

Cuevas hipogénicas

en la Región de Murcia – España

Vol. I rev.2023



Coordinación; Andrés Ros
www.cuevashipogenicas.es
nueva revisión 2023

CUEVAS HIPOGENICAS EN LA REGION DE MURCIA

Publicación del Centro de Estudios de la Naturaleza y el Mar
Vol. 1 - Murcia 2014 rev.2023

Cuevas hipogénicas en la Región de Murcia – España Vol. I rev.2023

Coordinación:
Andrés Ros

Equipo de trabajo:

*Andrés Ros, José Luis Llamusí, Carlos Munuera,
Juan Francisco Plazas, Alba Sánchez, Andrés
Hurtado, Roberto Trives, Juan Antonio García,
Ana Belén Cáceres, Antonio David Granados,
Belén López, José L. Carcelén, Antonio Latorre,
José Soto, Andrés Marín.*

Colaboraciones de:

José M. Calaforra, Fernando Gázquez, Enrique
Bañón, José Liza, Juan Antonio Martínez, Vicente
Guardiola, Bartolo Ros, Manuel Marín.

Edita: CENM-naturaleza. ©A. Ros

www.cuevashipogenicas.es

Murcia 2014-23 v2.0

Con la colaboración de:

Federación de Espeleología de la Región de Murcia
Ayuntamiento de Pliego
RODCLE
Dragonsub

© A. Ros, y autores.

© Las citas o referencias de terceros están
sujetas al © de cada autor.



**Se puede copiar, reproducir, promocionar,
total o parcialmente siempre que:**



Mencione el nombre de la obra y autores



No se altere, o transformen directamente los
textos.



No se utilice esta obra para uso comercial.



Cuevas hipogénicas en la Región de Murcia – España

Vol. I rev.2023

Sumario

- 1. Introducción.*
- 2. El modelo Hipogénico.*
- 3. Cavidades hipogénicas en la región de Murcia, selección.*
- 4. Enclave geológico.*
- 5. Espeleometría y desarrollo hipogénica.*
- 6. Morfología hipogénica-*
- 7. Espeleotemas hipogénicos.*
- 8. Bibliografía.*

© Fotografías; colección autores

Foto portada:
Galerías, Sima Destapada, Cartagena

Foto contraportada:
Spar cueva del Agua, Lorca



www.cuevashipogenicas.es

Introducción:

Las cuevas y simas en la región de Murcia siempre nos han causado ciertos interrogantes, pues se daban circunstancias que no coincidían con el modelo tradicional, numerosas las preguntas ¿cómo se originaban esas formas curiosas, tubos de presión?, cúpulas?, galerías ciegas?, procesos corrosivos que no acabábamos de entender. Después de muchos años se va poniendo orden y se aclaran muchos de estos, los descubrimientos de sima Destapada, los espeleotemas en sima de la Higuera y las exploraciones submarinas en cueva del Agua, y más recientemente las nuevas exploraciones en cueva del Agua de Lorca nos llevan a relacionar todas estas cavidades en una orogénesis similar con características comunes y nos orientan hacia procesos hipogénicos, trabajos en sima de la Higuera de (Gázquez y Calaforra, 2012), y en otras cavidades (Klimchouk, 2007), (Audra, 2003), (Merino, 2010), (Garay, 2013) nos han aclarado muchas dudas que durante años teníamos sobre las cavidades murcianas.

La Hipogénia cárstica es un proceso de desarrollo de cavidades en donde los acuíferos y las aguas subterráneas confinadas han ido modelando la roca caliza a través del tiempo, Murcia posee numerosos acuíferos, el sinclinal de Calasparra, los acuíferos termales de Isla Plana, el acuífero de Mula-Pliego, etc., estos unidos a otros factores como una importante presencia del termalismo en toda la región han propiciado que se desarrollen bajo tierra importantes redes cársticas, este modelo de desarrollo de abajo hacia arriba no es fácil identificarlo en la superficie y menos localizar accesos, estos suelen ser casuales, y los descubrimientos de las grandes redes cavernarias en Murcia han sido así, descubrimientos casuales.

Una gran parte de las cuevas en la región de Murcia destacan por presentar signos evidentes de origen hipogénico, signos que desde hacía años nos hacían dudar sobre su origen, los recientes estudios y descubrimientos realizados en Sima de la Higuera, Pliego-Murcia han puesto de manifiesto una serie de características singulares que suelen darse en las cavidades de origen hipogénico y que en esta cavidad adquieren la mayor relevancia y representación de las cuevas conocidas en Murcia.

A través de una selección de cavidades murcianas con manifiestos signos de cavidades hipogénicas detallando características de los mismos, hemos desarrollado una tabla de elementos estructurales, morfológicos y de espeleotemas hipogénicos asociados a las cuevas murcianas. Pretendemos hacer una primera aproximación a las formas identificativas de las redes hipogénicas elaborando la tabla que aquí presentamos, que puede ser modelo para aplicar a otras cavidades, no se trata de una tabla de formas identificativas hipogénicas definitiva si no un comienzo que puede ser ampliable y modificable, pues sabemos de los cambios que estas génesis pueden ir dando a través del tiempo y las investigaciones, es más bien una contribución para ir situando en este contexto y sobre todo arrojando luz a este tipo de cavidades que a muchos aún hoy en día no consiguen situar ni identificarlas, es importante destacar que cada día son más numerosos los ejemplos que se van identificando incluso asociados a otros tipos de karst como ocurre en Baleares y que puede ser aplicable a buena parte de las cavidades mediterráneas.

Destacar que la mayoría de las cavidades de la región de Murcia son de origen hipogénico, todas las que presentan desarrollos de redes subterráneas tiene elementos claros y definitorios de estas, encontrándonos ante una de las zonas con mayor número y variedad de este tipo del Mediterráneo, las formas morfológicas que se encuentran en las cavidades de esta región son lo suficientemente amplias y diversas como para establecer referencias claras y precisas para el conocimiento de las cavidades hipogénicas, al igual que la variedad de espeleotemas de origen hipogénico.

Añadimos una revisión fotográfica y bibliografía actualizada al año 2023

Murcia, 2014-23

Palabras clave: Hipogénica, hidrotermal, cuevas hipogénicas Murcia, espeleotemas hipogénicos, espeleogénesis, morfologías.

Igualmente estos paisajes presentan signos evidentes en superficie del modelo kárstico epigénico, como son dolinas, lapiaz, sumideros, poljes, etc. estos paisajes no se encuentran en la Región de Murcia, resulta difícil apreciarlos solo en la zona del noroeste es posible ver algún paisaje en los límites de Granada en las sierras de Segura y Cazorla.

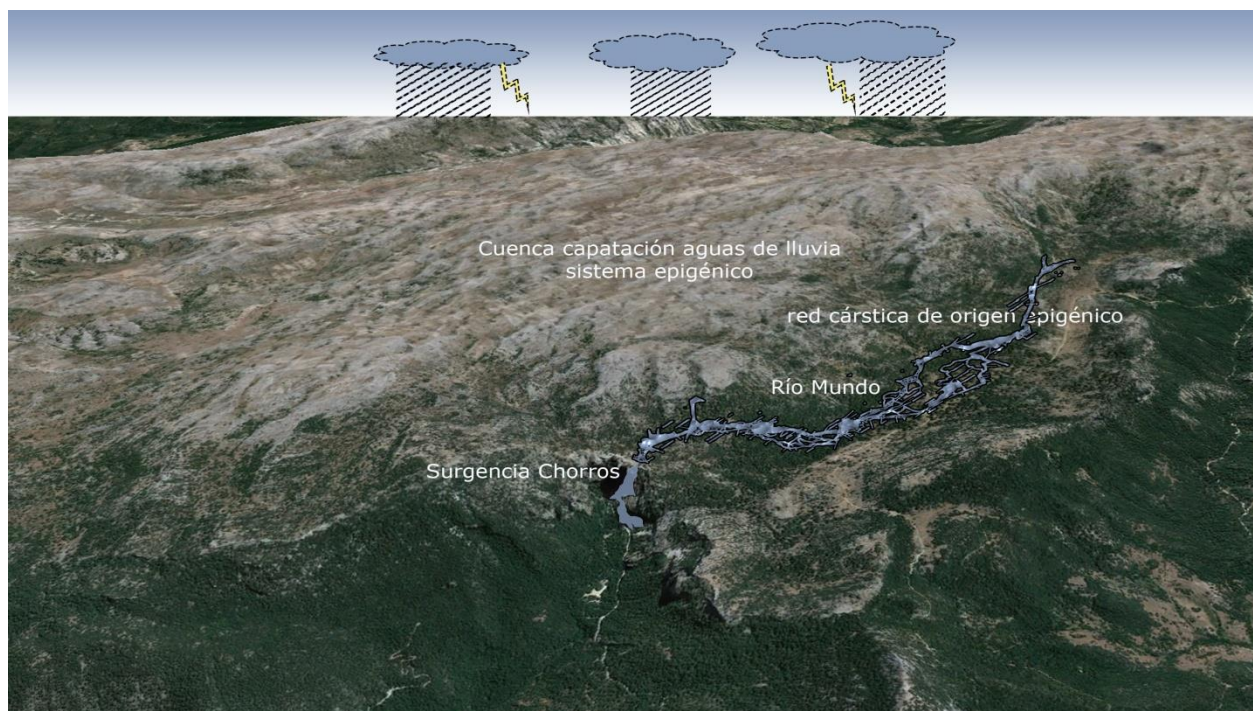
2. El modelo hipogénico

El modelado tradicional las cuevas epigénicas

La espeleogénesis tradicional se desarrolla a partir de la infiltración de las aguas superficiales que alcanzan el interior del macizo kárstico, por acción de la gravedad, originan flujos a partir de las formas superficiales, como el lapiaz, dolinas, sumideros, etc., las cuevas y las redes de conductos subterráneos presentan a menudo, en sus paredes y techos marcas características originadas por los flujos de aguas agresivas que los recorren y amplían. Estas marcas características de la acción del flujo subterráneo unas veces vadoso y otras freático, pueden ser entre otras las siguientes:

- Marcas en paredes, techos, suelo:
 - Scallops
 - Flutes
 - Acanaladuras
 - Entalladuras de corrosión.
- Otras marcas de disolución coexistentes con depósitos sedimentarios:
 - Pendants
 - Canales de bóveda
- Conductos en carga con aire atrapado contra la bóveda:
 - Cúpulas de disolución

Este modelo de cavidades de origen epigénico es ampliamente conocido, pero desde hace años han sido localizadas en la Región de Murcia cavidades aparentemente freáticas que no responden al modelo descrito, si no que se encuentran en zonas donde hay una diferencia notable entre las formas externas y el tipo de cavidad que cabría esperar en un karst epigénico. La roca caliza en esta región presenta modelos compactos, en montañas empinadas, poco fracturados, rocas de contornos suaves, que no indican la presencia de un karst aparente, resulta difícil intuir la localización de cavidades, pueden encontrarse en cualquier lugar, un pequeño agujero en la cumbre o en media ladera, o en la parte baja pueden conducir a una red kárstica hipogénica, si existen algunos rasgos que suelen darse con frecuencia, si la entrada a la cavidad esta en lo alto de la montaña se accede a través de pozos o fracturas que enlazan con la red del acuífero a algunas decenas de metros de profundidad, si esta en media ladera o parte baja de la montaña puede ser una pequeña galería que comunique con la red algunos metros más adentro pasando por puntos angostos y estrechos, pero lo que sí que no existe un modelo o patrón a seguir es en la localización de las



Modelo tradicional del karst, epigénico, corresponde al sistema de Chorros del Río Mundo, Albacete

bocas de acceso, pueden darse en cualquier punto del macizo rocoso.



Paisaje calcáreo, Sierra del Puerto, Calasparra

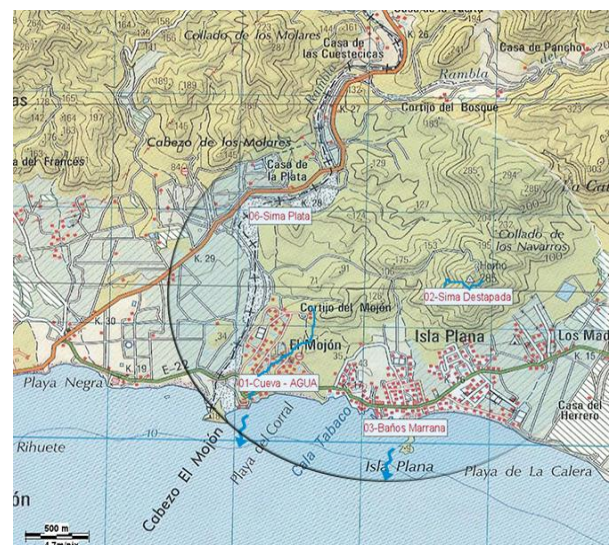
Cuevas hipogénicas.

La localización de importantes redes subterráneas en paisajes que no se ajustan al modelo del “karst tradicional”, y superficialmente no presentan formas kársticas e incluso hacen dudar de la existencia de cavidades, motivó que los investigadores se plantearan otras formas de karstificación que evolucionan de forma distinta. Igualmente la existencia de redes subterráneas de cierta importancia pero ligadas a acuíferos poco accesibles (como son los acuíferos confinados) ha llevado a admitir un nuevo modelo de espeleogénesis distinta a la de los acuíferos kársticos convencionales. Así algunos autores plantean que estos modelos tienen una génesis distinta, que evolucionan por acciones de aguas profundas o masas confinadas de movimiento muy lento, ligadas en muchos casos a procesos hidrotermales. Los trabajos de algunos investigadores empiezan a poner orden y a plantear formas de desarrollo que indican con claridad la existencia de un karst de origen hipogénico, principalmente (Klimchouk, 2007), y otros como (Audra, 2003), más cercanos (Merino, et al 2006 y 2010), (Garay, 2013), y los trabajos de (Gázquez y Calaforra 2013), aclaran y desarrollan modelos de trabajo de un karst de tipo “hipogénico” originado por las aguas confinadas, aguas profundas y las aguas termales, con contenidos importantes en CO₂ u otros agentes corrosivos, aguas muy agresivas que desarrollan formas muy características y que permiten identificar este tipo de procesos hipogénicos, ligados a sistemas de cavidades importantes en todo el mundo, cueva de Lechuguilla (USA), Optymistychna Cave (Ucrania) cuevas hipogénicas de la Provence (Francia), Cova des Pas de Vallgornera (Baleares) y otras en el Levante español (Garay, 2013), ampliándose día a día.

En la región de Murcia exponemos, una buena parte de las cavidades conocidas y entre ellas las de mayor desarrollo presentan morfologías que son propias de las redes hipogénicas. Durante años se nos han planteado serias dudas ¿cómo se dan estas redes de cierta entidad si aparentemente no están conectadas con un desarrollo notable del exokarst?, ¡ además, estas redes de galerías no tienen acceso más que por pequeñas entradas con angostas galerías y pozos!. Suponíamos que, al menos en el caso de la Cueva del Puerto, debía tratarse de acuíferos antiguos y abandonados por las aguas.

Sin embargo no es hasta el descubrimiento y exploración de la Sima Destapada en Cartagena, (Ros y Llamusi, 1998), donde se llegó al nivel freático después de descender a 220m. de profundidad encontrado una zona de aguas termales 32º, la proximidad de baños termales “baños de la Marrana” (Lillo 2008), y otra cavidad inundada termal *cueva del Agua* (Ros, Llamusi, Sánchez 2011) nos dieron las claves de que nos encontrábamos ante tres puntos importantes de un acuífero hidrotermal, por un lado un punto de contacto en el fondo de Sima Destapada, y en dos extremos a distinta distancia los antiguos baños termales de la Marrana y la Cueva del Agua estas dos claras surgencias rebosaderas del acuífero activo hasta los años 70, nos presentaban formas y modelos indicativos hipogénicos de evolución de un acuífero con claras connotaciones termales pues la temperatura supera los 30º tanto en el fondo de sima Destapada como en Cueva del Agua.

Las exploraciones de cueva del Agua y su desarrollo evidencian que nos hallamos ante un *dren* ascendente y de carácter surgente activo del acuífero de origen hidrotermal, junto a los “baños de la Marrana” que hasta hace pocos años estuvieron arrojando agua termal. Si bien todo



Situación de conjunto de cavidades Sima Destapada, Cueva del Agua y la surgencia hasta hace pocos años activa de los Baños de la Marrana, que forman parte de un acuífero hidrotermal importante en la zona Oeste de Cartagena.

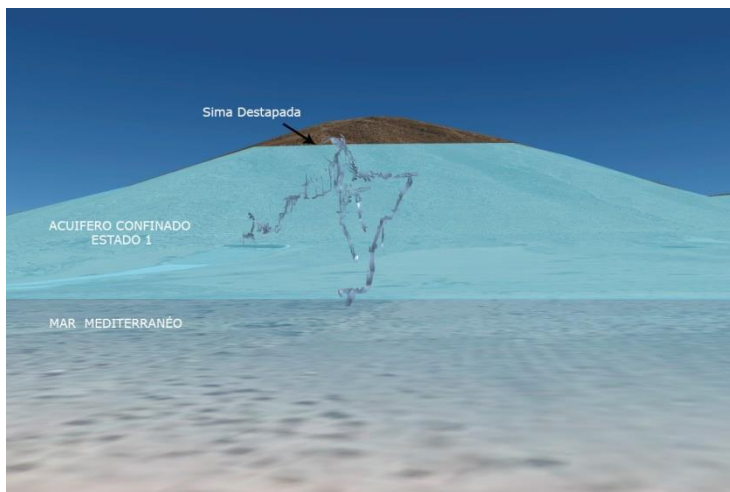
este conjunto tiene mucho que ver con en el desarrollo de Sima Destapada que presenta redes de galerías desarrolladas a mas de 100m. de altura del actual acuífero y que hoy se encuentra a nivel del mar.

Con esta idea, la espeleogénesis hidrotermal comenzaba a tomar sentido para entender el origen de otras cavidades, como la Cueva del Puerto (Calasparra), la Cueva del Pozo (Jumilla) y la Sima del Pulpo (Cieza).

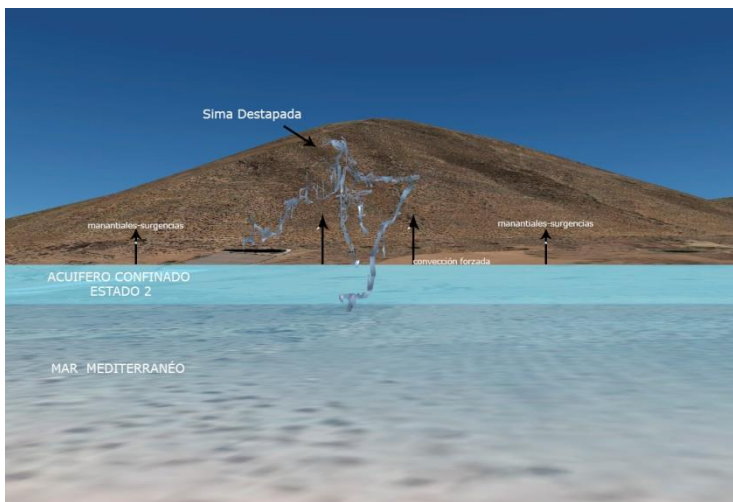
Pero lo que dio un paso gigantesco fueron las exploraciones en Sima de la Higuera de Pliego, y su variedad de espeleotemas hipogénicos (Gázquez y Calaforra, 2013).

Este trabajo pone de relieve la notable muestra de cavidades hipogénicas que presenta la región de Murcia, para ello se han recogido las observaciones en una tabla que recoge los rasgos o indicadores de las cavidades hipogénicas de la región de Murcia.

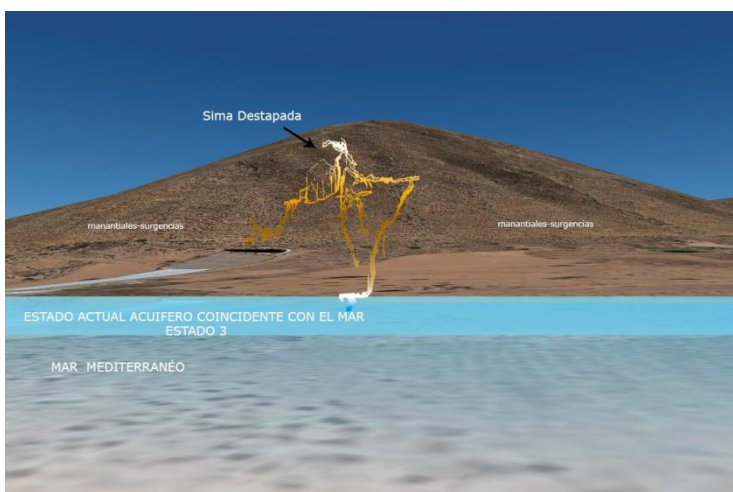
Modelo Hipogénico de aguas confinadas, sistema Sima Destapada, Cartagena



ESTADO 1, El acuífero de aguas confinadas rellena el bloque calcáreo a través de las fracturas, permanece en su interior erosionando y modelando el sistema de galerías, las aguas permanecen presionando la roca (Klimchouk, 2007).



ESTADO 2, El acuífero desciende oscilando el flujo de las aguas según la presión que recibe el acuífero confinado subiendo por los conductos creados "feeders", se modelan las morfologías interiores.



ESTADO 3, Estado actual. El acuífero establece un nivel freático permanente que puede oscilar por acción natural o artificial coincidente con el nivel del mar sin llegar a ocupar los conductos superiores. Se accede a la red de galerías superiores y por los pozos "feeders" se llega al nivel del acuífero.

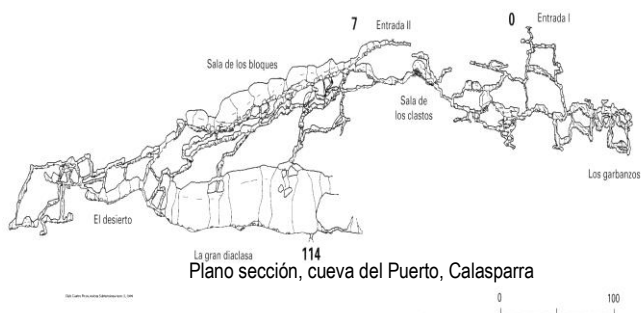
3. Cavidades hipogénicas en la región de Murcia. Selección

La amplia representación de este tipo de cavidades en la región de Murcia hace difícil su elección, pues son muchas y todas con singularidades. Hemos considerado realizar una selección lo bastante representativa de todos los procesos geológicos que en ellas se dan, para facilitar su interpretación hemos considerado que había que partir de tres estados de estas redes hipogénicas, que las definen y permiten agrupar; un primer grupo estaría formado por *redes fósiles* donde el agua abandonó la cavidad hace mucho tiempo. Un segundo grupo formado por *redes de actividad hídrica reciente* en donde hemos podido constatar la reciente bajada del nivel del acuífero, y un tercer grupo que engloba las *redes activas* con agua, a partir de estas tres consideraciones seleccionamos ocho cavidades que representan lo que podemos encontrar en el resto de cavidades de la región. Hay que tener en cuenta que siguen descubriéndose nuevas cavidades, nuevos elementos morfológicos, espeleotemas, etc. que van ampliando el conjunto y las características de estas cavidades.

Pretendemos resumir las generalidades que se encuentran en el conjunto de estas cavidades a través de los ejemplos que exponemos realizando una primera aproximación al modelado hipogénico en la región de Murcia. Veremos en poco tiempo nuevos trabajos que ampliarán las consideraciones que aquí realizamos y que actualmente están en revisión o estudio por distintos equipos.

Selección de cavidades:

- Sima de la Higuera, Pliego
- Sima Destapada, Cartagena
- Cueva del Puerto, Calasparra
- Cueva del Agua, Cartagena
- Sima del Pulpo, Cieza
- Cueva del Pozo, Jumilla
- Sima de la Plata, Cartagena
- Cueva del Agua-TLY, Lorca



Las cavidades seleccionadas lo han sido por entender que reúnen evidentes signos que permiten incluirlas en cavidades de origen hipogénico, y realizar una primera aproximación a estos procesos, que nos permiten servir de modelo para el resto de cavidades, basándonos en los tres estados las agrupamos en la siguiente tabla;

Agrupación de cavidades según su estado:

redes fósiles

- Cueva del Puerto
- Cueva del Pozo
- Sima del Pulpo

redes de actividad hídrica reciente

- Sima de la Higuera
- Cueva del Agua-TLY, Lorca
- Cueva de la Plata ?.

redes activas o inundadas por el acuífero

- Cueva del Agua, Cartagena
- Sima Destapada (fondo)

Redes fósiles

El primer grupo *redes fósiles* donde los acuíferos abandonaron las cavidades y actualmente el nivel piezométrico se encuentran a bastante profundidad o no se ha localizado. En estas cavidades no se han detectado niveles de los acuíferos recientes incluso en nivel actual se encuentra bastante más bajo que la red de galerías de las cavidades.

Como primer ejemplo de las cavidades seleccionadas en este grupo tenemos la Cueva del Puerto. La red conocida de esta cavidad se distribuye en varios pisos de galerías con una cota entre la parte superior hasta la parte más baja de la cavidad de -114 m. este punto coincide con la Gran Diaclasa (406 m.s.n.m.), fractura interna de grandes dimensiones.



Gran Diaclasa en cueva del Puerto, Calasparra (M. Tremiño)

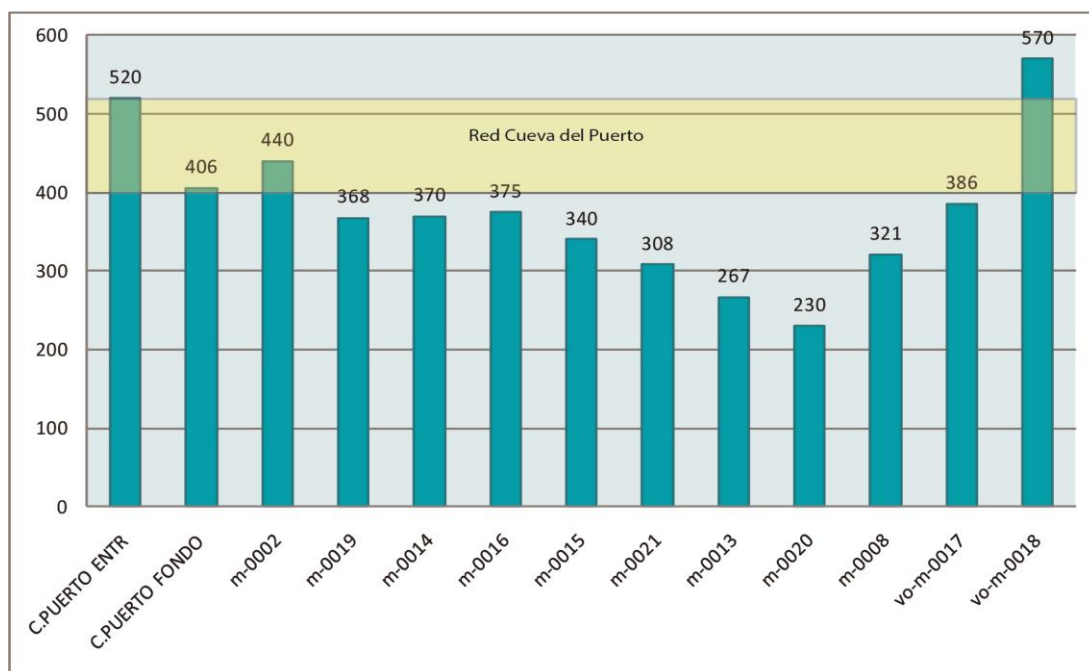
Los actuales niveles piezométricos en la zona cercana a cueva del Puerto se encuentran entre 195 m.s.n.m. y 235 m.s.n.m. (I.G.M.E. 2009), en las proximidades se localizan nueve manantiales identificados por el (I.G.M.E. 2009), en la zona sur de la sierra del Puerto y dos en la zona norte muchos de ellos actualmente inactivos. Estos se sitúan en cotas entre los 440 y 308 m.s.n.m., el desarrollo de la zona más baja de galerías de cueva del Puerto se sitúa en la cota 406 m.s.n.m.,

indicando la posibilidad de un rebosadero del acuífero coincidente con los manantiales y las galerías de cueva del Puerto, zona Gran Diaclasa, que marcan el nivel piezométrico antiguo, matizando que cabe la posibilidad de que aún no se haya llegado al fondo de galerías en cueva del Puerto pues la cota de manantiales cercanos se sitúan entre los 308 m.s.n.m., unos 100 m. de diferencia estas coincidencias se repiten en otras cavidades como veremos en sima de la Higuera.

Con estos datos podemos situar un antiguo nivel piezométrico del acuífero en la zona de desarrollo de la cueva del Puerto, pues de los 11 manantiales descritos cinco de ellos se sitúan en las cotas 368 – 440 m.s.n.m., indicando el antiguo nivel del acuífero en la cota coincidente con la zona baja de cueva del Puerto, Gran Diaclasa, y siendo la zona de aguas estables por largos periodos de tiempo donde pudo ejercer una acción muy activa en el origen y morfología de la cavidad. En esta cavidad los espeleotemas hipogénicos son poco frecuentes, igualmente ocurre en la cueva del Pozo de similares características cercana a esta y dentro del mismo enclave geológico, en otras como veremos ha habido una profusión de espeleotemas, es un asunto que está siendo objeto de estudio y que veremos en próximas publicaciones.

Esta situación las encontramos en otras cavidades, Cueva del Pozo, Sima del Pulpo y en la zona superior de Sima Destapada.

Gráfico I. de cotas de entrada a Cueva del Puerto y zona más profunda de la cavidad y cota sobre el nivel del mar de manantiales cercanos a la cavidad, posible rebosamiento del acuífero en tiempos pasados con cueva del Puerto.





Galería del Manganeso, sima de la Higuera-Pliego, con evidentes marcas de niveles de agua recientes.

Redes de actividad hídrica reciente

Un segundo grupo *redes de actividad hídrica reciente* cavidades que han podido verificarse el nivel piezométrico y la bajada o desaparición de este en un espacio de tiempo relativamente cercano mas menos 40 años, dejando marcas visibles en su interior (Sima de la Higuera, cueva del Agua-Lorca, Cueva de la Plata).

El ejemplo de sima de la Higuera, esta se sitúa en una zona con sobreexplotación del agua subterránea y aunque esta cavidad es de reciente descubrimiento y exploración, pues sus galerías y niveles inferiores se exploraron a partir de las décadas de los noventa, si hay constancia de surgencias de aguas cercanas y situadas en las mismas cotas que la red de la cavidad, así es en el manantial de las Anguilas 412 m.s.n.m, expulsó agua en 1977 por última vez y el de los Caños 410 m.s.n.m. en 1975 (Rodríguez, 1986), estos dos manantiales muy cercanos a la cavidad.

El nivel piezométrico del acuífero de la zona si tomamos como referencia los manantiales próximos, se sitúa entre las cotas 410 – 487 m.s.n.m. y la sala Paraíso en sima de la Higuera se sitúa a 425m.s.n.m., en esta han quedado marcados niveles de agua en las paredes siendo

muy evidente en la galería del Manganeso, igualmente en las galerías inferiores se encuentran grandes cantidades de “calcita flotante”, niveles de costras de suelos recientemente agrietados, que nos indican niveles de agua de épocas muy cercanas en el tiempo. Hay que considerar que entre los años 1979-84 entraron en funcionamiento importantes pozos de extracción de aguas para la agricultura bajando el nivel piezométrico en el pozo de las Anguilas a 320 m.s.n.m. en 1985 (Rodríguez, 1986), aunque el acuífero es capaz de regenerarse en épocas de lluvias, los años seguidos de sequia y la labor intensa de extracción de aguas entre 1979 hasta nuestros días impiden la recuperación del mismo.

Otro ejemplo reciente se da en Cueva del Agua-TLY de Lorca es una cavidad que marcaba un nivel piezométrico constante y que tradicionalmente ha servido para el abastecimiento de agua de los pocos habitantes de la zona y de la agricultura de subsistencia. Hasta el año 1984 pudimos constatar niveles de agua que cubrían en gran parte la cavidad, a finales de los 80 y hasta nuestra época se intensificaron los cultivos pasando de subsistencia a industrialización con mayores necesidades de agua provocando que actualmente estos niveles se encuentran muchos más bajos, vaciando de agua la zona del interior de cueva del Agua quedando abandonados los

sistemas de extracción de aguas que han quedado en desechos de numerosos tubos que los lugareños han ido profundizando en las galerías naturales, solo se conservan charcas o pequeños lagos colgados en el interior, un plano realizado a principios de los años 90 y actualizado a 2014 nos indican los niveles de agua de la época y estado actual.

salas bajo el agua, actualmente en exploración, constituyendo un importante acuífero hidrotermal relacionado con otra cavidad muy próxima cueva del Agua- Cartagena, pudiendo actuar el acuífero profundo como un *feeder* a través de los más de 150 m. de pozos que conectan la zona inferior con la zona de galerías superiores.



Cueva del Agua-TLY, Lorca. Distintos niveles marcados por las aguas confinadas del acuífero. Línea azul nivel aguas anterior siglo XX, línea verde nivel aguas anterior a 1984, línea amarilla nivel aguas en 1984. Foto: Ros, 2014.

Es notorio ver que morfológicamente estas variaciones recientes de las aguas en el interior de estas cavidades nos aportan datos relevantes y evidentes sobre los procesos hipogénicos tanto a nivel morfológico como de espeleotemas que se describen en los capítulos correspondientes.

Un caso donde se dan dos situaciones diferentes en una misma cavidad, sima Destapada, en esta cavidad encontramos un nivel de galerías a unos 60m de profundidad donde se desarrolla una importante red con una sala de grandes dimensiones y todo un entramado cavernario hipogénico en estado fósil, y en profundidad a -220m. se localiza el nivel piezométrico actual coincidente con el nivel del mar y de aguas termalés con un desarrollo de galerías y grandes

Redes activas

Tercer grupo *redes activas* donde el acuífero está presente y actuando sobre la cavidad ejemplos en Murcia; cueva del Agua-Cartagena, Sima Destapada-fondo.

Se pueden encontrar cavidades donde se localicen varios tipos de redes, este es el caso de sima Destapada en Cartagena donde como hemos visto en una zona superior se encuentra una red senil abandonada por las aguas y en profundidad a -220m, encontramos el acuífero activo de aguas confinadas, este nivel coincide con el del Mediterráneo la sima se encuentra a unos cientos de metros del mar.

Próxima a esta 1,5km. se localiza la Cueva del Agua de Cartagena, cavidad muy cercana al mar, la entrada se sitúa poco mas de 20m sobre el nivel del mar y a unos 100m. de distancia de la costa, la cavidad se desarrolla en más de un 90% bajo el nivel de este, está prácticamente

sumergida, excepto la entrada y varias pequeñas burbujas interiores sigue una línea longitudinal de más de 900m. que configura una gran fractura de dirección NE-SW, en algunos puntos se desarrolla una red de galerías y en otros tramos galerías de más de 400m., siguiendo la dirección de la fractura.

Tanto sima Destapada como cueva del Agua vienen condicionadas por la presencia de un importante acuífero y surgencias profundas de aguas termales, sondeos muy próximos recientes indican a cotas de 100 m. por debajo del nivel de mar donde se está extrayendo agua caliente para usos turísticos. Esta surgencia termal parece ser el origen de la gran red que se desarrolla tanto en sima Destapada más de 3.300m. y cueva del Agua Cartagena más de 2.000m. y otras cavidades cercanas de menor desarrollo.

Las aguas termales han estado fluyendo por varios puntos del acuífero, unos antiguos baños explotados a principios de siglo, *baños de la Marrana*, hoy inactivos y por cueva del Agua en donde estuvieron manando agua hasta mediados de los años 70, en 1978 fue la última vez que se presenció la salida del agua termal a orilla de la playa junto a los antiguos baños. El acuífero en esta zona ha marcado considerablemente la red cavernaria influenciado por una acción de las aguas profundas termales, configurando el rebosamiento del acuífero a través de un *Dren* longitudinal de varios cientos de metros en Cueva del Agua que ha ido siguiendo la fractura de la roca, un caso similar ocurre en la Cova de les Calaveres (Garay, 2013) donde la presión de las aguas profundas configuran la cavidad siguiendo las fracturas.

En Sima Destapada no hay salida de aguas, por lo que estamos ante un entorno de aguas confinadas influenciadas por el termalismo y otros elementos como un CO₂ elevado, donde la acción de estas aguas es muy intensa y erosiona la roca con facilidad, bajo el agua, en el fondo de la sima, hemos podido constatar grandes salas sumergidas al igual que hemos encontrado 160m.

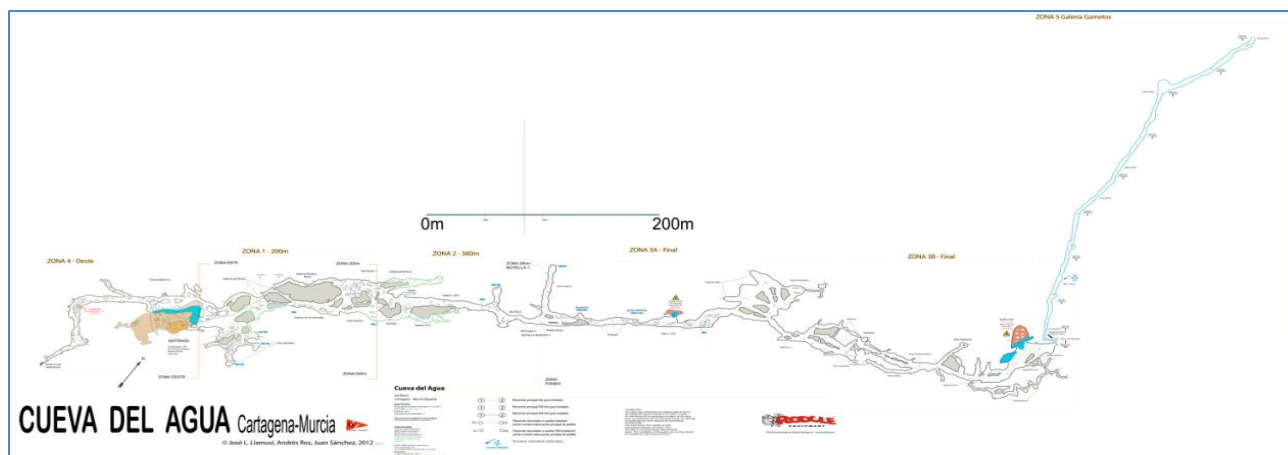
más arriba en la sala Cartagena.

Estas redes de aguas confinadas están permitiendo nuevas interpretaciones sobre la espeleogénesis de las cavidades hipogénicas y su forma de evolucionar.

Antiguos baño de la Marrana principios siglo XX, Isla Plana Cartagena



Aún quedan otras cavidades que en breve ampliarán estos conceptos, los trabajos que se vienen realizando por el grupo Resaltes en la sima de Benis, Cieza, donde una gran fractura de más de 300m. de vertical ligada al acuífero de la zona con espeleotemas hipogénicos muy interesantes son objeto de estudios actuales, y los trabajos del grupo GECA de Cieza en la Sima del Pulpo ampliarán estos conceptos. Por otro lado quedan las grandes salas como es la Cueva de la Moneda en Totana una amplia bóveda de 28m. de altura y el sistema Orón-Arco en la costa con grandes salas y espeleotemas muy singulares que están siendo estudiados y en breve se conocerán nuevos resultados, finalmente en la región de Murcia quedan un gran número de cavidades que a partir de estos trabajos hacen ver la cuevas murcianas bajo otra perspectiva que ayudaran a encontrar nuevos elementos que configuran las cuevas hipogénicas de Murcia, reuniendo en esta pequeña región uno de los lugares donde mayor número de cavidades de origen hipogénico se concentran.





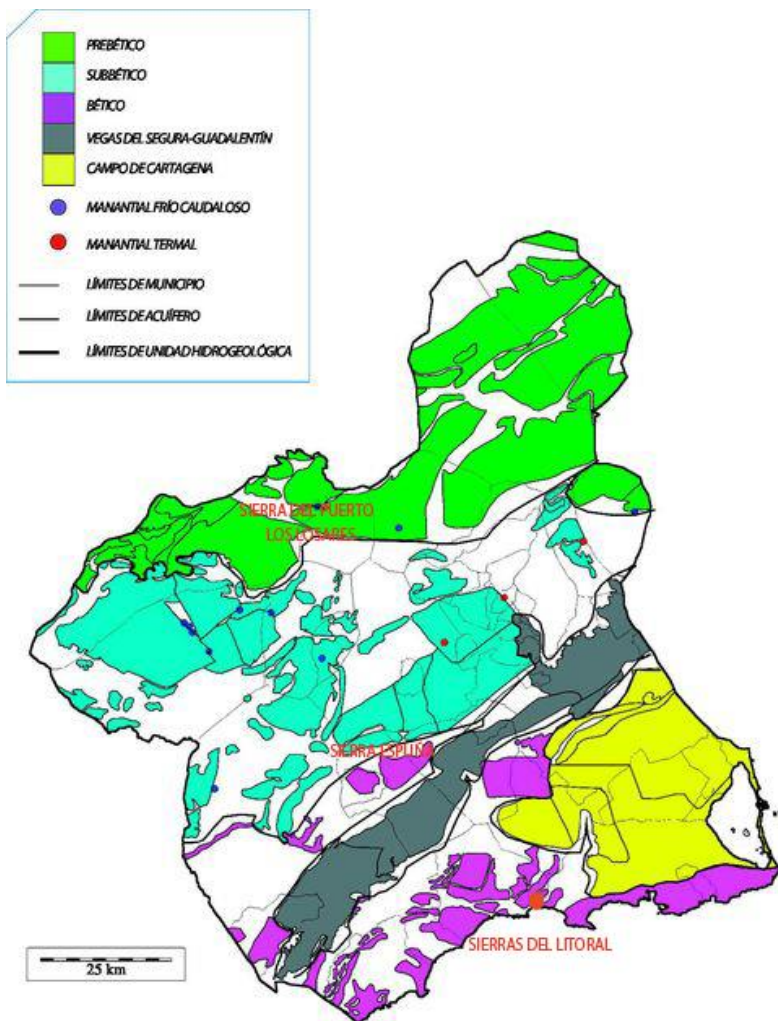
Clouds, Nubes, sima de la Higuera

4. Enclave geológico

La geología de la región de Murcia viene condicionada por sistemas montañosos de Oeste a Este y del interior hasta la costa, tres unidades geológicas definen la estructura, el Prebético con la sierra del Puerto como dominio externo de esta unidad, presenta una litología a base de dolomías, materiales detríticos (arenas, areniscas, calcarenitas y conglomerados) y anhidritas (yeso y sal).

Una segunda unidad el Subbético que llega desde el Noroeste sierras de Moratalla, Caravaca, Cieza se destaca por sus afloramientos de dolomías y calizas.

La unidad Bética comprende las sierras de litoral con dolomías y calizas del Triásico por un lado y con materiales del complejo Malaguide en Sierra Espuña con calizas de un espesor de hasta 2000m.



Mapa de las principales unidades hidrogeológicas y de acuíferos de la Región de Murcia 1993
Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

Las aguas subterráneas adquieren en la región de Murcia una importancia vital para su desarrollo, grandes masas de aguas se encuentran en los acuíferos, explotados durante siglos, adquieren su máxima relevancia con la aparición de las bombas hidráulicas que en los últimos decenios ha supuesto una sobre explotación del mismo.

En el Prebético dada la estructura predominante de grandes pliegues enraizados, van a darse acuíferos de relativa extensión, entre los que destacan, de NE a SO: Cingla-Cuchillo, Jumilla-Villena, Serral-Salinas, Ascoy-Soplamo, Quibas, El Molar, Somogil y Taibilla y Sinclinal de Calasparra este ultimo relacionado con la cueva del Puerto.

El Subbético, las rocas permeables principales se asientan fundamentalmente en dolomías y calizas del Lias inferior-medio y se encuentran afectados por una tectónica de mantos de corrimiento, en cuyo mecanismo ha jugado un papel de suela las arcillas con yeso del Trias, que constituyen el impermeable de base.

Agrupar a numerosos acuíferos destacándose por su extensión; Revolvedores-Serrata, Gavilán, Bullas, Sierra Espuña, Pericay-Luchena. D. Gonzalo-La Umbría y Baños de Mula, este último con un origen hidrotermal relacionado estrechamente con sima de la Higuera.

El Bético, en esta unidad los acuíferos, numerosos y de reducida extensión, presentan recursos escasos. En ellos se han venido realizado durante muchos años importantes explotaciones lo que provocó una sobreexplotación generalizada que ha traído consigo el volumen importante de las reservas permanentes y la progresiva salinización de las aguas subterráneas, siendo la situación más agravante en la zona de Mazarrón.

Los acuíferos se albergan generalmente en las dolomías del Triásico, siendo muy variable su desarrollo tanto vertical como horizontal.

Existe un geotermismo generalizado en la unidad, destaca en la zona de Isla Plana, donde recientemente se han vuelto a explotar para el turismo (camping de los Delfines).

Se han distinguido dos subunidades hidrogeológicas (Mazarrón y Águilas) y tres relativamente grandes acuíferos (Yechar, Carrascoy y Cresta del Gallo).

La sierra de Cartagena está aún por estudiar hidrogeológicamente.

Destacar que en la subunidades de Mazarrón se localiza el importante conjunto subterráneo de sima Destapada – cueva del Agua de origen hidrotermal, y en la de Águilas se localiza otra importante red, cueva del Agua de Lorca.

Las cavidades seleccionadas se distribuyen abarcando gran parte del territorio calcáreo murciano de Norte a Sur, desde el litoral hasta las sierras interiores estas marcan un conjunto geológico similar, en la costa las cavidades se sitúan en calizas recristalizadas del Triásico, en el interior estas se desarrollan en calizas masivas del Cretácico, destaca la sima de la Higuera que se desarrolla en conglomerados calizos del Paleógeno situado encima de las calizas del Jurásico de Sierra Espuña.

Estas se encuentran en zonas de acuíferos importantes, en la costa el acuífero hidrotermal de Isla Plana, importante aporte de agua en uso actualmente y donde recientemente se están utilizando las aguas termales en un camping cercano a Cueva del Agua a través de un sondeo que llega casi al centenar de metros, por otro lado la cueva del Agua-TLY de Lorca ha estado usándose como un importante aporte de agua del acuífero existente hasta que recientemente ha descendido el nivel por intensivo uso que se está haciendo no extrayéndose agua de la cueva actualmente pero si de pozos cercanos. En la zona del interior Jumilla – Calasparra – Cieza,

existe un importante acuífero en toda esta área vinculado a estas cavidades y que actualmente se encuentra muchos metros por debajo de estas. Y por ultimo en la zona de Pliego – Mula la explotación de los acuíferos ha estado ligada a la historia de estos pueblos y su agricultura, la fuente del Barbol o la de las Anguilas en Pliego actualmente en uso aunque a algunos centenares de metros de la cota conocida en los años 70, es importante la acción que este acuífero tuvo en sima de la Higuera y como ha sido crucial para la aparición de espeleotemas y la morfología asociada.

Las calizas donde se localizan las cavidades las situamos en dos periodos, por un lado las sierras interiores donde se encuentran en calizas del Cretácico Superior, suelen ser calizas masivas con escasa fracturación superficial, utilizadas incluso como cantera, los Losares en Cieza, donde se sitúan en sus proximidades la Sima del Pulpo, las cavidades siguen líneas de fracturas y en su interior pueden desarrollarse cavidades laberínticas por una acción intensa de las aguas ,la presencia de yesos en Cueva del Puerto indican acciones de ácido sulfúrico muy corrosivo en la cáiza. Sin embargo esta apariencia poco relacionada con los paisajes cársticos evolucionados al uso, pueden presentar cavidades en lugares poco singulares, en los Losares, Cieza se encuentran pequeñas cavidades en una línea seguida con desarrollos interiores de salas en incluso bóvedas a tener en cuenta, Sima grande, Sima Promoción

Cronoestratigrafía geológica selección Cuevas de Murcia

PALEOGENO				ROCAS
	OLIGOCENO		Sima de la Higuera - Pliego	Conglomerados calizos
	EOCENO			
CRETACICO				
	SUPERIOR		Cueva del Puerto-Calasparra Sima del Pulpo- Cieza Cueva del Pozo-Jumilla	Calizas masivas
	INFERIOR			
TRIASICO				
		Alpujaride superior		
		Unidad Intermedia	Sima Destapada Cartagena Cueva del Agua Cartagena Cueva de la Plata Cueva del Agua-TLY-Lorca	Calizas recristalizadas

(Valenzuela, 1975) indican una evolución del karst desde el interior, intuyendo una red más profunda en donde solo se ha podido explorar una parte en sentido opuesto en la Sima del Pulpo.

El litoral de la región de Murcia, presenta una franja montañosa de Oeste a Este con acantilados calcáreos principalmente, Águilas, cabo Tiñoso formado entre otras por calizas Triásicas muy duras recristalizadas en este entorno el paisaje resulta de montañas de roca calcárea grises y azules marmóreos con formas sinuosas continuas redondeadas y erosionadas por los vientos y elementos naturales, no existe un paisaje cárstico clásico. Las cavidades no son fáciles de localizar pues suelen darse en pequeñas bocas y en cualquier lugar, como en Sima Destapada con una pequeña boca de entrada de 1m. por 0,90m. próxima a la cima del cabezo de Hornos, o en Cueva del Agua-TLY, boca cercana a un antiguo manantial en la falda de la montaña y probablemente excavada por el hombre.



Paisaje zona de Cueva del Agua-TLY-Lorca, con el pico Talayón al fondo



Paisaje calcáreo Región de Murcia, línea marca la falla que da acceso a Sima Destapada

5. Espeleometría y desarrollo hipogénico, *Cave patterns*

Introducción.

Existen elementos claramente diferenciados en el modelado de las cavidades hipogénicas con respecto a las de origen epigénico, (Klimchouk, 2007 describe y analiza en profundidad los tipos de redes que se pueden desarrollar en aguas confinadas, por otro lado (Audra, 2009) basándose en este trabajo y estudios en cavidades francesas describe y confirma estas redes laberínticas y su espeleogénesis, en estos trabajos se describen con precisión estos elementos que dan origen a estas redes. Hay una consideración importante a tener en cuenta y es que todas ellas se han originado como consecuencia de la acción de aguas profundas en la mayoría de los casos, aguas confinadas, “acuíferos”, y pueden o no coincidir con otros elementos, termalismo, acidez elevada, CO₂ importante, siendo en muchas ocasiones el conjunto de estos elementos los que han influido en la orogénesis final de estas cavidades. La acción de estas aguas y otros elementos, en los entornos calcáreos modelan redes, morfologías y espeleotemas muy peculiares y coinciden en sus formas con sus singularidades dependiendo de muchos factores, A pesar de estas singularidades suelen repetirse patrones en la mayoría de los elementos de la orogénesis de las redes y que pueden dar lugar incluso a crear patrones de referencia (Klimchouk, 2007) o la propuesta que indicamos al final de este trabajo y que recogemos en una tabla que agrupa todos estos elementos hipogénicos que a continuación detallamos.

En una primera aproximación a definir generalidades de las cavidades hipogénicas que indicamos en capítulos anteriores, las agrupamos inicialmente en tres modelos de cavidades; por un lado *cavidades fósiles* sin presencia de acuífero ni datos recientes del mismo, *cavidades de actividad hídrica reciente* donde el agua ha descendido en tiempos constatados, y *cavidades activas o inundadas por el acuífero* que se encuentran dentro del acuífero confinado y con agua en la actualidad, de estas tres consideraciones incluimos nueve cavidades que resumen el tipo que se va a ir encontrando en Murcia, (Klimchouk, 2007), indica que “en gran medida las cuevas formadas en entornos confinados son accesibles a la exploración y el estudio cuando son abandonadas por las aguas y en estado relictos, desvinculado de su entorno formativo”, sin embargo cada vez son más frecuentes las investigaciones en entornos confinados por las

aguas, en este trabajo hablaremos de las investigaciones y exploraciones a dos cavidades en la región de Murcia actualmente inundadas y que las técnicas del espeleobuceo están permitiendo conocerlas en su entorno formativo .

En los capítulos siguientes, analizamos en detalle elementos de desarrollo, morfológicos y de espeleotemas que se dan en cada una de estas cavidades, este análisis nos permite agrupar de nuevo en tres grandes grupos de rasgos hipogénicos más detallados que identifican claramente estos procesos, si hay que indicar que en este trabajo nos limitamos a identificar y describir los elementos de origen hipogénico aunque hay que indicar que estos pueden ir asociados a otros de tipo “epigénico”, como es el desarrollo de espeleotemas por aguas superficiales encontrándose en casos entremezclados los de origen hipogénico con los de origen epigénico, debido en parte al largo periodo de tiempo que estas redes están desvinculadas de los acuíferos y pasar a tener una acción visible las aguas de superficie, en algún caso hemos encontrado procesos vinculados a las aguas de superficie en forma de espeleotemas (estalactitas, banderas, ...) en diversos periodos de fluctuaciones de los acuíferos y que debieron formarse en épocas donde estos bajaron de nivel y la cavidad se mantuvo durante tiempo sin estas aguas confinadas, formándose estos espeleotemas aéreos, para posteriormente volver a inundarse y dejar claras marcas visibles en estos espeleotemas como sucede en cueva del Agua-TLY de Lorca.

Igualmente se han podido observar espeleotemas de origen epigénico aéreo (estalactitas, estalagmitas), indicando momentos en que las aguas estaban más bajas y que actualmente se encuentran bajo estas como es el caso de cueva del Agua en Cartagena, en esta cavidad el nivel de las aguas confinadas viene definido por el nivel del mar, esta cavidad está muy próxima al mar y hasta hace pocos años el acuífero vertía agua termal al mar, hoy se encuentra en proceso inverso, el agua del mar está entrando en la cavidad, por lo que estas formaciones de origen epigénico y aéreo pueden estar asociadas a oscilaciones del Mediterráneo.

Y aunque resulte bastante frecuente encontrar procesos epigénicos asociados a espeleotemas de aguas superficiales en todas las cavidades que analizamos, mezclados con otros hipogénicos, indicando en gran medida el alcance temporal que su entorno formativo pasó a estar en un proceso relictos, a pesar de esto existen claros elementos que perfectamente identifican las características hipogénicas en las cavidades estudiadas y son fácilmente reconocibles.

El análisis en detalle de los aspectos geomorfológicos de estas redes nos lleva a proponer finalmente un esquema de parámetros que se encuentran en las cavidades hipogénicas agrupados en tres conjuntos por un lado los tipos de *cavidades según su espeleometría y tipo de desarrollo*, un segundo grupo donde se describen las *características morfológicas interiores* y un tercer grupo de *espeleotemas hipogénicos*. Describimos estos grupos de formas y morfologías con ejemplos en las cuevas Murciana y una tabla resumen donde detallamos las cavidades estudiadas.

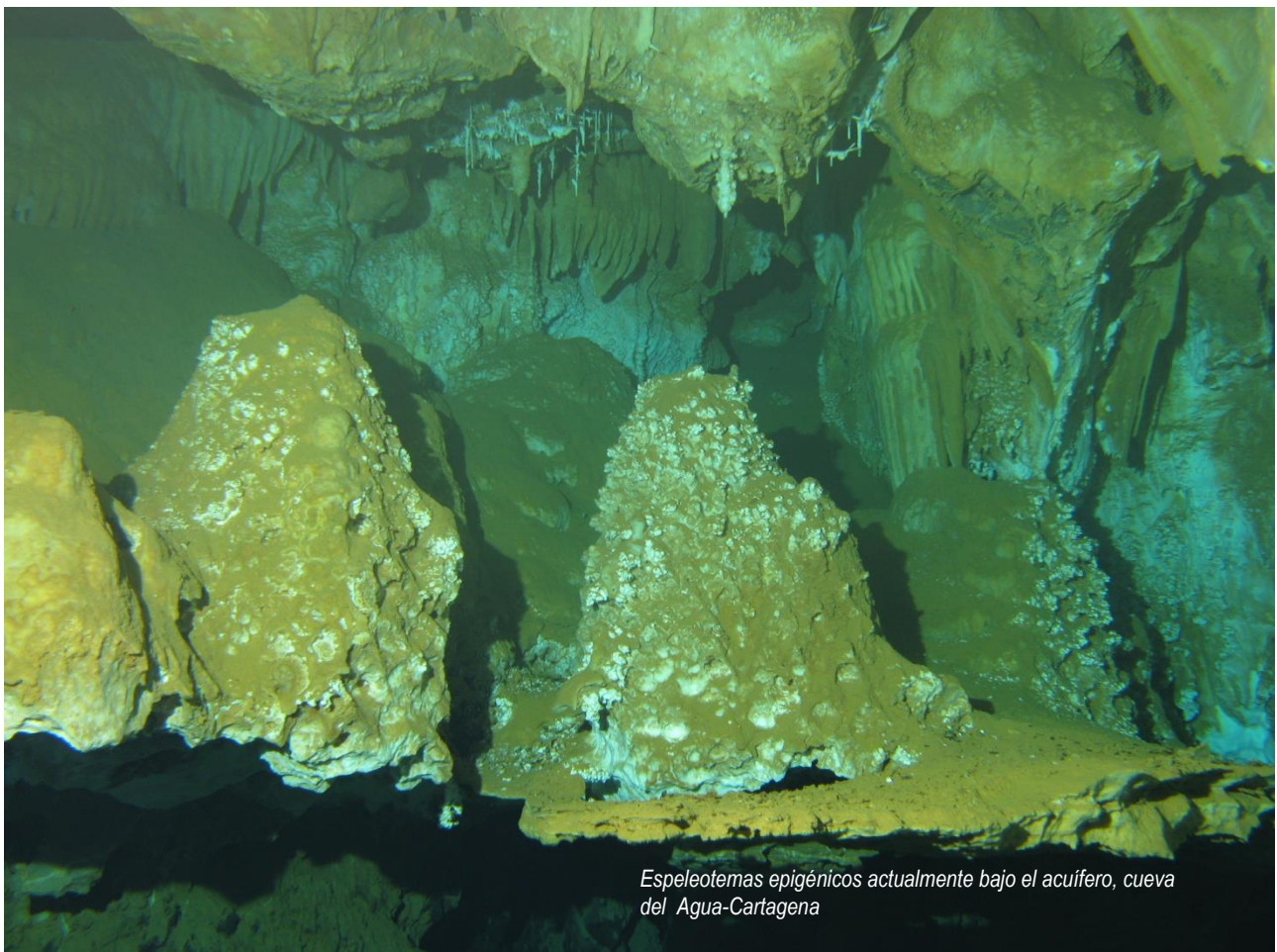
Es de resaltar en la tabla final como en Sima de la Higuera se dan casi todos los elementos, morfológicos y variedad en espeleotemas que se pueden encontrar en una cavidad hipogénica, quizás sea única en su género junto a la mencionada cueva de Lechuguilla que aunque las dos tienen el mismo origen hipogénico si se encuentran algunas diferencias considerables que son motivo de estudio actualmente. Como hemos indicado anteriormente, cabe reseñar que otros elementos, morfológicos tipo fracturas, o espeleotemas epigénicos, estalactitas, coladas, columnas ..., pueden estar asociados a los procesos hipogénicos por cuestiones diversas desde la estructura del

terreno y su evolución a priori o posterior y los espeleotemas que se producen después del vaciado de la cavidad por filtración de las aguas del exterior, epigénicos, e incluso posteriores inundaciones de galerías, como indicamos anteriormente.

En este trabajo nos limitamos a identificar los elementos de tipo hipogénico pues consideramos que han sido la espeleogénesis fundamental del origen de la cavidad, desde luego existen, como indicamos, otros procesos de distinto origen y que hemos visto asociados en estas cavidades que serán objeto de otros estudios.

Acuíferos confinados origen de las cavidades hipogénicas.

La circulación de agua extraordinariamente lenta, o casi inexistente pueden ser fluctuaciones de los niveles en función del clima o más recientemente de la actividad humana (explotación de acuíferos), pero lo que sí es cierto es que esta agua puede permanecer centenares o miles de años. Por ello los procesos fisicoquímicos no responde a los movimientos de aguas si no a lo largo del tiempo en los huecos de rocas solubles y aguas agresivas, capaz de kárstificar la roca (por corrosión o por disolución) (Garay, 2013), por su parte (Klimchouk, 2007) indica que el concepto de "espeleogénesis hipogénica" está asociado en



Espeleotemas epigénicos actualmente bajo el acuífero, cueva del Agua-Cartagena

su fase formativa a la presencia de las aguas confinadas ejerciendo presión hidrostática a la roca soluble. El concepto de espeleogénesis hipogénica está estrechamente relacionada con la noción de artesiano o confinado. Estos términos se refieren a la condición importante del acuífero, donde las aguas subterráneas se encuentran bajo presión en un lecho o estrato confinado por una roca menos permeable o sedimento encima de ella (Klimchouk, 2007).

Estos procesos se han puesto de manifiesto en las exploraciones actuales en cavidades inundadas de la región de Murcia a las que hemos tenido acceso, cueva del Agua en Cartagena y sima Destapada, las dos pertenecientes al mismo acuífero, hasta hace pocos años expulsaba agua por dos zonas, unos antiguos baños utilizados hasta mediados de siglo, los baños de la Marrana y otro punto de rebosadero cueva del Agua de Cartagena ambos muy próximos entre sí, a finales de los años 70 el agua aún salía del acuífero hacia el mar, hoy está en regresión. Los que sí es posible ver en las galerías inundadas del acuífero una intensa acción de las aguas, modelando las paredes con aristas y la presencia tanto en cueva del Agua como en sima Destapada de un abundante sedimento de varios metros de espesor en algunos lugares y en paredes y techos de amplias zonas una acción corrosiva muy intensa en formas que hemos llamado “*cipreses invertidos*” muy inestables y que caen con un leve movimiento de las aguas, aunque los procesos indicados por Klimchouk y Garay pueden resultar complicados verlos evolucionar pues son procesos muy lentos de acción en la roca, si es posible ver parte de estos en estas dos cavidades con aguas confinadas.



Formas de corrosión en la roca (*cipreses invertidos?*) en proceso activo bajo el agua. Cueva del Agua-Cartagena.

Existen otros factores asociados que configuran estas redes y que determina el estado final que

nos encontramos, la cavidad cuando es abandonada por las agua confinadas y pasa a un estado relicto sigue evolucionado, pues se ha podido comprobar cómo la roca se descama o en otro momento cae en fino polvo o incluso se desmoronan las paredes formado y desarrollando cúpulas, techos, galerías, desprendimientos de bloques, influenciado por otros elementos, como es el gradiente termal, claramente presente en estas cavidades de la región de Murcia, un clima cálido para las cavidades, todas están entorno a los 20° e incluso 31° Sima Destapada, y otros como pueden ser presencia de minerales que pueden conducir a una mayor presencia de ambientes ácidos o el CO₂, junto con las aguas tienen efectos visibles y notables en la roca calcárea, formando redes importantes de hasta varios kilómetros y pisos superpuestos que modelan las galerías creando morfologías muy singulares y en casos muy concretos desarrollan espeleotemas cuando las condiciones son propicias, Sima de la Higuera, Sima Destapada, Cueva del Agua-TLY Lorca.

Los acuíferos confinados en ocasiones tienen cierto movimiento natural, debido a las recargas que pueden tener en el tiempo expulsando agua a través de los rebosaderos naturales, los manantiales, e incluso por las cavidades, si hemos podido comprobar en algunas de estas, sima de la Higuera, cueva del Puerto, cueva del Agua, cueva del Agua-TLY-Lorca, la coincidencia de una red de manantiales cercanos asociados al macizo calcáreo que coinciden con las zonas de estas donde ha habido desarrollos importantes, como grandes salas, o procesos de corrosión que ha generado abundancia de espeleotemas, la línea coincidente entre estos manantiales y estas salas interiores, indicaban el nivel de rebosamiento del acuífero en su forma natural durante un tiempo importante, hasta la llegada de la acción del hombre.

Actualmente estos manantiales se encuentran sin uso, pues si es cierto que la región de Murcia tiene un importante déficit de agua de lluvia y entra dentro de los programas de cultivos el uso de los acuíferos en algunos casos desmesurado sin que estos puedan recargarse en los tiempos prolongados de sequías, provocando una bajada del nivel de las aguas de algunos centenares de metros o invirtiendo el proceso y salinizándolos con agua del mar como ocurre en la costa y provocando un déficit hídrico.

De una forma u otra el agua confinada o el agua de los acuíferos y la roca calcárea han sido capaces de modelar redes subterráneas y que actualmente aún se siguen descubriendo.

Quedan por ver numerosos elementos como los tipos de rocas asociadas al desarrollo de la red, entre otras el grado de fracturación, la solubilidad, la presencia de otras rocas combinadas como

evaporitas, yesos, dolomías, etc., y que su estudio futuro revelaran datos sobre la espeleogénesis de estas redes.

Tipos cavidades espeleometría y desarrollo, *Caven patterns*:

Existen una serie de patrones elementales típicos para las redes hipogénicas (Klimchouk, 2007), estos a menudo pueden combinarse para formar patrones compuestos, encontrando diversos tipos de redes según su evolución;

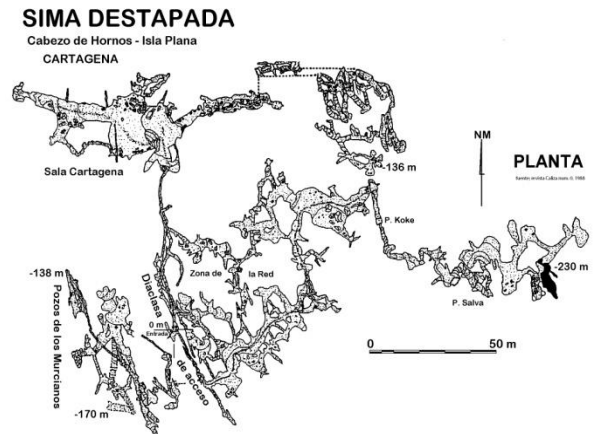
(A) Redes laberínticas (*maze caves*), reticuladas (*network maze caves*) irregulares (*spongework maze caves*). Redes de desarrollo bidimensional o tridimensional, ramificado. Crecimiento hacia arriba (sobrecarga hidráulica y elevada presión confinante) ejemplos en Murcia; *Sima Destapada*, *cueva del Puerto*, *Sima de la Higuera*

Ascenso de gases (se desplazan siguiendo vías ascendentes existentes o de nueva formación). Flujos muy corrosivos, hay claras corrosiones aún actuando en *sima Destapada* y *Cueva del Puerto*.

Las redes laberínticas, *network maze caves*, son comunes para las cavidades hipogénicas. Las galerías están fuertemente controladas por fracturas y forman redes más o menos uniforme, que pueden mostrar cualquiera de los patrones sistemáticos o poligonales dependiendo de la naturaleza de las redes de fracturas, (Klimchouk, 2007), las grandes cuevas murcianas, *sima Destapada*, *Sima de la Higuera*, *cueva del Agua-Cartagena*, *cueva del Puerto*, *cueva del Pozo* siguen líneas de fracturas que han condicionado la forma de la red hipogénica.

Patrones poligonales fuertemente ramificados pueden venir condicionados por orígenes "diagenéticos", cambios o formaciones en las rocas por compactación y cementación, estas redes ramificadas se encuentran asociadas a redes principales de fracturas que ramifican esta en distintas direcciones intercomunicando galerías, estos casos son frecuentes en zonas de *sima Destapada*, *cueva del Puerto* y *sima de la Higuera*, generalmente se dan en pisos superiores (Klimchouk, 2007).

Los patrones irregulares *spongework maze caves*, son menos típicos que las redes se desarrollan a través de coalescencia entre materiales y pueden conectar distintos tipos de niveles de cavidades, suelen estar combinados con otros patrones para formar estructuras complejas. Un ejemplo de este proceso puede verse en *cueva del Agua-TLY* de Lorca donde



Sima Destapada, red de tipo laberíntico *network maze*

rocas calcáreas de distinta porosidad junta a margas se unen en su interior formando redes y laberintos complejos, igualmente encontramos en *cueva del Puerto* donde el contacto de distintos tipos de rocas ha contribuido a la espeleogénesis de la cavidad.

(B) Redes de morfología planar o varios planos superpuestos; (geometría paralela a los contactos confinantes hidrogeológicos). Influencia de gases o fluidos agresivos, genera desarrollo arborescente e irregular. *Cueva del Puerto*.

(C) Grandes salas, *irregular chambers*.

Pueden ser cavidades aisladas o partes de patrones compuestos, (Klimchouk, 2007) indica dos situaciones que pueden darse;

- Por disolución en el nivel del acuífero en la parte inferior de la cueva, más propicio cuando hay evaporitas.
- Cuando la recarga desde abajo genera un flujo transversal y en la formación de la cueva es guiado por la disposición de las fracturas. En este caso, el desarrollo de la sala es comúnmente inducida por la intersección de la trayectoria del flujo vertical.

Pueden haber otros procesos que pueden estar asociados a los anteriores. *Están o han estado inundadas de aguas muy corrosivas con altas temperaturas (termalismo)*, se produce una *karstificación intensa y concentrada, capaz de consumir un gran volumen continuo de roca en un marco geotérmico evidente* (Garay 2013).

En las cavidades que reseñamos se desarrollan grandes salas que poco tienen que ver con el resto de la cavidad donde los pasajes son pequeños, estrechos y laberínticos que unen zonas y en donde se suceden en puntos concretos grandes pérdidas de volumen de material que conviene estudiar más en profundidad;

- Sala Cartagena (*sima Destapada*)

- Sala Paraíso, Cuatro Caminos y Sala Pedro (Sima Higuera)
- Salas en Cueva del Puerto (Clastos, sala de los Bloques)
- Sala del lago Cueva Orón-Arco?
- Cueva de la Moneda, Totana?

(D) Salas con ramificaciones ascendentes; cuevas de tipo Satorkopuszta: una sala basal (límite de la exploración) que puede ser asimilada a una cámara magmática a partir de la cual se desarrolla una red ascendente y arborescente de cúpulas.

- Cueva del Puerto. La Gran Diaclasa actuaría como sala basal a partir de donde se desarrolla la red ascendente.
- Sima Higuera (Sala Pedro ¿??), pudiera ser un caso similar, aunque poco estudiado, esta sala apunta como una cámara principal basal? Y a partir de esta desarrolla la red ascendente.

(E) Drenes ascendentes y de carácter surgente; pueden estar o han estado inundados por ser un punto de descarga del acuífero con signos evidentes de una morfología corrosiva, existencia de un gran conducto ascendente o longitudinal (desde un acuífero confinado con aguas agresivas) amplio y bien definido.

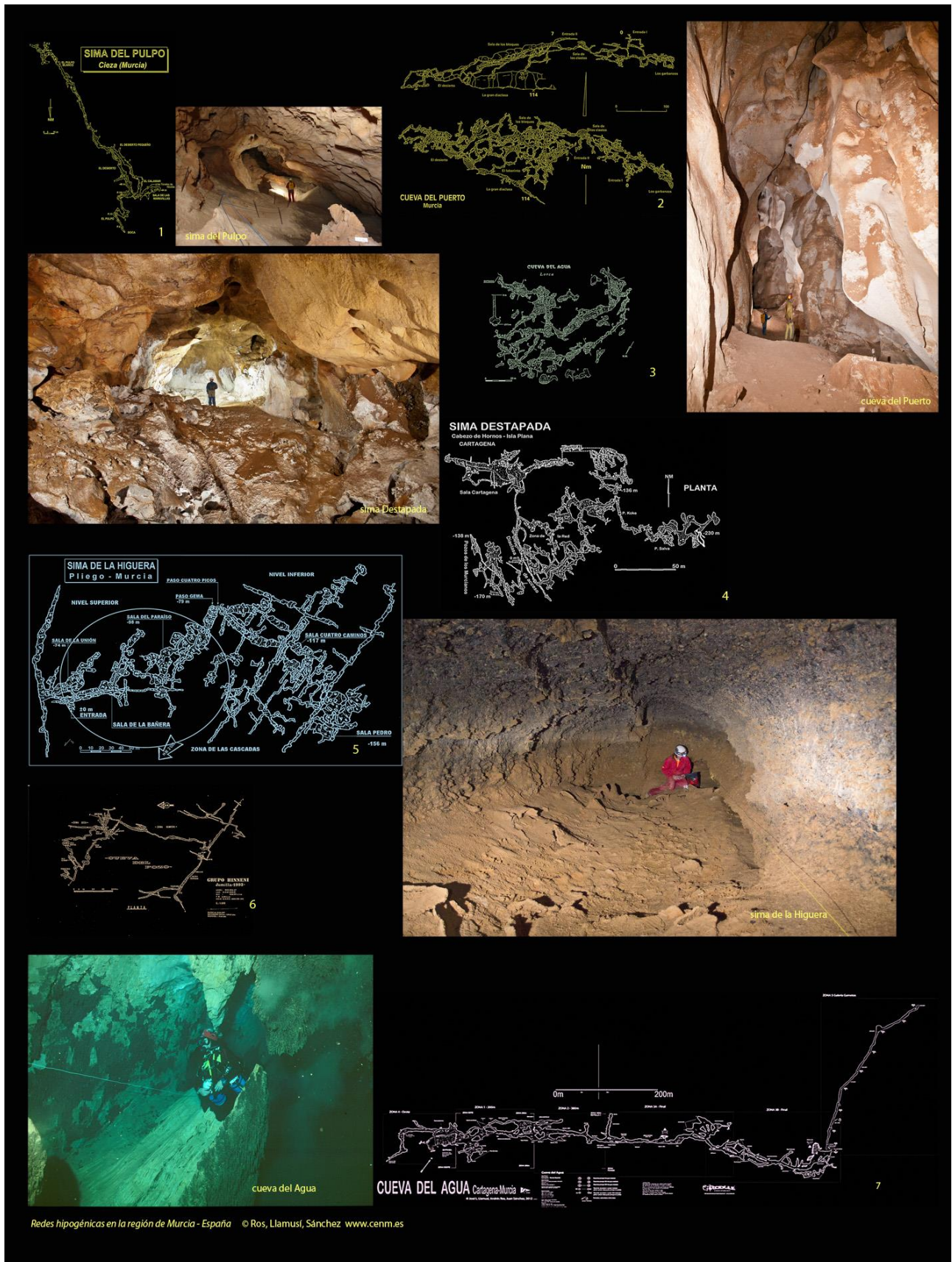
En cueva del Agua-Cartagena encontramos un significativo ejemplo de *Dren* activo hasta épocas muy recientes, hasta mediados de los años 70 el agua termal salía al exterior a través de las arenas de las playas próximas a la cavidad, actualmente la intensa actividad agrícola con la sobre explotación de los acuíferos está provocando una inversión del *Dren* donde el agua del mar está inundando el acuífero progresivamente salinizando sus aguas.

Discusión:

El estudio de los patrones de las cuevas hipogénicas puede ser complejo, pudiendo suceder que nos lleven a apreciaciones iniciales que no coincidan finalmente con el análisis final, compuestos por uno varios patrones según en qué lugar de la cueva o profundidad nos encontremos, incluso a veces el contacto con otros materiales, sobre todo cuando son redes relictas donde acciones posteriores a la formación base de la cavidad han variado su estructura, desprendimientos, colapsos, etc., combinando diferentes tipologías de redes.



Red galerías, sima de la Higuera



Cuadro 1 REDES; 1 sima del Pulpo, (morfología planar, dren?? Fósil). ,4 Sima Destapada, (red laberíntica, reticular. 4 Cueva del Puerto, 5 sima de la Higuera, (morfología laberíntica, reticular, irregular grande salas, ramificaciones ascendentes). 3 cueva del Agua-Lorca, (red laberíntica, reticulada, irregular morfología planar, dren ascendente). 6 cueva del Pozo (morfología planar, dren surgente?? Fósil). 7 cueva del Agua-Cartagena (red irregular, morfología planar dren surgente (activo)).

6. Morfología hipogénica, *Cave morphology*

Los patrones de cuevas (*cave patterns*) indican un origen de *redes hipogénicas*, su análisis en los contextos geomorfológico e hidrogeológico son los más claros indicativos para conocer su origen. En el capítulo anterior concluíamos que se suceden patrones variables o combinados según diversos parámetros en las redes hipogénicas. A pesar de esta variabilidad, existen notables similitudes entre este tipo de cavidades y un conjunto específico de *formas morfológicas* que en ellas se dan y se repiten y que se suceden en las cavidades hipogénicas, el estudio de las características morfológicas nos ayuda a comprender el origen y evolución de la misma.

Elementos morfológicos de diversa escala son decisivos para que las aguas confinadas actúen en la roca, a través de las fracturas y otros procesos, estos modelan la cavidad en un ambiente de aumento de flujo que irá configurando las morfologías típicas de las redes hipogénicas..

Conjunto morfológico de aumento de flujo *Morphologic suite of rising flow (MSRF).*

Algunas de las características morfológicas de mediana escala en cuevas hipogénicas tienen funciones hidrológicas específicas y producen un conjunto de formas características y por lo tanto son claramente indicativos del origen de la cueva. El conjunto de estas puede indicar su función hidrológica (Klimchouk, 2007), este conjunto de formas morfológicas de aumento de flujo (MSRF, en inglés), fue reconocido por primera vez en el oeste de Ucrania, en las redes laberínticas de las cuevas de yeso con funciones ascendentes de las cuevas hipogénicas, posteriormente se ha ido confirmando que estos patrones se suceden en cavidades que tienen un origen común, las aguas profundas en sus diversos aspectos, aplicando estos para la identificación de la génesis de las mismas.

El conjunto de formas morfológicas de aumento de flujo (MSRF) consta de tres componentes principales, (Klimchouk, 2007):

- 1) **Feeders (inlets)** alimentadores (entradas).
- 2) **Transitional wall and ceiling features**, transiciones de techo y paredes (morfologías).
- 3) **Outlet features**, estructuras de fuga ascendente o puntos de descarga.

A estos tres componentes morfológicos principales a su vez se componen de diversas variantes o formas según su situación y los procesos que han realizado.

1) **Feeders (inlets)**, canales verticales de alimentación, (entradas) los *feeders* han sido descritos como conductos verticales o subverticales a través de los cuales los fluidos más ligeros y agresivos circulan en sentido ascendente de un nivel basal o inferior a otro situado directamente sobre él. (KLIMCHOUK, 2007).

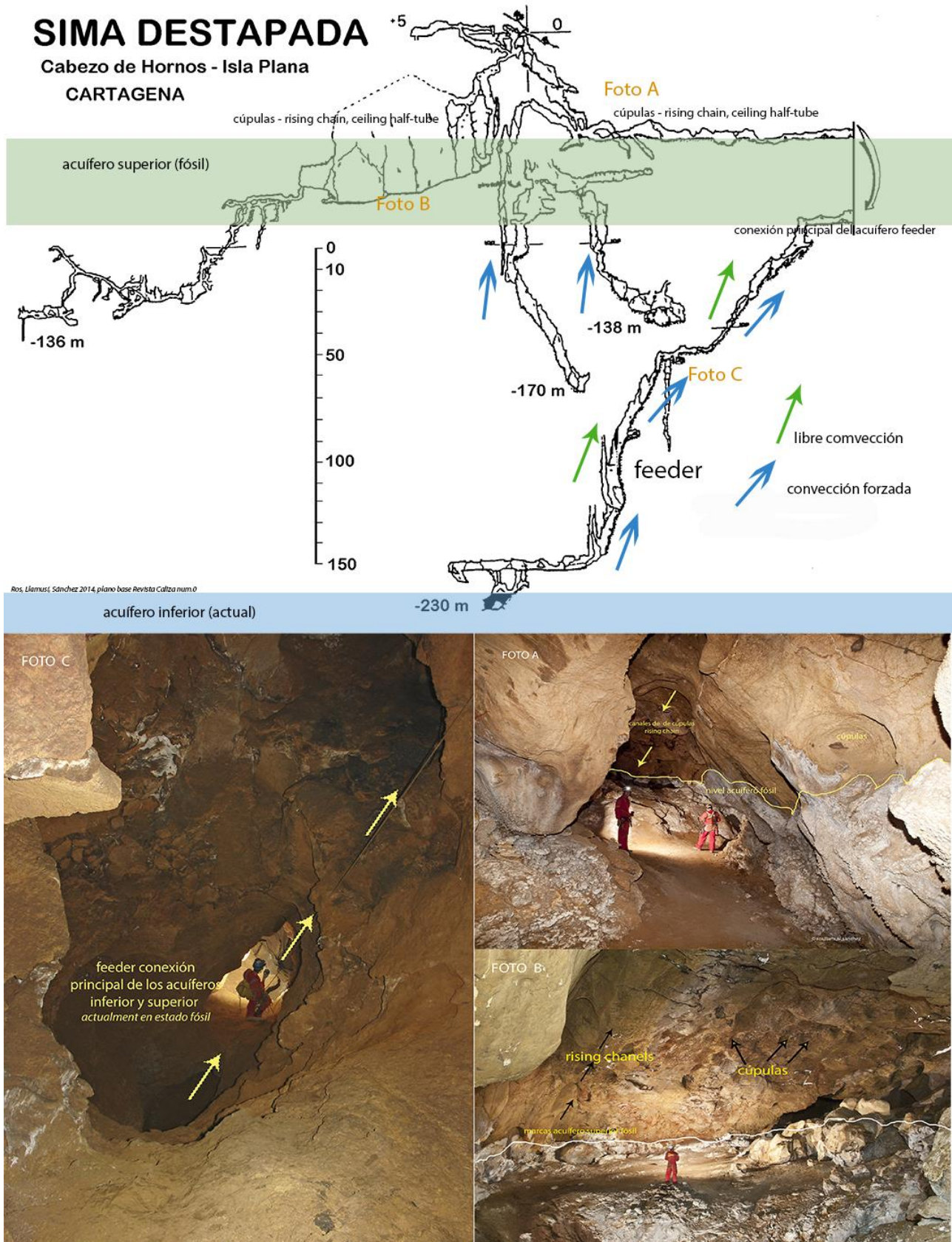
- Feeders puntuales
- Feeders con aspecto de grieta o fractura
- Feeders laterales

2) **Transitional wall and ceiling features, transiciones de techo y paredes.** Forman un conjunto de elementos transitorios en paredes y techos pueden ser cúpulas separadas, canales en la pared o techo (medio tubos). Por lo general suelen estar dispuestos de forma continua y conectan con alimentadores, o forman parte de estos en las zonas de libre convección.

Canales de pared ascendentes (rising wall chanel). Conjuntos de cúpulas que se encuentran adyacentes a los *feeders* (alimentadores), a través del techo semitubos o conjuntos de cúpulas o *domepits* (cúpulas en pozos). También son comunes los conjuntos de cúpulas en el techo a formas de arcos convexas hacia arriba en galerías que pueden conectar diferentes pasajes de la cavidad.



Canales de pared ascendentes "rising wall chanel".
Cueva del Puerto



Conjunto morfológico de aumento de flujo, Sima Destapada, un feeders maestro alimentaba el acuífero inferior con el superior. **Foto A** zona de Red de Galerías superiores, se observan canales de cúpulas en techo y un nivel fósil del antiguo acuífero superior. **Foto B**, sala Cartagena zona de mayor volumen encontrada, con numerosas cúpulas y canales ascendentes en paredes, rising channels, igualmente hay marcas de niveles del antiguo acuífero superior. **Foto C** pozos de acceso la red profunda y actuales acuíferos, feeder principal de conexión entre el acuífero inferior y el superior de 150 m. de desnivel. © fotos y composición Ros, Llamusi, Sánchez.



Anastomosis morfológica, cueva del Puerto (A. Ros)

Cúpulas en el techo (Cupolas or the ceilings), se suceden de forma lineal dentro de un canal, e incluso por separado. Estas cúpulas sugieren un origen de convección. Siendo documentado ampliamente en cuevas hidrotermales, pero las características siguen siendo similares para otros tipos de cuevas hipogénicas (ácido sulfúrico, cuevas en roca caliza, en yesos). Igualmente estas cúpulas no son exclusivas de la espeleogénesis hipogénica; pueden darse en cavidades freáticas no confinadas, existe una amplia discusión sobre este tema (Osborne, 2004)

- **Canales en el techo, (Ceiling chanel)**, a menudo llamados semitubos, puede existir unas características paragenéticas, son típicos en las cuevas hipogénicas a las que nunca ha llegado el nivel de sedimento hasta el techo, generado entre otras por un empuje del nivel freático que provoca una disolución, hemos podido observar como en cavidades relictas, estos canales siguen un proceso de

descamación continua, debido a los elementos climáticos, CO₂, etc. Que siguen actuando en la roca.

Otros elementos morfológicos que indican otras opciones subaérea y otros tipos.

- **Cúpulas (ceiling pokets)** concavidades poco marcadas, ocurren comúnmente en cuevas freáticas de agua son confinadas, lo que refleje el confinamiento de agua dentro de una red. Estas cúpulas tienen formas simples y no están conectadas por medio de tubos o canales en el techo. Otra interpretación es que las cúpulas se forman en condiciones subaérea por convección de aire húmedo impulsado por el calor del agua termal en una cámara que está cerrada al flujo exterior (Cigna y Forti, 1986). Otros indican también la presencia de acidez, sobre todo cuando se trata de H₂S y se condensa en paredes más frías, (Dreybrodt 2003 et al (2005)), Audra 2007. Si es cierto que en las cuevas de la región de Murcia la presencia de *ceiling pokets* es bastante frecuente, sobre todo en cavidades que presumiblemente estuvieron mucho tiempo sin acceso exterior, sima Destapada, cueva del Puerto principalmente, con entradas de

menos de un metro cuadrado, siendo menor la presencia de estas cúpulas en otras donde se intuye una conexión con el exterior más permanente.



Outlet, cueva del Puerto.

El desarrollo de estas cúpulas en Murcia se ve propiciado por procesos de origen hidrotermal, un gradiente de temperatura elevado, con una elevada condensación más del 90% generando el desarrollo de estas cúpulas por condensación-corrosión (especialmente esférica o semiesférica), Klimchouk, 2007, ejemplos de estos procesos son visibles en sima Destapada y cueva del Puerto.

- **Cúpulas coalescentes, composed pockets (GARAY, 2013), subdued pockets, wall pockets.**

y conductos verticales que partiendo desde el techo de una galería de un nivel determinado, conecta con el siguiente situado sobre ella (KLIMCHOUK, 2007).

- **Underdeveloped outlets**, Morfologías cerradas sin una continuidad hacia niveles superiores.
- **Successfull outlets** estructuras que comunican dos niveles de la cavidad.
- **Pendants** pilares residuales de la roca entrecortados en el techo o paredes. Son los restos de una anastomosis sobre el plano de estratificación, o como pilares entre canales de techo. Estas formas *Pendants* se encuentran en cuevas epigénicas y su génesis es perfectamente a lo expuesto anteriormente. Sin embargo en las cavidades hipogénicas la explicación anterior suele ser confusa, pues muchas veces el cruce de canales de techo *ceiling chanel*s (crean colgantes entre ellos), ajustándose mejor el modelo de corrientes ascendentes de múltiples *feeders*, (Klimchouk, 2007).
- **Dead Ends** (galerías ciegas), son extrañas y desconcertantes y a su vez difíciles de explicar. A su vez algunos autores las consideran como una acción



Boxwork, cueva del Agua-TLY, Lorca

3) Outlets: estructuras de fuga ascendente o puntos de descarga. Están formados por cúpulas

- del ácido sulfúrico, pero este no se encuentra en todas las cavidades y las galerías ciegas *dead ends* son bastante comunes en las cuevas hipogénicas. Numerosos elementos asociados pueden interpretar su génesis, aumento transversal; cambios laterales y verticales, etc. Estas galerías ciegas son formas inherentes a casi todas las redes laberínticas, asociado a las cavidades de origen hipogénico, acabando en lo que llamamos en “culo de saco” (Merino, 2010), (Klimchouk, 2007). Estas galerías acaban cegándose o no han tenido continuidad pero están abiertas a la recarga mediante *feeders* en la parte más baja y a la descarga mediante los *Outlets* del techo (Merino 2010), son topologías que se repiten en cuevas murcianas, sima Destapada, cueva del Puerto, cueva del Pozo.
- **Partitions, (tabique de roca)**, pueden separar galerías adyacentes, mostrando una estructura planar (Merino 2010), aunque pueden quedar aislados y ser difícil identificar, *pilares colgantes*, estas galerías al haber desaparecido o integrado en una sola sala o galería por efecto de los procesos erosivos. Suelen estar formadas por la roca madre o varias clases siendo estructuras resistentes. Suelen ser interpretados como restos de la anastomosis, *múltiples canales que se dividen y se reconectan*, su tamaño es variable.
- **Bubble trails** canales de disolución desarrollados sobre las paredes, que presentan una determinada inclinación y que han sido provocados por la liberación gaseosa de CO₂ o H₂S en condiciones evidentemente freática (Chiesa, 1987). Un caso curioso lo encontramos en un “conjunto de estalactitas aéreas” en cueva del Agua-TLY de Lorca en donde posiblemente se hayan producido procesos importantes en los niveles del acuífero siendo procesos posteriores a la formación del espeleotema aéreo, quedando muy marcados estos canales en estas formas, siendo un caso de proceso mixto hipogénico y epigénico.



Bubble Trails ¿ sobre un bloque de espeleotemas aéreos, proceso mixto

- **Collapses** colapsos, por procesos clástico remontante.
- **Cúpulas** ramificadas (pseudogalerías/pseudopozos).
- **Boxwork**, corrosión de la roca quedando formas tipo nido de abeja de la roca más dura.
- **Anomalía geotérmica**, variaciones significativas de la temperatura del aire con la media del exterior y de las aguas.
- **Scallops** formas de corrosión/disolución freática de secciones elípticas (Gazquez y Calaforra 2012) o cóncavas en ocasiones formando costras en paredes y techos, sima Destapada, cueva del Puerto, sima de la Higuera, cueva del Pozo.



Outlet y precipitación calcita, cueva del Puerto



Cúpulas ascendentes, Sima de la Higuera

Cúpulas, Outlets, sima de la Higuera



Cuadro 2: FORMAS MORFOLOFICAS, Sima Destapada; 1 *rising wall channels* above *feeders* canal aumentado en el techo. 2 *feeders*, formando grietas y *scallops* en paredes. 3 *feeders* puntual. 4 *wall pockets* y *Scallops*. 5 *Successful Outlets* de gran tamaño conecta la zona profunda con la zona intermedia. 6 *boxwork* (sima Higuera). 7 diversos *Outlets* de tipos comunicantes *Successful Outlets* y de galerías ciegas *Dead Ends*. 8 *Outlets* comunica varias redes de galerías. 9 *Partitions* activo con aristas cortantes bajo el agua cueva del Agua. 10-11 *Partitions* y cúpulas en techo *ceiling pockets*.



FORMAS MORFOLOGICAS, Cueva del Puerto, 1 *wall pockets* cúpulas marcadas en techo, 2 *Successful Outlets* de gran tamaño, próximo a crear una *partitions*, 3 *Dead Ends* galerías ciegas, 4 *feeders*, canales de comunicación 5-6 *wall pockets* y *ceiling pockets* conjunto de cúpulas en pared y techo formando un canal colapso evolucionado *collapse*, 7 *feeders* de gran tamaño base de la cueva del Puerto (Gran Diaclasa) con abundante “*calcita*” en los suelos, 8-9 *Partitions* diversas formas de partición de galerías, 10 *Feeders* formando grietas, 11 *wall pockets* cúpulas marcadas en techo y galería ciega en techo *Dead Ends*.

Tabla de redes, morfologías y espeleotemas hipogénicos en cavidades de la región de Murcia

	Selección de Cavidades	Sima de la Higuera	Sima Destapada	Cueva del Puerto	Cueva del Agua	Sima del Pulpo	Cueva del Pozo	Sima de la Plata	Cueva del Agua-Lorca
Cavidades tipo espeleometría-desarrollo									
	Recorrido desarrollo metros	5500	3400	4389	2560	4780	1254	373	546
Maze caves	Redes laberínticas	X	X	X				X	X
Network maze caves	Redes reticuladas	X	X	X					X
Spongework maza caves	Redes irregulares	X	X	X	X			X	X
	Redes morfología planar	X	X	X	X	X	X	X	X
	Grandes Salas	X	X	X				X	
	Salas con ramificaciones ascendentes	X		X				X	
	Drenas ascendentes y surgentes		X		X	X?	X?		X
Anomalía geotérmica	Temperatura aire (T. agua en C. Agua)	21°	29°	20°	30°				21°
Morfología interior									
Feeders	canales verticales de alimentación	X	X	X	X	X	X	X	X
Rising wall chanel	canales de pared ascendentes	X	X	X	X	X	X		X
Ceiling chanel	canales de techo	X	X	X	X	X	X	X	X
Composed pockets	cúpulas coalescentes	X	X	X	X		X	X	X
Subdued pockets	pequeñas cúpulas	X	X	X	X		X	X	X
Wall pockets	cúpulas en paredes	X	X	X	X		X	X	X
Ceiling pockets	cúpulas en techo	X	X	X	X		X	X	X
Outles	estructuras de fuga ascendente, descargas	X	X	X	X	X	X	X	X
Underdeveloped outles	morfologías sin desarrollar, cerradas sin continuidad	X	X	X	X		X		
Successful outles	estructuras que comunican dos niveles	X	X	X	X	X	X		X
Dead Ends	galerías ciegas	X	X	X	X		X		X
Partitions	tabiques de roca	X	X	X	X	X	X	X	X
Bubble trails	canales de disolución sobre paredes	X	X	X					
Collapses	colapsos	X	X	X	X	X		X	X
Cúpulas ramificadas	pseudogalerías/pseudopozos	X	X	X		X	X		
Boxwork	formas nido de abeja, cajas	X	X	X	X				X
Scallops	formas sección elíptica en paredes y techos, costras	X	X	X					X
Yesos	Presencia de yesos, paredes, ...			X					
Espeleotemas									
Folias	Placas de calcita a modo de gours invertidos	X				X			
Tower coral	pináculos coraloides	X	X						
Coralloids	Corales	X							X?
Porcon	Palomitas	X	X?						
Raft cones	Conos	X							X
Double tower cones	Conos dobles	X							
Micro cones	Micro conos 1-10 cm.	X							
Cave raft	Calcita flotante	X	X?	X	X?	X			X
Moonmilk		X	X?						X
Cypress inverted submarinos	Cipreses invertidos submarinos (cueva del agua)*				X				
Clouds	Nubes	X						X	
Pool fingers	Estalactitas submarinas	X?							
Conulites	Vasos de chapoteo	X							
Micritized rind	Calcita micritizada	X							X
Spar	Cristales	X	X						X
Dogtooth calcite	Dientes de perro	X							X
Aragonito	Agujas de aragonito		X						
Gypsum flowers	Flores de yeso			X					
© Ros. Llamusi, Sánchez 2014 v1,05	(*) Por definir, proceso corrosivo pequeñas formas de caliza ? No consolidadas								

7. Espeleotemas hipogénicos

Los espeleotemas son las formas cristalinas de la roca caliza que adquieren variadas y asombrosas formas, según las condiciones ambientales a que ha sido sometida esta.

Los espeleotemas de origen *hipogénico* difieren bastante con las clásicas formas que todos conocemos de las cavidades; estalactitas, estalagmitas, banderas, columnas, gour, etc., aunque los materiales básicos, agua, roca, son los mismos los procesos varían asociados a otros elementos, diversos gases que pueden saturar el ambiente, procesos hidrotermales, son elementos que no suceden en las cavidades cársticas convencionales, epigénicas.

Los espeleotemas que se encuentran en cavidades hipogénicas cuando las condiciones para estos son favorables pueden recrear formas asombrosas.

El listado y clasificación que presentamos a continuación corresponde a cavidades murcianas exclusivamente sin entrar en otras localidades fuera de esta región, pues es evidente la gran variedad de estas que se localizan en la región, marcándolas como ejemplos y referentes, aún así es posible que existan otras formas que o bien no se dan en las cavidades analizadas o no se han localizado, pues recientes exploraciones ponen de manifiesto algunas novedades que se incluirán en próximos trabajos.

Sin lugar a dudas hay que reseñar los trabajos sobre espeleotemas en sima de la Higuera que han realizado los investigadores (Gázquez y Calaforra 2012) y que ha sido fundamental para marcar el inicio de esta clasificación.

Espeleotemas hipogénicos:

Aparentemente las cuevas hipogénicas suelen ser a menudo estériles en espeleotemas, a menos que la roca madre pueda ser vaciada creando zonas sin aguas, en este caso se puedan dar abundantes espeleotemas con mineralizaciones “exóticas”, indicativo de una especial geoquímica, bien dentro de la formación de la cueva o en procesos posteriores de geoquímica ambiental durante transiciones de los límites de aguas confinadas (Klimchouk, 2007). Aún así estas condiciones geoquímicas especiales suelen ser poco frecuentes.

Una definición de la geoquímica ideal para los espeleotemas en las cavidades hipogénicas nos la indica Audra, 2002, *la pérdida de CO₂*

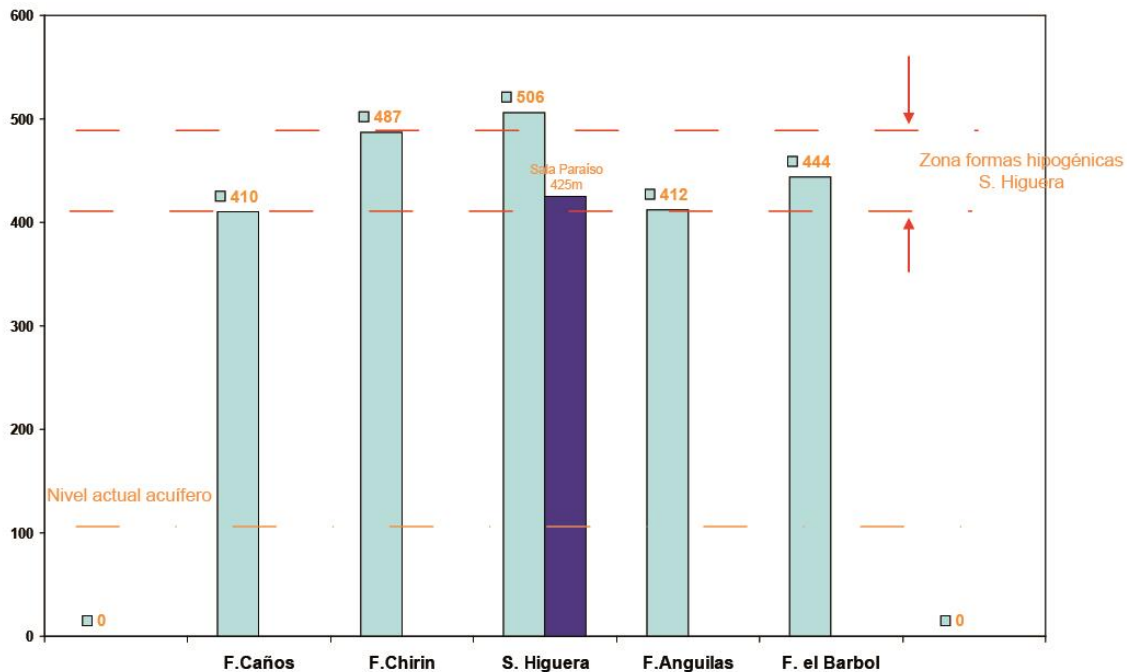
en un fluido ascendente daría lugar a un agua sobresaturada en CaCO₃ lo que provocaría la precipitación de una serie de depósitos y espeleotemas, estos procesos generan una serie de formas “espeleotemas” de variada diversidad según las condiciones geológicas, físicas, químicas e incluso de temperaturas configurando espeleotemas singulares y poco conocidos.

En este punto queremos reseñar el ejemplo de Sima de la Higuera de Murcia, en una zona de la cavidad se han sucedido procesos hidrogeológicos y termales importantes configurando una serie de espeleotemas singulares, numerosos y muy variados, destacan los trabajos que sobre estos procesos están llevando a cabo los investigadores (Gázquez y Calaforra 2012, 2013), también es importante destacar las condiciones hidrogeológicas y termales que durante muchos años se dieron en este lugar coincidiendo el trinomio roca-agua-aire (Gázquez, 2012) y que de momento no se han vuelto a localizar en cavidades similares, quizás porque los acuíferos evolucionaron de forma distinta a lo sucedido en sima de la Higuera, es una cuestión que el tiempo y las investigaciones irán aclarando.

El proceso de espeleotemas en sima de la Higuera

El funcionamiento del acuífero en esta sima y el desarrollo de los espeleotemas puede deberse a que, el punto de nivel donde más tiempo ha permanecido estable el acuífero a lo largo de la historia coincide en la zona denominada Sala Paraíso a unos -82m. de desnivel y unos 425 m.s.n.m., este nivel histórico más o menos permanente de las aguas, coincide con los manantiales históricos de la zona o más bien el rebosadero del acuífero, actualmente y en pocos años, este ha descendido mas de 300m. debido a la explotación intensa del mismo.

Cota de altitud de manantiales y surgencias en el entorno de Sima de la Higuera, Pliego
comparado con la zona de sala Paraíso



El nivel del acuífero, estable durante mucho tiempo, en contacto con la roca y en la línea de superficie con el aire genera procesos corrosivos pues viene cargado de CO₂ de las anomalías geotérmicas de la zona, que provocan entre otros la caída de roca en escamas “calcita flotante” que por diversas acciones se deposita en la superficie del agua y su precipitación posterior origina diversos espeleotemas. Estudios aún por concluir, indican que es posible que estos niveles de agua estuvieran en esta sala y cota hasta fechas recientes dejando al descubierto el resto de cavidad una vez que han descendido los niveles del acuífero por las intensas extracciones de agua que se inician desde los años 60 hasta nuestra época (uso de potentes bombas de extracción para regadíos). Debajo de la cota de sala Paraíso aparece una red de galerías en donde el desarrollo de espeleotemas de “calcita” es prácticamente nulo o muy escaso en comparación a la variedad de formas que se localizan en la cota de Sala Paraíso, limitándose mayormente a spar y calcita flotante todo parece indicar una zona donde el agua siempre ha estado anegando por completo el resto de la cavidad sin que haya habido lugar para que el aire y las aguas calientes con CO₂ modelen estos procesos que suelen ser realizado durante largos periodos de estabilidad, por ello hasta ahora estas formas se localizan en una determinada cota de la cavidad. (Ros, 2012).

Espeleotemas:

-Folias su presencia se relaciona en un contexto hipogénico que incluiría la liberación de burbujas de dióxido de carbono a poca profundidad. Su aspecto puede estar relacionado como consecuencia de una fuerte pérdida de CO₂ que ocurre por debajo del nivel freático, la existencia de paredes con cierta inclinación y el confinamiento de burbujas de dióxido de carbono que provoca la precipitación de calcita en los alrededores de las burbujas de gas (Audra, 2009). En Murcia se han localizado folias en paredes verticales, Sima Higuera, Sima del Pulpo, y en otras fuera de esta selección.



Folias Sima de la Higuera

- **Pináculos coraloides subacuáticos, Tower coral**, “conos coraloides” se encuentran en el suelo de las cavidades y aunque no está claro su origen si parece ser que está muy relacionado con las bajadas de los niveles freáticos dejando un rastro de calcita que formaría estos pináculos, en sima de la Higuera y sima Destapada hay claros ejemplos de ellos.

- **Coralloids**, “corales” este término abarca a toda clase de nódulo globular, creando numerosas formas y variedades destacan los “pináculos” descritos anteriormente y los corales en paredes y techos pueden aparecer como nódulos tipo **palomitas** en donde algunos autores los diferencian de los corales y su formación aun no muy clara puede producirse fuera o debajo del agua, aunque la teoría más seguida es de que se trate de procesos fuera del agua donde una fina película filtre por su parte central? Calcita y que esta vaya expandiéndose a modo de un coral recreando estas caprichosas formas. Sima de la Higuera presenta unos corales muy singulares y numerosos en puntos concretos de la sima.

- **Porcon, “palomitas”** se le denomina a un tipo muy común de *coraloides* donde la estratigrificación concéntrica de la calcita ha modelado formas o glóbulos semejantes a una *palomita*. Se pueden localizar ejemplares en sima Higuera y sima Destapada.

- **Raft cones, Conos**, al parecer se forman bajo el agua, cuando existe una fina capa de calcita flotante en la superficie que se precipita bajo el agua al caer una gota del techo por condensación, por lo que deben darse en entornos de alta humedad y temperatura, igualmente los techos suelen estar muy erosionados con evidentes muestras de Boxwork que han ido dejando los procesos corrosivos de los ambiente húmedos, de temperaturas elevadas y con altas concentraciones de CO₂. Destacan la cantidad y tamaños localizados en sala Paraíso de sima de la Higuera y una zona donde se localizan conos dobles, objeto de estudio por parte de los investigadores (Gázquez y Calaforra 2013).

- **Double tower cones, conos dobles**, es una singularidad de estos en sima de la Higuera, posiblemente ligados a procesos de subidas y bajadas del acuífero en donde los investigadores (Gázquez y Calaforra 2013), realizan un impórtate trabajo sobre estos.

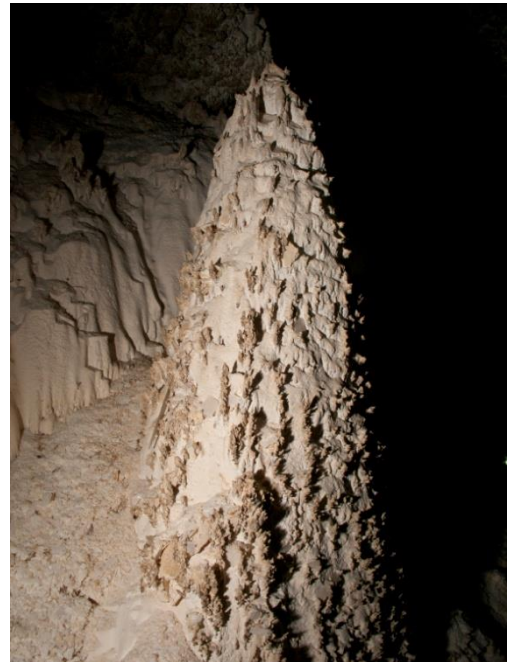
- **Micro cones, micro conos**, es una definición para pequeños conos de entre 1 y 10 cm. que se dan en varios lugares de sima de la Higuera y que se basa en la posibilidad de que la lamina de agua fuera de escasos centímetros y el goteo sobre la misma estuvo mejor distribuido espacialmente (Gázquez y Calaforra 2013).



Coralloids, sima de la Higuera

- *Cave raft, Calcita flotante*, sin lugar a dudas mucho tiene que ver este elemento para la formación de gran número de espeleotemas hipogénicos. La *calcita flotante* se produce por los efectos de las aguas saturadas de CO₂ junto a temperaturas elevadas donde la roca es atacada agresivamente por la humedad contenida y la saturación de CO₂, cuando esta actúa en entornos aéreos, y por las aguas agresivas igualmente saturadas en CO₂ y otros componentes capaces de alterar la roca. Claros ejemplos tenemos en sima de la Higuera con zonas de mucha concentración de *calcita flotante*, en la sima del Pulpo con la sala denominada *el desierto* y otras (cueva del Puerto, sima Destapada, cueva del Agua TLY-Lorca etc.) donde se están revisando los depósitos de sedimentos que se encuentra en amplias zonas de estas cavidades. Un ejemplo de la acción de las aguas agresivas y que no podemos afirmar que sean estrictamente *calcita flotante* se da en cueva del Agua de Cartagena, en esta se encuentra la roca alterada por los efectos de las aguas al estar toda la cavidad inundada no es posible identificar claramente la *calcita flotante*, aunque si encontramos unos

puede tener un origen inducido por microorganismos se han constatado en sima de la Higuera, sima Destapada, cueva del Agua-Lorca?.



Calcita flotante acumulada, cueva del Agua-TLY, Lorca

procesos muy agresivos que han generado grandes depósitos de sedimentos e incluso formas muy inestables en paredes y techos similares a *cipreses invertidos*, *pendants* *cipreses*, actualmente en estudio.

- *Moonmilk*, espeleotemas de apariencia plástica y pastosa cuando está húmedo y pulverulento cuando está seco, constituido por microcristales de uno o varios minerales (Gázquez, 2012), en algunas cavidades

- *Cypress inverted*, cipreses invertidos, nombre como denominamos estas formas que hemos encontrado únicamente en Cueva del Agua Cartagena y que actualmente no tenemos referencias de estudios y ejemplos similares en otros lugares, son formas muy inestables adheridas a paredes y techos en zonas completamente inundadas que se asemejan a pequeños pináculos mas a cipreses colgando de color negruzco y que

suelen desprenderse muy fácilmente al menor movimiento de la masa de agua creando nubes que dificultan peligrosamente las inmersiones, estas formas son numerosas por toda la cavidad y se encuentra en estudio y análisis que esperamos nos aporten datos sobre su origen y evolución. Localización única cueva del Agua, Cartagena

- **Clouds, Nubes**, son revestimientos de calcita que se forman bajo el agua, algunos presentan acanaladuras creando formas semejantes a una gran cebolla o nube como consecuencia de la circulación de las burbujas de CO₂, las formas redondeadas y tamaños no está clara por ahora, pudieran estar relacionados con los corales con una capa de calcita que los recubre. Si son muy evidentes numerosos y de gran tamaño en sima de la Higuera, igualmente se han localizado en sima de la Plata.

- **Pool fingers** raras estalactitas que se forman bajo el agua, pudieran tener un origen orgánico (Bunnell, 1988).

- **Conulites “vasos de chapoteo”** se forman en ciertos pisos de cuevas debajo de sitios de goteo, pueden darse en “conos” creando vasos en la punta de estos,. Son fácilmente visibles en muchos de los conos de Sima Higuera.

- **Micritized rind, Calcita micritizada**, es un proceso de obliteración de la estructura interna de los carbonatos mediante la formación de texturas criptocristalinas, algunos autores sugieren un origen biológico (Martin, 2007), otros la sitúan con la interacción del agua hidrotermal de carácter ácido y la roca caja carbonatada atribuyendo este proceso a los encontrados en Sima de la Higuera (Gazquez y Calaforra 2012), igualmente también se han localizado en Cueva del Agua-Lorca.

- **Spar, cristales** generalmente de calcita aunque pueden darse en otros materiales, yesos (selenita pudiendo alcanzar gran tamaño), cuarzos, barita, fluorita etc. también llamados “dientes de perro” *dogtooth*. Suelen formarse bajo el agua en la zona freática asociados a fenómenos termales o en piscinas estables. Se han localizado en cuevas de Murcia, sima Higuera, sima Destapada, cueva del Agua-Lorca en otra cavidad fuera de esta selección cueva Victoria aparecen en forma de cristales de barita.



Spar, cueva del Agua-TLY, Lorca

- **Aragonito, agujas de aragonito**, aunque hay dudas sobre su proceso, algunos autores indican que la pérdida de CO₂ en un fluido ascendente daría lugar a un agua sobresaturada en CaCO₃ lo que provocaría la precipitación de una serie de depósitos (Audra, 2012) apuntamos que estos pueden darse en formas cristalinas o agujas como sucede en sima Destapada, dándose el caso de que principalmente se localizan intensamente en la zona de sala Cartagena y pozos de las nieves en la zona profunda de la misma, con lo que podríamos estar ante una salas con ramificaciones ascendentes, del tipo Satorkopuszta, así parece indicarlo.



Aragonito, sima Destapada



ESPELEOTEMAS HIPOGENICOS; 1 coralloids (corales), 2 clouds (nubes), 3 cones (conos), 4 conos-dobles, 5 micro conos, 6 folias, 7 conulites (vasos de chapoteo), 8 cave raft (calcita flotante), 9 porcon (palomitas), 10 spar (cristales), 11 tower coral (pináculos coraloides), 12 líneas de Boxwork recubiertas de calcita (pies de elefante), 13 Aragonito (sima Destapada), 14 cipreses invertidos (cueva del Agua), las imágenes del 1 al 12 son de sima de la Higuera.



Nubes, Clouds, Sima de la Higuera.

8. Bibliografía

Audra Ph., Bigot J.Y., Mocachain L. 2003. *Hypogenic caves in Provence (France): Specific Features and sediments*. Acta Carsologica vol. 31, n.3, p.33-50.c

Audra Ph., Bigot J.Y., Mocachain, Bigot, J-Y, Nobercourt, J-C. 2009. *The association between bubble trails and folia: a morphological and sedimentary indicator of hypogenic speleogenesis by degassing, example from Adaouste Cave (Provence, France)*, International Journal of Speleology 38 Bologna Italy 38.

Audra P, Mocochain L, Bigot J, Nobécourt J.C. , 2009 *Hypogene cave patterns* Hypogene speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins Proceedings of the conference held May 13 through 17, 2009 in Chernivtsi, Ukraine.

Audra P, Mocochain L, Bigot J, Nobécourt J.C., 2009 *Morphological indicators of speleogenesis: Hypogenic speleogens*. Hypogene speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins Proceedings of the conference held May 13 through 17, 2009 in Chernivtsi, Ukraine.

Bunnell D. 2013, *The virtual cave*, <http://www.goodearthgraphics.com/virtcave/index.html>

CENM-naturaleza, 2013 *Cueva del Agua, Cartagena Guía Topográfica*, <http://issuu.com/aros-andres/docs/cueva-agua-13-cenm208>

Cigna, A. A. and Forti, P. 1986: *The speleogenetic role of air flow caused by convection. 1st contribution*. International Journal of Speleology 15, 41-52.

Club Cuatro Picos Cartagena, 1996. *La cueva del Puerto, Calasparra*. (Madrid) Revista Subterránea, 5.

Club Cuatro Picos Cartagena, Club Pliego España Pliego 2001. *La sima de la Higuera, el mayor complejo subterráneo topografiado de la Región de Murcia*. (Madrid) Revista Subterránea, 13.

Davis D, 2012 *In defense of a fluctuating-interface, particle-accretion origin of folia*, International Journal of Speleology 41 Tampa FL USA.

Dreybrodt, W. 2003. *On feasibility of condensation processes in caves*. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers 1 (2), <http://www.speleogenesis.info/archive/publication.php?PubID=3248&Type=publication>

Ferrer V. 2010. *La sima de la Higuera. Pliego – Murcia*. Edita V. Ferrer

Garay P. 2013 *Consideraciones sobre el karst y cuevas hipogénicas, con referencias al ámbito valenciano* Bol. de la SEDECK num. 9

Gázquez Sánchez F, Calaforra Chordi J.M., Sanna L., 2012 *Precipitación de moonmilk, un proceso natural en cavidades: revisión y nuevos casos de estudio en cuevas españolas* Congreso Español cuevas Turísticas, Palencia

Gázquez Sánchez F, Calaforra Chordi J.M., Rull F y Martínez-Frías J, 2012 *Espeleotemas y evidencias de cavernamiento hipogénico de la Sima de la Higuera (Pliego, Murcia)* Congreso Español cuevas Turísticas, Palencia

Gázquez F, Calaforra J.M., 2013 *Hypogene speleogenesis and speleothems of sima de la Higuera cave (Murcia, south-eastern Spain)* Karst and Caves in Carbonate Rocks, Salt and Gypsum

Ginés J., Ginés A. 2009 *Proposta d'una nova clasificació morfogenética de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca*, Endins 33.

González A., 2014 *La Cueva de Luchena, un ejemplo de cavidad hipogénica relacionada con descargas de aguas subterráneas en el acuífero Pericay-Luchena (Lorca, Murcia)*. I Congreso Iberoamericano y V Congreso Español sobre Cuevas Turísticas. Aracena- Huelva.

I.G.M.E. 2009, *Masa de agua subterránea 071.022 sinclinal de Calasparra*, Madrid.

Klimchouk A. 2007 *Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and morphogenetic perspective*. Special Paper no. 1, National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad,

Klimchouk A. 2009 *Morphogenesis of hypogenic caves* Geomorphology 106 (2009).

Klimchouk A. 2009 *Principal features of hypogene speleogenesis*. Hypogene speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins Proceedings of the conference held May 13 through 17, 2009 in Chernivtsi, Ukraine.

Martín-García R., A.M. Alonso-Zarza y A. Martín-Pérez 2007 *Micritización de espeleotemas en*

ambiente meteórico vadoso(Cueva de Castañar de Ibor, Cáceres) Geogaceta 42.

Martínez-Moreno F.J., 2014 *Estructura geológica del Cerro del Castillo y formación de la Gruta de las Maravillas (Aracena)*. I Congreso Iberoamericano y V Congreso Español sobre Cuevas Turísticas. Aracena- Huelva.

Merino A, Fornos J., 2010 *Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (Morphologic Suite of Rising Flow) en la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)*, Endins 34

Merino A, Ginés, J., Fornos J., 2011 *Evidéncies morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca*, Endins 35.

Osborne, R.A.L., 2003 *Partitions, Compartments and Portals: Cave Development in internally impounded karst masses*, Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers
www.speleogenesis.info

Osborne, R.A.L., 2004 *The troubles with cupolas*. Acta Carsologica 33 (2) 9-36, Ljubljana.

Rodríguez Estrella T., Martínez Conesa A., Solís García-Barbón L. 1986. *Hidrodinámica del karts de las Anguilas (Murcia)*, Método de prospección en acuíferos kárstico. Jornadas sobre el karts en Euskadi.

Ros A., Llamusí, J.L. 1988 *La sima Destapada (Murcia)* revista Caliza núm. 0.

Ros A., Llamusí, J.L. 1989 *Dos grandes redes subterráneas en la Región de Murcia, sima Destapada y cueva del Puerto*, revista Caliza núm. 1

Ros A., Llamusí, 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., Hurtado A., Llamusí, J.L. Sánchez J.. 2012 *La sima de la Higuera (Pliego-Murcia): un ejemplo de conservación y accesos regulados en la región de Murcia*. Congreso Español sobre Cuevas Turísticas, Palencia.

Ros A., Llamusí, J.L., Sánchez J. 2014 *Cuevas hipogénicas en la Región de Murcia (España)*. I Congreso Iberoamericano y V Congreso Español sobre Cuevas Turísticas. Aracena- Huelva.

Sendra1 A, Garay P, Ortuño V, Gilgado J, Teruel S, Reboleira A, 2014 *Hypogenic versus epigenic*

subterranean ecosystem: lessons from eastern Iberian Peninsula, International Journal of Speleology 48.

Valenzuela, A y otros, 1975 *Comunicaciones sobre el carst en la provincial de Murcia* vol. I, Murcia.

Actualizaciones consultas bibliográficas:

www.cuevashipogenicas.es

© autores.1014.

Ampliación bibliografía 2023

Audra P, Hoblea F, Bigot J, Nobécourt J.C., (2007) The role of condensation corrosion in thermal speleogenesis. Study of a hypogenic sulfidic cave in Aix-les-Bains, France. Acta Carsologica 36/2 Postojna.

Audra P, Mocochain L, Bigot J, Nobécourt J.C., (2009) Morphological indicators of speleogenesis: Hypogenic speleogens. Hypogene speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins Proceedings of the conference held May 13 through 17, 2009 in Chernivtsi, Ukraine.

Audra P., Barriquand L., Bigot J., Cailhol D., Caillaud H., Vanara N., Nobecourt J., Madonia G., Vattano M., Renda M. (2016) L'impact méconnu des chauves-souris et du guano dans l'évolution morphologique tardive des caverns. Karstologia núm. 68 2016.

Audra P, Bigot J, Nobécourt J.C, Vattano M., (2017), The little known impact of bats and bat guano in the late stages of cave morphogenesis. Conference: 25th International Karstological School "Classical karst" Milestones and Challenges in Karstology, At: Postojna, Slovenia.

Audra P. (2022). Hypogene speleogenesis. Origin of caves through deep water rising. Presentation · November 2022
<https://www.researchgate.net/publication/365174758>

Bini A. (2007) Morphologie et genèse de quelques types de coupoles Actes de la 17e Rencontre d'Octobre - Orgnac

Fernández-Cortés et al. (2018). Geochemical Fingerprinting of Rising Deep Endogenous Gases in an Active Hypogenic Karst System. Hindawi Geofluids Volume 2018, Article ID 4934520, <https://doi.org/10.1155/2018/4934520>

Fernández-Cortés et al. (2018). Monitoring and characterisation of greenhouse gases in active-hypogenic subterranean environments: case of 'Sima del Vapor' (Alhama de Murcia). SEDECK num. 12

Gázquez F. et al. (2016) Hypogenic morphologies and speleothems in caves in the Murcia Región, Southeastern Spain. DeepKarst Conference International, Carlsbad, New Mexico, USA.

Gázquez F, et al. (2017), Evidence for Regional Hypogene Speleogenesis in Murcia (SE Spain). Hypogene Karst Regions and Caves of the World Springer, USA.

González-Ramon, et al. (2014). La cueva de Luchena, un ejemplo de cavidad hipogénica relacionada con descargas de aguas subterráneas en el acuífero Pericay-Luchena (Lorca, Murcia). In: Iberoamérica Subterránea. (Ed. J.M. Calaforra and J.J. Durán). Asociación Española de Cuevas Turísticas. 321-331.
<https://goo.gl/NPvD13>

Hoblea F., Gallino-Josnin S., Audra P. (2010) Genesis and functioning of the Aix-les-Bains hydrothermal karst (Savoie, France): past research and recent advances. Bull. Soc. géol. Fr., 2010, t. 181, no 4, pp. 315-32

Klimchouk A,B, 2009. Morphogenesis of hypogenic caves. Geomorphology 106, 100-117.
<https://goo.gl/f46qMy>

Klimchouk, A.B., Palmer, A. N., Waele A., Audra P., 2017. Hypogene Karst Regions and Caves of the World, Springer.

Klimchouk, A. (2007) Hypogene speleogenesis. Hydrogeological and morphogenetic perspective. NCKRI Special Paper Series 1. National Cave and Karst Research Institute, pp.77, Carlsbad

Klimchouk, A. (2013) Hydrogeological approach to distinguishing Hypogene speleogenesis settings. *International Symposium on Hierarchical Flow Systems in Karst Regions, Budapest, Hungary, Book of Abstracts*, pp.94

Klimchouk, A. et al (2017) Hypogene Karst Regions and Caves of the World, Springer link
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-53348-3>

Klimchouk Alexander B. (2022) Hypogene Karst: principal features and implications for geosciences, Presentation · November 2022 Viena,

<https://www.researchgate.net/publication/365443535>

Merino T. et al. (2011) EVIDÈNCIES MORFOLÒGIQUES DE PROCESSOS HIPOGÈNICS A CAVITATS DE MALLORCA, endins 35

Pérez-Lopez R. et al (2016). Relación entre la Cueva de Vapor y la Falla de Alhama de Murcia. Condiciones ambientales en la cueva versus actividad tectónica reciente. Conferencia: IX CONGRESO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Ros, A. et al. (2014 A) Cuevas hipogénicas en la Región de Murcia (España). I Congreso Iberoamericano y V Congreso Español sobre Cuevas Turísticas. Aracena- Huelva.

Ros, A. et al. (2014 B) Cuevas hipogénicas en la Región de Murcia vol. I. edita CENM-naturaleza, Murcia.

Ros, A. et al. (2016 A). Morfologías hipogénicas en la Cueva del Puerto (Murcia, España). Gota a Gota, nº. 10: 8-15. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V.

Ros, A. et al. (2016 B). Morfologías hipogénicas en la Cueva del Puerto, Calasparra un recorrido geomorfológico, edita biblioteca digital CENM-naturaleza www.cenm.es Murcia

Ros, A. et al. (2018 A) Morfologías hipogénicas y procesos hidrotermales en la Cueva del Puerto, Murcia. Publicaciones Biblioteca digital CENM-naturaleza. www.cenm.es Murcia

Ros, A. et al. (2018 B) Evidencias de hipogénesis kárstica en la Región de Murcia, Boletín núm. 12, Jornadas de la SEDECK, Calasparra 2017.

Ros, A. et al. (2021) La Cueva del Puerto, una cavidad hipogénica, edita CENM-naturaleza y Natursport. Murcia.

Vanghi V. et al (2017) Genesis and microstratigraphy of calcite coralloids analysed by high resolution imaging and petrography. *Sedimentary Geology*, Volume 359

Waele J.D. et al. (2015) Sulfuric acid speleogenesis (SAS) close to the water table: examples from southern France, Austria, and Sicily. *Geomorphology*.





Cuevas Hipogénicas en la Región de Murcia

Vol. 1 2014 rev.2023