa Gleda y Coves del Drac (Manacor, Isla de Mallorca)

PREBÉTICO PENINSULAR

- 60 Cova de l'Autopista (Gandia, València)

- 61 Avenc de Quadretonda (Quadretonda, València)

- 62 Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, València)

- 63 Els Sumidors (Vallada, València)

- 64 Cova del Moraig (Benitachell, Alicante)

- 65 SIERRA DEL CALAR DEL MUNDO. Cueva de los Chorros (Riópar, Albacete)

SUBBÉTICO

- 66 Sima de Cabra (Cabra, Córdoba) y las cavidades de la Sierra de Rute (Córdoba)

- 67 Cueva del Yeso (Baena, Córdoba)

- 68 Complejo Hundidero – Gato (Montejaque) y Cueva de la Pileta (Benaoján, ambos municipios en Málaga)

- 69 Complejo de la Zarza (Alhaurín el Grande, Málaga)

- 70 Complejo Rica – Redil (Alhama de Granada, Granada)

- 71 Cueva del Agua de Iznalloz (Granada)

- 72 TORCAL DE ANTEQUERA (Antequera y Villanueva de la Concepción, Málaga)

- 73 Complejo Motillas (Corte de la Frontera [Málaga], Jimena de la Frontera [Cádiz])

PENIBÉTICO, ZONAS INTERNAS

- 74 SIERRA DE LAS NIEVES (Málaga). Sima del Aire, Sima Prestá, Sima del Nevero y Sistema Sima GESM - Sima de la Luz (cavidades ubicadas en el término municipal de Tolón)

- 75 Cueva de Nerja (Málaga)

- 76 Sima de la Higuera (Pliego, Murcia)

- 77 KARST EN YESOS DE SORBAS (Almería). Sistema Cueva del Agua y Sistema Covadura

MACIZO IBÉRICO - VARISCO

- 78 Sistema de A Trapa (Ribadelouro, Pontevedra)

- 79 Furnas de San Pedro (A Coruña)

- 80 Gruta de las Maravillas (Aracena, Huelva)

- 81 Cueva del Águila (Arenas de San Pedro, Ávila)

- 82 Cueva de Maltravieso (Cáceres)

- 83 Fuentona de Muriel (Muriel, Soria)

- 84 Cueva del Reguerillo (Patones, Madrid)

ORLA LUSITANIA

- 85 SERRA DA ARRÁBIDA. Grota do Frare (Setúbal)

- 86 Algar do Pena (Santarém)

ORLA ALGARVE

- 86 Caverna do Barrocalinho, (Loulé)



Figura 37.1

Cova do Rei Cintolo (Mondoñedo, Lugo). Sus más de 7,6 km se desarrollan a lo largo de tres niveles interconectados por diferentes galerías, confiriéndole una estructura laberíntica. En su interior se encuentran diferentes salas espaciosas y por el nivel inferior circula un pequeño torrente. Toda la cavidad se desarrolla dentro de un lentejón calcáreo que no sobrepasa los 100 m de espesor. El desnivel de la cueva es de -96 m. Fotografía cortesía de Manuel Díaz Prieto.

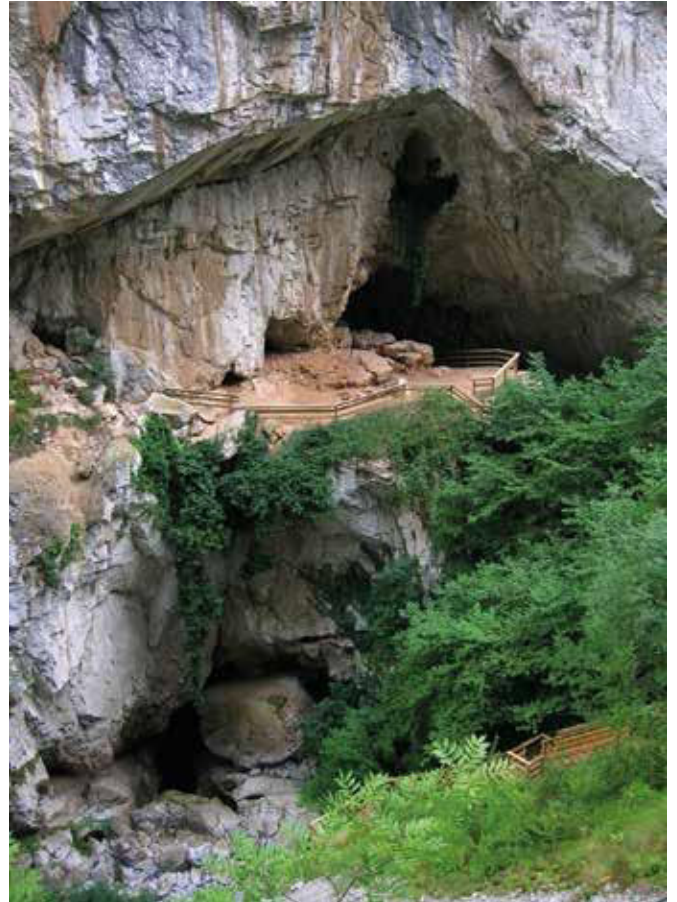


Figura 37.2

Cueva Güerta (Teverga, Asturias). Por su gran boca se sume en parte el río Valdesampedo. La cavidad, con un desarrollo de 23.294 m y un desnivel de -281 m, se organiza en tres niveles principales: uno inferior activo y permanentemente inundado; otro intermedio activo pero sin caudal durante el estiaje, y el superior, que es fósil y constituye la mayor parte del desarrollo practicable. Éste último es el de mayores dimensiones, en él se abren amplias galerías de hasta diez metros de anchura y más de veinte metros de altura, con ramificaciones y grandes salas. En su interior existen potentes depósitos fluviales, así como abundantes espeleotemas. Fotografía cortesía de José Luis Membrado Julián.

Figura 37.3

Vega de Liordes en Picos de Europa, Macizo de los Urrieles (León) es un polje originado por el contacto de un pliegue que cabalga entre las calizas y los materiales de la formación Lebeña.

Se calcula que durante el glaciario existió un espesor de hielo acumulado de más de 300 m y que al llegar al último máximo glaciar terminó por moldearse. La vega se encuentra rellena de arcillas de descalcificación, por donde discurren dos arroyos que generan praderas y zonas de turberas bordeadas por derrubios calcáreos procedentes de las altas paredes que la limitan. Esos arroyos confluyen en un sumidero situado en la cuota más baja de la depresión a 1864 metros de altitud, rodeada por algunas de las cumbres más elevadas de Picos.

La imagen está tomada desde el extremo oeste al pie de la Canal; destacan la Torre de la Padierna a 2319 metros de altitud y a su derecha el Collado de Liordes, con un extenso campo de dolinas.

Foto cortesía de José Luis Membrado Julián.



Figura 37.4

Sistema Cuetu'l Cuevón-Saxífragas (Macizo de los Urrieles, Cabrales, Asturias).

En el año 1982 el Speleo Club Alpino Valenciano descubre la Torca de las Saxífragas y desciende hasta -116 m, llegando a un estrecho meandro que frena el avance. Unos años más tarde, 1990, el equipo Cocktail Picos (Francia) localiza la entrada del Cuetu'l Cuevón. La intensa corriente de aire incita a realizar sendas desobstrucciones al poco de iniciar la sima y se alcanzan los -167 m. Las expediciones se suceden ininterrumpidamente año tras año –en el 1994 se incorporan miembros del Interclub Espéleo Valenciano–, hasta que en el año 1998 se alcanza la profundidad de -1589 m llegando a un sifón que frena el paso definitivamente. En el año 2000, se continúa con las exploraciones en la Torca de las Saxífragas y un año después se consigue conectar con la galería fósil que conduce hasta el sifón terminal del Cuetu'l Cuevón. Hasta el momento es la cavidad más profunda de nuestro país y la novena con mayor profundidad del mundo. La cavidad se estructura en un gran número de pozos escalonados –más de 100 y uno de ellos alcanza los -135 m de verticalidad– unidos la mayor parte de las veces por estrechos meandros. Foto cortesía del Interclub Espeleo Valenciano (IEV).





Figura 37.5

Macizo del Porracolina, sector del Alto Tejuelo (Alto Asón, Cantabria). Bajo nuestros pies se desarrolla el Sistema del Alto Tejuelo con 181,3 km explorados hasta diciembre del 2022. Es la cavidad con mayor recorrido de la Península. Si bien la imagen no refleja el impresionante exokarst existente en la zona, sí podemos ver en segundo plano el Macizo del Mortillano (en el centro) donde se desarrolla otra importante cavidad, el Sistema del Mortillano, con 146,5 km. A su derecha la Sierra de Hornijo y al fondo el Mar Cantábrico. Fotografía cortesía de José Luis Membrado Julián.



Figura 37.6

Sistema del Alto Tejuelo. Con sus 181,3 km (a diciembre del 2022) es en la actualidad la cavidad con mayor recorrido de la península. El sistema es un impresionante enrejado de galerías y pozos con 14 entradas. En su interior destacan por sus dimensiones las galerías y salas existentes, entre ellas el Salón del Haya con 300 m de largo, 100 m de ancho y 100 m de altura. Además contiene seis pozos de entre -100 y -150 m y uno de -274 m -el Torcón del Haya- En su interior discurren dos colectores que encauzan las aguas a ambos lados del río Bustablado. En el área han trabajado desde 1965 distintos clubs espeleológicos de diversas procedencias, tanto a nivel estatal como internacional. Fotografía cortesía de Manel Llenas Avenalleda.

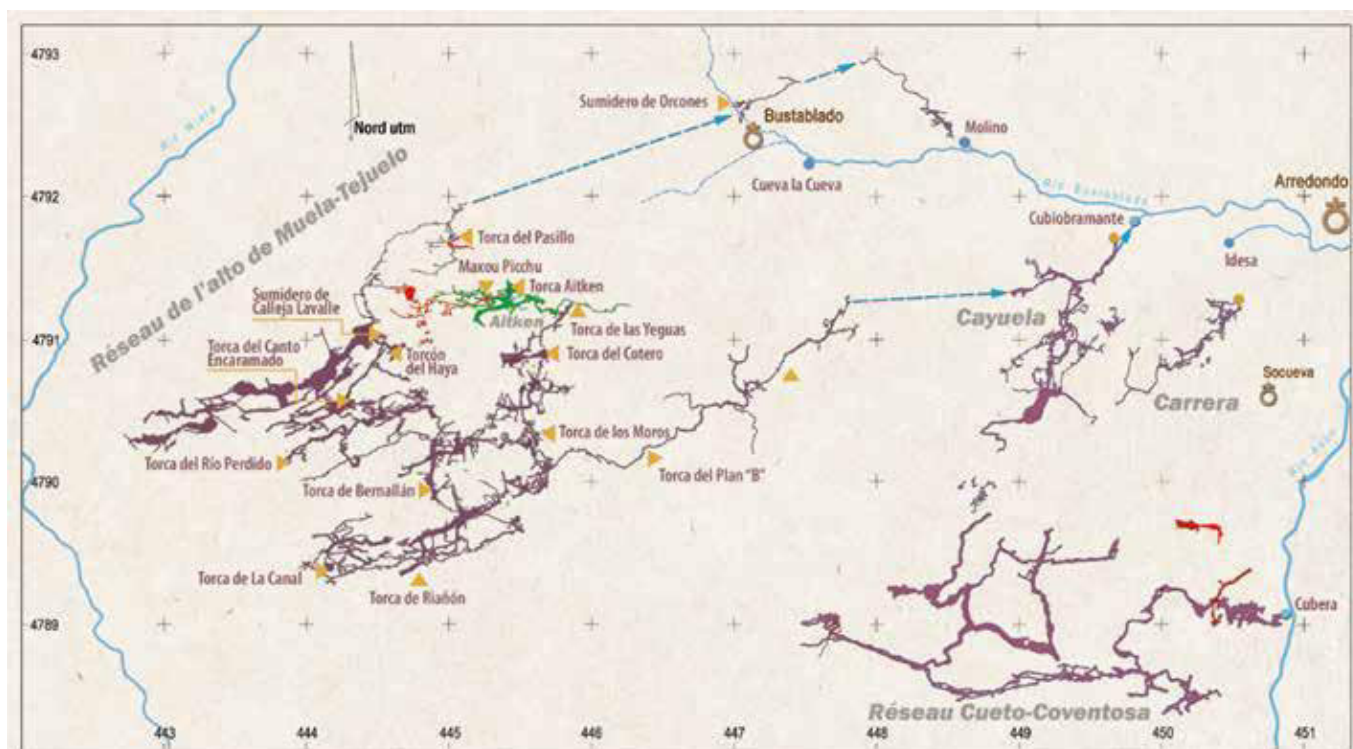


Figura 37.7

Alto Asón (Cantabria), sector septentrional. Cavidades más importantes y su hipotético funcionamiento hidrológico subterráneo. Destaca en este gráfico, con sus 181,3 km de galerías descubiertas hasta el momento, el Sistema del Alto Tejuelo (Réseau de l'Alto de Muela-Tejuelo). Mostramos sus diferentes entradas y los posibles lugares de emisión de las aguas que discurren por su interior. La Cueva del Molino quizás drene las aguas del sector noroeste del sistema y muy probablemente el río Eulogio constituya el colector principal del mismo, aportando sus aguas al curso que discurre por el Cañón Oeste de la Cueva Tonio-Cayuela (37,2 km de desarrollo), y actuando Cuiobramante como su surgencia, que vierte las aguas al río Bustablado. Otra importante cavidad es la Cueva de Coventosa, con 17 km de recorrido y una vertical de -302 m -el pozo Juhué- con su surgencia la Cubera que aporta sus aguas al río Asón. Por su altitud, morfología similar y proximidad con Cayuela se supone que ambas forman parte de una misma red, pero hasta el momento la unión no se ha podido realizar. Gráfico gentileza de Patrick Degouve de Nuncques.

el Sistema del Alto Tejuelo con 180 km y 626 m de profundidad (Figs 37.6-7). En la misma zona, una estrecha entrada a la Torca del Porrón da acceso a la mayor vertical absoluta de la Península, el Pozo MTDE (Fig. 21.9). Más al sur y ya en el valle de Soba, en vigésima posición de este ranking global, se encuentra el Sistema del Gándara con 116,7 km, que alcanza los 814 m en profundidad (Fig. 37.8). De vuelta al valle de Asón, pero en su vertiente oriental y en decimoquinto puesto mundial, el Sistema del Mortillano con 146,5 km de galerías y 950 m de profundidad; es una imponente cavidad que, hasta el momento, presenta 20 entradas, seis grandes verticales que superan los 180 m y seis ríos principales.

En la Sierra de Hornijo –una prolongación del Mortillano– y a mediados del año 2021, las exploraciones realizadas en la Torca de los Cubillos en busca de una unión



Figura 37.8

En el Sistema del Gándara (Cantabria) las amplias galerías muestran descomunales desprendimientos que abren colosales salas. Aquí vemos un espeleólogo subiendo por una de ellas para seguir explorando esta cavidad, cuyo recorrido requiere un gran esfuerzo humano además de una eficiente planificación. Como resultado se ha conseguido superar los 116,7 km de duro trayecto. Fotografía cortesía de Patrick Degouve de Nuncques.

aguas arriba con la peligrosa **Cueva del Carcavón** (12 km de recorrido), permitieron descubrir la **Sala Gambino** de 17.800 metros cuadrados. Al norte se encuentra el **Macizo de Matienzo**, donde se ubica el **Sistema de los Cuatro Valles** con sus 67,4 km de recorrido. Aguas abajo del Asón, hallamos la **Cueva del Valle** que da nacimiento, tras 60,2 km de galerías interiores, al **río del Silencio**, que desemboca más tarde en el mismo río **Asón**.

Pero ¿por qué estos sistemas de largo recorrido están concentrados en el extremo oriental de Cantabria? La respuesta es claramente geológica y climática ya que se dan las condiciones para la excavación de un vasto endokarst. Ya sabemos que es necesario un gran y extenso paquete karstificable. En este caso son unas calizas arrecifales del Cretácico inferior que alcanzan más de 600 m de potencia en este sector. Se trata por tanto de un

Figura 37.9

Complejo Piscarciano–Vacas–Arenas. La cueva está excavada en calizas coniacenses-turonenses (Cretácico Superior). De origen freático, en la actualidad presenta una actividad hídrica marcadamente estacional. Durante el período estival, la cavidad permanece semiseca; en las estaciones húmedas, buena parte de la red se inunda. En periodo de extensas lluvias, la cueva funciona como una activa surgencia, llegando a inundar la gran dolina que forma la Hoya de Piscarciano. El Complejo con sus 14.642 metros de recorrido presenta un claro predominio de la zona vadosa con amplias galerías y salas. Fotografía cortesía de Lorenzo Sáez Castrillo.



paquete afectado por diferentes etapas tectónicas y sometido a un clima especialmente lluvioso a lo largo de las diferentes épocas de un pasado que se remonta al **Plioceno**, hace unos tres o cuatro millones de años. Esta situación ha permitido una evolución geomorfológica caracterizada por procesos erosivos ligados a un progresivo descenso del nivel de base del acuífero, debido a elevaciones del relieve y oscilaciones del nivel del mar. Aunque el factor pluviosidad quizás sea el más relevante, no olvidemos que el karst es el resultado de la interacción entre roca y agua.

Las zonas más lluviosas de la Península –la vertiente cantábrica, el alto Pirineo y el arco gaditano-malagueño (con las Sierras de Grazalema y de Las Nieves)– son también las que albergan los más grandes y espectaculares desarrollos espeleológicos.

Volvamos a nuestro recorrido por el sector oriental. Más al este, ya en Euskadi y Nafarroa, destacan diversas regiones y macizos como los de **Carranza-Jorrios** en Bizkaia con la icónica **Torca del Carlista** en el límite con Cantabria, que contiene una sala con una superficie de 90.976 metros cuadrados, donde se alcanza la cota más profunda, -339 m. Seguimos con **Itxina-Gorbea**, entre Bizkaia y Araba, que alberga cuevas de gran desarrollo como el **Sistema Itxinapeko Sarea** de 49,1 km o la emblemática **Cueva Mairuelegorreta** de 18 km; **Ereñozar-Pagoeta** con varias cavidades, como la **Sima de Iñeritzeko** de -319 m de profundidad; **Valle de Aranzazu-Macizo de Aramotz** (Gipuzkoa) con grandes cuevas sumidero, como el **Complejo Gesarribe** con 14 km de recorrido; y por fin la **Unidad kárstica de Aralar** entre Nafarroa y Gipuzkoa, con profusión de fenómenos espeleológicos donde destaca el **Sistema Ormazarretako Leizea II-Larretxikiko Leizae II**, que profundiza hasta los -590 m.

Este sector oriental se completa con las estribaciones meridionales de la Cordillera cantábrica. En la **Sierra Salvada**, repartida entre Burgos, Araba y Bizkaia, sobresale el **Sistema del Hayal de Ponata** con un recorrido de 90 km. Al norte de Burgos destaca

Ojo Guareña con sus más de 110 km de amplias galerías, lo cual supone que sea la vigésimo cuarta cavidad más larga del mundo (Fig. 37.30); y algo más al suroeste, el **Complejo Piscarciano-Vacas-Arenas** con 14,6 km de desarrollo (Fig. 37.9).

PIRINEOS

Esta cordillera, unión entre la Iberia y el resto de Europa, se extiende desde la mitad oriental del territorio navarro hasta alcanzar la costa mediterránea. Comprende un **sector axial**, núcleo fundamental del sistema montañoso que supone un eje directriz de la cordillera, con elevaciones de algo más de tres mil metros y una serie de sierras adosadas a sus llamados flancos o franjas prepirenaicas. Entre los afloramientos de interés en el sector axial distinguimos materiales paleozoicos con algunas regiones kársticas, como las del **Vall d'Aran** (Lleida) o la **Serra de Moixeró** (Barcelona, Girona, Lleida), además de otros terrenos más recientes del **Mesozoico-Cenozoico** (macizos de **Tendeñera**, **Escuaín** y **Monte Perdido**, todos ellos en Huesca). A ambas vertientes de este sector axial se sitúan los relieves **prepirenaicos** con materiales primordialmente calcáreos de gran valor kárstico, pero ahora nos interesa más la vertiente sur por sus sierras o macizos como los de: **Urbasa** (Nafarroa), **Sierra de Guara** (Huesca), **Montsec** (Lleida), **Cadí** (Lleida y Barcelona) y **Montgrí** (Girona).

Iniciando el recorrido por el extremo occidental de la cordillera, destaca en primer lugar el **Macizo de Larra** (Fig. 37.10) a caballo entre Nafarroa y Francia, imponente masa calcárea donde se desarrollan importantes fenómenos kársticos. Entre ellos, el enorme **Sistema de la Piedra de San Martín-Pastages** constituye una de las cavidades de mayor recorrido en los Pirineos con 87,3 km de galerías y grandes salas; una de ellas, la **Sala de la Verna** con una superficie de 50.000 metros cuadrados y un volumen de 3,6 millones de metros cúbicos. El sistema alcanza una profundidad de -1410 m, durante un recorrido que atraviesa la frontera de España a Francia. Todo un récord mundial que sitúa a este sistema en la posición decimonovena por su profundidad. Este potencial kárstico permite a la vez el desarrollo de otras grandes cavidades, como **Illaminako Sistema** entre Nafarroa y Huesca, que desciende hasta -1340 m desde el exterior.

Ya en el sector axial y dentro del Pirineo oscense, destaca la región de **Tendeñera**, un afloramiento de calizas paleozoicas con simas tan importantes como el **Sistema Arañonera** abierto al exterior a través de siete bocas que, con un recorrido de 45,2 km, desciende un total de -1349 m. Algo más al este, pero en calizas cenozoicas del **Eoceno**, se desarrolla el conocido por el colectivo espeleológico como la B15-B1, el **Sistema de las Fuentes de Escuaín**, con nueve entradas, que profundiza hasta -1151 m.

Siguiendo en Huesca, al norte el **Macizo de Monte Perdido**, se abre en sus calizas mesozoicas la **Grallera del Tallón** con -598 m; y cerca de la Brecha de Rolando podemos encontrar la histórica **Gruta helada de Casteret**. Al sur, el Macizo de Aspe donde se halla el **Sistema de Lecherines** con 33 km de recorrido y -1009 m. Por fin, en el **Macizo de Cotiella** se desarrolla la **Sima del Sabbat** que desciende -1327 m.

El sector axial catalán completa estas regiones kársticas con dos afloramientos paleozoicos. El primero se encuentra en la unidad kárstica del **Vall d'Aran** (Lleida) cuyo exponente más conocido es la resurgencia de los **Uelhs deth Joèu**, que aporta sus aguas al río Garona ya en la vertiente atlántica pirenaica. Las aguas que mana proceden del



Figura 37.10

Pic d'Anie (2507 metros de altitud, Pirénées Atlantiques). Panorámica del sector NW del macizo de la Piedra San Martín o Larra para los navarros y navarresas. El Larra es un imponente macizo fundamentalmente calcáreo, con una superficie que supera los 150 km². Se extiende a ambos lados de la frontera franco española. Abarca al sur territorios de Nafarroa y Huesca, y al norte el departamento francés de los Pirénées Atlantiques. El macizo está constituido principalmente por rocas carbonatadas del Cretácico superior, con un espesor aproximado de 250 a 300 metros; es la denominada caliza de los cañones. Estas rocas presentan una inmersión hacia el oeste (fondo de la imagen). Además, el zócalo inclinado hacia el norte y basculado por fallas condiciona el buzamiento general. Esto le permite ocupar los afloramientos durante unos 2000 metros de desnivel entre la cumbre del

Anie y el fondo del valle de Sainte Engrâce. Las características litológicas, estructurales y climáticas han condicionado el desarrollo de un importante sistema kárstico en el macizo. Tanto los fenómenos exokársticos como las importantes cavidades que se desarrollan en su interior, dan fama mundial al lugar. Un terreno rocoso y caótico ocupa la mitad izquierda de la imagen; es por donde a varios cientos de metros de profundidad se desarrolla la cabecera del Sistema de la Piedra de San Martín–Pastages. Las aguas del sistema son drenadas al manantial de Bentia en las Gorges de Kakuetta en Sainte Engrâce (Francia). Con sus 13 entradas descubiertas en la actualidad, las exploraciones de esta imponente cavidad se iniciaron en el año 1951. En la actualidad, el sistema alcanza los -1410 m de profundidad y posee un recorrido de 87,3 km. Fotografía cortesía de José Luis Membrado Julián.



Forau d'Aigualluts (Benasque, Huesca), sumidero por donde desaparecen las aguas de deshielo procedentes del cercano pico Aneto, entre otros (Fig. 37.11). El segundo sector, lo constituye una pequeña zona kárstica donde se enclava el **Sistema de la Bargadèra** de -571 m de desnivel.

En las franjas prepirenaicas destacamos, de oeste a este, diversas regiones kársticas comenzando por la de **Urbasa-Andía-Lóquiz** en Nafarroa. Se trata de un conjunto de sierras constituidas por materiales carbonatados, de edades cenozoicas-mesozoicas, con espesores entre 400 y 800 m. Sus numerosas cuevas y simas apenas superan una profundidad de 100 m, aún así con cavidades destacables como la **Cueva de la Basaura** (Barindano) y sus 5,7 km de recorrido.

Siguiendo con este escueto repaso a las faldas de las cumbres pirenaicas hacia el sureste, encontramos la **Sierra de Guara** (Huesca) caracterizada por sus calizas cenozoicas donde se excavan diferentes cavidades, como la resurgencia temporal del **Solencio de Bastaras** que cuenta con 8,2 km explorados, la **Grallera de Guara**, y con un imponente pozo de entrada que desciende a -278 m.

Tres regiones kársticas en tierras catalanas completan esta visión simplista del prepirineo oriental. La **Serra del Montsec** (Lleida) con materiales carbonatados mesozoicos-cenozoicos, que muestra diferentes cavidades de pequeño o mediano



Figura 37.11

En el Plan dels Aigualluts (Alto valle del río Ésera, Pirineos Centrales, Huesca), confluyen los ríos que recogen las aguas de la Balleta de l'Escaleta (derecha de la imagen) y las aguas que descienden por la Ball de Barrancs; aguas procedentes de los glaciares del Aneto y la Maladeta (vertiente Mediterránea). Estas aguas se infiltran masivamente en una serie de pérdidas, reapareciendo en la Artiga de Lin (Vall d'Aran, vertiente Atlántica) a unos 3,6 kilómetros en línea recta.

En el año 1594 el ingeniero italiano Tiburzio Spanochi escribió un memorándum sobre la Vall d'Aran, donde ya apuntaba que las aguas que se perdían en los foraus del Alto Ésera, especialmente en el Forau dels

Aigualluts (situado en el centro de la imagen, rodeado de un pequeño bosque) resurgían en los Uelhs deth Joèu. No fue hasta julio 1931 –a raíz de un proyecto para captar las aguas antes de que se sumieran en el Forau–, que el histórico espeleólogo Norbert Casteret, acompañado de su madre, esposa y dos amigas de ella, además de un mulero, lanzó clandestinamente 60 kg de fluoresceína dentro del Aigualluts. Unas horas más tarde, las aguas resurgían teñidas con el color característico, por la vertiente aranesa; la unión quedaba demostrada. Los Uelhs deth Joèu tienen un caudal que oscila estacionalmente entre 0,5 a 10 m³/s, y un volumen de tránsito anual de unos 90 hm³. Fotografía cortesía de José Luis Membrado Julián.



Figura 37.12

Montgròs (1133 metros de altitud). El macizo de Montserrat se eleva bruscamente al oeste del río Llobregat, a caballo de las comarcas barcelonesas de Bages, Anoia y el Baix Llobregat. Este levantamiento le permite abarcar un panorama dilatadísimo de toda la Catalunya central y oriental. La morfología montserratina, tan típica por sus escarpadas vertientes, sus angostos canales y sus espectaculares monolitos, es el resultado de la combinación entre la erosión de los cantos rodados

convertidos en conglomerados depositados a lo largo del eoceno inferior (terciario), y una densa red de diaclasas.

En la imagen se observa el Coll de Migdia entre las cimas de Sant Jeroni (1238 metros de altitud) -a nuestra derecha- y los Ecos (1212 metros de altitud). Al fondo, tras la Depressió Central Catalana, se intuye el Pirineo nevado. Fotografía cortesía de José Luís Membrado Julián.

recorrido, al igual que las sierras que conforman el **Parque Natural Cadí-Moixeró** (Lleida, Barcelona y Girona). En la **Serra de Moixeró** destaca el **Sistema de la Fou de Bor** (Lleida), cavidad que recorre 4,2 km y desciende -206 m. La pequeña región kárstica del **Montgrí** (Girona) es una interesante excepción a estas sierras; destaca por sus cuevas a modo de surgencias invadidas por las aguas marinas. Además, para terminar este trio debemos resaltar los reducidos afloramientos en conglomerados carbonatados, como el ubicado en la **Serra de Lleràs** (Lleida) cuya cavidad más sobresaliente es la **Cova Cuberes**; una cavidad en materiales detríticos, con galerías ascendentes que alcanzan hasta los +328 m en un recorrido de 13,5 km. Estas dimensiones suponen a nivel mundial la segunda cueva en recorrido y la tercera en desnivel para las cavidades excavadas en este tipo de materiales.



Figura 37.13

Pouetons de les Agulles (Macizo de Montserrat, Barcelona). Su recorrido de 529 m discurre por vistosos pozos excavados en materiales de conglomerados y recubiertos con posterioridad de bellos espeleotemas, alcanzando una profundidad total de -123 m.

Fotografía cortesía de Víctor Ferrer Rico.

COSTERO-CATALANA

Esta cordillera se desarrolla a lo largo de la costa mediterránea desde las estribaciones meridionales del Sistema ibérico, en la región de transición del Maestrazgo, hasta los Pirineos. La **Depressió Central**, continuación de la depresión del Ebro, supone su límite interior y tiene un especial interés como ahora veremos. Para las sierras de la **Cordillera Costero-catalana** estableceremos de norte a sur dos sectores: uno septentrional y otro meridional. En el septentrional diferenciamos con claridad dos relieves montañosos: la **Serralada Prelitoral** y la **Serralada Litoral**, que discurren paralelos entre sí y a la línea de costa; estando separados por una fosa tectónica conocida como la **Depressió Prelitoral**.

Abordemos primero la Serralada Prelitoral, en su zona central limitando con la Depressió Central. Allí localizamos macizos kársticos en rocas detríticas de edad cenozoica con una destacada composición carbonatada, como el macizo de **Sant Llorenç de Munt** y la **Serra de l'Obac**, donde aparecen numerosas cavidades de dimensiones modestas, entre las que sobresale l'**Avenc de les Rovires** de -126 m de profundidad. Resalta también el macizo de conglomerados de **Montserrat** (Fig. 37.12), donde hay cavidades de cierta envergadura como las simas de **Pou de Costa**



Dreta de -148 m de desnivel y el Pouetons de les Agulles (Fig. 37.13); y cuya emblemática Cova del Salnitre que recorre 938 m está habilitada para el turismo.

Detallaremos también por su excepcionalidad los afloramientos de rocas salinas de Cardona, en la comarca barcelonesa del Bages, situada en el borde oriental de la Depressió Central. Entre estos materiales se abren galerías excavadas durante las extracciones de minería, al mismo tiempo agrandadas y moldeadas por las aguas de escorrentía que sobre estas rocas salinas circulan (Fig. 37.14). Una de las más destacables es la Cova dels Meandres de Sal, con 4,3 km de recorrido y -187 m de desnivel. Es a nivel mundial la tercera en recorrido y la primera en profundidad en estos materiales.

Permaneciendo en el sector septentrional de la Cordillera, pero en sus estribaciones más costeras, en la Serralada Litoral, sobresale el macizo kárstico del Garraf (Barcelona). Está formado por materiales carbonatados mesozoicos que albergan numerosas cavidades de pequeño y mediano recorrido, llegando a alcanzar los -291 m en su sima más profunda, l'Avenc de l'Esquerrà. Volviendo a la Serralada Prelitoral, cerca de la costa y esta vez hacia el sur, ya en tierras tarragoninas, surgen sierras kársticas modestas como las de Gaià, Vandellós-Tivissa o Cardó,

Figura 37.14

El Forat Micó recorre 640 m, formado parte de un conjunto de cavidades excavadas en la montaña de Sal de Cardona, en la comarca barcelonesa del Bages. En ellas se combinan antiguas galerías mineras con otras abiertas rápida y fácilmente por las aguas de precipitación. A lo largo de estos espacios subterráneos aparecen bizarras cristalizaciones de sal (halitas) de excepcional belleza, que cuelgan de los techos a modo de estalactitas. Fotografía cortesía de Víctor Ferrer Rico.

que apenas cuentan con cavidades, aunque alguna es llamativa como la **Cova Meravelles** (Benifallet) con 510 m de trayecto abierto al público.

Continuemos con el sector meridional de los relieves Costero-catalanes comenzando por la región kárstica de **Els Ports** (Los Puertos de Beceite), a caballo entre Tarragona, Teruel y Castelló, donde se abren un buen número de cavidades con cierto desarrollo y profundidad, como l'**Avenc CP.6** de -283 m en Mola de Catí (Tarragona). Sin dejar este sector contemplaremos macizos con cuevas en materiales detríticos encuadrados en la depresión del Ebro, como la **Serra del Montsant** (Tarragona).

Al sur, en el mismo sector meridional, las denominadas **Alineaciones Costeras** son unas estrechas franjas de afloramientos mesozoicos que conforman unos relieves montañosos de escasa altitud desde la **Serra del Montsià** (Tarragona) hasta los relieves del Sistema ibérico, con límite sur en el Río Mijares (Castelló). Esta pequeña región destaca por la potencia de sus materiales kársticos, que supera los mil metros y que da lugar al **acuífero profundo del Maestrazgo** (Castelló y Teruel), extendido hacia el interior en las estribaciones de la **rama aragonesa del Sistema ibérico**. Pues bien, en las Alineaciones Costeras encontramos un cierto número de cavidades de pequeño a mediano recorrido entre las que destacamos l'**Ullal de Miravet** en Cabanes (Castelló), una de las surgencias del acuífero en *trop plein*, surgencia de desbordamiento donde el agua subterránea sale al exterior a presión, temporalmente activas (Fig. 20.3, 37.34).

SISTEMA IBÉRICO

Contiene relieves montañosos de materiales tanto mesozoicos como cenozoicos con cotas máximas de poco más de dos mil metros de altitud, que se sitúan en el interior peninsular, entre el Macizo ibérico y la depresión del Ebro. Podemos dividir este Sistema ibérico en **dos sectores** o **ramas** principales: la **aragonesa** u **oriental** y la **castellana** u **occidental**, separadas en parte por la **Depresión de Calatayud** (Zaragoza). En ambas ramas, las extensas zonas de karst se hallan dispersas y en ocasiones con series carbonatadas poco potentes, como en el Alto Tajo entre Guadalajara y Cuenca.

En la **rama aragonesa** sobresalen dos zonas kársticas. Al norte se encuentran las **Serranías de Gúdar** (Teruel) y **Maestrazgo** (Castelló y Teruel), salpicadas con algunas cavidades relevantes como la cavidad de la **Cija** en Fortanete (Teruel) de -103 m de profundidad (Fig. 37.36). Hacia el sur, en las estribaciones próximas al litoral sobresale la **Serra d'Espadà**, con abundantes cavidades que incluyen algunos cursos de agua, destacando la turística **Coves de Sant Josep** en la Vall d'Uixó con su apacible trayecto en barca, sobre sus 800 metros de río navegable y una interesante fauna acuática y terrestre (Fig. 37.15) o la **Sima de los Posos** de Azuébar con 6,1 km de recorrido (a diciembre del 2022) (Fig. 37.16) ambas en Castelló. Hacia el interior, en la **Sierra de Javalambre** (Teruel) se abre un escaso número de cuevas; pero según los relieves se aproximan a la costa, en la **Serra de la Calderona**, aparecen numerosas cavidades de influencia tectónica como la **Cova Soterranya** en Serra (València).

De la **rama castellana** subrayamos, de norte a sur, la **Sierra de Albaracín** (Guadalajara, Teruel y València) con cavidades relevantes como la **Cueva del Tornero** (Checa, Guadalajara) cuyo interior está recorrido por un río subterráneo en el que se han explorado 20 km de galerías. Algo más al sur, algunas zonas kársticas cubren la **Serranía**



Figura 37.15

Las Coves de Sant Josep (Vall d'Uixó, Castelló) forman parte de una surgencia activa, abierta en dolomías del Muschelkalk (Triásico), con un recorrido de 3 km. Por la cavidad circula un río que atraviesa bastas galerías y salas, como la sala denominada "Ensorrada", de 30 x 20 m y 18 m de altura. Tras las obras de acondicionamiento al turismo, el río sifona en cinco ocasiones; siendo el Sifó Gran (de 35 m de recorrido subacuático y 7 m de profundidad) el mayor de ellos. Un estrecho paso impracticable comunica la galería principal entre el cuarto y el quinto sifón con la Sima de la Riera (Alfondeguilla), pequeña cavidad con 138 m de recorrido y 10,8 m de profundidad. Por su longitud es la cuarta de la Comunitat Valenciana. Foto cortesía de l'Ajuntament de la Vall d'Uixó, Castelló.



Figura 37.16

La Sima de los Posos en Azuebar (Castelló) se abre en el fondo de un barranco en las estribaciones orientales del Sistema Ibérico, en la Serra de l'Espadà. Su angosto tubo en vertical, apenas abierto en los laterales, da acceso a un río subterráneo tapizado de gours, cubierto por una omnipresente fina arcilla; como relatan y muestran en su fotografía Jesús Almela y Luís Almela.

de Cuenca, como la de Poyatos-Santa María del Val donde el **Sumidero del Embasado** o **Embalsador** llega a alcanzar unos 10 km de recorrido. Pero en la rama castellana, el modelado más conocido es el exokárstico, muy evidenciado en las populares: **Ciudad Encantada**, las **Torcas de los Palancares** y las **Lagunas de la Cañada del Hoyo**, fenómenos todos ellos localizados en Cuenca. Las zonas kársticas más meridionales de la rama castellana finalizan en el **Macizo del Caroig** y el **karst de Tous** (València) con abundantes cavidades de pequeño a mediano desarrollo como la **Cova del Alto de Tous** (Fig. 39.25) o la **Sima del Campillo**, con -110 m de profundidad.

BÉTICAS

Constituyen un conjunto de alineaciones montañosas que ocupan el sur y sureste de la península ibérica, con su prolongación en el promontorio Balear, y cuyo límite norte en la Península lo marcan de oeste a este: la depresión del Guadalquivir, el Macizo y Sistema ibéricos y el Mar Mediterráneo. Se distinguen tres sectores de este orógeno Bético-Rifeño que de norte a sur corresponden al: **Prebético y su prolongación Balear**, **Subbético** y **Penibético**.

Entre los macizos kársticos prebéticos destacan las **Sierras de Cazorla** (Jaén) y **Segura** (Albacete, Jaén y Murcia), con abundantes cuevas, tan relevantes como la **Cueva de los Chorros** en Riópar (Albacete) de 32,5 km de desarrollo, donde nace el Río Mundo, afluente del Segura (Fig. 2.8). Más al este, en la **Sierra del Puerto**, se desarrolla una de las cavidades hipogénicas más importantes de la península, la **Cueva del Puerto** en Calasparra (Murcia) con un desarrollo de 4,7 km. Pasemos a las sierras alicantinas-valencianas donde se abre otra cueva hipogénica, esta vez delineando un recorrido laberíntico de diez kilómetros: la **Cueva de la Autopista** de Gandía (València) (Fig. 1.38). En estas mismas sierras del Prebético peninsular se abren numerosas cuevas y simas de pequeño o mediano recorrido entre las que destaca l' **Avenc de Quadretonda** (València) de -169 m de profundidad o l' **Avenc de la Donzella**, uno de los dos ponors o sumideros del **Poljé de Barig** (València) con una estrecha galería 800 m de recorrido y -128 m de desnivel. Dada su entrada en la misma costa, la surgencia de **Cova del Moraig** en Benitatxell (Alacant) es uno de los fenómenos espeleológicos más relevantes, pues de ella mana un río subterráneo conocido como **Riu Blanc** (Fig. 37.17).

Más allá de la costa, en la prolongación estructural del Prebético, emergen las Illes Balears, donde se ubican importantes zonas kársticas, con mayor extensión en Mallorca. En su **Serra de Tramuntana** y sobre materiales calizos mesozoicos se abren diversas cavidades con cotas de hasta trescientos metros de profundidad, como la **Cova de Sa Campana** (Escorca) que alcanza los -358 m. En la misma isla, bien distintas son las cuevas de las calizas cenozoicas del **Mioceno**, como las del área del Migjorn donde están excavadas preciosas y horizontales cavidades anquihalinas bañadas por las aguas marinas. Entre ellas destaca la icónica cavidad turística **Coves del Drac** en Manacor (Fig. 37.37), además de otras no turísticas como la **Cova des Pas de Vallgornera** en Lluçmajor, con sus 74,2 km de recorrido y bellas galerías aéreas y submarinas (Figs 37.18). Las restantes islas del archipiélago balear cuentan con cavidades, algunas de ellas anquihalinas, pero en general de dimensiones más modestas, aunque enormemente atractivas (Fig. 37.19) y biodiversas.



Figura 37.17

La Cova del Moraig situada en la costa alicantina de Benitatxell vierte sus aguas dulces al mar a través de una bella entrada. Con un sofisticado equipo de buceo podríamos recorrer los más de cinco kilómetros de galerías. En su trayecto llega a alcanzar y se sitúa por debajo de la zona de recarga del acuífero que lo alimenta, situada a poco más de un kilómetro de la costa. Es una de las grandes cuevas anquihalinas del territorio, y durante una parte del recorrido el agua marina se interna en la cavidad hasta llegar al agua dulce que mana del interior. Fotografía Belén Andrés García.

Ahora y volviendo a la Península, pasaremos a ocuparnos del sector **Subbético**. Éste cuenta con varios macizos kársticos. Destacamos de sur a norte la **Sierra de Líbar**, entre Cádiz y Málaga, donde se desarrolla el conocido **Sistema Hundidero-Gato** en Montejaque (Málaga) (Fig. 37.39) que supera los 10,6 km; o la **Cueva de la Pileta** (Benaoján, Málaga). En los límites de esta sierra también resalta el **Complejo de las Motillas** (Cádiz, Málaga) con 9,1 km de galerías. Aunque escaso en cavidades, no queremos dejar de mencionar el **Torcal de Antequera** (Málaga) cuyo exuberante modelado exokárstico se dibuja en sus calizas mesozoicas. Hacia el norte de estas sierras malagueñas, se ubican los enclaves cordobeses de **Macizo del Cabra** con su popular **Sima de Cabra**, y las cavidades de la **Sierra de Rute**. Ya en los relieves granadinos se encuentran dos sierras kársticas: la **Sierra Gorda** con su remarcable **Complejo Rica-Redil** (Alhama de Granada) de unos -100 m de profundidad; y al noreste la Sierra Arana, con cavidades similares en dimensiones, como la **Cueva del Agua en Iznalloz** (Granada). Para terminar el Subbético, al noreste del mismo se localizan algunas cavidades abiertas en **Sierra Mágina** (Jaén).

Llegamos al último sector, el **Penibético** que se corresponde con el dominio de Alborán. Sus afloramientos, de sur a norte, comienzan con una estrecha franja, llamada **Dorsal Bética** y formada de materiales carbonatados mesozoicos, seguidos por tres complejos geológicos apilados tras los esfuerzos tectónicos. En ella sobresale con diferencia la **Sierra de las Nieves** (Málaga), con potencias carbonatadas de 1500 m, que permiten el desarrollo en profundidad de cavidades verticales como el **Sistema Sima GESM-Sima de la Luz** con -1098 m, que penetra hasta alcanzar casi directamente el nivel freático (Fig. 37.20). En el complejo sur destacan, en el **Macizo Almijara-Tejeda** (Granada y Málaga), cavidades de notables dimensiones como la turística **Cueva de Nerja** (Málaga) con sus 4,8 km de amplias galerías (Fig. 37.40). Si seguimos la costa hacia el este, llegaremos a macizos no lejos de la costa, como el de **Sierra de Gádor** (Almería), con interesantes cuevas de recorrido medio. En retazos de



▲ Figuras 37.18 ►

En ambas fotografías podemos deleitarnos con las vastas galerías de aguas cristalinas en la Cova des Pas de Vallgornera en Lluçmajor, Mallorca. Hasta el momento han sido explorados 74 km, que la convierten en la trigésimo novena cavidad con mayor desarrollo del mundo y la séptima en el territorio ibero-peninsular. Sus extensas galerías, con recorrido aéreo y subacuático, contienen salas trufadas de innumerables y bellos espeleotemas. La génesis de esta cavidad no solo se debe a la mayor corrosión producida por el agua salada, sino también a la situación de sus espacios parcialmente conectados con un acuífero confinado que facilita una mayor disolución de la roca. Fotografías cortesía de Miquel Àngel Perelló Estelrich.



materiales kársticos más nororientales se abren algunas singulares cuevas hipogénicas, como la **Sima de la Higuera** de Pliego (Murcia) (Fig. 37.21).

Para terminar hemos elegido los karst en yesos que salpican las Béticas, donde también se desarrolla un buen número de cavidades. Podemos establecer dos conjuntos: los karst en **rocas yesíferas del Triásico** (Mesozoico) y los formados en rocas del **Mioceno** (Cenozoico). En el primer conjunto destacan los karst de **Antequera** o **Gobantes** de Málaga con la cavidad en yesos más profunda conocida, el **Complejo de la Zarza** de -215 m. También sobresalen las cavidades de Cambil en Jaén junto con otros numerosos afloramientos en yesos triásicos como el de Baena en Córdoba, que alberga una cavidad de cierto recorrido, la **Cueva del Yeso** de 2,7 km. Además son triásicos los yesos del diapiro –intrusión de rocas que emergen por su mayor plasticidad– de Vallada (València) donde se localiza el **Túnel dels Sumidors**, con -205 m de desnivel. Entre los karst en yesos del Mioceno, sin duda sobresale el **Karst de Sorbas** (Almería), con cavidades que superan a las anteriores, como el **Sistema Cueva del Agua** de 9 km o el **Sistema Covadura**, que se desarrolla a lo largo de 4,2 km de galerías.

Figura 37.19

Avenç de Son Ponç (Es Migjorn Gran, Menorca) por el que se accede descendiendo verticalmente a una única sala de forma rectangular. En la base de la entrada se acumula un cono de derrubios.

Las paredes de la sima están recubiertas por coladas estalagmíticas de gran belleza, donde surgen cientos de vistosas estalactitas, algunas de varios metros de longitud. También encontramos formas excéntricas, algunas soldadas por la misma formación calcárea. Fotografía cortesía Antonio Llufríu Carreras.



Figura 37.20

Nadie hubiera imaginado que entre los estrechos conductos formados en esta torca –dolina de paredes verticales– se ubicara el principal acceso a la cavidad más profunda de las Béticas. El Sistema

Sima GESM-Sima de la Luz está formado por grandes verticales unidas por meandros de paredes cortantes, que alcanzan su sifón terminal a los -1098 m. La tinción de sus aguas con fluoresceína –un producto utilizado como trazador por los hidrogeólogos para localizar la marcha de las aguas subterráneas– localiza la salida de éstas a -1300 metros, en el manantial de Zarzalones.

Fotografía cortesía de Toni Pérez Fernández.





Figura 37.21

La Sima de la Higuera en Pliego (Murcia) es una bella cavidad hipogénica repleta de esculturales espeleotemas que nos sorprenden en cada sala y galería. Accedemos a sus 5,5 km de recorrido tras descender su pozo de entrada, que con alguna parada baja directamente hasta los -70 m. Fotografía cortesía de Victor Ferrer Rico.

▼ Figura 37.22

La Geoda del Pulpí, hallada fortuitamente en la excavación de la Mina Rica en Pulpí en Almería, supuso una gran sorpresa para la ciencia geológica. Su excepcional importancia como segunda geoda de mayor tamaño en el mundo y su extraordinaria belleza la han convertido en una atracción para el turismo cultural. Fotografía cortesía de Victor Ferrer Rico.



Un excepcional fenómeno geológico subterráneo en yesos es el conocido como la **Geoda de Pulpí** (Almería). Por sí sola ocupa un volumen de cerca de once metros cúbicos conteniendo gigantescos cristales de **selenita**: variedad mineral de yeso (Fig. 37.22).

MACIZO IBÉRICO, HESPÉRICO o VARISCO

Se extiende por buena parte de la mitad norte y occidental de la península ibérica, dominado por rocas del basamento paleozoico y, en menor medida, precámbrico de la “vieja” Iberia.

Las zonas karstificables del **Macizo ibérico** se hallan en su mayor parte localizadas fuera de sus límites paleozoicos, en los afloramientos u orlas de calizas mesozoicas. Entre estos márgenes externos figuran, en la parte central occidental portuguesa la conocida como **Orla occidental**, y en el extremo sur portugués, la **Orla del Algarve**. En la primera aparecen diversas sierras calcáreas como en la región de Lisboa, destacando: la **Serra Arrábida** con la **Gruta do Frare** (Fig. 37.23); las **Serras de Aire e Candeeiros**, que registra cuevas de especial interés como el **Algar do Pena**, convertido en parte en un laboratorio subterráneo (Fig. 39.35); y la **Serra de Sicó** donde se abre la **Gruta da Cerámica**. En la segunda, en el Algarve, diversas áreas kársticas albergan cavidades de escaso o mediano recorrido, como la **Caverna do Barrocalinho** (Loulé, Faro).

En el Macizo propiamente dicho encontramos reducidos enclaves mesozoicos salpicando la vasta meseta central, como así sucede en el Sistema Central donde hallamos la emblemática **Cueva del Reguerillo** (Patones) y sus 8,9 km de galerías laberínticas, en ocasiones sumamente estrechas. En afloramientos de yesos terciarios, como es el **karst de Estremera** encontramos la **Sima de las Yeseras** de 4 km de recorrido. Ambas cavidades están localizadas en la comunidad de Madrid.

En algunas estrechas franjas calizas paleozoicas del oeste-suroccidental peninsular se hallan excavadas un elenco singular de relevantes cavidades, como la **Cueva del Águila** en Arenas de San Pedro (Ávila), la **Cueva de Maltravieso** en Cáceres o la **Gruta de las Maravillas** de Aracena en Huelva. Son afloramientos kársticos de escasa extensión, pero que podrían haber alojado la primera fauna cavernícola ibérica.

Para terminar de describir este Macizo mencionaremos unas cavidades bien distintas, las **furnas**, como se conocen en Galicia a las cuevas marinas de los acantilados abiertas en favor de fracturas o cambios de material rocoso de granitos y puntualmente cuarcitas (Fig. 37.24).

VERTIENTES

Para finalizar hablemos de las **vertientes hidrográficas**, definidas como el territorio por donde discurren las aguas que van a parar a un mismo mar u océano. En la península ibérica consideraremos tres grandes vertientes: **Atlántica**, **Cantábrica** y **Mediterránea**; aunque estableceremos como independiente la vertiente **Balear** por su aislamiento insular. Cada una reúne un conjunto de cuencas fluviales condicionadas por el relieve. Así, la elevación del Sistema ibérico imprime una cierta basculación de la Península en su borde oriental, configurando una amplia vertiente Atlántica, dejando hacia el Mediterráneo un territorio más reducido y con un menor número de cuencas.



Figura 37.23

Gruta do Frare, Serra Arrabida, Setúbal. Su entrada enclavada casi a nivel del mar da acceso a una cavidad de desarrollo horizontal abierta entre planos de estratificación en rocas calizas del Jurásico Medio, con un interior de cerca de dos kilómetros de recorrido, donde las aguas salobres se mezclan con exuberantes espeleotemas. Tanto es así, que en 2015 la Associação de Municípios de Região de Setúbal editó un obra bellamente ilustrada: *Classificação dos espeleotemas e contribuições para o conhecimento do carso da Arrábida ocidental*. Fotografía cortesía de Francisco Luis Pinto Rasteiro.



Figura 37.24

Furnas de San Pedro (A Coruña), una de las típicas cavidades marinas que jalonan el litoral gallego. La escorrentía de las aguas junto a la participación de microorganismos favorece la precipitación de coloridos depósitos minerales que decoran las paredes de amarillo, ocre oro y miel. Fotografía cortesía de Manuel Díaz Prieto.

La Cantábrica es la de menor tamaño al incluir tan solo las laderas septentrionales de la Cordillera Cantábrica, donde se aloja un buen número de cuencas, pero todas de reducida longitud dada la proximidad con la costa.

Como en las regiones geológicas, las vertientes nos ayudarán a comprender mejor la distribución de la fauna cavernícola acuática que conocemos. Hubiera sido más “real” hacerlo abordando los **acuíferos**, pero dada la falta de un adecuado muestreo de la **fauna estigobia** en el territorio ibero-balear, hemos visto en las vertientes una solución simple para mostrar la distribución de esta biodiversidad de las aguas subterráneas.

Acabado este repaso al escenario geológico y espeleológico, ya estamos en condiciones para abordar la distribución de la fauna cavernícola que alojan los espacios del subsuelo.

Distribución y riqueza

Si quisiéramos abordar la fauna epigea ibero-balear hablaríamos de la superficie exterior, que es su hábitat potencial y supone cerca de seiscientos mil kilómetros cuadrados. No cabe duda de que mostraríamos la distribución de esta fauna superficial en el contexto del clima al que los animales se hallan sometidos y tendríamos en consideración la influencia de la elevación o profundidad sobre el nivel del mar. Así, son bien distintas entre sí las faunas que ocupan los territorios de clima Atlántico y Mediterráneo; y también observamos claras diferencias entre las que habitan el litoral, los valles o los entornos montanos. Sin embargo, el escenario de la fauna que ocupa las cuevas poco tiene que ver con este exterior que tanto conocemos.

La fauna epigea habita un espacio prácticamente bidimensional, y aunque multitud de animales vuelan, su morada es siempre terrenal. Por el contrario, los **cavernícolas** gozan de un mundo tridimensional con una extensísima red de espacios en el subsuelo, que en conjunto hemos llamado **continente subterráneo** para enfatizar sus dimensiones. Aunque aquí el hábitat se multiplica con respecto al de la superficie, los recursos tróficos faltan o escasean y por tanto existe baja diversidad de fauna. En casi todos los grupos zoológicos hay un mayor número de especies epigeas que de hipogeas. Es una relación directamente proporcional con la energía que entra en los distintos ecosistemas.

En la **fauna cavernícola** lo importante es la **endemidad** y no el número de especies, ya que aquella conlleva un acervo genético exclusivo con formas únicas en el mundo. Como nos indican Vicente M. Ortuño y Francisco D. Martínez-Pérez (2011) la riqueza de endemismos en las cuevas es particularmente relevante en la Iberia, y superior a cualquier otro hábitat del exterior. Las cuevas cuentan con el efecto “isla” o aislamiento genético como motor de la riqueza en endemismos.

El fenómeno de la endemidad en la Iberia se explica, no sólo por el aislamiento del hábitat subterráneo, sino también por la estabilidad de las tierras emergidas a lo largo de la historia geológica; un relato que emprenderemos en el próximo apartado y que recorre desde los comienzos de la península ibérica como tierra emergida hace centenares de millones de años hasta la actualidad, en un territorio conectado con otros, o bien aislado. Antes, examinemos la distribución y riqueza de los cavernícolas en las distintas regiones del marco geológico y de las vertientes hidrográficas definidas. Mostraremos primero la fauna terrestre, para continuar con la acuática.

Fauna terrestre por grandes regiones
 Anotando el número total de especies+subespecies por cada región y, de cada región, los tres grupos zoológicos mejor representados indicando número de especies+subespecies



FAUNA TERRESTRE

La península ibérica y Baleares, salvo excepcionales afloramientos volcánicos, es un territorio de rocas en buena parte sedimentarias, y es en éstas donde se desarrollan la práctica totalidad de cuevas. El escenario es completamente distinto en los territorios insulares de las Canarias y Azores, de España y Portugal, donde las rocas volcánicas son casi exclusivas. Como vimos en el marco geológico, gran parte de las cavidades recorren o salpican los territorios carbonatados, yesíferos y salinos, muchos de los cuales ocupan con distinto grado de cavernamiento las regiones: Cantábrica, Pirineos, Costero-catalana, Sistema ibérico, Béticas y el vetusto Macizo ibérico con sus orlas o afloramientos lusitánicos recientes, la Oriental y del Algarve. Nos conviene pues hacer un repaso de la

fauna cavernícola en cada uno de estos grandes territorios kársticos. Visualicemos el mapa representado y veamos la biodiversidad que cada una de estas regiones kársticas alberga.

CANTÁBRICO

Abarca más de 48 mil kilómetros cuadrados y, por tanto, la potencialidad de hábitat cavernícola es gigantesca. Reune el mayor conjunto de grandes cavidades con desarrollos de decenas de kilómetros de galerías que llegan a extenderse centenares de metros en profundidad. Teniendo en consideración los conductos y salas no practicables, no dudaremos de la inmensidad de estos espacios. Sea por ésta u otras razones, el número de cavernícolas es el más diverso, ya que incluye 351 especies y 30 subespecies.

Destaca la presencia en sus cuevas de un no desdeñable número de moluscos **gasterópodos**, en particular las diminutas especies del género *Iberozospeum* con conchas translúcidas (ver capítulo seis). Es un género único en la región, si exceptuamos una de sus especies que se adentra en cuevas del Pirineo. Algo que también diferencia esta región del resto es la abundancia de **coleópteros leiódidos**, con 83 especies, buena parte de los mismos del género *Quaestus*, y otros 17 géneros más, muchos endémicos de la región; de ellos ocho son monotípicos, es decir que solo se les conoce una especie (ver capítulo treinta).

En las cavidades del Cantábrico no es menor la relevancia de los carábidos, los omnipresentes depredadores de los ecosistemas cavernícolas, con 51 especies en géneros como *Apoduvalius* o *Trechus* entre los más diversos, o los relevantes *Iberotrechodes*, *Iberotrechus* y *Trogloorites*. Remarcable es el género de estafilínido *Cantabrodytes*, también depredador. Sobresale igualmente la singularidad de los diplópodos con géneros exclusivos, algo que reconocemos al leer sus nombres: *Alavasoma*, *Asturosoma*, *Cantabrosoma*, *Guipuzcosoma*, *Vandeleuma* y *Vascosoma* entre los cordeumátidos; y el sorprendente *Cantabrodesmus* entre los polidésמידا (ver capítulo veintiuno).

No abandonemos esta importante región sin citar otras especies detritívoras, como los **isópodos**, donde destaca *Cantabroniscus lorioli*; o los frecuentes **colémbolos** de los que hay 67 especies con géneros de gran diversidad, como *Entomobrya* (ver capítulos dieciocho y veintitrés). En **dipluros** es el género *Oncinocampa* el más reseñable. Entre los quelicerados, todos depredadores, hay tres grupos: arañas de las familias de nestícidos y linífidos, grandes **opiliones** con siete especies del género *Ischyropsalis* (Fig. 2.45), y pequeños **pseudoescorpiones** en la familia de los neobísidos con 14 especies (ver capítulos ocho, diez y once). Nos queda por añadir a los grandes, veloces y estilizados **quilópodos** litóbidos entre los que sobresale por la gracilidad de sus apéndices *Lithobius drescoi* y otras especies afines (ver capítulo veintidós).

PIRINEOS

Con 55 mil kilómetros cuadrados se eleva esta barrera montañosa para la Península. Aquí solo hemos considerado sus vertientes meridionales, las ibéricas. En general, los afloramientos carbonatados son potentes y están repartidos entre el eje axial pirenaico y los relieves del **Prepirineo**, con cavidades de gran profundidad y desarrollo. En conjunto, la vertiente ibérica pirenaica alberga una rica fauna con 147 especies y seis subespecies.

Algunos de los géneros del Cantábrico, entre los moluscos, arañas, opiliones, pseudoescorpiones, diplópodos, ciempiés o dipluros, son compartidos en la región pirenaica; siendo mayores las similitudes con los taxones que pueblan los Montes Vascos, como es el caso de *Aranzadiella*, *Euryspeonomus* y *Josettekia* en los coleópteros leiódidos.

Hay otros géneros más propios de los Pirineos como: *Plusiocampa* en los dipluros, *Pyreosoma* y *Hispaniosoma* en **diplópodos** o el geofilomorfo del género *Geophilus* en los **quilópodos** (ver capítulos veintiuno, veintidós y veinticuatro). Son también autóctonos los **palpígrados** y **escorpiones**, con una especie cada uno, y los insectos **ortópteros** del género *Dolichopoda*, con dos especies (ver capítulos siete, nueve y veintisiete).

En los **coleópteros**, el género característico es *Aphaenops* que, si bien también está presente en cavidades de los Montes Vasco, es más abundante en los Pirineos, con 13 especies agrupadas en cuatro subgéneros (Fig. 37.28). No son los únicos coleópteros **carábidos**, hay diez especies de *Geotrechus*, *Zariquieya* y dos géneros monotípicos: *Oscadytes* y *Speleopidius* (Fig. 37.25). No obstante, la familia de escarabajos mejor representada es sin duda la de los **leiódidos**, con más del 60 % de todas las especies de coleópteros de la región. Entre estos últimos destacan tres géneros endémicos con alrededor de una decena de especies cada uno: *Speonomites*, *Stygiophyes*, *Trapezodirus* y *Troglocharinus*; y otros ocho también endémicos, pero con una representación escasa: *Bellesia*, *Ceretophyes*, *Lagariella*, *Naspunius*, *Perriniella*, *Pseudospeonomus*, *Salgadoia* y *Speonomus* (ver capítulo treinta).

COSTERO-CATALANA

Abordamos aquí un conjunto de sierras litorales y prelitorales que se extienden hasta las estribaciones que, paralelas a la costa, alcanzan las sierras del Sistema ibérico castellonense. Incluimos en estas sierras algunos macizos kársticos en conglomerados que bordean la región en su linde con la depresión del Ebro.

En conjunto todas estas sierras se extienden algo más de diez mil kilómetros cuadrados con cavidades generalmente de tamaño pequeño y mediano; esto no es obstáculo para albergar una relativamente diversa fauna cavernícola en relación con su superficie kárstica aflorada, ya que se conocen 100 especies y 20 subespecies.

La relevancia de esta fauna, como en las otras regiones, es excepcional. De los quelicerados hay arañas tan especializadas como el monotípico género *Speleobarpactea*, **palpígrados** y relevantes **pseudoescorpiones** como los endémicos *Arcanobisium*, *Spelyngochthonius* y *Troglobisium* (ver capítulos ocho y diez). En los **dipluros** encontramos al llamativo género *Paratachycampa*, y la exclusiva especie del género *Gollumjapyx* (ver capítulo veinticuatro). Merece la pena hablar de los **diplópodos**, con siete especies incluido el género endémico *Tarracoblaniulus* (ver capítulo veintiuno). De igual modo nombrar a las cuatro especies de isópodos con el exclusivo *Catalauniscus* (ver capítulo dieciocho). En los **colémbolos** 14 especies, siendo el género *Pseudosinella* el más diverso con cinco especies (ver capítulo veintitrés). Cabe destacar la presencia de los insectos primitivos, los **zigentomas** del género *Coletinia* y los **ortópteros** del género *Petaloptila*, ya que ambos alcanzan aquí su distribución más septentrional (ver capítulos veinticinco y veintisiete).



Figura 37.25

Speleopidius joanvivesi Vives & Comas, 2021 es la especie única del género, conocida tan solo de l'Avenç de la Cabana d'en Gabarra en El Pont de Bar de la comarca de l'Alt Urgell, Lleida. Es uno de los tres géneros de carábidos de la tribu de los molopinis, que incluyen *Zariquieya* y *Oscadytes*, todos ellos de la región de los Pirineos. Fotografía cortesía de Eduard Vives i Noguera.

Por último, entre los escarabajos hallamos géneros únicos como los **carábidos** *Catalanodytes*, *Ildobates*, *Paraphaenops* y *Zariquieya*, aunque un representante de este último se conoce también en los Pirineos centrales. De igual modo, se incluye la única especie peninsular del género *Duvalius*. De **leiódidos** hay cinco géneros de los que *Anillochlamys*, *Paranillochlamys*, *Parvospeonomus*, *Pseudospeonomus* y *Troglocharinus* reúnen 20 especies. Los **pseláfidos** alcanzan su mayor grado de diversidad con seis especies de las que cuatro pertenecen al género *Tychobythinus* (ver capítulo treinta).

SISTEMA IBÉRICO

A pesar de sus 40.000 kilómetros cuadrados de relieves y la amplia extensión de los afloramientos calcáreos, la potencia de las rocas karstificables, salvo excepciones, es pequeña. En general, sus cavidades son de modesto recorrido y escasa profundidad, no obstante albergan una fauna interesante con 57 especies dispersas en unas pocas áreas kársticas.

Destaquemos en primer lugar la presencia, como en las regiones septentrionales, de **coleópteros leiódidos** de la tribu de los leptodirinis. Aquí el género endémico es *Anillochlamys*, si bien traspasa los límites meridionales para adentrarse ligeramente en el Prebético. Es notable el número de las especies de **carábidos** anillini, con seis especies en los géneros *Microtyphlus* e *Iberanillus*, además de otros carábidos del género *Laemostenus* (ver capítulo treinta). Entre los **quelicerados**, algunas arañas, quitínidos, palpígrados, destacando en los opiliones el endémico y exclusivo *Turonychus* (ver capítulo once). De los **diplópodos** sobresale el género *Cottodesmus*, propio de la región y en los isópodos esta relevancia recae en *Troglosethes* (ver capítulo veintiuno). Los hexápodos más primitivos, los **colémbolos**, apenas están representados por dos especies. Resaltan los **dipluros** con seis especies, dos del interesante género *Paratachycampa*, con una especie que se extiende por las cavidades meridionales de la Cordillera Costero-catalana, además de especies de *Campodea* y una del género *Cestocampa* (ver capítulos veintitrés y veinticuatro). Continuamos con los insectos zigentomas y sus tres especies de *Coletinia*, y los ortópteros del género *Petaloptila* (ver capítulos veinticinco y veintisiete). Hemos dejado para el final la mención del bello e interesante hemíptero excepcional del género *Valenciolenda* (ver capítulo veintiocho).

BÉTICAS

Esta vasta cordillera se extiende por 90 mil kilómetros cuadrados, y cinco mil más si incluimos el **promontorio de las Baleares**. Presenta cavidades de mediano tamaño y cierto recorrido, aunque solo excepcionalmente llegan a superar los mil metros en profundidad. Este conjunto de cuevas se halla disperso en los distintos enclaves rocosos carbonatados y yesíferos. Quizás sea esta dispersión del territorio habitable la que explique tan elevada diversidad de los cavernícolas, 214 especies si incluimos las que habitan las Baleares.

Entre los **quelicerados** hay un buen número de arañas, con 38 especies, como el género endémico *Iberoneta*; pero es casi duplicado por los pequeños **pseudoescorpiones**, con 51 especies de las que 34 son quitónidos (ver capítulos ocho y diez). Los **palpígrados** también están presentes con cuatro especies; mientras que de **opiliones** hay solo dos (ver

capítulos nueve y once). Por último, hay que mencionar a un pariente del **escorpión** del género *Belisarius* de las cuevas pirenaicas (ver capítulo siete). Los **isópodos** también sobresalen en la composición faunística de la región, con 13 especies, cuatro en géneros monotípicos: *Eleoniscus*, *Parachaetophiloscia* y *Iberoniscus* de la Península y *Balearonethes* en las Baleares (capítulo dieciocho). De igual modo son abundantes los **diplópodos** con 21 especies, con géneros tan remarcables como *Glomeris*; y los **quilópodos** con cinco, de las que sobresalen las pertenecientes al género *Cryptus* y al subgénero *Monotarsobius* (*Litbobius*) (ver capítulos veintiuno y veintidos).

Cerramos este repaso con los hexápodos, mencionando primero a los más primitivos: **colémbolos** y **dipluros** (ver capítulos veintitrés y veinticuatro). Los colémbolos cuentan 16 especies, destacando en la Península el endémico *Yoshiiphorura*, también presente al sur del Sistema ibérico. De los dipluros hay nueve especies, de los géneros *Campodea* y *Plusiocampa* tanto en la Península como en las islas, y un género monotípico, el *Homojapyx* que habita tan solo en la isla de Mallorca. Los otros hexápodos, los insectos, son en su mayor parte **coleópteros**, con 51 especies. Nueve especies son leiódidos, cuatro de los cuales son leptodirinos limitados al extremo Prebético oriental, y pertenecen a los géneros *Anillochlamys* y *Spelaechlamys*; las otras cinco son de las tribus anemadinos y ptomafaginos. Entre los **carábidos** destacan tres géneros endémicos *Dalyat* y *Tinautius* en las Béticas peninsulares y *Henrotius* de las Baleares, además de varias especies en los géneros *Trechus* con nueve especies; *Laemostenus* con ocho, y *Platyderus* con cinco, entre otros. También son familias de coleópteros reseñables los estafilínidos con cinco especies y los curculiónidos con cuatro (ver capítulo treinta). En otros órdenes de insectos destacamos cinco especies de **zigentomas** del género *Coletinia*; cinco de **ortópteros** del género *Petaloptila* de los grupos *mogon* y *barrancoi*, además de dos especies de dos órdenes que excepcionalmente ocupan las cuevas, un **plecóptero** del género *Protonemura* y un **himenóptero**, una hormiga del género *Aphaenogaster* (ver capítulos veinticinco a veintisiete y treinta y uno).

MACIZO IBÉRICO

Supone una parte considerable de la superficie en la península ibérica, la más extensa entre todas las regiones mencionadas. Sin embargo, apenas cuenta con afloramientos rocosos karstificables, y se concentran, en su mayor parte, en las Orlas Occidental y del Algarve.

De las 61 especies que habitan las cuevas del Macizo ibérico, muchas se hallan localizadas en las regiones kársticas del **Mesozoico** que jalonan los materiales paleozoicos. El predominio de los **isópodos** es significativo, con 15 especies, donde se hallan también otros detritívoros entre los **diplópodos**, con seis especies o los **colémbolos** con siete (ver capítulos dieciocho, veintiuno y veintitrés). Apenas hay **coleópteros** detritívoros, a excepción de un leiódido del género *Quaestus* en la zona central peninsular, fuera de los límites de su distribución en el Cantábrico; además de una especie de *Speonemadus* (ver capítulo treinta). Los depredadores están representados por ocho **araneidos**, ocho **pseudoescorpiones** y un **opilión** (ver capítulos diez y once). Son también cazadores los coleópteros carábidos de los géneros *Hypotyphlus*, *Trechus* y *Ocys*, en conjunto seis especies, además de otras dos del género *Domene* entre los estafilínidos (ver capítulo treinta).

La región del **Algarve** tiene un especial interés, pues reúne cuatro géneros endémicos: el zigentoma *Squamatinia*, la araña de género *Teleleptoneta* y los pseudoescorpiones de los géneros *Titanobothchia* y *Lusoblotbrus*; además de una especie de coleóptero leiódido perteneciente al género *Speonemadus* (ver capítulos ocho, diez y treinta). En la **Orla Occidental** sobresalen por su rareza, entre otros, el **ditíscido** *Iberoporus pluto* de las aguas subterráneas y la diminuta araña del género *Anapistula* (ver capítulos diez y treinta).

FAUNA ACUÁTICA

Aquí hemos tenido en consideración las **vertientes hidrogeográficas** a la hora de examinar la distribución ibero-balear de las especies y subespecies de estigobios; una fauna cavernícola acuática que cuenta con 434 especies y siete subespecies entre moluscos gasterópodos, anélidos y artrópodos crustáceos, fundamentalmente. En su mayor parte son **dulceacuícolas**, pero los hay también habituados a la salinidad marina (**talasoestigobios**) ya que ocupan cuevas costeras con una variable dependencia de las mareas, un ambiente que se da con frecuencia en las cavidades de las Baleares.

Veamos con cierto detalle la diversidad de estigobios que coloniza las tres vertientes principales consideradas, como mostramos en el mapa que acompañamos: **Atlántica**, **Mediterránea** y **Cantábrica**; dejando aparte por su insularidad a las **Baleares**.

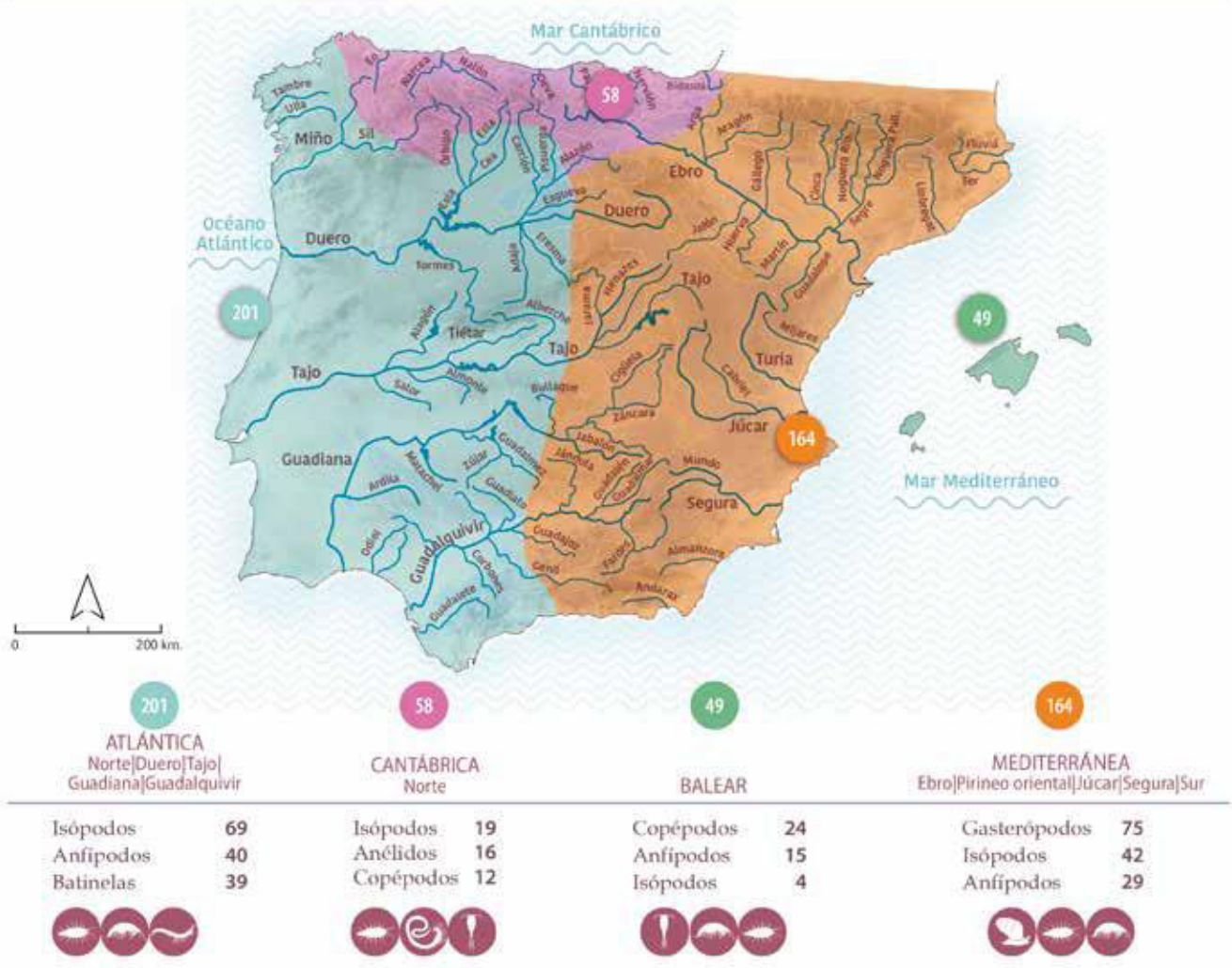
ATLÁNTICA

Sin duda sobresale de las demás vertientes por su diversidad con 198 especies y tres subespecies en total; y también en los principales grupos de estigobios: **isópodos** con 67 especies y dos subespecies de géneros como *Bragasellus* (10 especies), *Proasellus* (14) o *Synasellus* (33); **anfípodos** con 39 especies y una subespecie de géneros como *Pseudoniphargus* (21) o *Bogidiella* (5); además de 39 especies de batinelas en buena parte del género *Iberobathynella* (19) y otros cinco géneros de interés (*Paradoxiclamousella*, *Vejdovskybathynella*, *Guadatopebathynella*, *Hexabathynella* y *Hexaiberobathynella*) (ver capítulos quince, dieciocho y diecinueve). No faltan otros grupos como **copépodos**, **anélidos** o **gasterópodos** de géneros como *Alzoniella* (9 especies) o *Iberbotatia* (3) (ver capítulo seis). Hay que mencionar también un representante de los diminutos **termosbaenaceos** (*Tethysbaena*) (ver capítulo veintiséis).

MEDITERRÁNEA

Una vertiente que encierra reservorios y ríos de aguas subterráneas que propician la presencia de fauna estigobia, de la que conocemos 156 especies y ocho subespecies, siendo los gasterópodos, isópodos y anfípodos los más frecuentes. Veamos: los **gasterópodos** cuentan con 71 especies y cuatro subespecies con géneros bien representados como *Moitessieria* (25 especies), *Spiralix* (8), *Islamia* (6), *Guadiella* (5) o *Tarraconia* (2) (ver capítulo seis); los **isópodos** con 38 especies y cuatro subespecies, siendo el más diverso el género *Proasellus* (18) o el representante del exclusivo *Kensleylana* (ver capítulo dieciocho), y **anfípodos** con 29 especies, once de ellas del género *Pseudoniphargus*. Sobresale por su rareza y caudal de monotípico el anfípodo del género *Sensonator*, único taxón de la familia de los sensonatóridos (ver capítulo

Fauna acuática por vertientes hidrográficas
 Anotando el número total de especies+subespecies por cada vertiente,
 incluyendo los tres grupos zoológicos mejor representados indicando número de especies+subespecies



diecinueve). Otros grupos representados son las planarias (2) y los copépodos (2) y muy particularmente un exclusivo representante de los decápodos (*Typhlatya*) (ver capítulos tres, catorce y veinte).

CANTÁBRICA

Esta vertiente, aunque reducida, cuenta con 57 especies y una subespecie estigobias, principalmente en tres grandes grupos: anélidos o gusanos segmentados con 16 especies de nueve géneros, como tres en los géneros *Trichodilus* y *Rhyacodrilus*; isópodos con 19 estigobias de géneros como *Bragasellus* y *Proasellus*, ambos con siete

especies cada uno; copépodos con 12 especies de géneros como *Parastenocaris* (4 especies), *Bryocamptus* (3) y *Speocyclops* (3).

BALEAR

Las aguas subterráneas de sus cavidades, mayormente **anquihalinas**, alojan 49 estigobios de grupos como: **copépodos** (24 especies, de 22 géneros); **anfípodos** con 15 especies, siete de ellos en el género *Pseudoniphargus*; además de cuatro interesantes **isópodos** de los géneros *Typhlocirolana*, *Metacirolana* y *Trogloianiropsis*, y dos especies en un par de pequeños grupos, *Burrimysis* en los **misidáceos** y *Tethysbaena* en los **termosbaenaceos** (ver capítulos catorce y dieciséis a diecinueve). Sobresale también un exclusivo anélido **poliqueto** del género *Pollentia* (ver capítulo cinco).

Esta biodiversidad se concentra en un elenco de cuevas y enclaves, y aunque apenas estamos empezando a conocerlos mostraremos una selección.

Cuevas y enclaves kársticos biodiversos

La **biodiversidad** en las cuevas ibéricas es una evidencia plasmada en sus más de mil trescientas especies conocidas, y ya hemos visto que esta diversidad faunística se distribuye por las principales regiones y cuevas ibero-baleares, pero hay algunas de ellas que sobresalen. La relación que seguidamente mostramos es solo el esbozo de un trabajo que deberá realizarse con precisión en el futuro.

Tan solo un número relativamente ínfimo de cavidades ha sido explorado bioespeleológicamente. Además, los grupos de fauna conocidos dependen, en cierta medida, de la especialidad zoológica de los bioespeleólogos y bioespeleólogas disponibles y no tanto de la composición faunística real de la cueva. Siendo conscientes de estos importantes sesgos, comencemos esta relación tal y como hicimos hace unas páginas con las cuevas de mayor interés espeleológico: de oeste a este y de norte a sur, incluyendo algunos de los territorios, macizos o acuíferos reseñables.

Al oeste de la **Cordillera Cantábrica**, en una zona de calizas paleozoicas del **sector asturoccidental** aparece un conjunto de cavidades de interés, circunscritas al actual **Parque Natural asturiano de Redes**. Entre ellas destacamos las cavidades de Prau, Rearco, Refidieyu “B” y la Cueva del Agua o del Venero.

La **Cueva del Prau**, Puente de Piedra-Buspriz en Caso está situada a 815 metros de altitud en una zona de **calizas del Carbonífero**, con un desarrollo de unos 200 m. Es una cueva activa en proceso de desarrollo, con abundantes espeleotemas. La temperatura varía de 8 grados Celsius en invierno a 11 grados Celsius en verano, con una humedad relativa casi constante entre 97,5 y 99,0 %. No lejos de la entrada se localiza el **leiódido** *Notidocharis franzi* y en el interior, coexisten tres especies de leiódidos del género *Quaestus*. Además, se han recolectado ejemplares de los coleópteros **carábidos** de la subfamilia Trechinae, *Apoduvalius* sp. y de la Platyninae, *Laemostenus* (*Antisphodrus*) *peleus peleus*, como confirman José María Salgado y Javier Fresneda (2004).

En la misma localidad de Caso, la **Cueva Rearco**, cerca de la población de Coballes, está enclavada también en **calizas del Carbonífero** y situada a 650 m de altitud. La entrada es una galería estrecha que conduce a una amplia cámara de unos 2 m

Cuevas y macizos kársticos biodiversos de la península ibérica e Illes Balears



de altura de la que parte una red de galerías, siendo el recorrido accesible de unos 175 m. La temperatura media es de 12 grados Celsius y la humedad relativa 98 %. Esta cavidad posee un interés biológico especial al alojar cuatro especies de **leiódidos** troglobios de un mismo género, circunstancia excepcional de **coexistencia** en coleópteros de cuevas: *Quaestus*: *Q. (Quaestus) longicornis*, *Q. (Asturianella) incognitus*, *Q. (Speogeus) mermejaensis* y *Q. (Quaestus) sp.*, ésta última no descrita y próxima a *Q. (Q.) recordationis*.

En los límites del mencionado parque asturiano de Redes, en la población de Laviana, cerca de Muñera encontramos la **Cueva de Refidieyu B** (Fig. 37.26). Ésta se desarrolla en el conjunto de **calizas carboníferas**. La entrada es un pequeño pozo vertical de unos seis metros que da acceso a una sala en plano inclinado y cuyo suelo está cubierto de pequeños bloques de desprendimiento. Esta sala se continúa por un estrecho pasillo descendente que se abre en una galería de unos 100 m, finalizando en una amplia sala circular con abundantes espeleotemas. La temperatura está entre 9 y 12 grados Celsius, oscilando la humedad relativa entre 97,5 y 98,5 %. Destaca por ser la única cueva en la que conviven tres especies troglobias de carábidos de la tribu Trechini



Figura 37.26

Sala circular decorada con espeleotemas, donde finaliza el corto recorrido de la Cueva Refidieyu B, una importante cavidad de la región asturiana de Redes.

En sus suelos y paredes coexisten cuatro especies distintas de coleópteros leiódidos cavernícolas. Fotografía cortesía de José Antonio Carbajal Rodríguez.



Figura 37.27

Cueva del Agua o del Venero, situada en Les Cuevas cerca de Piloña, Asturias.

Es una de la cuevas que sobresale por su alta biodiversidad faunística en cavernícolas. En la imagen, cortesía de José Antonio Carbajal Rodríguez, estamos cerca de la entrada. El verde de sus suelos, paredes y techos delata la presencia de organismos fotoautótrofos, en particular algas unicelulares microscópicas.

Figura 37.28

El arco natural de piedra delata que estamos en la Cueva de Covallarco o Cueva del Arco de Carcabal-Merilla (Cantabria). Pese a su entrada en forma de abrigo, el interior conduce a un río subterráneo activo. Aunque lo más sorprendente es que aloja una singular especie, un coleóptero

leiódido partenogenético, *Cantabrogeus antimachus*, del que no se conoce macho alguno. El examen cromosómico así lo revela.

Fotografía cortesía de Lucía Agudo Pérez.





Figura 37.29

Cueva de El Soplao (Valdáliga, Cantabria). El Soplao destaca por la impresionante variedad y majestuosidad de sus espeleotemas. La cueva, con un recorrido de 23.253 m, se estructura en un eje mayor de 3 km del que se desprenden galerías laterales menores que la hacen algo laberíntica. Posee dos entradas naturales y diferentes artificiales; muchas selladas desde que se acondicionó al turismo. Fue descubierta de manera casual en 1908 por los mineros de la Real Compañía Asturiana de Minas que explotaba los yacimientos de plomo y zinc existentes, al horadar un túnel que irrumpió en una galería natural. Esta unión fue de gran utilidad para los propios trabajadores ya que les permitía acceder a los diferentes tajos. La explotación estuvo funcionando entre los años 1857 y 1978. Las exploraciones espeleológicas van íntimamente ligadas al Speleo Club Cántabro, ya que dedicó nueve años interrumpidos (1975-1984) en ella, trabajos que en muchas ocasiones no han sido, intencionadamente o no, reconocidos. Posteriormente, realizados por la propia entidad y otros colectivos, fueron realizadas nuevas exploraciones que incrementaron el desarrollo conocido de la cavidad. Foto cortesía de Iñigo Gómez de Segura Buesa.

del género *Apoduvalius*: *A. (Apoduvalius) asturiensis*, *A. (A.) nalonii* y *A. (A.) salgadoi*; además es habitual ver ejemplares del Platyninae, *Laemostenus (Antisphodrus) peleus peleus*. También es significativa la frecuente presencia de dos especies de leiódidos del género *Quaestus* y del estafilínido *Medon ripicola*; datos recogidos en parte por José María Salgado (1993) y Raimundo Outerelo y colaboradores (2000).

Al norte del mismo Parque de Redes, en Les Cueves y cerca de Piloña se abre la **Cueva del Agua** o del **Venero** (Fig. 37.27). Es una cavidad de desarrollo horizontal con unos 250 m de longitud, enclavada a 450 m de altitud sobre las faldas calizas de Peña Cabecín. La entrada a la cueva es una gran boca que conduce a una amplia sala de unos 30 m, solo oscura en el fondo. Luego, mediante una gatera de dos metros se accede a otra gran sala, esta vez ascendente y muy rica en espeleotemas, donde la temperatura es casi constante, con 12 grados Celsius y la humedad relativa supera el 98 %. Fue la primera cueva en que se observó la convivencia de tres especies distintas dentro de un mismo género de coleóptero leiódido (y su singular distribución): *Quaestus*: *Q. (Quaestus) recordationis*, la menos evolucionada y la más numerosa, frecuente en la zona de entrada; *Q. (Quaestus) luctuosus* más abundante en la zona de amortiguación y profunda; y *Q. (Speogens) amicalis dilatatus* que muestra unas características troglobiomorfas muy acentuadas con poblaciones más escasas y ocupando la zona profunda de la cueva. Recientemente se han hallado algunos ejemplares de *Notidocharis meregallii* en la zona de entrada y entre materia orgánica vegetal. También son frecuentes especímenes carábidos de la subfamilia Platyninae: *Laemostenus (Antisphodrus) peleus peleus*; datos recogidos entre otros por José María Salgado y Emilio Jorge Tizado (2005).

Sin dejar la **Cordillera Cantábrica**, en la misma comunidad cántabra, destaca la Cueva de Covallarco en Carcabal-Merilla. Esta cueva, de unos dos km de recorrido, está enclavada en un karst aislado, sobre calizas del **Cretácico** inferior, al sur del macizo de Las Enguinzas. El aire de la cavidad se encuentra saturado de vapor de agua superior al 98% con una temperatura entre 9 y 12 grados Celsius. Cuenta con otro caso de coexistencia de cuatro especies de coleópteros leiódidos, tres del género *Quaestus*, subgénero *Quaesticulus*: *Q. (Q.) adnexus*, *Q. (Q.) minos* y *Q. (Q.) sharpi bolivari* y una del género *Cantabrogeus*, *C. antimachus*. Esta última especie es conocida únicamente de esta cavidad y tiene como destacada relevancia ser el único representante hipogeo de la familia leiódidos que es **partenogenético** como reflejan José María Salgado y colaboradores (2012).

Aún en Cantabria, mencionemos la **Cueva de El Soplao** en el municipio de Valdáliga (Fig. 37.29). Es una destacable maravilla de la naturaleza. Esta cavidad desarrollada en calizas y dolomías del Carbonífero fue descubierta gracias a las exploraciones mineras del yacimiento La Florida que permitieron explorar unos 23 km de bellas galerías naturales. Encierra una enorme riqueza en espeleotemas, constituyendo galerías de cierto renombre como: los **Fantasma**s y las salas **El Falso Suelo**, el **Órgano** y **Coliflor**, presentando la mayor concentración y calidad de formaciones excéntricas documentadas. Es una de las cavidades con mayor diversidad conocida, con 22 especies repartidas entre: un **gasterópodo** *Iberozospeum praetermissum*; seis especies de coleópteros –tres carábidos (Fig. 38.25), muy importante es citar a *Pterostichus (Lianoe)* sp. afín a la especie *P. drescoi*, y cuatro leiódidos de los géneros *Quaestus* (3 especies) y *Breuilia* (1)–; junto a ellos cuatro especies de araneidos de los géneros *Troglobyphantes* (2), *Nesticus* (1) y *Domitius* (1); un



opilión del género *Nemastoma*; un **pseudoescorpión** *Neobisium (Blotbrus) jeanneli*; tres colémbolos de los géneros *Arrhopalites* (1) y *Pseudosinella* (2); un **dipluro** del género *Litocampa*, y dos especies del **isópodo** terrestre *Trichoniscoides*. Además están los isópodos acuáticos de los géneros *Stenasellus* (1) y *Bragasellus* (1) y un anfípodo (*Pseudoniphargus semielongatus*); como vemos recogido en el trabajo de Lucía Labrada y colaboradores (2011) y también por José María Salgado y colaboradores (2012).

En la vertiente meridional de la **Cordillera Cantábrica** destaca la **Cueva Ojo Guareña**, en Quisicedo (Burgos). En 1996 fue designada como Monumento Natural no solo por su belleza e interés geológico sino además por la enorme diversidad que alberga (Fig. 37.30). Esta cavidad kárstica se localiza en materiales del **Cretácico superior** y está formada por un sistema de galerías que se interconectan con un recorrido superior a los 110 km. Se abre por diez entradas cerca de distintas poblaciones, siendo las más conocidas: Palomera, Cornejo y San Bernabé; a los pies de ésta última nace el río Guareña después de haber realizado un vasto recorrido subterráneo. Resulta muy interesante la diversidad de rincones en salas y galerías, las zonas colmatadas por arcillas, arenas o clastos y la exuberancia de espeleotemas. La riqueza en fauna troglobia es muy relevante, la cavidad contiene siete especies de troglobios y lo más sorprendente son sus 49 especies de estigobios. Se encuentran anélidos **oligoquetos** (7 especies); **gasterópodos** (3); **ostrácodos** (8); **copépodos** (9); **anfípodos** (4); **isópodos** (2), en este orden destaca el oniscoideo *Cantabroniscus primitivus*; batinelas (7), siendo

Figura 37.30

Los 110 km de amplias galerías recorridos por cursos de aguas que llegan a formar grandes gours, justifican en parte que esta emblemática cavidad haya merecido ser nombrada en España Monumento Natural Ojo Guareña (Burgos). Otros argumentos de peso son sus interesantes restos prehistóricos e históricos. Además, actualmente es la cavidad de la península ibérica con una más alta diversidad biológica en fauna cavernícola, ya que alberga un total de 56 especies estigobias y troglobias. Fotografía cortesía de Miguel Ángel Merino y Ana Isabel Ortega.



Figuras 37.31

Sala de la Verna en el Sistema de la Piedra de San Martín-Pastages en los Pirineos occidentales: un *Aphaenops ochsi cabidochei*. Los *Aphaenops*, raros en la vertiente sur de Pirineos y abundantes en la vertiente norte –en territorio de Francia– son troglobios omnipresentes en cualquier exploración biospeleológica. Pueden ser incluso abundantísimos en algunas cavidades. En la Gouffre de Béquet –Haute-Garonne– y durante repetidas visitas a su sima, ha sido observada una manada de *Aphaenops* cazando los colémbolos que pululan sobre el guano mojado, llegándose a contar decenas de ellos en menos de un metro cuadrado. Fotografías cortesía de Brice Maestracci.



HABITANTES DE LA OSCURIDAD
[FAUNA IBERO-BALEAR B LAS CUEVAS]

reseñable en este grupo la alta diversidad, más elevada que en cualquier otro sistema de aguas subterráneas, con 3 especies de *Iberobathynella*, 3 de *Vejdovskybathynella* y un nuevo género por describir; ácaros (9), quilópodos (1), colémbolos (1), dipluros (1), coleópteros (3, de los que destaca *Trechus ortizi*, descrito con ejemplares de esta cueva). Esta relación ha sido recogida por Ana Isabel Camacho y Carlos Puch (2021).

Para concluir con la región Cantábrica mencionaremos algunos de los enclaves kársticos más biodiversos. Es el caso del **Parque Natural asturiano de Sierra del Sueve** donde se abren media docena de cavidades que alojan 18 especies de coleópteros cavernícolas además de dipluros. En Cantabria destacamos tres espacios: **Parque Natural Saja-Besaya** con 16 especies cavernícolas entre gasterópodos, araneidos, pseudoescorpiones, crustáceos, diplópodos, colémbolos, dipluros y coleópteros; **Parque Geológico Costa Quebrada** con 20 especies de grupos tales como araneidos, opiliones, pseudoescorpiones, crustáceos, colémbolos y coleópteros; y por último el **Parque Natural Collados del Asón** perforado por innumerables conductos subterráneos que alojan 34 cavernícolas entre: gasterópodos, crustáceos, diplópodos, quilópodos, dipluros y abundantes especies de coleópteros. Enclavada en los Montes Vascos despunta la **Sierra de Aralar**, compartida por Guipuzkoa y Nafarroa, de donde se han citado 22 especies cavernícolas terrestres de diversos grupos zoológicos: pseudoescorpiones, isópodos, diplópodos, coleópteros y 12 especies de colémbolos.

Nos vamos a los **Pirineos** para encontrar una cavidad relevante, compartida entre las vertientes francesa y española del excepcional **karst de Larra**, donde se abre el mencionado **Sistema de la Piedra de San Martín-Pastages**. Solo en su ciclópea **Sala de la Verna** habitan 18 especies cavernícolas. Entre ellas podemos destacar a los gráciles cazadores, los **coleópteros carábidos** del género *Aphaenops*, con cuatro especies: *A. (Aphaenops) loubensi*, *A. (A.) ochsi cabidochei*, *A. (A.) eskualduna* y *A. (Hydrapphaenops) giraudi delicatulus*. En el mismo microhábitat otros depredadores como el **pseudoescorpión** *Neobisium gomezi* y por supuesto sus presas, como el **colémbolo** *Pseudosinella cabidochei* o el aún por describir *Bessoniella* (Figs 37.31).

Pero hay más cuevas biodiversas en los **Pirineos**, como es el caso de la **Cueva del Molino de Aso** o **de los Moros** no lejos de Sercué en Fanlo (Huesca) (Fig. 37.32). Con un desarrollo horizontal de unos 1600 m en galerías que recorren paralelas el barranco de Viandico desde cerca de su confluencia con el río Bellos (cañón de Añisclo), donde se encuentra la boca principal, hasta la parte media del barranco donde la boca superior se abre sobre el cauce. Consta de una galería meandriforme de grandes dimensiones por la que circula un arroyo. Presenta nueve especies cavernícolas: cuatro **coleópteros troglobios** de los que tres se descubrieron en esta cueva y hasta el momento es la única localidad conocida: dos leiódidos *Bellesia epanyoli*, único representante de este género reliquia del Mioceno y *Trapezodirus bolivari*; un carábido *Hydrapphaenops sobrarbensis*, y un pseláfido *Bathybythus bleyi*. Junto a ellos viven un molusco **gasterópodo** (*Iberozospeum bellesi*), un **palpígrado** (*Eukoenia hispanica*), un **araneido** (*Nesticus obcaecatus*, endemismo de esta cavidad), tres **diplópodos** (destaca el glomérico *Spelaeoglomeris hispanica*, exclusivo de esta cueva) y una especie de opilión; además de una colonia de la salamandra *Calotriton asper*. Esta información ha sido en parte reflejada por Lluís Auroux y Xavier Bellés (1974).

Figura 37.32

Cueva del Molino de Aso o de los Moros
en Sercué, cerca de Fanlo (Huesca).
Fotografía cortesía de Miguel Gil.



En la **Cordillera Costero-catalana**, en el sector septentrional cabe mencionar el **Macizo Garraf-Ordal**, con cavidades de pequeño tamaño, que acogen diez especies troglobias en grupos como pseudoescorpiones, isópodos, quilópodos, dipluros y coleópteros. Pero es más al sur donde algunas cavidades sobresalen por su diversidad, como en las estribaciones interiores de la **Sierra de Llaberia**, en las que se abre una cavidad modesta en su desarrollo, con apenas 130 m pero rica en fauna; es la **Cova del Janet** de Tivissa en Tarragona. La cavidad contiene una decena de especies cavernícolas conocidas casi en exclusiva aquí. Entre los troglobios hallamos los **diplópodos** *Tarracoblaniulus lagari* y *Trichoblaniulus tarraconensis*; los **pseudoescorpiones** de los géneros *Ephippiochthonius* (1 especie), *Roncus* (1); una especie de **colémbolo** del género *Pseudosinella*, además del **dipluro** del género *Campodea* (1). También destacan los **coleópteros**, considerados de alto interés bioespeleológico: *Catalanodytes bellesi*, *Duvalius berthae vilasecai*, *Iberacritus vivesi* y *Otiorhynchus gridellii*. Ángel Lagar (1958) y Joan Pallisé (2022) ya mencionaron la importancia de esta cavidad.

Siguiendo en los relieves costero-catalanes, en su sector más meridional y excavadas en las calizas mesozoicas que forman parte de las **Alineaciones Costeras**, encontramos pequeñas cavidades tan relevantes como la **Cova dels Encenalls**, l'**Avenc d'En Serenge** y l'**Ullal de Miravet**, en este último se alcanza el nivel freático del vasto y profundo acuífero del Maestrazgo.

En el tercio septentrional de uno de los suaves relieves calcáreos de las Alineaciones Costeras se abre la **Cova dels Encenalls** de Sant Mateu (Castelló) (Fig. 37.33). La angosta entrada, utilizada por un tejón que tiene allí su madriguera, da paso a una galería de techos bajos que desciende hasta los -35 m y está recubierta de espeleotemas. En su interior la temperatura se mantiene en 15 grados Celsius con una humedad próxima a la saturación. Pese a lo reducido de los hábitats visitables, viven trece especies troglobias. Por el momento se han descrito: **dipluros** (3, entre ellos el



Figura 37.33

Cova dels Encenalls en Sant Mateu (Castelló) en su primera sala cerca de la entrada. Si algo convierte esta cavidad en excepcional desde el punto de vista biológico no solamente son sus más de trece especies troglobias, sino el hecho de que éstas se hallen reunidas en apenas dos o tres centenares de metros cuadrados. Aquí se aloja una de las mayores densidades de formas cavernícolas conocidas en el mundo. Fotografía cortesía de Luís Almela Agost.



Figura 37.34

Escasas estalactitas, aunque aquí son evidentes, pero abundantes sedimentos de arenas y arcillas, rellenan el curso de aguas de l'Ullal de Miravet, Cabanes (Castelló). Sus especies, muchas acuáticas pero otras terrestres, como colémbolos arropalítidos, soportan inundaciones periódicas que llegan a salir por su estrecho pozo de entrada. Fotografía cortesía de Luís Almela Agost.



Figura 37.35

Sobre las cristalinas coladas estalagmíticas de l'Avenc d'En Serenge, Cabanes (Castelló), una finísima película de materia orgánica y agua se mezclan para soportar gran cantidad de troglbios detritívoros –colémbolos y hasta cuatro especies distintas de dipluros campodeidos–, conviviendo con microdepredadores, como los diminutos coleópteros anillinos y pseudoescorpiones, que a su vez son cazados por el ágil carábido *Ildobates neboti* o el japigido *Gollumjapyx smeagol*. Fotografía cortesía de Luís Almela Agost.

depredador de potentes pinzas *Gollumjapyx smeagol*); **pseudoescorpiones** (2), **arañas** (2, con la destacable *Speleoharpactea levantina*); **zigentomas** (1); **coleópteros carábidos** (4, con dos anillinos, un platinino y el excepcional zuphiini *Ildobates neboti*); **palpígrados** (1); además de **isópodos oniscoideos**, colémbolos y ácaros aún por describir, tal y como relata el trabajo de Jesús Almela y colaboradores (2020).

Ya en el extremo meridional de la Cordillera Costero-catalana, en los últimos relieves de las Alineaciones Costeras, se abre un conjunto de cavidades verticales cerca de la población de Cabanes (Castelló), con profundidades que no sobrepasan los doscientos metros, pero sin alcanzar el nivel freático, a excepción de l'Ullal de Miravet (Figs 20.3, 37.34). Su pequeña boca comunica, tras descender una estrecha grieta de diez metros, con un angosto río subterráneo que se puede recorrer en época de estiaje. Sus aguas forman parte del límite meridional del acuífero profundo del Maestrazgo y son el hábitat de una plétora de especies estigobias, desde diminutos **tardígrados** hasta **crustáceos decápodos** como *Typhlatya miravetensis* o los **isópodos** cirolánidos *Typhlocirolana troglobia* y *Kensleylana briani*, como nos relata Salvador Herrando (2005). Además, estas aguas albergan diminutos crustáceos copépodos aún por estudiar, o incluso fauna del neuston de la superficie de las aguas como el colémbolo arropalítico *Pygmarrhopalites miravetensis* conocido únicamente de esta cavidad.

Muy cerca de l'Ullal, en las simas situadas a mayor elevación se abre el emblemático **Avenc d'En Serenge**, una de las cuevas biodiversas más importantes de la península. Accedemos a su interior tras descender un pozo de nueve metros en cuya base nos hallamos en una fractura, amplia en algunos tramos, de unos 200 m de desarrollo y en buena parte recubierta de espeleotemas (Fig. 37.35). En el Serenge habitan doce especies troglobias descritas por el momento: **dipluros** (4 especies como el campodeido *Paratachycampa hispanica* o el japígrado *Gollumjapyx smeagol*), dos remarcables pseudoescorpiones (dos reliquias de gran interés, *Troglobisium racovitzae* y *Arcanobisium comasi*, este último exclusivo de la cavidad y único representante de una subfamilia), colémbolos (2) y **coleópteros** (5 entre las que se halla *Ildobates neboti*, hallado por primera vez en esta cavidad).

Habremos de desplazarnos al interior del **Sistema ibérico** en su rama aragonesa para localizar la cueva de la **Cija** de Fortanete en Teruel, situada a 1600 metros de altitud. Su entrada casi vertical accede a una rampa en pendiente que profundiza hasta los -117 m con un recorrido de más de un kilómetro. La zona profunda posee una temperatura que apenas supera los 8 grados Celsius (Fig. 37.36). Allí hallamos ocho especies troglobias. De ellas cuatro son **colémbolos**: *Oncopodura fadriquei*, *Pseudosinella encrusae* y dos especies del género *Pygmarrhopalites*. Conviven con otro detritívoro, el **dipluro** *Campodea maestrazgoensis*. Sobre ellos depredan **arañas** del género *Palliduphantes*, y además dos interesantes reliquias geográficas, como son el **coleóptero carábido** *Paraphaenops fadriquei* y el excepcional **opilión** *Turonychus fadriquei*; así lo apuntan Vicente Ortuño y colaboradores (2017) y Shahan Derkarabetian y colaboradores (2021).

Proseguiremos nuestro recorrido por las cuevas con alta diversidad, esta vez en las **Béticas**, comenzando por el promontorio balear. Destacamos las **Coves del Drac** de Manacor en Mallorca (Fig. 37.37). Coves del Drac representa una tipología de cavidad desarrollada en la plataforma costera miocena de Migjorn, donde la corrosión marina y

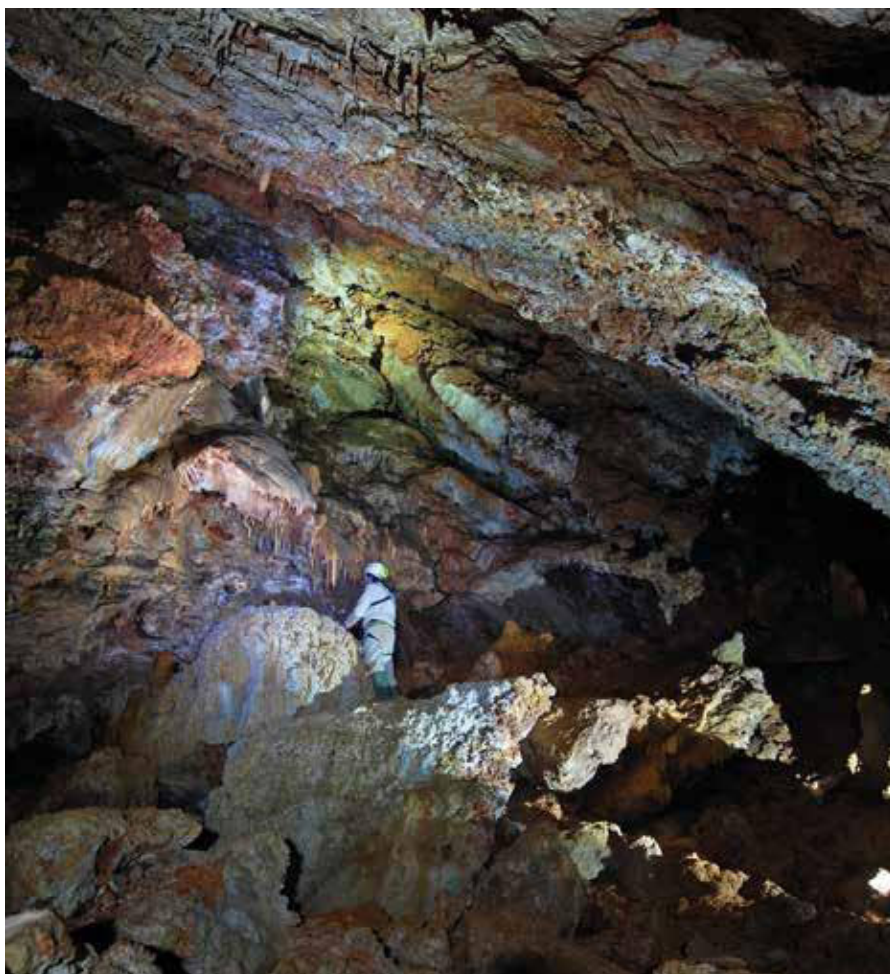


Figura 37.36

Sala Rosa en la cavidad de la Cija de Fortanete, Teruel. Supone una de las cavidades con mayor diversidad del interior peninsular; situada en la región del Maestrazgo del Sistema ibérico. Hasta hace pocos años apenas conocíamos la vida que la habita, pero gracias a los integrantes de la Associació Catalana de Bioespeleologia (BIOSP), en especial a su miembro Floren Fadrique, se ha evidenciado una cavidad pleotórica de una muy interesante fauna. Fotografía cortesía de Josep Pastor.

los vaivenes de las mareas han facilitado la excavación de amplias salas, así como esplendorosos lagos. Cuenta con tres especies estigobias y tres troglobias, pero su gran interés radica en un icono histórico de la bioespeleología, el isópodo *Typhlocirolana moraguesi* cuyo descubrimiento aquí supuso el inicio de esta ciencia. Además, ésta es la localidad donde se han descrito o citado otras cinco especies cavernícolas: dos de los géneros *Metacrangonyx* y *Bogidiella* entre los anfípodos y que comparten con *T. moraguesi* el agua de los lagos. Ya en terreno firme viven el depredador palpígrado *Eukoenenia draco*, el isópodo detritívoro *Anaphiloscia simoni*, y una especie de hemíptero cíxido, un radícolá especializado.

Junto a Mallorca, en los límites del Parque Nacional marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera, una biodiversidad particular nos sorprenderá en media docena de pequeñas cavidades de carácter anquihalino, abiertas en el conjunto de islotes pertenecientes al archipiélago balear de Cabrera Gran e illes des Conillas, como detallan Ángel Ginés (2020). Sus aguas subterráneas reúnen 20 especies acuáticas con caracteres troglobiomorfos, de las que diez son consideradas



Figura 37.37

Uno de los esplendorosos lagos conectados con el mar donde nos sorprenderán sus abultados espeleotemas subacuáticos. Estamos en las Coves del Drac, una de las grandes cavidades anquihalinas de la isla de Mallorca con un recorrido de 7,6 km. Pero no es lo único que nos impresiona, ya que su historia geológica es larga, además de suponer una cavidad de interés biológico. Fotografía cortesía de Antonio Cirer Garcias.

talasoestigobias habituales en la haloclina. En conjunto incluyen seis copépodos, cinco anfibios, cuatro isópodos como *Typhlocirolana moraguesi* y *Metacirolana ponsi*, un misidáceo (*Burrimysis palmeri*), dos termosbaenaceos y dos decápodos.

Pero volvamos a las **Béticas de la Península**. Allí, en el extremo oriental del Prebético y entre calizas mesozoicas se abre la Cova del Somo de Castell de Castells en Alacant. Su zona de entrada y penumbra comienza por una rampa pronunciada que se prolonga hasta alcanzar los -77 m, con superficies tapizadas por espeleotemas en las coladas húmedas de los suelos y un total de 1300 m de recorrido algo laberíntico. Esta cavidad alicantina reúne doce especies troglobias: **pseudoescorpiones** (*Roncus boneti tarbenaë*), **araneidos** (3, como *Dysdera espanoli*), **isópodos oniscoides** (2, como *Eleoniscus helenaë*), **colémbolos** (1), **dipluros** (2, como *Plusiocampa lucenti*), **coleópteros leiódidos** (*Anillochlamys bueni*), **carábidos** (*Trechus alicantinus*) y **curculiónidos** (2, como *Somodytes escolai*).

En el mismo **Prebético**, ya en las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas, despunta entre el conjunto de cavidades el **Complejo del Arroyo de la Rambla o PB4** en Peal de Becerro (Jaén). Está formado por varias bocas que dan paso a un

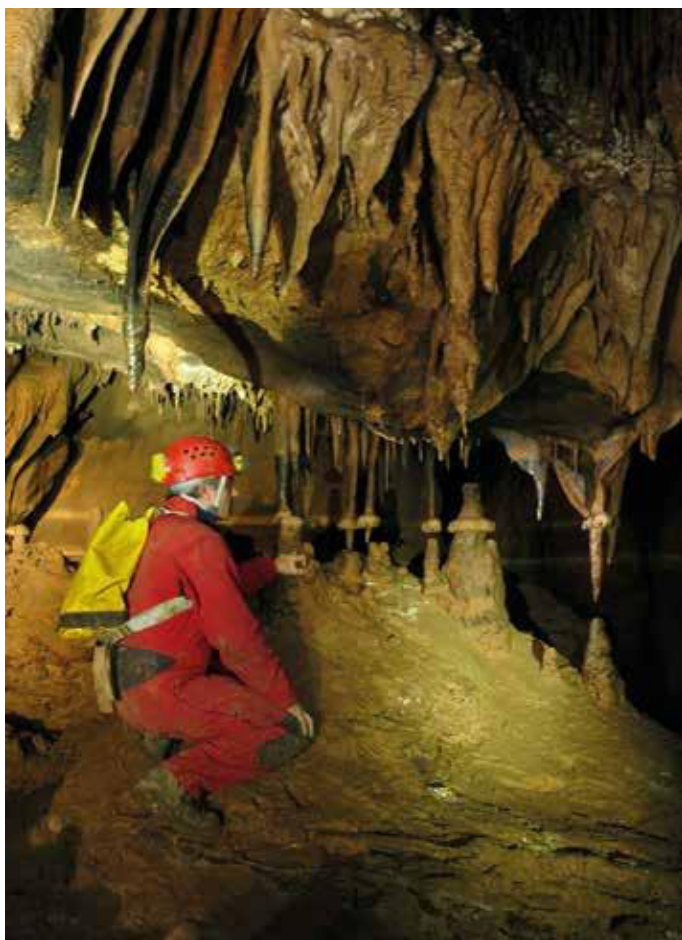


Figura 37.38

Sima PB4, una de la cavidades que forman parte del Complejo del Arroyo de la Rambla (PB4) en el Peal de Becerro de Sierra de Cazorla (Jaén). Aquí contemplamos la Sala de los Niveles repleta de formaciones que delatan el nivel de inundación que ha tenido esta cueva, una de las más biodiversas de las Béticas. Fotografía cortesía de Toni López Fernández.

entramado de galerías, parcialmente inundadas, con un total de 8,6 km explorados. Se han hallado diez especies. Destacan el **coleóptero carábido** *Tinautius troglophilus*, el **pseudoescorpión** *Neobisium perezruizi* y un **coleóptero curculiónido** pendiente de descripción del género *Otiorbynchus*; como mencionan Toni Pérez-Fernández y Antonio Pérez-Ruiz, 2013.

Ahora en el Subbético sobresale la **Cueva de la Pileta** (Benaoján, Málaga), que alberga 13 especies troglóbias. Algunas son: el **diplópodo** *Glomeris albida*, el género monoespecífico de isópodo terrestre *Baeticoniscus*, además de otras especies de **isópodos** como *Iberoniscus breuli*, y el **coleóptero carábido** *Laemostenus ledereri*; como mencionan Toni Pérez-Fernández y colaboradores (2013). Es una de las cavidades más importantes de Andalucía, que podría llegar a catalogarse como una de las más biodiversas si se hicieran muestreos con cierta intensidad.

Subrayemos también la **Cueva del Agua de Iznalloz** (Granada), ubicada en la ladera sureste del pico Cabezo del Asno en Sierra Harana. Es una cueva con una cierta historia, ya que fue visitada a comienzos del siglo XX por el prehistoriador francés Henri Breuil. Décadas más tarde, en 1969, fue abierta al turismo. A partir de 1991 y durante unos diez años se utilizó como laboratorio subterráneo, para estudiar su geología, condiciones abióticas y bióticas. La cavidad muestra un desarrollo laminar en pendiente, llegando hasta los -180 m. Contiene espeleotemas muy variados, con excéntricas, gours



Figura 37.39

El Sistema Hundidero-Gato está atravesado por el río Guadiaro, que penetra por la entrada de Hundidero en Montejaque para reaparecer en la de Gato en Benaoján, tras recorrer 5 km bajo tierra. En periodos lluviosos el agua puede convertir la exploración en un imposible.

Aquí podemos contemplar la Sala de la Gran Estalagmita con su exuberante espeleotema. Pero la cavidad tiene además una importancia especial por su fauna, cuyo estudio se remonta a los albores de la biospeleología cuando el entomólogo alemán Lucas Fiedrich Heyden en su recorrido por la "península pirenaica" llega en mayo de 1865 a Benaoján e intenta acceder a Hundidero Gato. Remontará el río entrando por Gato, nadará a contracorriente, pero sin éxito; y solo en los primeros metros de las orillas logrará recolectar algunos ejemplares.

Fotografía cortesía de Víctor Ferrer Rico.

y estalagmitas de gran desarrollo especialmente en la Cámara de los Endriagos, que muestra un curioso aspecto fantasmal. Conocemos cinco especies troglóbias de las cuales reseñaremos al **pseudoescorpión** *Neobisium pucedentatum* y al **diplópodo** *Origmatogona tinauti*.

El Sistema Hundidero-Gato (Fig. 37.39) está situado en la Sierra de Libar, entre los términos municipales de Montejaque y Benaoján (Málaga), y es otra de las cuevas reseñables. La cavidad tiene un desarrollo aproximado de 10,6 km con tres niveles de karstificación, siendo el segundo el de mayor desarrollo, y estando el inferior inundado la mayor parte del año. Grandes salas, cascadas y algunos lagos residuales colgados decoran sus galerías, aunque los espeleotemas son escasos, pero bellos. La cavidad cuenta por el momento con diez especies cavernícolas conocidas que incluyen no solo troglóbios, también estigobios. Destacan el isópodo asélido *Proasellus beticus*, el araneido *Dysdera bicornis* o el colémbolo *Entomobrya virginiae*.

En el **Penibético**, excavada en las estribaciones meridionales de la Sierra de la Almirara y ubicada en el **Parque Natural de las Sierras de Tejeda-Almirara-Alhama**, en el interior de calizas marmóreas se abre la **Cueva de Nerja** (Málaga). Sus bellas salas y galerías, revestidas de esculturales espeleotemas, recorren 4,8 km divididos en tres grandes zonas: las galerías bajas o turísticas, las galerías altas y las galerías nuevas, descubiertas en los años 1969-70. Para la fauna de esta cavidad se desarrollaron dos proyectos de investigación, que han permitido recoger un total de 46 especies, como nos detallan Patricia Castillo Martínez y colaboradores (2022). Entre las más destacables, cabe mencionar a *Petaloptila malacitana*, **ortóptero** endémico de diversas cavidades malagueñas; el **dipluro** *Plusiocampa baetica* y el **pseudoescorpión** *Chthonius nerjaensis* ambos exclusivos de esta cueva; y el **coleóptero** *Platyderus speleus*



que fue el primer insecto endémico descrito de la cavidad, aunque ha sido encontrado en otros ambientes subterráneos del sur peninsular.

Elevándose cerca de la costa, la **Sierra de Gádor** constituye uno de los relieves almerienses más significativos y es el afloramiento de materiales carbonatados dolomíticos más extenso de la provincia. Destacan las cuevas del **Simarrón-II** y de la **Corraliza** (Fig. 37.41). La mayor parte de las cuevas se ha originado por diaclasas de diferente magnitud y grado de disolución que se rellenan con grandes bloques, aunque en ocasiones permiten el acceso a grandes salas. Se han prospectado 70 cavidades que albergan 141 especies, de las cuales 21 son troglobias. Entre los arácnidos hay tres especies de palpígrados del género *Eukoeneia*; cuatro especies de pseudoescorpiones como *Paraliobthonius barrancoi*, único representante del género en la península, y dos especies de arañas de las hemos de mencionar a *Nesticus murgi* debido a su acusado troglomorfismo. Como representante exclusivo está el diplópodo *Thalassisobates almeriensis*. En los hexápodos ápteros destacan el colémbolo *Yosiipborura berlingeri*, el dipluro *Plusiocampa gadorensis* y un tisanuro *Coletinia vergitana*. Dos coleopteros son quizás sus iconos más notables, los carábidos *Tinautius exilis* y *Dalyat mirabilis*, este último constituye un gran enigma biogeográfico, como mencionan Jaime G. Mayoral y colaboradores (2022) y Alberto Tinaut y Pablo Barranco (2006). La presencia de algunos de estos troglobios ha propiciado la protección particular de algunas cavidades.

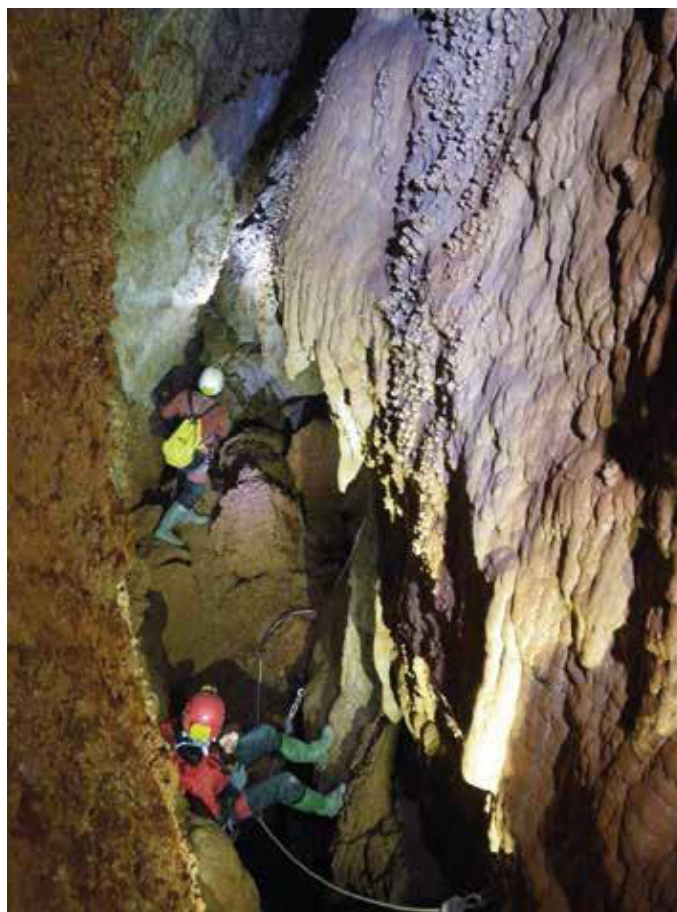
Otro de los enclaves biodiversos es el **Karst en Yesos de Sorbas** (Almería), reseñable por los materiales yesíferos del **Messiniense**, e intensamente karstificado, donde se hallan excavadas numerosas cavidades ubicadas en un afloramiento de apenas 12 kilómetros cuadrados y con una potencia máxima de 120 m, como evidenciaron Pablo Barranco y colaboradores (2004). Se han prospectado la mayoría de

Figura 37.40

La Cueva de Nerja en Málaga es una de las cavidades turísticas de mayor atractivo en la Península en especial por sus gigantescos espeleotemas, como la columna existente en una de las salas de unos 30 metros de altura y un volumen de 3000 metros cúbicos, conocida como del Cataclismo. Además, la cueva alberga una rica fauna con media docena de formas troglobias. Fotografía cortesía de Mariano Ibáñez Heredia.

Figura 37.41

Cueva de la Corraliza, situada en la vertiente norte de la Sierra de Gádor en Almería. A pesar de sus 143 m de desarrollo accesibles y -46 m de desnivel, aloja una treintena de especies de artrópodos entre los que se encuentran siete troglobios exclusivos de este macizo kárstico, destacando el carábido *Tinatius exilis*, los pseudoescorpiones *Chthnius mayoralis* y *Neobisium piquerae* y es la única localidad conocida del palpígrado *Eukoenenia indalica*. También se han localizado un cixídido (cigarra) ciego inmaduro y un pseláfido pendiente de descripción. Fotografía cortesía de Laura Sanna.



cavidades de gran desarrollo, como el sistema de la Cueva del Agua. Como resultado de ello hay citadas 109 especies, de las cuales cinco son troglobias: el pseudoescorpión *Chthonius ruizporterae*, dos arañas *Palliduphantes cortesi* y *Palliduphantes gypsi*, el tisanuro *Coletinia calaforrae* y un crustáceo dulceacuícola *Pseudoniphargus sorbasiensis*; además de dos nuevos troglobios en proceso de descripción.

Por último, hemos de mencionar una cavidad en la Orla del Algarve portugués, la Gruta do Vale Telheiro en Loulé. Es una pequeña cavidad con cerca de 200 m de recorrido laberíntico que atraviesa pequeñas salas con espeleotemas, cubiertas por arcillas en las galerías más profundas. Cuenta con una veintena de troglobios, destacando sin duda dos invertebrados de tamaño excepcional, el **zigentoma** *Squamatina algharbica* y el **pseudoescorpión** de grandes dimensiones *Titanobothriquia magna*; además del abundante **coleóptero anemadino** *Speonemadus algarvensis*, descrito también de esta cavidad.

La diversidad en troglobios y estigobios encontradas en estas cuevas y enclaves kársticos es comparable a la que se conoce en otras regiones del mundo, bastará cotejarlas con aquellas que vimos en el capítulo dos. En definitiva, este elenco de cavidades representa puntos calientes de biodiversidad ibero-balear con numerosas especies endémicas. Pero no son las únicas, pues a buen seguro otras serán descubiertas en el futuro.

Quizás nos estemos preguntando ¿De dónde procede esta fauna cavernícola asentada en la Iberia y las Baleares? Para hablar del origen de la misma y conocer la colonización de sus cuevas debemos entender la historia de sus tierras. Conozcamos la paleogeografía que caracteriza estos territorios y que permitió el asentamiento de su fauna.

Origen y colonización de las cuevas

Al hablar de cambios en la naturaleza nos viene como anillo al dedo la frase del filósofo Heráclito de Éfeso «*todo cambia, nada es permanente*». Esta frase se utiliza para reflejar las constantes transformaciones en la vida o en los procesos geológicos de la Tierra. Sin embargo, la sentencia de Heráclito no es aplicable a la historia de la fauna cavernícola en la península ibérica e Illes Balears. Una parte de los linajes de los grupos zoológicos son ancestrales, tan antiguos como la propia historia geológica desde el comienzo del último gran eón, el **Fanerozoico**. Por lo tanto, respecto a la fauna de las cuevas puede ser más adecuado hablar de constancia que de cambio. Para conocer esta reposada historia reflejemos los escenarios geológicos y climáticos acaecidos, donde la fauna emprenderá una interesante colonización, diversificación y extinción. Vayamos pues al principio de los tiempos, algo que ya hicimos en el prefacio.

Érase una vez la Tierra. Tan solo algunos millones de años tras su origen se formó la primera corteza terrestre. Desde entonces, esta delgadísima capa sólida –apenas tres milésimas del diámetro de la esfera terrestre– no ha dejado de resquebrajarse y moverse, desapareciendo en algunos lugares para formarse de nuevo en otros. Un movimiento cuyo mecanismo tiene su explicación en las corrientes de convección de la parte superior del manto.

El manto, la mayor de las capas del globo terráqueo, está constituido por rocas algo plásticas y sometidas hacia el interior a altas temperaturas y presiones. Esta plasticidad las hace ascender y salir al exterior muy lentamente como magma semisólido a través de enormes fracturas en la corteza conocidas como dorsales. Se forma así nueva corteza acompañada de una pequeña porción del manto superior (litosfera en conjunto). Esta litosfera acaba descendiendo de nuevo al manto en las zonas de subducción, donde se hunde arrastrada por su propio peso o bien queda formando parte de las masas continentales. El motor de este movimiento parece tener un mecanismo sencillo, cuyo símil observamos cuando calentamos un líquido en un cazo: un burbujeo más o menos intenso producido por las corrientes circulares (convección) del líquido al calentarse en la base del recipiente y ascender, para luego descender al enfriarse en el momento que llega a la superficie.

Las piezas de la corteza, delimitadas por las dorsales y zonas de subducción, se mueven y flotan en el manto más viscoso. Los geólogos las conocen como placas tectónicas. Hoy en día hay siete muy grandes: africana, antártica, australiana, euroasiática, norteamericana, pacífica y sudamericana, pero también muchas más si contamos otras placas más pequeñas llamadas microplacas.

Al escenario presentado quedan por añadir los continentes. Forman parte de la corteza más engrosada, la corteza continental, surgida al consolidarse los minerales rocosos venidos del manto (ígneos o magmáticos), a los que se añade el resultante de la erosión y sedimentación de rocas ya existentes (sedimentarias). Pues bien, estos

continentes forman parte de algunas de las placas y también se mueven con ellas. A esta Tierra que describimos todavía le falta otro elemento fundamental, el agua. No tardó en aparecer y desde entonces cubre las tres cuartas partes de la superficie del globo, formando los océanos que rodean los continentes.

Ya tenemos el escenario geológico listo: una corteza fragmentada en placas con continentes a su lomo rodeados de agua. Al surgir nueva corteza, su movimiento y subducción desplaza a las placas y con ellas a los continentes que, como si fueran las piezas de un puzzle manejado por un infante caprichoso, se juntan y separan. Tanto es así, que no en pocas ocasiones, los continentes han estado reunidos en un gran supercontinente, aunque con más frecuencia se hallan dispersos. El penúltimo de estos supercontinentes aconteció hace 1100 millones de años (Ma) y se le conoce como **Rodinia**. En aquellas épocas remotas, la Iberia era una parte modesta de su amplia plataforma continental (borde sumergido del continente de hasta los 200 m de profundidad) bañada por el gigantesco océano **Pantalasa** *pan*, ‘todos’; *talasa*, ‘mares’. Pero Rodinia no duró mucho, hace 800 Ma ya estaba rompiéndose y dispersándose en distintos continentes. Eran tiempos difíciles, diversas glaciaciones cubrían las tierras emergidas. A medida que avanzó la fragmentación de Rodinia, el clima se suavizó favorecido por nuevas corrientes oceánicas circulando entre los continentes, lo que permitió un aumento de la biodiversidad. Pero ¿ya había vida en la Tierra por aquel entonces? Volvamos al comienzo de la historia del Planeta para hablar de la vida y así conocer qué aconteció con el puzzle de Rodinia. En el prefacio hay un esquema de la historia geológica y biológica. Quizá conviene que le echemos un vistazo.

Tras originarse la Tierra no tardaría mucho en aparecer la vida, hace casi 4000 millones de años. Sucedió recién estrenado el **Arcaico**, el segundo eón de los cuatro en los que dividimos la historia de este planeta. Sin duda, los primeros organismos aparecieron en el agua de mares y océanos que rodeaban los continentes, o bien en las dorsales, que en los océanos formaban la corteza. Desde las aguas marinas, la vida se extendería con rapidez hacia los intersticios del subsuelo en las rocas ígneas, las primeras en formarse, y más tarde en las sedimentarias. A partir de entonces no ha dejado de haber vida subterránea y quizá es aquí donde muchas veces se encontró el refugio necesario frente a un exterior hostil. Durante buena parte de la existencia de la Tierra, a lo largo de tres mil millones de años, hubo una vida exclusivamente unicelular. Los organismos pluricelulares aparecieron mucho más tarde.

Hace unos 600 Ma, cuando Rodinia ya estaba fragmentada, surgieron los primeros animales en los mares y océanos ocupando seguramente las cuevas costeras. Fue una vida marina que con exuberancia floreció durante la llamada **Explosión del Cámbrico**. Aparecieron animales segmentados, unos con esqueletos minerales externos, otros con patas articuladas, quelíceros o mandíbulas; incluso diminutas criaturas con un eje esquelético interno, los cordados de los que venimos. Con todos ellos dio comienzo el último eón, en el que nos hallamos inmersos: el Fanerozoico. Por cierto, los humanos hemos tenido la originalidad de provocar, al final del Fanerozoico, una nueva **época geológica**, acuñadándola **Antropoceno**, para dejar clara nuestra “peculiar” influencia sobre este planeta.

A comienzos del **Fanerozoico** algunas regiones ibéricas emergidas estaban presentes en un lateral del fragmento de Rodinia, en el gran continente **Gondwana** (una gran masa de tierra emergida integrada por territorios de los actuales continentes de África, Antártida, América del Sur, Australia, además de placas como Arabia, India y un poco de Europa, incluida la Iberia). Sin embargo, pese a estas vastas tierras emergidas, el oxígeno no había formado la capa de ozono y la atmósfera terrestre seguía siendo un lugar inhóspito. La colonización de las cuevas no era posible, puesto que todavía no había vida en la superficie. Tan solo los ecosistemas cavernícolas basados en bacterias y arqueas quimiolitótrofas pudieron prosperar.

Transcurridos los primeros 100 Ma desde el comienzo del Fanerozoico, se estableció el ozono en la parte superior de la atmósfera. Así se formó la capa que protege a todas las células de las radiaciones ultravioleta. Las plantas se irguieron sobre la tierra firme. Los animales las seguirían. Para ello se dotaron de nuevas estructuras, como aparatos respiratorios aéreos, y capas protectoras frente a la desecación del cuerpo, de las células reproductoras y de los delicados embriones. Desarrollaron invaginaciones del tegumento donde llevar a cabo el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, bien en forma de pulmones o bien en alargados y multiramificados tubos (tráqueas). Algunos peces adaptaron cuatro de sus extremidades para desplazarse en tierra firme, con lo que aparecieron los vertebrados tetrápodos. ¡Nuestros antepasados ya habían llegado a la orilla!

Descubramos lo que aconteció a los cavernícolas en los distintos escenarios de la Iberia a través de los siguientes cuatro subapartados, desde los primeros cavernícolas ibéricos hasta la influencia de las glaciaciones.

LOS PRIMEROS CAVERNÍCULAS IBÉRICOS

Buena parte de la **Iberia** se mantiene bajo el agua durante los comienzos del Fanerozoico, mientras los continentes resultantes de la fragmentación de Rodinia continúan separados. Será hace 400 Ma cuando el territorio ibérico emerja junto al extremo occidental de Europa. Ambos se individualizarán de **Gondwana** y formarán la conocida por los paleogeógrafos como **placa Armórica** (Fig. 37.42). El clima de estos tiempos se mantendrá sin extremos inhóspitos, permitiendo florecer una vasta biodiversidad en los ecosistemas de superficie y en los subterráneos, como ya sucedía en los grandes continentes largo tiempo atrás emergidos.

Estamos en el llamado periodo **Devónico** (419 a 359 Ma), cuando los primeros cavernícolas ibéricos se instalaron en las cuevas que podrían abrirse en estas rocas recién emergidas y en particular en sus terrenos volcánicos. Esta situación se prolongaría durante la primera orogenia (formación de montañas) importante en la Iberia, conocida como **orogenia Varisca**. Los sedimentos acumulados en el sector occidental del Cantábrico se plegaron. Surgieron así calizas paleozoicas karstificables, y en la parte central del **Macizo ibérico** afloraron rocas ígneas procedentes del manto: son los granitos presentes hoy en la meseta peninsular formando sierras como la del Guadarrama. Será precisamente en el sector asturoccidental cantábrico, en las primeras cuevas kársticas, donde se pudieron instalar estos primeros cavernícolas ibéricos de tierra firme; mientras que la vida en las cuevas anquihalinas costeras estaba ya garantizada desde decenas de millones de años atrás.

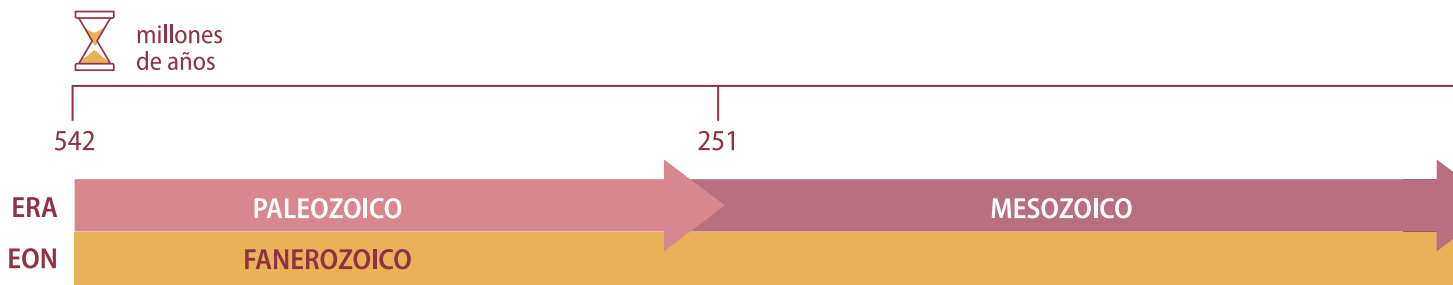


Figura 37.42

Escenario geográfico de la Iberia, de sus tierras y mares limítrofes hace 375 Ma (la imagen es una reconstrucción del periodo Devónico). La península ibérica, o mejor dicho la parte afectada por la orogenia Varisca, se halla independizada junto al extremo de Europa occidental formando la placa Armórica. Al norte Laurasia o placa euroamerica; al sur la gran Gondwana. La colonización de la tierra firme en la Iberia ya fue posible en estos tiempos remotos. Mapa bajo licencia de Colorado Plateau Geosystems Inc copyright.



Figura 37.43

Hace 175 Ma, a mitad del Mesozoico, (la imagen es una reconstrucción del periodo Jurásico) la Iberia estaba separada del resto de los continentes. Se mantuvo estable, con una biodiversidad floreciente que ya ocuparía las cuevas. Por su parte, el Mar de Tetis que se formó durante la Pangea se abre al incipiente Atlántico que poco a poco separa las costas ibéricas de las americanas. Al norte, la Iberia se aísla del resto de Europa a lo largo del que ahora se conoce como golfo de Bizkaia. Mapa bajo licencia de Colorado Plateau Geosystems Inc copyright.

HABITANTES DE LA OSCURIDAD
[FAUNA IBERO-BALEAR B LAS CUEVAS]

CENOZOICO



Figura 37.44

La Iberia del Oligoceno hace 25 Ma (representado en esta imagen) se había incrementado enormemente, formándose los Pirineos. Además, durante este periodo Asia quedará conectada con Europa y sus faunas colonizarán e incluso invadirán las cuevas ibéricas. El noreste de la Península, que constituye un macizo fragmentado a partir de la gran falla conocida como Surco de Valencia, se despegará en microplacas (Córcega, Cerdeña, las Baleares y la Kabiliyas argelinas). El macizo de Alborán empujado por la placa africana terminará por unirse a la Iberia formando las Béticas. Mapa bajo licencia de Colorado Plateau Geosystems Inc copyright.



Figura 37.45

Hace algo más de 6 Ma, el Mediterráneo se secó tras el cierre de comunicación con el océano Atlántico al formarse el Arco de Gibraltar resultante de la microplaca de Alborán que conectó las cordilleras Bética y Rifeña. Las aportaciones fluviales a la cuenca no debieron ser suficientes, el clima tampoco acompañó, ocasionando la evaporación de las aguas y convirtiendo el Mediterráneo en un depósito de sal. La comunicación entre las faunas terrestres se facilitó, y las acuáticas sufrirían un duro revés. Mapa bajo licencia de Colorado Plateau Geosystems Inc copyright.

Es difícil cifrar qué grupos zoológicos de tan primitivo origen pudieron colonizar las cuevas de la Iberia, pero sin duda debieron ser diversos **anélidos poliquetos** o **artrópodos: copépodos, ostrácodos o malacostráceos** como las **batinelas** o los **termosbaenaceos**. Los hexápodos basales como **colémbolos** y **dipluros** podrían haberse instalado junto a algunos **arácnidos** e **isópodos oniscídeos**. Algunos de los representantes de las familias de estos grupos encontrarán ya acomodo en las cuevas.

UNIFICACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LA FAUNA EN LA PANGEA

Antes de finalizar la gran era del **Paleozoico**, hace 300 Ma, los continentes vuelven a unirse y con ellos las tierras de la pequeña placa que contiene la Iberia. Se forma así el último y más popular supercontinente, cuyo nombre está a la altura de sus dimensiones: **Pangea** del griego *pan*, 'todo' y *gea*, 'suelo o tierra'. Una Pangea rodeada del mítico océano Pantalasa. La Iberia quedó encajada en este supercontinente. A un lado de Pangea las aguas se adentrarían en el continente formando el antiguo **Mar de Tetis**, que en el futuro acabaría cerrándose para convertirse en el Mediterráneo y que también tenía su extremo occidental en la Iberia (Fig. 37.43).

Este término del Paleozoico estará marcado por una gran **extinción**, la mayor desaparición de fauna marina conocida. En tierra firme los continentes unidos en la Pangea facilitarán la interconexión y unificación de sus faunas terrestres. Gracias a ello muchos grupos zoológicos de hoy día han alcanzado una amplia distribución en los actuales continentes. Entre los representantes en el mundo de las cuevas hay ejemplos de linajes que comparten esta distribución holística, si exceptuamos la actual gélida Antártida. Pero la posibilidad de uniformidad faunística duró poco, al menos en la superficie.

La fragmentación de la Pangea comenzó a principios de la segunda de las tres eras del Fanerozoico, el **Mesozoico**. La Iberia empieza a independizarse, pero esta vez por su cuenta. Lo hace gracias a dos grandes fallas (fracturas con desplazamiento en vertical): una al norte a lo largo del actual golfo de Bizkaia y otra al sur, que parte desde Gibraltar. Iberia se mantiene bastante estable durante esta fragmentación, sirviendo incluso de puente terrestre entre las dos placas principales de la Pangea: **Laurasia** en el hemisferio norte y **Gondwana** en el hemisferio sur.

La Iberia comienza el Mesozoico plétórica de vida. Ya hay insectos de metamorfosis completa y dominan las plantas con flor, en un principio las **gimnospermas**. Pero será al final de esta era cuando las más lustrosas flores de las **angiospermas** prosperen en coevolución con los insectos, incrementando si cabe la biodiversidad. Casi todos los grupos zoológicos están ya definidos.

A lo largo de este Mesozoico la Iberia apenas se movió de su posición en la esfera terrestre, pero sí que se desplazó con un lento movimiento de rotación en dirección contraria a las agujas de un reloj. Por otra parte, la placa norteamericana se alejó poco a poco de la Iberia, permitiendo así la aparición del océano **Atlántico**. El Tetis comenzó a abrirse entre la Iberia y África para acabar comunicando con un Atlántico incipiente. También sería posible la unión entre el este de la Iberia y el **Cantábrico**. Al sureste de esta Iberia, aún aislada, vemos la microplaca de **Alborán** que más tarde jugará un papel importante en la formación de las **Béticas**.

Durante el Mesozoico, la Iberia será una de las pocas tierras europeas emergidas, lo que ha permitido que aún perdure una fauna ancestral, tanto terrestre como acuática. La popularidad de esta era geológica viene marcada por los dinosaurios que ocupaban las cúspides de las pirámides tróficas en tierra, mientras que otros vertebrados, los plesiosaurios, reinaban en el mar. Aunque ninguno de ellos se salvó del impacto de un gran meteorito frente a la península del Yucatán. Sin embargo, esta gran extinción a finales del Mesozoico, hace 66 Ma, no afectó a linajes que perduran entre la fauna cavernícola ibero-balear. En la actualidad algunas cuevas del territorio están habitadas por reliquias arcaicas, herederas de grupos que pululaban en aquellos tiempos remotos; son elementos faunísticos que algunos autores han calificado de fósiles vivientes.

Muchos de estos cavernícolas ancestrales del Mesozoico tienen una distribución en ambos lados del Atlántico o en diversos continentes de la Pangea; mencionaremos un elenco representativo que nos ayudará a comprender el porqué de este reparto en territorios tan distantes (veamos ejemplos a continuación o recurramos a los iconos bioespeleológicos de la segunda parte del libro).

Si buscamos entre las **batinelas** hallaremos reliquias en la tribu Iberobathynellini, que está compuesta por seis géneros y 33 especies con distribución anfiatlántica –Europa, Norte de África y América del Norte– (Ana Isabel Camacho y colaboradores, 2021). Los resultados de recientes estudios moleculares apuntan a una posible separación y divergencia tempranas de la tribu –Cretácico superior, alrededor de 78 Ma– y al aislamiento producido por la separación de las placas tectónicas como el principal factor para explicar esta distribución a ambos lados del Atlántico. Otro buen ejemplo lo representa el isópodo oniscídeo *Cantabroniscus primitivus*, endémico de una reducida área en la Cordillera Cantábrica, el cual se considera estrechamente relacionado con el género *Typhlotricholigioides*, de México, como ya apuntó Albert Vandel (1965) quien sugirió que su distribución actual pudo resultar de la disgregación de Laurasia.

Donde las reliquias tienen una mayor presencia es en los **coleópteros**, aunque solo mostraremos dos especies como ejemplo. El primero es *Iberotrechodes spinosus*, del **Sistema del Gándara** en Cantabria, cuyo estudio filogenético, morfológico y molecular, realizado por Arnaud Faille y colaboradores (2021), sitúa a esta especie como hermana de los *Trechodes* –de África, Madagascar, sur de Asia, y Australia– y los *Esporades* –de Nueva Caledonia– y concluye que existió una separación y divergencia datadas hace unos 158 Ma; por lo tanto, el ancestro que dio origen a todo el grupo *Iberotrechodes-Trechodes-Esporades* debía estar ampliamente distribuido por la primitiva Gondwana. El segundo es *Dalyat mirabilis* de cavidades almerienses, que se separó de *Promecognathus* –de Norteamérica– hace unos 140-145 Ma, según contaron Ignacio Ribera y colaboradores (2005).

Las similitudes morfológicas y moleculares permiten confirmar, con un alto grado de veracidad, que hay relación entre los distintos grupos zoológicos, como vimos en el capítulo dos. Una buena forma para viajar al pasado, en palabras de Javier Fresneda (2023), es estudiar los ácidos nucleicos y su secuenciación u orden en los nucleótidos, a modo de **máquina del tiempo**, para descubrir cuándo determinados grupos zoológicos se separaron.

LA LLEGADA DE NUEVOS COLONIZADORES

La entrada en la última era del Fanerozoico, el **Cenozoico**, cambiará completamente el panorama geológico ibero-balear. A lo largo del Mesozoico y distribuidas por la aislada Iberia, una serie de cuencas de sedimentación se habían rellenado con diversos materiales resultantes de la erosión. Se formaron así areniscas, yesos, calizas o dolomías, siendo estas tres últimas karstificables y, por tanto, posibilitándose la formación sucesiva de miles y miles de cuevas en consecutivos afloramientos (Fig. 37.44).

Durante el Mesozoico y posteriormente a lo largo del Cenozoico, los movimientos de la Iberia y sobre todo de la placa africana empujarán a la microplaca de **Alborán**, aplastando los sedimentos acumulados en las cuencas. Se levantarán montañas al norte, las que forman parte del sector oriental de la **Cordillera Cantábrica** que van desde los **Picos de Europa** y a lo largo de los **Montes Vascos** y continúan en los **Pirineos**. Al este, se elevará la **Cordillera Costero-catalana** y en el interior, el **Sistema ibérico**. Casi al mismo tiempo y al sur, se plegarán en sucesivas etapas las **Béticas**, prolongadas hacia el este en el **Promontorio Balear**. Para finalizar con la formación de montañas, en el extremo occidental y suroccidental de la Iberia surgirán las **orlas mesozoicas lusitánicas**. Este conjunto de relieves forma parte de la llamada orogenia Alpina, que afectó a toda Europa y Asia y que dio lugar a los Alpes, al Cáucaso y algo más tardíamente al Himalaya. El Cenozoico no fue solo una era geológica de orogenias; también se establecieron amplias cuencas de sedimentación, las del Ebro, Duero, Tajo y Guadalquivir, pero con escaso interés para la génesis de cuevas. Aunque hay importantes excepciones, como sucede, a modo de sendos ejemplos, en los materiales yesíferos del **karst de Sorbas** (Almería) o en los conglomerados de materiales detríticos cementados con carbonatos de **Sant Llorenç del Munt-Serra de l'Obac** (Barcelona).

Será sobre materiales mesozoicos pirenaicos, cántabro-vascos o béticos, entre otros, donde se sucedan procesos de karstificación cada vez que carbonatos y yesos afloren en superficie. Todo ello gracias a la disolución de las masas rocosas, favorecida por el clima del Cenozoico que se mantuvo de tropical a cálido. Ello aseguró, durante decenas de millones de años, unas buenas condiciones para que la karstificación siguiera formando cuevas a medida que otras iban colapsando o colmatándose y generando **paleokarst**. Todo parece indicar que la entrada de energía a las cuevas se mantuvo estable y éstas pudieron sostener ecosistemas con fauna cavernícola.

La Iberia de comienzos del Cenozoico poseía una mayor extensión, en particular al noreste, en un conjunto de tierras emergidas conocidas como **macizo Protoligúrico**. Basándose en anomalías magnéticas previamente publicadas, Antonio Schettino y Eugenio Turco (2006) nos explican la apertura de las cuencas y el proceso de separación de este Protoligúrico hace 33 Ma, que originarían las islas occidentales del Mediterráneo, así como la incorporación de otros fragmentos o microplacas a la península italiana y al norte de África. Estos autores documentan la disgregación de once microplacas: **Córcega**, **Mallorca**, otras dos que formarán **Cerdeña**; además de la **Calabria** del sur de la península italiana y varias que constituirán las **Kabylias** en Argelia. Parte de la fauna que poblaba esos territorios del Protoligúrico se mantuvo en el continente y otras faunas se desplazaron a bordo de las microplacas, produciéndose como consecuencia un aislamiento genético múltiple. La disgregación del Protoligúrico es fuertemente

coherente con la distribución y relaciones filogenéticas de un elenco de grupos zoológicos. Para razonarlo veamos algunos ejemplos de elementos subterráneos que se encuentran en las islas y a sus parientes evolutivos en el continente.

En Cerdeña existen diversos endemismos de **coleópteros leptodirinos** directamente relacionados con especies endémicas de Catalunya. El momento de la separación entre los leptodirinos sardos (*Ovobathysciola-Patriziella*) y los catalanes (*Bathysciola zariquieyi*) se ha situado hace 33 Ma, como demostraron Ignacio Ribera y colaboradores (2010). Otro ejemplo de estas reliquias protoligúricas es *Paraphaenops*, un coleóptero trechino endémico del Maestrazgo (Castelló, Tarragona y Teruel) que está relacionado con *Sardaphaenops* de Cerdeña; su separación y divergencia datan de unos 30 Ma según Arnaud Faille y colaboradores (2010). Redunda en el mismo tipo de distribución el **pseudoescorpión** *Spelyngochthonius beurtaultae* de Tarragona, y las otras dos especies del género que habitan en Cerdeña y en la región del Hérault en Francia.

Sin embargo, lo más interesante en la era Cenozoico es la posibilidad de entrada para nuevos colonizadores. Los Pirineos abrieron una vía terrestre con los restos de la placa Euroasiática. Así accedieron a la Iberia linajes que más tarde llegaron a evolucionar y ocupar los ecosistemas cavernícolas. Esta conexión no fue solo con el resto de Europa, sino también con toda Asia que había permanecido separada durante la última era. Dos rutas pudieron permitir la entrada de elementos orientales. La primera a través del cierre del llamado **estrecho de Turgai**, en el norte del mar Caspio, hace algo más de unos 25 Ma, hacia la mitad del Cenozoico (Fig. 37.44). La segunda, abierta a lo largo de la península de **Anatolia**, hace 15 Ma y que hasta entonces había estado incomunicada con Europa, como nos muestran Sergey Popov y colaboradores (2004).

Un ejemplo de estos **colonizadores cenozoicos** son los **coleópteros leptodirinos** que poseen un área de solapamiento en la distribución entre dos subgrupos con distinto origen: el de la cuenca del mar de Liguria e islas y el de la pirenaica; predominando abrumadoramente este último. En consecuencia, ambos subgrupos debieron alcanzar estos relieves en diferentes momentos, en distintas oleadas colonizadoras; quizás llegaron de forma simultánea ocupando distintos nichos ecológicos. La llegada de los dipluros de la subfamilia de los **plusiocampinos** también se produjo en el Cenozoico, probablemente a mediados y finales del mismo, como muestran Alberto Sendra y colaboradores (2019).

Estas oleadas asiáticas a finales del **Plioceno** e inicios del **Pleistoceno**, se han podido comprobar con datos paleontológicos de vertebrados por Alfonso Arribas y colaboradores (2001). Es indudable que al asentarse grandes y medianos **mamíferos**, irían acompañados de otros grupos faunísticos de invertebrados. Alberto Tinaut y Francisca Ruano (2021) atribuyen esta colonización de Asia a diversos géneros y especies de himenópteros formícidos actuales que sin duda vendrían junto a otros artrópodos más proclives a la vida en las cuevas.

Otra de las consecuencias de este ir y venir de las microplacas por un Mediterráneo en formación ocurrió también a lo largo del Cenozoico. Nos referimos a la colisión de la placa de Alborán empujada por la gran placa africana, que se movía hacia el norte y terminó plegando los materiales depositados en las cuencas béticas, formando sus sucesivos relieves. Este empuje desde África cerró el Tetis, transformándolo en el Mar

Mediterráneo, y todo indica que este proceso continuará hasta hacer desaparecer este mar, de modo que África quedará unida a Europa.

A finales del Cenozoico hubo un evento especialmente llamativo que afectó principalmente a la fauna acuática. Ocurrió en un Tetis cada vez más aislado, que hace 20 Ma se hallaba dividido en dos grandes masas de agua. Al norte, el **Paratetis** convertido en los mares interiores del **Mar Negro**, **Mar Caspio**, hoy altamente contaminados, y el prácticamente desaparecido **Mar Aral**, hoy transformado por completo en un desierto por la triste necesidad del ser humano. Al sur, lo que resta del altamente dañado **Mar Mediterráneo**. Ambos durante el Cenozoico se redujeron drásticamente, llegando a vaciarse durante un millón de años. ¿Cómo ocurrió? Millones de años atrás, el Mediterráneo había permanecido abierto al Atlántico, pero el desplazamiento de la microplaca de Alborán, empujada por África, cerró la conexión a nivel de Gibraltar, tras el encaje de esta microplaca que conectaría dos cordilleras montañosas en plena formación: las **Béticas** y el **Rif**. Las consecuencias fueron inmediatas, hace 6,5 Ma el Mediterráneo quedó convertido en una gigantesca llanura salina, quizás con enormes lagunas, durante el conocido como periodo **Messiniense**. Fue un escenario paleoclimático singular que afectó a toda la **región mediterránea** dejando amplias vías de comunicación que acarrearán cambios drásticos en los ecosistemas acuáticos.

Parece evidente que la fauna acuática pudiera verse seriamente afectada, en particular por las fluctuaciones de las costas marinas. Unas líneas de costa sometidas a **transgresiones** y **regresiones** como hipotético motor de la entrada de muchas formas marinas en las aguas subterráneas dulceacuícolas. Los **anfípodos** del género *Pseudoniphargus*, tan extendido en la península ibérica, han sido utilizados para ejemplificar una colonización de las cavidades durante el Cenozoico, con especies que se localizan en el interior del continente, y otras más próximas a las costas, representando distintas etapas en esta colonización, como ya mostró Jan H. Stock (1980).

También la fauna terrestre se vio afectada por la desecación, al producirse nuevos puentes de comunicación y quedar disponibles nuevas tierras. Como prueba mostraremos la distribución de los **leiódidos** del género *Speonemadus* en la Iberia y el Magreb. Durante un **Mioceno** localmente convulso, consecuentemente al desplazamiento de la placa de Alborán, se activa el plegamiento de las sierras béticas y magrebís. Esta placa, que se hallaría probablemente poblada por los **leiódidos** *Anemadus*, precursores del **ancestro** de *Speonemadus*, se insertó como una cuña entre Iberia y África, y acabó de formar todo el sistema montañoso del **arco de Gibraltar** hace entre 11 y 7 Ma (Fig. 37.44). Es entonces cuando se produce la primera división filogenética que originó dos grupos de especies de **leiódidos**, donde en cada uno de ellos hay elementos presentes tanto en Iberia como en el norte de África. Si bien, otra explicación plausible para esta similitud de faunas pudiera recaer en la posibilidad de que tuvieran que transitar por los territorios emergidos que unían estas tierras durante la **crisis salina del Messiniense**, hace entre 7 y 5 Ma. Arnaud Faille y colaboradores (2014) nos relatan una historia muy similar para explicar la distribución de las especies del grupo de carábidos «*Trechus fulvus*» a ambos lados del estrecho de Gibraltar.

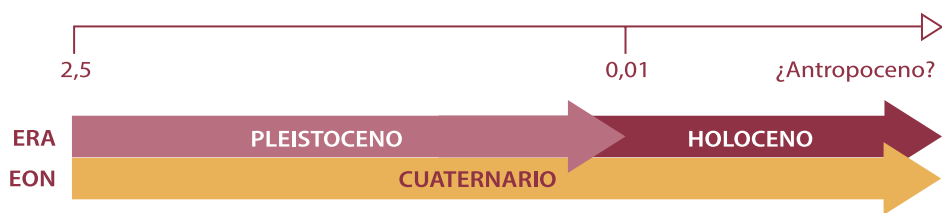


Figura 37.46

Europa durante el máximo del último glacial, hace 21.000 años. Los hielos (en blanco) cubrieron las regiones septentrionales, además de los relieves a mayor altitud en los Alpes, y algo menos en los Pirineos. La fauna del exterior e interior se extinguiría o desplazaría a latitudes o altitudes más bajas. Sin embargo, también los suelos helados del permafrost tendrían un efecto similar sobre los cavernícolas, impidiendo la entrada de recursos tróficos a las cuevas. Mapa bajo licencia de Colorado Plateau Geosystems Inc copyright.

LOS EFECTOS DE LAS GLACIACIONES CUATERNARIAS

A finales del Cenozoico la fauna cavernícola seguía gozando de escenarios geológicos adecuados, con una karstificación activa sobre materiales carbonatados y yesíferos y la formación sucesiva de cavidades; además de climas benignos, pero ¡todo pudo irse al traste hace 900.000 años! En el hemisferio norte, en Europa, el territorio ibero-baleár se vio sometido a las conocidas **Glaciaciones del Pleistoceno**, que finalizaron hace escasamente 10.000 años cuando el *Homo sapiens* que somos ya estaba establecido en el Planeta (Fig. 37.46).

Durante estos periodos fríos, la superficie continental y marina quedó cubierta por capas de hielo, y se formó el conocido como **permafrost**, suelo congelado permanentemente. En muchos casos el aporte de materia orgánica a las cuevas se vio totalmente interrumpido, lo que impediría la existencia de fauna cavernícola. Este hecho explica la ausencia de fauna subterránea en el centro y norte de Europa que, cubierta en ese momento por un potente casquete helado, nos sugiere una posible **extinción masiva**. Sin embargo, en latitudes más meridionales se ha constatado la presencia de fauna subterránea en grutas heladas, sobre o bajo el hielo, e incluso en glaciares.

No obstante, en los macizos montañosos de la Europa meridional, como los Pirineos o los Alpes, también cubiertos por un potente aparato glacial, la fauna debió sobrevivir en **nunataks** –pequeñas masas rocosas en mitad de un glaciar sin ser cubiertas

por hielo—, en refugios periféricos, o acaso directamente bajo el mismo hielo. La altísima biodiversidad existente en estas montañas hace que sea bastante improbable la hipótesis de una extinción masiva. Las especies quedarían refugiadas en territorios más templados, para más tarde recolonizar el espacio perdido. Se han postulado un par de posibilidades para explicar la presencia de troglobios en territorios que estuvieron cubiertos por el hielo en el último ciclo glacial. Se habla de que bien éstos quedaron aislados en refugios tipo nunatak o periféricos, al borde de las masas de hielo y entonces hay que considerar la cobertura glacial como una barrera a la dispersión; o bien, que dicha cobertura fría y húmeda permitió la dispersión y que los periodos secos y cálidos —interglaciares— impidieron la dispersión de los higrófilos y aislaron a sus poblaciones.

Parece que el rango de temperaturas que puede soportar un organismo hipogeo es amplio, aunque no hay muchos datos y todos ellos referidos a algunos **coleópteros leptodirinis**. Los experimentos de David Sánchez-Fernández y colaboradores (2016) muestran en *Troglocharinus* (con especies pirenaicas y de los relieves litorales catalanes) que su límite térmico inferior se acerca al de la temperatura de congelación de la hemolinfa (-2,5 grados Celsius). La **tolerancia térmica** sin mecanismos de resistencia añadida, ha sido más que suficiente para permitirles sobrevivir en el entorno constante de las cuevas: su capacidad de resistencia térmica es superior a la que han tenido que soportar a lo largo de su historia evolutiva, como han mostrado Valeria Rizzo y colaboradores (2015).

Algunos ejemplos sobre estas afecciones del **glaciarismo** los encontramos entre diversos grupos con cavernícolas. Aunque seleccionaremos dos de ellos entre los coleópteros. El **leptodirino** *Bellesia espanyoli* de la **Cueva de Aso del Molino** (Huesca) cuenta con una **especie hermana** en la vertiente norte de la cadena pirenaica, la especie *Macharoscelis infernus* del Haute-Garonne. El **trechino** *Aphaenops catalonicus* del prepirineo oscense tiene una especie hermana, *Aphaenops leschenaulti*, también de la vertiente norte. Sendos ejemplos poseen la situación correcta de sus especies hermanas a uno y otro lado de los Pirineos, lo cual apunta a su supervivencia en el lugar de origen a pesar de las vicisitudes climáticas.

Las masas heladas no solo afectaron a la fauna terrestre, también a la acuática. Las fluctuaciones en los hielos variaron la posición de las costas marinas. Las paleocostas del pasado explican la colonización de cavidades por algunas formas estigobias durante el Cuaternario, como lo hicieron ciertas especies de **anfípodos** de los géneros *Niphargus* y *Crangonyx*, algo que ya apuntó Ramon Margalef (1983).

Lo que parece claro es que la variabilidad climática del Pleistoceno generó procesos de aislamiento y dispersión intermitentes, hecho que se refleja en la extraordinaria biodiversidad subterránea que actualmente conocemos en los macizos montañosos del sur de Europa.

Esperamos que este breve pero intenso recorrido por la diversidad, distribución y origen de la fauna cavernícola ibero-balear nos haya ayudado a comprender y a interiorizar la inmensa importancia que atesoran, guarecidos en su mundo, estos habitantes de la oscuridad.