

Cuevas hidrotermales de Isla Plana, Cartagena (Cueva del Agua y Sima Destapada)

José Luis Llamusí, Andrés Ros, Juan Sánchez, Fernando Gázquez, José M. Calaforra, Tomás Rodríguez Estrella, Gema Beltrán, José L. Carcelén, José Antonio Soto, Andrés Marín, Ángel Fernández.

Centro de Estudios de la Naturaleza y el Mar, CENM-naturaleza

cenm@cenm.es

Resumen:

Los estudios recientes en cavidades de la Región de Murcia han puesto en valor cuevas de origen hipogénico o hidrotermal del Sureste Español. Esta región rica en acuíferos y con un termalismo que discurre por gran parte de la misma, ha propiciado que la mayoría de las cavidades se desarrollen a partir de las aguas profundas; los ejemplos son numerosos, descritos en distintos trabajos. Grandes redes como cueva del Puerto, sima de la Higuera, o las que describimos en este trabajo; Cueva del Agua o Sima Destapada entre otras son ejemplos de las cavidades hipogénicas. La Región de Murcia ha sido una de las primeras regiones donde se han iniciado los trabajos de investigación y publicaciones sobre este tipo de cavidades, siendo un referente mundial, actualmente en cuevas hipogénicas esta región.

En la localidad de Isla Plana (Cartagena), se localiza un conjunto de cavidades conocidas desde los años 70, y que en los últimos años se han visto de nuevo revisadas y analizadas constituyendo un grupo de cavidades de origen hidrotermal. Dos de las grandes redes hipogénicas murcianas, Cueva del Agua, una cavidad submarina en su mayor parte y con más de 4.500m explorados, junto a Sima Destapada con 3.300m explorados son uno de los ejemplos más desarrollados de cavidades hipogénicas en Murcia.

Las características de las cavidades hipogénicas suelen ser repetitivas y responden a patrones establecidos, este trabajo identifica estas morfologías y patrones que se han ido sucediendo en las cavidades de Isla Plana, su estudio permite conocer estos procesos y los desarrollos que pueden presentar este tipo de redes, reconsiderando lo que hasta hace poco conocíamos sobre el kart, abriendo nuevas expectativas y formas de conocer las cavidades.

Introduction

Recent studies in cavities in the Region of Murcia have valued caves of hypogenic or hydrothermal origin of the Spanish Southeast. This region rich in aquifers and with a thermal spa that runs through much of it, has led to the majority of cavities develop from deep water; the examples are numerous, described in different works. Large networks such as Cueva del Puerto, Sima de la Higuera, or those

described in this work; Cueva del Agua or Sima Uncovered among others are examples of hypogenic cavities. The Region of Murcia has been one of the first regions where research and publications on this type of cavities have begun, being a world reference, currently in hypogenic caves this region.

Palabras clave. Hidrotermal, cuevas hipogénicas, espeleogénesis inversa, cuevas hidrotermales Isla Plana Cartagena.

Situación: La localidad de Isla Plana pertenece al municipio de Cartagena y está situada a 23 km al oeste de la ciudad. Recibe el nombre de una pequeña isla de perfil plano que se encuentra muy cerca de la localidad, la cual está protegida dentro del paraje natural Islas e Islotes del Litoral Mediterráneo. Hacia tierra adentro, encontramos el monte Cabezo de Hornos (285m) también llamado Monte de la Cara. Esta montaña es un macizo calcáreo que se adentra en el mar por su lado Oeste y que limita con el municipio de Mazarrón a través de la rambla de Valdelentisco. Al Este el macizo montañoso que forma el Cabo Tiñoso y que se inicia en las localidades de San Ginés, la Azohía y Chapineta. En su zona interior hacia el Noreste, continúa el relieve en las montañas de Peñas Blancas y rambla del Cañar, que están incluidas en el espacio protegido de la Sierra de la Muela y Cabo Tiñoso, con la categoría de parque natural.

Un entorno calcáreo ligado al hidrotermalismo

En el entorno de Isla Plana, Cartagena las montañas descienden hacia la costa hasta adentrarse en el mar, formando una planicie inclinada, dominadas por macizo calcáreo del Cabezo de Hornos. En este entorno se desarrollan cavidades, que como en el caso de Cueva del Agua y Sima Destapada, pueden alcanzar varios kilómetros de recorrido, y otras de menor desarrollo, pero de enorme interés científico. Muchas de ellas tienen un origen común, *el hidrotermalismo*.

La localidad de Isla Plana ha estado ligada al hidrotermalismo desde tiempos históricos. La existencia de afloramientos de aguas termales en el centro de la población, propició que a partir de 1895 se desarrollara una industria de baños de aguas termales de consideración medicinal, que actualmente se sigue explotando turísticamente.

El hidrotermalismo ha sido el causante del desarrollo de las cavidades en el entorno de Isla Plana y en otros lugares de la Región de Murcia. Mecanismos físicos y químicos asociados a hidrotermalismo han originado importantes redes de cavidades subterráneas que en algunos casos superan los 8.000 m. de galerías conocidas, solo en Isla Plana y sus alrededores.

Las cavidades tienen una espeleogénesis singular poco conocida, denominada “espeleogénesis inversa” o “hipogénica”. Muchas de estas cuevas están relacionadas con mecanismos de cavernamiento originado por el termalismo que normalmente se produce desde las zonas más profundas hacia la superficie (Klimchouk 2007, 2009). Estos procesos son poco conocidos y están siendo actualmente investigados. Las cavidades hipogénicas presentan rasgos singulares comunes y diferentes de los de las cuevas clásicas o epigénicas, siendo la Región de Murcia uno de los lugares donde mayor número de cavidades hipogénicas se han identificado, muchas de las cuales están siendo estudiadas.

Cavidades clásicas o “epigénicas”

La formación y evolución de la mayoría de las cavidades conocidas a escala mundial se debe a la infiltración de agua de lluvia en el terreno kárstico, que discurre lentamente a través de los materiales geológicos y disuelve las rocas calizas o yesíferas a su paso. En muchas ocasiones este proceso se genera en fracturas, que pueden dar lugar finalmente a grandes salas y galerías. En este tipo de cuevas, denominadas epigénicas o meteóricas, los procesos necesarios para la disolución de la roca caliza proceden de la superficie; el agua, arrastrada por la fuerza de la gravedad, experimenta un recorrido descendente, generalmente hasta que alcanza el o nivel freático del acuífero y termina emergiendo a la superficie a través de manantiales.

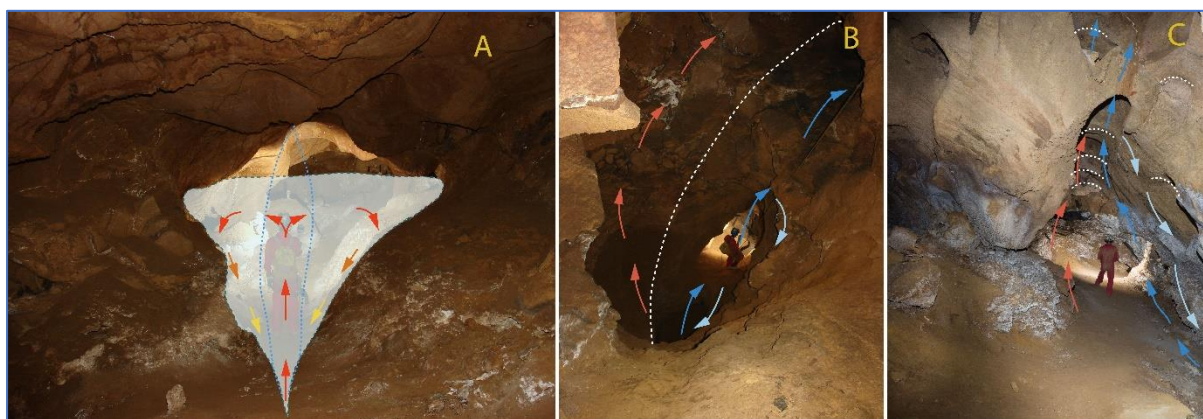
Cavidades “hipogénicas o hidrotermales”

Además de las cavidades epigénicas, que se podrían calificar de “convencionales”, existe otro tipo de cuevas denominadas hipogénicas, menos conocidas que las otras, pero que han atraído el interés de investigadores científicos y espeleólogos en las últimas décadas. En éstas, los mecanismos de cavernamiento están relacionados con el ascenso de flujos de agua de procedencia más o menos profunda y usualmente desconectados de la infiltración de agua superficial. En muchas ocasiones estas aguas tienen carácter ácido debido a la presencia de H_2CO_3 (ácido carbónico) y/o H_2S (ácido

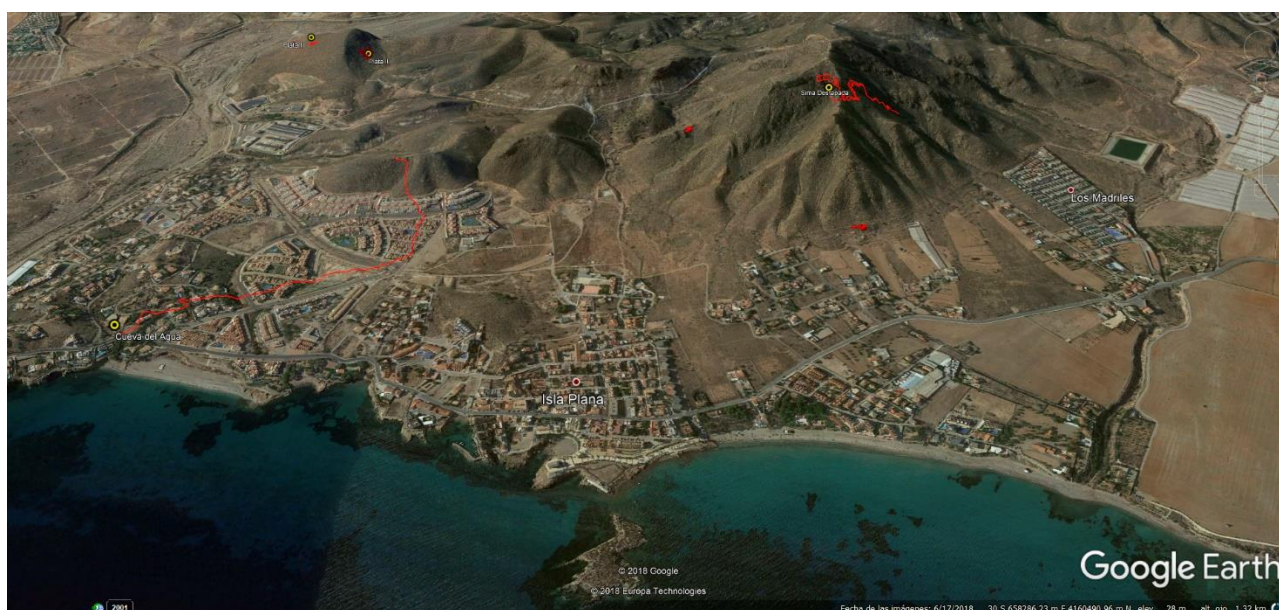
sulfhídrico) disueltos. Para que ocurran los procesos de cavernamiento hipogénicos es necesario que los materiales geológicos (por lo general calizas) estén por debajo del nivel freático del acuífero. Además, es necesario que existan flujos de agua ascendentes, originados por procesos de convección que mueven el agua en contra de la fuerza de la gravedad, de las zonas más profundas a las más superficiales. En muchas ocasiones, estos flujos de agua tienen carácter hidrotermal, con temperaturas relativamente altas que pueden alcanzar los 100°C en zonas profundas del acuífero, pero que por lo general disminuyen hacia zonas más superficiales.

La circulación de aguas calientes a través de los materiales geológicos disuelve con relativa facilidad la roca dando lugar a las galerías y salas típicas de estas cuevas. Se cree que los sistemas kársticos de origen hipogénico representan entre el 5-10% de las cuevas a escala mundial; si bien investigaciones científicas recientes de algunas cuevas que se consideraban de origen “convencional” o epigénico están revelando que los procesos hidrotermales son más comunes de lo que se pensaba.

En resumen, las cavidades hipogénicas se forman debido a la acción corrosiva de aguas ácidas y agresivas de procedencia profunda, que interactúan con la roca caliza. Por lo general este proceso ocurre de manera muy lenta, ya que los acuíferos confinados pueden permanecer mucho tiempo aislados antes de vaciarse y conectar con el exterior. En Isla Plana se han identificado una serie de cavidades que se desarrollaron mediante estos procesos hipogénicos y que actualmente están libres de aguas porque el nivel del agua descendió. Solo algunas como Cueva del Agua y Sima Destapada, esta última en su zona profunda, conservan el acuífero activo, aunque en su interior se han encontrado evidencias de oscilaciones de vaciado y recarga del acuífero en distintos periodos.



“Modelo de desarrollo por flujo ascendente” formulada por Klimchouk (2003-2016). Las fotografías y las flechas describen los mecanismos de circulación y convección que intervienen en el desarrollo de las cavidades hipogénicas a partir de los acuíferos confinados. A: procesos de convección en una galería horizontal típica con muescas laterales y facetas inclinadas, B: Feeders en una cavidad hipogénica, ascenso de flujos hidrotermales, C: Procesos ascendentes outlets, chimeneas y cúpulas en galería horizontal. Fotografías A. Ros, J.L. Llamusi, F. Gázquez.



Conjunto hidrotermal singular, Cueva del Agua – Sima Destapada y el conjunto de cavidades próximas

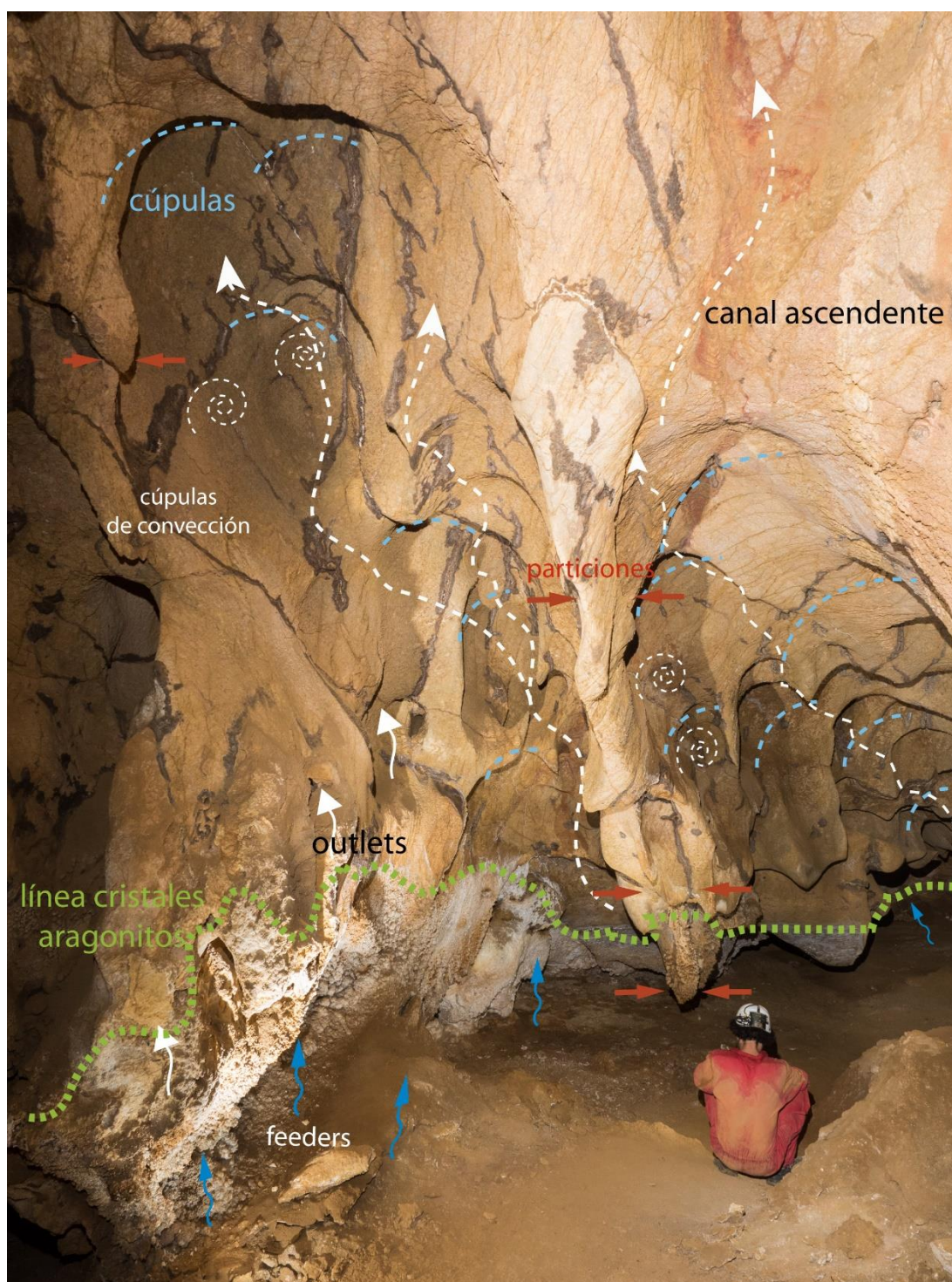
Morfologías hipogénicas ligadas a la espeleogénesis inversa.

En relación con los estudios sobre la formación de cavidades, la principal herramienta para diferenciar los procesos hipogénicos de los epigénicos es el análisis de los elementos morfológicos o formas subterráneas típicas de cada uno de estos grupos de cuevas (Klimchouk 2007-2009). Las morfologías generadas por los mecanismos hipogénicos dependen de las características de la roca de caja, de la temperatura a la que se produce el proceso de disolución, así como de la naturaleza de los gases disueltos en el agua que condicionan su grado de acidez. Por ejemplo, cuando los fluidos son ricos en H_2S el mecanismo de ataque ácido suele ser más intenso que cuando la corrosión es provocada exclusivamente por el H_2CO_3 derivado del CO_2 disuelto. Las morfologías más típicas de cuevas hipogénicas son las redes de galerías laberínticas, las cúpulas en techos (en ocasiones de varios metros de diámetro); las formas de disolución verticales en paredes (*megascallops*, canales

de burbujas, acanaladuras, tubos cenitales, etc.), que suelen ser indicadores de flujos ascendentes, y las morfologías de corrosión en paredes y techos, ya sea debido a la acción ácida del agua del acuífero, o a procesos posteriores de disolución-corrosión por procesos de condensación una vez el agua del acuífero abandona el nivel de la cavidad.

En el año 2007 el profesor Alexander Klimchouk de la Academia Nacional de Ciencias Ucraniana, plantea un modelo general sobre los mecanismos que interviene en el desarrollo de las cavidades hipogénicas y al que denominó “Modelo de desarrollo de morfologías por flujo ascendente”. Klimchouk considera que en un acuífero confinado se producen flujos ascendentes como consecuencia de los movimientos de agua en el acuífero, y que en ocasiones contienen concentraciones importantes de ácidos que interactúan con la roca caliza.

Estos procesos de flujos ascendentes vienen asociados con mecanismos y morfologías distintas que se distribuyen en zonas diferenciadas y que están presentes en la mayoría de las cavidades de Isla Plana.



Morfologías de disolución y corrosión en una cavidad hipogénica, anastomosis formada por diversas morfologías; canales ascendentes, feeders o toberas, cúpulas, tubos de escape, outlets, particiones. Sima Destapada. Foto e interpretación de: A. Ros, JI. Llamusi, J. Sánchez, J.M. Calaforra, F. Gázquez.

Morfologías hipogénicas

Feeders o “toberas” son conductos por donde ascienden las aguas o fluidos ácidos hasta llegar a una zona de transición o red de galerías, suelen estar en el suelo y pueden alcanzar varios centenares de metros de profundidad. Pueden presentar desde pocos centímetros hasta varios metros de diámetro. En ocasiones pueden unir varios niveles de galerías.

Zona de transición o Galerías principales, es donde se establece una intensa actividad hipogénica en el acuífero confinado, que permanece durante un largo tiempo en esta zona. Las aguas ricas en ácidos, atacan a la roca caja, generando formas de corrosión. Su desarrollo suele ser horizontal y vertical, cuando el acuífero desciende. Aparecen morfologías muy características como son: cúpulas, canales de disolución en techos y paredes, galerías ciegas, particiones, megascallops, canales de burbujas, etc.

Outlets o conductos de fuga, se desarrollan en los techos y son fruto de las presiones y acumulaciones de gases en puntos concretos, generalmente fracturas, que generan tubos ascendentes y que suelen terminar comunicando la cavidad con el exterior, tal como ocurre en sima Destapada, cueva de la Calera, cuevas de la Plata o cueva del Tío Aguera.

Paisaje exterior y desarrollo de redes laberínticas. Además de las morfologías y mecanismos descritos anteriormente, el paisaje externo en áreas kársticas hipogénicas no suele ser indicativo de los procesos que suceden bajo tierra y por lo general carecen de elementos que indiquen estos procesos; a diferencia de un paisaje kárstico clásico, donde es común encontrar en superficie elementos como dolinas, poljes, lapiazes, etc., que indican procesos que están sucediendo fuera y dentro de la tierra. Por tanto, el paisaje de las cavidades hipogénicas se podría calificar como de “asintomático”. Es decir, por lo general ningún elemento exterior indica que bajo tierra se estén sucediendo importantes procesos que desarrollen una red de galerías que puedan superar varios kilómetros de longitud. Sólo en ocasiones aparecen pequeñas aberturas de acceso al sistema, que finalmente pueden conectar con redes que encuentran a varias decenas de metros de profundidad como ocurre con Sima Destapada, o Cueva de la Plata II Oeste.

Espeleotemas de origen hidrotermal

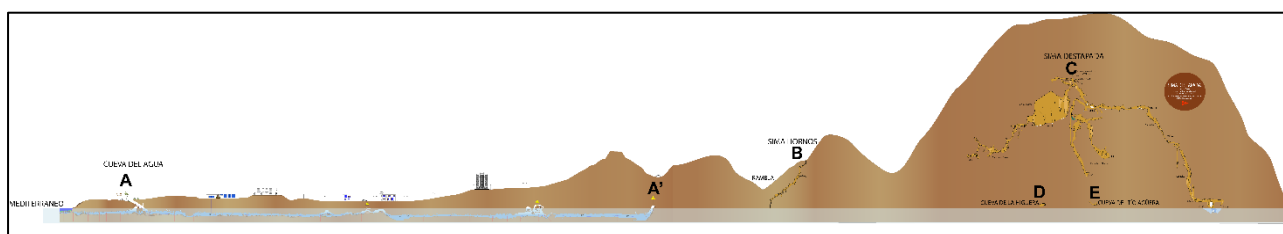
La identificación de minerales secundarios y mineralizaciones formados debajo del agua puede ser una herramienta útil para corroborar el origen hipogénico de una cavidad. Por ejemplo, en las cavidades hipogénicas son frecuentes los cristales de calcita de gran tamaño, los conos de calcita flotante, las “nubes de cuevas” y folias, las “torres de coral” o las acumulaciones de calcita flotante. En el caso de cuevas hipogénicas formadas por la acción corrosiva del H_2S es frecuente encontrar depósitos de yeso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), un mineral cristalino y transparente que resulta de la oxidación del H_2S a H_2SO_4 (ácido sulfúrico) y su reacción con el carbonato cálcico de la roca caliza. Por el contrario, en cavidades epigénicas los tipos de espeleotemas más convencionales son las estalactitas, estalagmitas y coladas de carbonato cálcico, ya sea en forma de calcita o aragonito, formados por encima del nivel del agua.

A escala mundial existe ejemplos espectaculares de cavidades de origen hipogénico como es el caso de las cuevas de Lechuguilla y Carlsbad en Nuevo México (Estados Unidos), el complejo de cavidades de la mina de Naica (México), la cueva de Frassasi (Italia) o el complejo de cuevas de origen hidrotermal de Buda (Hungría), solo por citar algunos casos. A nivel español, existen algunos ejemplos puntuales de cavidades calificadas como hipogénicas en las Islas Baleares y se han comenzado a estudiar recientemente otras en el Sistema Bético, en las que existen algunos indicadores de que podrían confirmar su origen hipogénico. Aunque sin duda, es la Región de Murcia la que presenta la mayor densidad de cuevas de hidrotermal en España actualmente, además de ser un referente a nivel mundial, con más de 14 cuevas catalogadas como hipogénicas hasta la fecha (Gázquez et al., 2017).

Un conjunto hidrotermal singular, Cueva del Agua – Sima Destapada y cavidades próximas

Del conjunto de cavidades hipogénicas de Isla Plana, Cartagena, destacan por sus espectaculares morfologías de origen hidrotermal, así como por su extensión el sistema Sima Destapada-Cueva del Agua (más de 8.100 m de galerías exploradas en su conjunto). Cabe destacar que, en la parte más profunda de Sima Destapada, a -216 m, hay un lago de agua dulce a 32°C esta temperatura es muy superior a la media en el exterior (18 °C) e indica una importante anomalía térmica positiva como

consecuencia de los flujos de agua de origen profundo en el acuífero. La Cueva del Agua, con más de 4.500m. explorados y donde se espera llegar a los 5Km en breve, es una importante surgencia de agua termal, un reciente estudio del CENM-naturaleza en donde se ha medido la temperatura del agua de esta cavidad en tres puntos distintos durante un año (proyecto Thermal Research 2019 en www.cuevadelagua.es), indica una temperatura estable del agua de 29°C, procedente de un aporte continuo de agua termal, junto con la reciente actividad de baños termales en la zona y concretamente en el camping los Delfines, a través de un sondeo para captar agua termal profunda. Otras cavidades cercanas, como sima de Hornos, Cueva del Tío Aguera o cueva de la Higuera son signos evidentes de la red kárstica desarrollada por las aguas termales, reciente noticias localizan el acuífero en sima de Hornos (nota del CEX. Cartagena en redes sociales Agosto 2019), confirmando lo que era evidente de la existencia y desarrollo del acuífero Vértice que encuentra en toda la zona, la cercanía de estas localizaciones a la cueva del Tío Aguera y la existencia de “toberas” en su interior con importantes aumentos del CO₂ en boca de las mismas, intuyen la existencia en profundidad de una continuación de la red de galerías y su proximidad al nivel del mar, hacen que el acuífero pueda estar próximo también en esta cavidad (ver plano sección).



Conjunto de cavidades Isla Plana, Cartagena; A Cueva del Agua, B Sima Hornos, C Sima Destapada, D Cueva de la Higuera, E Cueva del Tío Aguera.

Unos kilómetros más al Este en el conjunto de las minas del rincón de Morales bajo la cumbre del macizo calcáreo de Peñas Blancas, se localiza la cueva de la Calera, cavidad de pequeñas dimensiones tan solo con un recorrido de 51 m. y un desnivel de -14m, situada junto al conjunto de las minas de hierro, es la única cavidad natural conocida hasta la fecha, esta presenta morfologías hipogénicas, junto a esta y en una de las minas se ha encontrado una zona natural sin conexión al exterior, a una decena de metros de la superficie y descubierta al realizar galerías mineras, lo que en el argot minero se le llama “una hueca”, tapizada de cristales de calcita “spar” y aragonitos blancos.



A, macro feeders de más de 100 m de profundidad en Sima Destapada. B, micro feeders de varios centímetros en Cueva del Agua. C, conjunto de morfologías, feeders, toberas, cúpulas, sala Cartagena-Sima Destapada. D, feeders, toberas, canales y cúpulas en Sima Destapada. E, partición y cúpulas en dos galerías que terminaran por formar una sola, Sima Destapada. F, outlet ascendente que comunica otras galerías, Sima Destapada.



A: formas de corrosión Sima Destapada. B: calcita flotante, Cueva de la Plata II Oeste. C: outlet, conducto de fuga ascendente que en este caso comunica con el exterior, Sima Destapada. D: cúpula de convección, descamando el techo, Cueva de la Plata III Este. E: cristales de aragonito en pisos superpuestos, Sima Destapada. F: boxwork en techos y paredes de Sima Destapada. G: conos y nubes. Cueva de la Plata II Oeste. H: conjunto de morfologías, feeders, particiones, cúpulas, líneas de cristalizaciones y canales en Sima Destapada.

Bibliografía

Gázquez, F., Calaforra, J.M., Ros, A., Llamusi, J.L., Sánchez, J. (2016). Hypogenic morphologies and speleothems in caves of the Murcia Region, south-eastern Spain. Proceeding of the 3rd International Deepkarst conference, Carlsbad.

- Gázquez, F., Calaforra, J.M., Rodríguez-Estrella, T., Ros A., Llamusi, J.L. y Sánchez, J. (2016). Evidencias geoquímicas preliminares del origen hidrotermal de Sima de la Higuera y Sima Destapada (Región de Murcia). CUEVATUR, Málaga.
- Gázquez, F., Calaforra, J.M., Rodríguez Estrella, T., Ros, A., Llamusi, J.L., Sánchez, J. (2017). Evidence for regional Hypogene Speleogenesis in Murcia (SE Spain). Hypogene Karst Regions and Caves of the World. Springer International Publishing AG 2017.
- Gázquez, F., Calaforra J.M., Rull F., Medina J., Ros A., Llamusi, J.L., Sánchez J., (2017) Carbonate hostrock weathering by sea salt precipitation in El Orón-Arco Cave (Cartagena, SE Spain). Proceedings of the 17th International Congress of Speleology, Sydney.
- Gázquez, F., Calaforra J.M., Evansb N.P., Turchynb A., Rull F., Medina J., Ros A., Llamusi, J.L., Sánchez J., Hodellb D., (2019) . Physical weathering of carbonate host-rock by precipitation of soluble salts in caves: A case study in El Orón-Arco Cave (Region of Murcia, SE Spain). Chemical Geology.
- Klimchouk, A.B., (2007). Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective. National Cave and Karst Research Institute Special Paper #1, Carlsbad.
- Klimchouk, A.B., Palmer, A. N., Waele A., Audra P., (2017). Hypogene Karst Regions and Caves of the World , Springer.
- Lillo, M.J. (2008). Un aprovechamiento de aguas mineromedicinales en el litoral meridional murciano: el caso de Isla Plana. Papeles de Geografía, 47-48 Universidad de Murcia.
- Llamusi J. , Sánchez J. , Ros A , Gázquez F , Calaforra J.M. , Munuera C., Plazas J. (2016). Cueva del Agua-sima Destapada, Cartagena. Nuevos datos sobre las exploraciones y sus espeleogénesis hipogénicas, Actas EspeleoMeeting Ciudad de Villacarrillo, 2016: 53-61.
- Llamusi J. , Sánchez J. , Ros A. editores (2019). Cueva del Agua – Sima destapada, Cuevas hidrotermales de Isla Plana, Cartagena. Edita CENM-naturaleza, Murcia.
- Ros, A., Llamusi, J., Ingles, S. (1988). Sima Destapada, Hornos, Isla Plana (Cartagena). Caliza, 0, 4-12, Murcia.
- Ros, A., Llamusi, J. (2003). Cueva del Agua proyecto 2000. campaña 2003. Revista Lapiaz núm. 30, FVE, Valencia.
- Ros, A., Llamusi, J. (2006). Cueva del Agua proyecto 2000, estado de las exploraciones 2005-2006. 1er CONGRES VALENCIA D'ESPELEOLOGIA Alcoí, *Federació d'espeleologia de la Comunitat Valenciana*.
- Ros, A., Llamusi, J.L. Sánchez J. (2011). Exploración en Sima Destapada y Cueva del Agua, dos cavidades de origen hidrotermal (Murcia), VIII Simposio Europeo de Espeleología, Marbella.
- Ros, A., Llamusi, J.L., Sánchez J. (2014)b. Cuevas hipogénicas en la Región de Murcia (España) vol. I. Ed: CENM-naturaleza, Murcia. 25 pp.
- Ros, A., Llamusi, J.L., Gázquez F., Calaforra J.M., Sánchez A., Sánchez J., (2018). Evidencias de hipogénesis kárstica en la Región de Murcia. Boletín de la SEDECK núm. 12, Murcia.