

*Paraíso de invertebrados acuáticos en una cueva de Castellón*

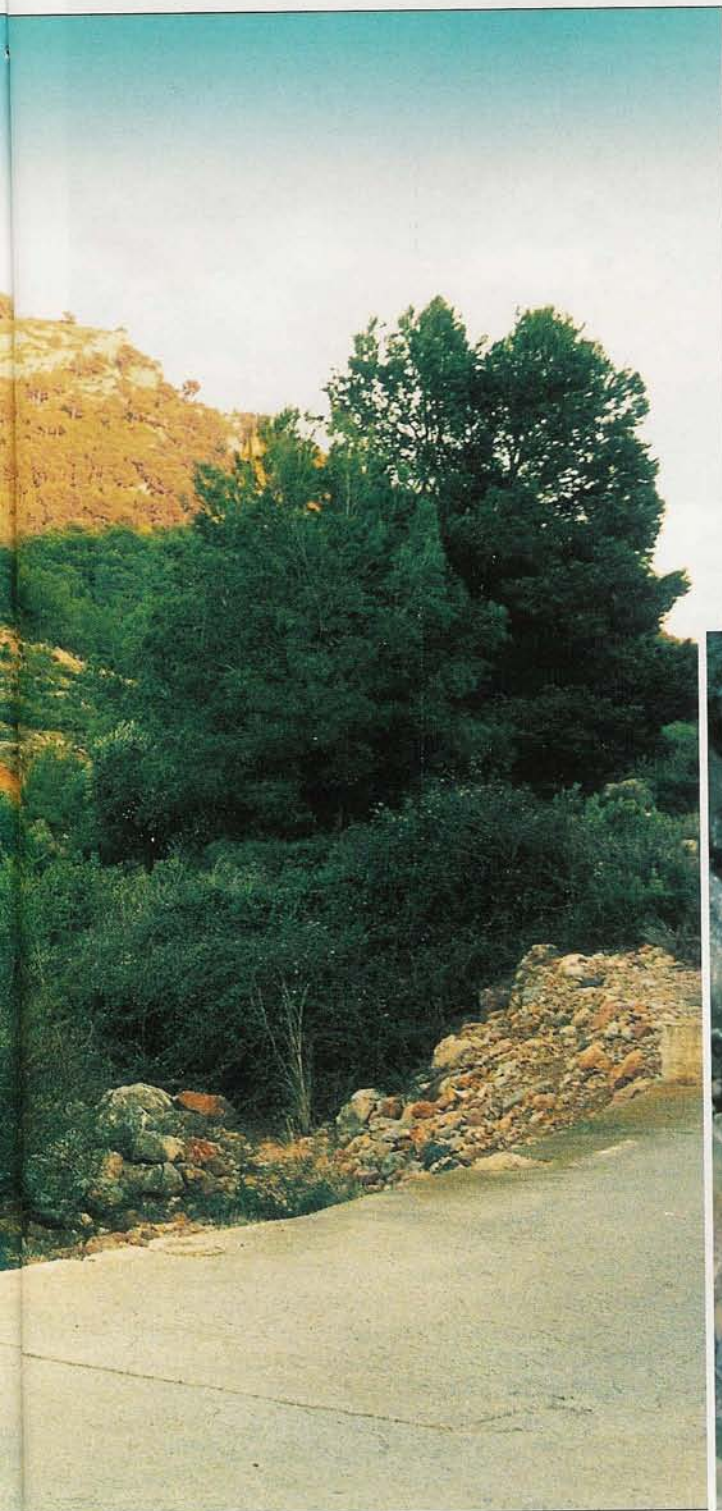
# Ullal de Miravet, tesoro



# natural bajo tierra

por Salvador Herrando-Pérez

El ullal de Miravet es una pequeña cueva de la provincia de Castellón. Posee un caudal permanente de agua subterránea que alberga una comunidad de invertebrados acuáticos sorprendentemente diversa, de donde deriva su importancia internacional. Pero la construcción de una carretera entre las localidades de Cabanes y Oropesa del Mar crea una gran incertidumbre sobre el futuro de este frágil ecosistema.



Tramo del barranco donde se encuentra la entrada del ullal de Miravet. En el centro de la fotografía, sobre la ladera, se observa una zona de tierra desnuda, indicativa de los desmontes realizados en la zona para construir la carretera entre Cabanes y Oropesa del Mar. A la derecha, boca del ullal, entre bloques calizos; es estrecha y da paso a una galería vertical tortuosa (fotos: Salvador Herrando).



Las especies más emblemáticas del ullal de Miravet, seguramente endémicas de esta cavidad, son dos crustáceos ciegos de vida acuática:

*Typhlatya miravetensis* (arriba) y *Typhlocirolana troglobia* (a la derecha). El primero es una gambita de movimientos elegantes, que tamiza materia orgánica en los fondos sedimentarios. El segundo es un voraz depredador, dotado de fuertes mandíbulas y patas delanteras con uñas prensoras adaptadas a la captura de presas (fotos: Salvador Herrando y Carlos González).

A unos siete kilómetros de la costa de Castellón, cerca del límite norte del Paraje Natural del Desierto de las Palmas, se sitúa el ullal de Miravet, una pequeña cueva con forma de “i” invertida muy singular entre el más de medio centenar de cavidades descritas dentro de este espacio protegido y su entorno. Forma parte del sistema kárstico asociado al barranco del río Chinchilla y tiene la particularidad de contar en su lecho con un curso de agua permanente, cuyo nivel fluctúa con las lluvias, ya que atraviesa el nivel freático de los acuíferos de la zona.

De hecho, el ullal de Miravet es un punto de surgencia en los momentos de máximas precipitaciones. El nivel del agua sube como en un vaso comunicante por la veintena de metros de la galería vertical de acceso, hasta rebosar en el cauce del Chinchilla de manera explosiva durante las fuertes tormentas y gotas frías, incluso varios días después de que se hayan producido. Esta característica ambiental determina el tipo de fauna cavernícola que habita en este lugar y se suma a las condiciones ecológicas comunes a cualquier cueva, marcadas fundamentalmente por la ausencia de luz.

En términos ecológicos, la disponibilidad de luz determina la estructura y el funcionamiento de las pirámides tróficas de cualquier curso de agua dulce. En arroyos poco o nada iluminados como los que discurren por el interior de una cueva, la falta de organismos fotosintéticos impone que el detritus vegetal—materia orgánica en descomposición—originado en el ambiente exterior sea la principal fuente orgánica, especialmente cuando otros procesos de síntesis sin luz (quimiosíntesis) no son importantes (1).

En cuevas con amplias bocas, la fracción orgánica que tiene acceso al río subterráneo está constituida por grandes troncos, palos, ramas y hojas. También pueden existir colonias de murciélagos, que generan abundante guano (2). En cambio, en sis-

temas cerrados o semicerrados el detritus sólo puede llegar de forma particulada y disuelta, filtrándose a través del subsuelo que hay por encima de las cavidades, como debe ocurrir en el caso del ullal de Miravet (3).

Desde 2001 se realizan estudios sobre la biodiversidad del ullal de Miravet, en los que se han involucrado más de veinte reconocidos taxónomos de Europa, América y Oceanía. Las conclusiones revelan una fauna extremadamente diversa, con más de treinta especies de invertebrados acuáticos. Están representados crustáceos (decápodos, isópodos, sincáridos, ostrácodos y copépodos), anélidos, nemátodos, insectos, arácnidos, tardígrados y rotíferos. Alrededor del 75% de estas especies es bentónica, es decir, vive asociada al sedimento que cubre amplias franjas de la cavidad, mientras que sólo cuatro taxones—todos copépodos—son planctónicos y como tales habitan la columna de agua. Actualmente se está preparando la descripción para la ciencia de seis nuevas especies de estos invertebrados residentes en el ullal de Miravet.

Sólo cuatro de las especies encontradas en el ullal de Miravet son conocidas para otros ríos de Europa, lo que confirma la conexión de las aguas con el exterior. Una es el tardígrado *Thulinus ruffoi*, que es el primer registro ibérico para un curso de agua dulce de este tipo de invertebrados conocidos como “ositos de agua”. Es además la sexta especie de tardígrado encontrada nunca en una cueva (4). Otras dos son los ostrácodos *Pseudocandona albicans* y *Mixtacandona laisi*, este último el primer registro de su género para España, hasta ahora citado sólo en unas pocas localidades francesas y austriacas (5). La cuarta es el copépodo *Parapseudoleptomesochra minoricae*, conocido también en otras zonas europeas y en Argelia.

La diversidad acuática del ullal de Miravet está entre las más altas documentadas para cuevas españolas, aún a falta de completar la catalogación de especies. Sin embargo, la densidad de individuos es característicamente baja respecto a otros ecosis-



temas acuáticos debido a la condición oligotrófica (pobre en nutrientes) de las aguas subterráneas. Los nemátodos son los animales más numerosos del sedimento, en densidades parejas a los copépodos planctónicos, raramente por encima de diez ejemplares por metro cuadrado y metro cúbico, respectivamente. Una cifra más bien ridícula si la comparamos con los valores para un sedimento marino en la zona fótica (con luz solar) del litoral, que puede albergar cientos o miles de ejemplares en ese mismo espacio.

En cualquier caso, la comunidad de invertebrados acuáticos del ullal de Miravet es de una riqueza indudable, con una cadena alimentaria estructurada con presas y predadores a distintos niveles tróficos y donde el tamaño relativo grande de algunos grupos indicadores, como los nemátodos, sugiere una excelente calidad de las aguas.

## Dos fósiles vivos

Entre la fauna del ullal de Miravet destacan dos especies de macrocrustáceos ciegos, ambas de uno a tres centímetros de longitud y muy posiblemente endémicas de esta cavidad. Son el decápodo *Typhlatya miravetensis* y el isópodo *Typhlocirolana troglobia*, descritos para la ciencia en los últimos años (6, 7). Los ancestros de ambas vivieron en el mar de Tethys (6, 8), un Mediterráneo primitivo surgido en la primera gran fragmentación del supercontinente Pangea, 250 millones de años atrás, con la deriva de Norteamérica y Eurasia hacia el norte y de Suramérica y África hacia el sur.

De hecho, los macrocrustáceos cavernícolas pueden considerarse auténticos fósiles vivos, que nos aportan información sobre el pasado biológico y geológico de nuestro planeta. Al mismo tiempo, por vivir en condiciones ecológicas tan estrictas, pueden ser utilizados como indicadores de calidad ambiental de las aguas subterráneas.

*Typhlatya miravetensis* pertenece al grupo de crustáceos decápodos que conocemos como camarones. Es la primera especie de camarón cavernícola que se describe en la Península Ibérica. En el mundo se conocen catorce especies dentro del género *Typhlatya*. Todas ellas son troglobias (cavernícolas estrictas), aunque aparecen en hábitats tan distintos como cuevas, pozos, cenotes (lagos expuestos de origen kárstico) y tubos de lava, con diez especies de agua dulce y cuatro de agua salobre o marina.

Llama la atención la distribución geográfica mundial de este género de camarones. En Europa, las dos especies conocidas se encuentran en cavidades con aguas subterráneas continentales, una la de Castellón y otra en Bosnia-Herzegovina. Sin embargo en el resto del mundo —salvo tres especies que habitan en cenotes de la península mexicana del Yucatán— se da en islas (Galápagos, Cuba, República Dominicana, Puerto Rico, Antillas Menores, Bermudas y Ascensión).

Este camarón es un nadador grácil, diestro para cambiar bruscamente de dirección y postura. Se propulsa mediante el movimiento vigoroso de los pleópodos, unas patitas modificadas en la parte ventral del abdomen. Sus antenas son más largas que todo el cuerpo y cuando nada están flexionadas hacia atrás como un tupé, de manera que, aparte de ser sensoriales, parece que funcionan como estructura estabilizadora. La cola está equipada con cinco apéndices aplanados (urópodos) que también le sirven de alerones estabilizadores en la natación.

Debajo, insecto colémbolo semiacuático del género *Arrhopalites*, una nueva especie en descripción descubierta en el ullal de Miravet (foto: Enrique Baquero y Rafael Jordana / Universidad de Navarra).

## Abundancia de endemismos

Los ecosistemas subterráneos están intensamente fragmentados, con especies muy distintas en cuevas separadas por sólo unos pocos kilómetros o incluso metros (21, 22).

Esto se traduce en altísimos valores de endemividad y en distribuciones geográficas muy restringidas, a menudo limitadas a un pozo, una fuente o un acuífero. Se ha estimado que más del 50% de la fauna subterránea es endémica a escala local, cifra que se eleva a un 90% si consideramos la biodiversidad regional. Por ejemplo, en España y el sur de Francia se han citado más de veinte especies de crustáceos isópodos trogloditas, cada una de ellas endémica de una sola localidad (23). Probablemente, las especies troglobias del ullal de Miravet son también exclusivas para esta cavidad, incluso si en la zona se descubriera en el futuro alguna otra con agua permanente.



## El juez paraliza parte de las obras de la carretera entre Cabanes y Oropesa del Mar

por José Antonio Montero

El pasado 25 de enero, el juzgado de instrucción número 2 de Castellón ordenó la paralización cautelar y parcial de las obras de la carretera que se está construyendo entre las localidades castellonenses de Cabanes y Oropesa del Mar. La prohibición es aplicable a un tramo de seis kilómetros (casi la mitad de la longitud total del trazado), precisamente el que pasa sobre el sistema kárstico del barranco del río Chinchilla, al que pertenece el ullal de Miravet.

Este juzgado tiene abiertas diligencias en relación con este proyecto por un presunto delito ecológico. En agosto de 2004, tres altos cargos de la Generalitat Valenciana declararon como imputados. La paralización de las obras atiende una reciente petición realizada por la fiscalía, partidaria de esta medida hasta que se aclaren las conclusiones contradictorias de los informes sobre el impacto ambiental de la carretera presentados por las partes implicadas en este proceso judicial.

**Contacto:** GECEN, apdo. de Correos 1.139, 12080 Castellón, e-mail: [gecen@gecen.net](mailto:gecen@gecen.net)



Concentración en contra de la carretera entre Cabanes y Oropesa del Mar. Algunas pancartas llevan una imagen del crustáceo *Typhlatya miravetensis*, emblema del ullal de Miravet (foto: GECEN).

El animal visita frecuentemente el sedimento donde se alimenta. Genera corrientes de agua con los pleópodos para levantar partículas orgánicas, que captura con las brochas de pelos especializados en las que terminan su primer y segundo par de patitas torácicas. Con un pequeño impulso de succión, esta materia orgánica queda retenida en la profusa red de largos y abundantes pelos que recubre los márgenes de todas las piezas bucales. Este método de alimentación se conoce como filtración o suspensivorismo, una estrategia única para animales acuáticos, muy frecuente en invertebrados pero ocasionalmente también presente en grandes vertebrados como los flamencos o las ballenas.

*Typhlocirolana troglobia* es un crustáceo isópodo, grupo caracterizado por su cuerpo aplastado dorsoventralmente, así como por la morfología semejante y locomotora de todas sus patas. Perteneció a la familia de los cirolánidos, una de las más diversas entre los isópodos con más de 350 especies acuáticas, de las cuales unas setenta se han adaptado a la vida cavernícola.

El género *Typhlocirolana* incluye diez especies conocidas, todas ellas troglobias propias de cuevas y pozos de agua dulce. Se han encontrado en ríos subterráneos de Israel, Sicilia (Italia),

Marruecos, Argelia y, ya en España, en Baleares, Alicante y Castellón. Con toda seguridad, la ampliación de estudios en nuestra costa mediterránea y en el Magreb va a aportar nuevas especies de este género en el futuro.

Como sus hermanas, la especie del ullal de Miravet es blanca y carece de ojos. Presenta tres piezas mandibulares fuertemente quitinizadas, con márgenes cortantes, mientras que sus tres primeras patas torácicas terminan en una uña semiprensora. En el fondo de la cueva se puede ver que los individuos se mueven continuamente, como en una búsqueda sin pausa, un hábito típico de un predador, particularmente agresivo y voraz en el caso de los cirolánidos.

Existen observaciones de laboratorio donde isópodos cavernícolas atacan a otros crustáceos o muestran canibalismo. En Australia, cebos hechos para capturar cirolánidos del fondo marino son capaces de atraer a más de cien ejemplares en sólo media hora y hay documentadas mordeduras de estos animales a bañistas en las playas australianas y neozelandesas.

En una de las primeras bajadas que realicé al ullal de Miravet, introduje en un pequeño recipiente un camarón y uno de estos isópodos. Al primer contacto, éste decapitó de forma certera al camarón en una fracción de segundo. Esto sugiere que entre *Typhlocirolana troglobia* y *Typhlatya miravetensis* puede existir una relación predador-presa, como se ha documentado para otros ríos subterráneos donde conviven isópodos cirolánidos y camarones (9).

Un tercer macrocrustáceo, en concreto un nuevo género de isópodo cirolánido, se halla en proceso de descripción y su nombre estará dedicado al prominente científico Brian Kensley, fallecido cuando realizaba las ilustraciones de esta especie. El animal está estrechamente emparentado con otro género monotípico, *Faucheria*, que sólo habita en una localidad del sur de Francia. Ambos muestran una gran reducción del abdomen y la capacidad de enrollarse en una bolita ante una señal de peligro (10).

### Dos amenazas potenciales

Una de las amenazas medioambientales a las que se enfrenta el ecosistema kárstico de esta zona de la provincia de Castellón es el polígono industrial en expansión situado en la zona del Pla de Cabanes. Este complejo se sitúa a escasos quinientos metros de la localidad de Cabanes y comprende en la actualidad ocho fábricas que producen cementos, azulejos, esmaltes, productos de limpieza doméstica, carpintería metálica y de madera y turron, así como una granja.

Los residuos tipo de estas industrias incluyen aguas residuales, lodos industriales y polvos metálicos, además de restos de esmaltes, lubricantes, colas, disolventes, grasas y aceites orgánicos. Todas estas sustancias son contaminadores potenciales en el caso de alcanzar cursos de agua subterráneos y ser dispersados por éstos. Por otra parte, el crecimiento del polígono generará en el futuro mayor demanda de agua. Tanto la contaminación como la explotación no sostenible de los acuíferos del Pla de Cabanes podrían repercutir en la calidad y el volumen de agua freática de la zona.

El Pla de Cabanes es una cuenca rellena de materiales arcillosos, sometidos a uso ganadero y sobre todo agrícola, donde hoy en día domina el cultivo de almendros. No se tiene evidencia directa de que esté conectado subterráneamente con el sistema kárstico del barranco de Chinchilla. Sin embargo, durante las intensas tormentas en las que el Pla de Cabanes se encharca completamente, con varios metros de agua sobre el sue-

lo, el nivel freático subterráneo local parece subir considerablemente y existe una respuesta hídrica muy rápida, de unas tres horas, en la zona del ullal de Miravet (11). Serían pertinentes pruebas con colorantes para explorar esta posible conexión.

Otra amenaza ambiental está representada por la carretera que actualmente se construye entre las localidades de Cabanes, en el interior, y Oropesa del Mar, en la costa. El trazado finalmente elegido pasa por el barranco de Chinchilla y el Pla de Cabanes. Desde hace más de cuatro años, existe un conflicto entre la Generalitat Valenciana y varias asociaciones ecologistas y ciudadanas que se oponen a este proyecto, habiéndose incluso abierto un proceso judicial por un presunto delito ecológico, mientras las obras han seguido su curso.

Un debate de estas características, aunque no tiene precedentes documentados en España, sí que ha sido abordado en otros países, donde se han descrito ampliamente los impactos derivados de la construcción de carreteras sobre ecosistemas kársticos (12). Se sabe que la actividad de la maquinaria pesada y el uso de explosivos pueden romper los techos frágiles de las cavidades, sobre todo si son superficiales. Además, la extracción de suelo y vegetación, además de trabajos básicos como excavaciones, cortes, túneles y puentes, llegan a desenterrar estructuras físicas del karst, como cuevas activas, cuevas fósiles, dolinas naturales o ríos subterráneos.

Por otra parte, la lluvia mezclada con los fluidos generados por las obras, el asfalto y el tráfico de vehículos tras la construcción de las carreteras da lugar a aguas contaminadas, ricas en metales pesados, compuestos clorados e hidrocarburos (12, 13). El peligro es obvio si se filtran hasta las cavidades, especialmente en el caso de existir ríos subterráneos que dispersen los contaminantes de un lugar a otro del karst (14). Este tipo de impacto viene siendo muy estudiado en Eslovenia y Estados Unidos desde los años setenta, donde se concibe como un problema de gran magnitud no sólo ambiental, sino también sanitario, después de que varios acuíferos para consumo humano se hayan contaminado por aguas de carreteras (14, 15).

El espesor de los suelos por encima de las cuevas no es un gran obstáculo para la filtración subterránea de contaminantes. De hecho, los hidrocarburos mezclados con lluvia pueden recorrer profundidades de treinta metros de suelo en apenas doce horas, como se ha comprobado en cuevas Dakota del Sur (Estados Unidos) con techos de sustrato calcáreo y sílice semejantes a los que hay en la zona del ullal de Miravet (16).

El río subterráneo que atraviesa esta cavidad castellonense concede al ecosistema una carácter continuo que también implicaría la dispersión de contaminantes si estuvieran presentes. Un aporte continuado a lo largo de los años podría generar un impacto en la calidad del agua, especialmente en periodos de sequía prolongada, sin renovación de caudal, como se ha confirmado para acuíferos y sistemas kársticos contaminados en otras partes del mundo (8, 12, 17). Si todo el hábitat potencial de especie sensibles se viera afectado, podría dar lugar a la extinción de éstas.

### Pieza de un gran puzzle

Si se pretende construir una carretera respetuosa con el patrimonio natural subterráneo, hay que tener en cuenta varios aspectos técnicos (12). En cualquier caso, debe



asumirse que el ullal de Miravet puede ser una pequeña parte de un ecosistema subterráneo en tres dimensiones, de extensión desconocida, que puede albergar desde galerías hasta pequeñas fisuras, hábitats potenciales de una fauna diversa.

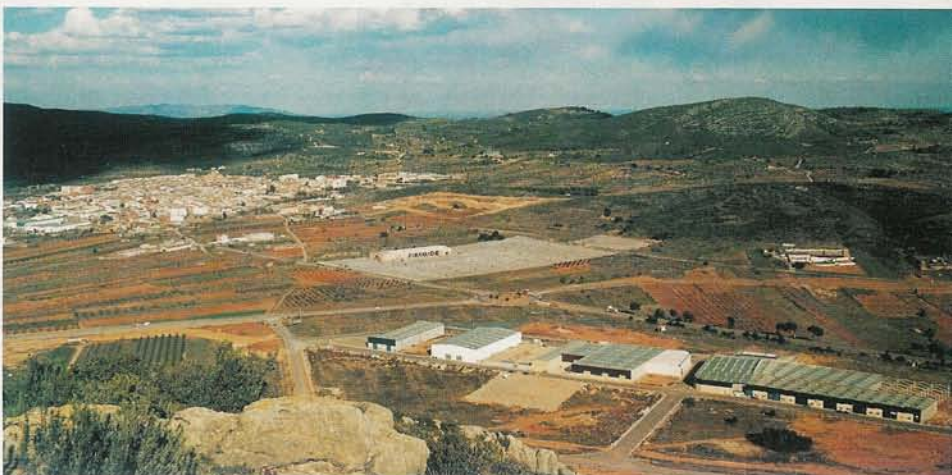
En primer lugar, se debe evitar que el trazado pase por encima de cavidades. Para ello es necesario un mapa de la estructura del sistema kárstico, mediante técnicas específicas, como sónares, con un coste aproximado de unos treinta mil euros para el tramo de la carretera que afecta al barranco de Chinchilla (18). En la primavera de 2004 un estudio de esta índole no detectó cavidades a ambos lados del tramo explorado del ullal de Miravet, pero la selección de sólo tres puntos de muestreo y una cota de exploración por encima de los veinticinco metros de profundidad impide realizar generalizaciones a todo el barranco (19).

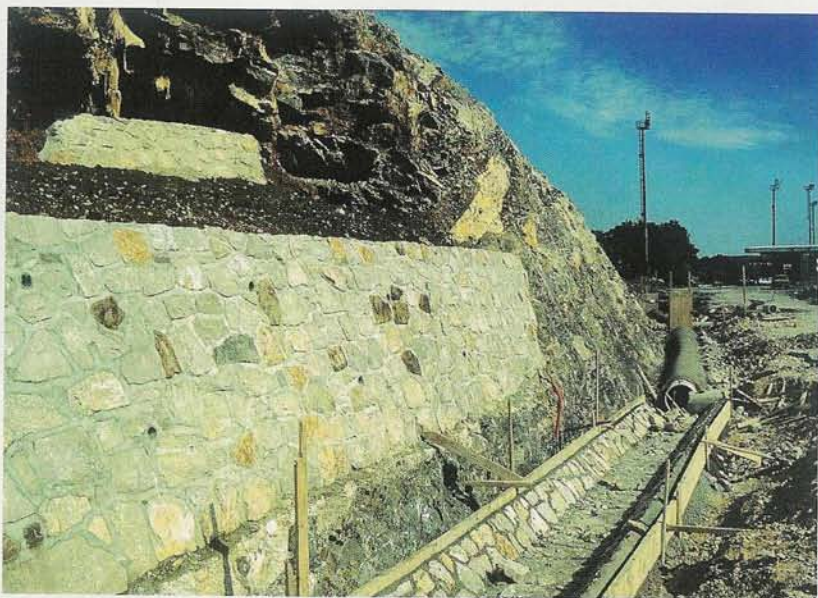
Además, interesa controlar por completo las aguas de lluvia contaminadas que se producen en la carretera. Esto se consigue separando el asfalto del suelo con una capa de cemento aislante (concreto) y construyendo diques a ambos lados de la carretera para conducir las aguas contaminadas a unos colectores, donde deben ser depuradas periódicamente antes de cualquier vertido controlado en el medio.

Es ilustrativo el caso de la cueva de Young-Fugate, en Virginia Occidental (Estados Unidos), donde el proyecto de una carretera fue modificado por el hecho de que el trazado original pasaba por encima de techos muy delgados de una cavidad con un río subterráneo, hábitat del escarabajo endémico *Pseudanophthalmus holsingeri* (20).

A falta de más información sobre la estructura del sistema kárstico local, y teniendo en cuenta la intensa fragmentación

El barranco de Miravet, desde el castillo homónimo. La ladera de enfrente es atravesada por el trazado en construcción de la carretera entre Cabanes y Oropesa del Mar. Foto inferior: polígono industrial de Cabanes, una amenaza potencial para los acuíferos de esta zona de la provincia de Castellón. Al fondo de la imagen se aprecia el pueblo de Cabanes (fotos: Salvador Herrando).





Dique para la recolección de aguas contaminadas en una carretera que cruza una zona kárstica de Eslovenia (foto: Martin Knez).

de los hábitats cavernícolas, las especies troglóbias del ullal de Miravet pueden considerarse en este momento como amenazadas. En ese sentido, en febrero de 2004, las dos especies de mayor porte de esta cavidad, *Typhlatya miravetensis* y *Typhlocirolana troglobia*, fueron propuestas para ser incluidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, aún cuando no se encuentren en el Catálogo Nacional de Especies Protegidas. La propuesta ha sido admitida a trámite y está ahora mismo pendiente de resolución.

Las aguas subterráneas constituyen la unidad hidrogeológica más grande del planeta después de los océanos y aportan la mayor parte del agua dulce utilizada por el ser humano. Sin embargo, el aumento demográfico, los proyectos urbanísticos y las actividades industriales y agrícolas han reducido dramáticamente la cantidad y calidad disponible de este recurso, hasta el punto de que plantean uno de los mayores retos ambientales para este siglo.

Por eso el problema del crecimiento urbanístico de esta zona de la provincia de Castellón es una pequeña pieza de un gran puzzle de dimensiones globales. No se trata de oponerse al desarrollo de un polígono industrial como el de Cabanes o a la construcción de una carretera como la de Cabanes-Oropesa del Mar, sino de procurar que estas actuaciones no amenacen la calidad y biodiversidad de los acuíferos, que son patrimonio natural y utilidad de todos. ♣

### Bibliografía

- (1) Simon, K.S.; Benfield, E.F. y Macko, S.A. (2003). Food web structure and the role of epilithic biofilms in cave streams. *Ecology*, 84: 2.395-2.406.
- (2) Gnaspini, P. y Trajano, E. (2000). Guano communities in tropical caves, 251-268. En *Ecosystems of the world, subterranean ecosystems*. H. Wilkens, D.C. Culver y W.F. Humphreys (eds.). Elsevier. Amsterdam.
- (3) Simon, K.S. y Benfield, E.F. (2001). Leaf and wood breakdown in cave streams. *Journal of the North American Benthological Association*, 20: 550-563.
- (4) Bertolani, R. (2002). First report of tardigrades within hypogean caves. *Aboll. Accad. Gioenia Sci. Nat.*, 35: 649-654.
- (5) Ivana Karanovic, comunicación personal.
- (6) Sanz, S. y Platvoet, D. (1995). New perspectives on the evolution of the genus *Typhlatya* (Crustacea, Decapoda): first record of a cavernicolous atyid in the Iberian Peninsula, *Typhlatya miravetensis* n.sp. *Contributions to Zoology*, 65: 79-99.
- (7) De Grave, S. y Herrando-Pérez, S. (2003). A new species of *Typhlocirolana* (Isopoda, Cirolanidae) from the Ullal de la Rambla de Miravet, Spain. *Zootaxa*, 393: 1-11.

- (8) Boutin, C. y otros autores (2002). Biodiversity in the stygobiontic cirolanids from the Mediterranean Basin. I. A new species of *Typhlocirolana* in Morocco, taxonomic, ecological and biogeographic data. *Journal of Natural History*, 36: 797-817.
- (9) Humphreys, W.F. (2001). The subterranean fauna of Barrow Island, Northwestern Australia, and its environment. *Mémoires de Biospéologie*, XXVIII: 107-127.
- (10) Bruce, N.L. y Herrando-Pérez, S. (en prensa). *Kensleylana briana*, a new genus and species of freshwater cave-dwelling cirolanid (Crustacea: Isopoda) from Spain. *Proceedings of the Biological Society of Washington*.
- (11) Arenós, X. (1997). Itinerario kárstico: Forat de L'Horta y els Ullals (Cabanes, Castelló). *Berig*, 3: 35-41.
- (12) Knez, M. y Slabe, T. (2004). Highways on karst. En *Encyclopedia of Caves and Karst Science*, 419-420. J. Gunn (ed.). Routledge. Nueva York.
- (13) Kogovsek, J. (1995). Detailed monitoring of the quality of the water that runs off the motorway and its impacts on karst water. *Annales, Annals for Istrian and Mediterranean Studies*, 7: 149-154.
- (14) Stephenson, J.B. y Beck, B.F. (1995). Management of the discharge quality of highway runoff in karst areas to control impact to ground water: a review of relevant literature. En *Karst Geohazards: Engineering and environmental problems in karst terrane*. B.F. Beck (ed.). AA Balkema. Rotterdam.
- (15) Buckler, D.R. y Granato, G.E. (1999). *Assessing biological effects from highway-runoff constituents*. Open-File Report 99-240. US Department of Interior and US Geological Survey. Northborough, Massachusetts.
- (16) Jim Nepstad, comunicación personal.
- (17) Webb, D.W. y otros autores (1998). The current status and habitats of the Illinois cave amphipod, *Gammarus acherondytes*. *Journal of Cave and Karst Studies*, 60: 172-178.
- (18) Donald Stierman, comunicación personal.
- (19) Grupo de Ingeniería y Estructura (2004). *Estudio de la afección de la carretera de nueva construcción Oropesa-Cabanes al ullal de Miravet (Castellón)*. Conselleria de Infraestructura y Transporte de la Generalitat Valenciana. Valencia.
- (20) Hubbard, D.A., Jr. y Balfour, W.M. (1993). An investigation of engineering and environmental concerns relating to proposed highway construction in karst terrain. *Environmental Geology*, 22: 326-29.
- (21) Marmorier, P. y otros autores (1993). Biodiversity in ground waters. *Tree*, 8: 392-395.
- (22) Culver, D.C. y Sket, B. (2000). Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62: 11-17.
- (23) Gibert, J. y Deharveng, L. (2002). Subterranean ecosystems: a truncated functional biodiversity. *BioScience*, 52: 473-481.

### Autor

Salvador Herrando-Pérez es ecólogo acuático. Desde 1992 realiza proyectos de biodiversidad e impacto ambiental en España y Reino Unido y desde 2002 imparte cursos de postgrado sobre ecología numérica como profesor invitado en varias universidades latinoamericanas. Próximamente iniciará un proyecto de investigación y conservación de mamíferos acuáticos en la Amazonia colombiana. Desde hace casi diez años acompaña la ciencia con la literatura como escritor de cuentos y narrador oral. En sus miras está combinar la docencia y la investigación con la educación ambiental para niños.

### Agradecimientos

A la Consejería de Territorio y Vivienda de la Comunidad Valenciana y la British Ecological Society. A los expertos Boris Sket, Christer Eriksén, Enrique Baquero, Frank Fiers, Giuseppe Messina, John Pohlman, María Teresa Vinciguerra, Martin Knez, Niel Bruce, Rafael Jordana, Roberto Bertolani, Sammy de Grave, Emilia Rota y Thomas Iliffe, así como a la Asociación Troglobia. Y sobre todo gracias a Elena, Ismael y en especial a mi madre por su apoyo incondicional.

### Dirección de contacto:

c/ Padre Jofre, 19 · 12006 Castellón de La Plana · Correo electrónico: salherro@ono.com



El autor, a la entrada del ullal de Miravet, a punto de internarse en la cavidad para iniciar un muestreo.

### Hemeroteca

#### Quercus 154 (diciembre 1998)

Ref. 5301154 / 3'90 €

Fauna subterránea de la cueva del Viento-Sobrado. Isaac Izquierdo.

#### Quercus 183 (mayo 2001)

Ref. 5301183 / 3'90 €

Una carretera en Castellón dañará una cueva de interés por su fauna. Francisco González y Victor J. Hernández.

Insertamos un boletín de pedidos en la página 77.