

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS POZOS DE DISOLUCIÓN SIN CONTINUIDAD HORIZONTAL EN LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

Jesús Almela Agost

Espeleo Club Castelló. E-mail: masdexiva@hotmail.com

RESUMEN: En el presente trabajo se pretende dar a conocer las características de los pozos verticales de disolución sin continuidad horizontal, dentro de la provincia de Castellón. Se sistematizan algunos aspectos como su distribución en el territorio, las fases de evolución, ubicación en el paisaje, y procesos posteriores. Para ello partiremos de las primeras hipótesis planteadas por Maucci en la década de 1950, que fueron respaldadas y mejoradas en estudios más recientes.

PALABRAS CLAVE: Pozos, sumideros, formación inversa, epikarst, zona vadosa, Castellón.

ABSTRACT: In the present work, the aim is to present the characteristics of the vadose shaft without horizontal continuity in the province of Castellón, systematizing some aspects such as their distribution in the territory, the phases of evolution, location in the landscape, and subsequent processes. For this we will start from the first hypotheses raised by Maucci in the 1950s, which were supported and improved in more recent studies.

KEY WORDS: Shafts, sinks, reverse formation, epikarst, vadose zone, Castellón.

INTRODUCCIÓN

Los pozos verticales, son uno de los mayores atractivos en la espeleología y constituyen un componente fundamental en la génesis de los sistemas kársticos. Cuando estos están generados por procesos de disolución y erosión, nos muestran su función como sumideros, puntos de captación de las aguas hacia niveles inferiores, donde se alcanzará el nivel base o freático. Una característica que se repite a menudo en el karst, es la presencia de estos conductos verticales sin una continuación horizontal en su base. También son un tipo de cavidad que frecuenta las montañas de la provincia de Castellón. Desde la década de 1950, en el ámbito castellanense, se han ido explorando estos pozos, dando diferentes explicaciones a su formación. El ámbito donde los encontramos es en la zona de captación de las aguas, la zona vadosa, donde la infiltración de las aguas procedentes de las precipitaciones ha formado estos conductos, que oscilan entre los pocos metros de profundidad, hasta un centenar de metros. Se trata de sumideros, la mayoría de los cuales se encuentra en estado fósil, alejados de cauces de barrancos y niveles de circulación de agua. Podemos considerar más de un centenar de cavidades de estas características, repartidas por todo el territorio que presentan unas características similares.

El objetivo de este trabajo es analizar las cavidades del tipo sumideros fósiles o pozos de disolución de la zona vadosa sin continuación horizontal, unificando criterios y apreciando las diferentes fases de formación en que se encuentran, basándonos en su ubicación, las morfologías generales y detalles concretos de algunas simas estudiadas y visitadas.

A lo largo de varias décadas, en la bibliografía castellanense se han descrito las características de algunos de ellos, empleando diferentes términos como: pozos fusiformes, simas ciegas, de huso inverso, de erosión inversa o maucianos. Estos conceptos fueron explicados inicialmente por el naturalista y espeleólogo italiano Walter Maucci en la década de 1950, recogidos básicamente en la publicación *“Il fenomeno de l'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesis”* (Maucci, 1952). Desde aquel momento hasta la actualidad se han aportado numerosos trabajos y nuevos conceptos que ayudan a entender mejor este fenómeno de formación de pozos verticales. Estas nuevas aportaciones que han estudiado con detalle el epikarst y la hidrología subterránea, no han desmentido totalmente las hipótesis iniciales de Maucci, prevaleciendo todavía algunos de los conceptos básicos propuestos hace más de medio siglo.

MODELO EXPLICATIVO DE LOS POZOS SIN COMUNICACIÓN APARENTE CON EL EXTERIOR: Hipótesis de Maucci

El espeleólogo Walter Maucci (1922-1995) en 1952 propone la hipótesis de la erosión inversa, mal llamada “teoría” o aun peor, “teoría del huso”. Debido a estos enunciados, Maucci alcanzará gran fama, aunque él mismo también estudió otros aspectos del karst, como

la definición de la zona epifreática o paleohidrografía kárstica (Dambrosi, Semeraro, 2009). Si analizamos toda la producción científica de Maucci, para él hay otros temas de estudio más importantes que la hipótesis de la erosión inversa, pero esta es su producción más conocida que ha despertado más interés en el mundo científico.

Esta hipótesis tiene la importancia de explicar un mecanismo espeleogenético adaptable y aplicable en amplia escala, que sirve de explicación para conocer la génesis de muchos pozos. Esta “erosión inversa” actualmente se sigue explicando con otros nombres, pero durante este tiempo transcurrido no se ha invalidado, porque sigue siendo utilizada hoy en día para la explicación de los pozos en su fase embrionaria. Se aplica a la formación inicial de pozos, donde la percolación asume el rol genético principal, formando los pozos de corrosión.

En su hipótesis (Maucci, 1952, 1966), Maucci comienza diferenciando los dos ángulos predominantes en las cavidades, el horizontal y el vertical, que se corresponden con procesos genéticos y morfologías diferentes. En las cavidades verticales diferencia dos tipos principales de sumideros: los directos, donde la cavidad se extiende a continuación del primitivo curso de agua y en la misma dirección. Por otro lado, en los sumideros inversos, la cavidad se extiende en dirección contraria a la del curso superficial de las aguas, ocurriendo una “retroversión del curso”. Para ello se basa en el análisis de algunas cavidades de Venezia Giulia (Italia). La retroversión se debe al hecho de que diversas cavidades subterráneas que darán origen al curso subterráneo, son anteriores a la apertura del sumidero.

Maucci explica que en su formación tiene gran importancia la fase de fisuración o preparación tectónica de las calizas, con leptoclasas, diaclasas o litoclasas, siendo estos últimos la unión de los dos primeros, formando un sistema de fisuras de diferentes tamaños.

Por tanto la karstificación puede comenzar por la excavación de un pozo dentro del macizo rocoso, a partir de un punto singular vinculado a la estructura geológica. Esta acción de las aguas meteóricas, en un punto de la superficie que no actué de modo continuo (por ejemplo el fondo de un valle o una ladera de la montaña) facilitará su unión en profundidad, donde se concentrará la capacidad de disolución. Tras una serie de deducciones, Maucci llega a la conclusión de que “solamente se originan en superficie los sumideros directos y prosiguen su ampliación hacia el subsuelo. Todos los demás tipos de cavidades tienen su origen en profundidad y su apertura al exterior es secundaria y a veces accidental” (Maucci, 1966) (figura 2). Las cavidades inversas, son por tanto consecuencia del drenaje vertical de las aguas meteóricas. Estas presentan una forma constante, que esta caracterizada por el progresivo ensanchamiento de la cavidad desde el vértice hacia la base, y volviéndose a reducir ya próximo a su base, adoptando forma de huso.

De este modo se explica el origen de muchas cavidades abiertas accidentalmente (figura 2), o cuya entrada es unos pocos centímetros de anchura, en los

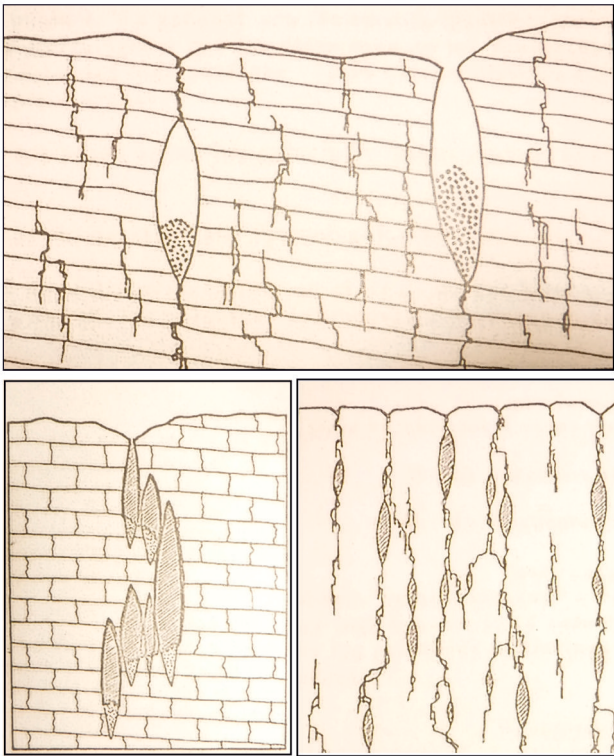


Figura 1: Esquema de los husos explicado por Maucci (Maucci, 1966). Arriba; sección esquemática de una cavidad embrional y una juvenil, con los pozos antes y después de apertura al exterior. Abajo izquierda: alzado esquemático de una cavidad compuesta. Abajo derecha: sección esquemática de un terreno kárstico con diaclasas y cavidades fusiformes.



Figura 2: Caverna abierta accidentalmente al ensanchar una carretera, donde se aprecia el la parte superior del pozo próximo a la superficie. Avenc del Dolmen, Saratella (Foto: Andrés Sánchez)

cuales unos metros más bajo alcanzan profundos pozos con amplias secciones, siendo estas desproporcionadas respecto a las dimensiones de la propia boca (Maucci, 1966). De este modo propone una hipótesis de ampliación de las fisuras que actúe de abajo a arriba, siempre debido al descenso del agua por gravedad. Las fases embrionarias de la espeleogénesis tienen lugar en profundidad, sin ninguna comunicación accesible con la superficie del terreno (figura 1). El agua recorre la cavidad en sentido de su mayor longitud, por lo que la cavidad continúa extendiéndose especialmente hacia arriba y hacia abajo. En fases posteriores, al caer bloques de diferentes tamaños, van obstruyendo la base, cerrando el estrechamiento de la base del huso y adoptando la forma de embudo invertido. Según Maucci, en este momento la ampliación del pozo tiene lugar hacia arriba, ya que los materiales que rellenan su base limitan el crecimiento hacia abajo. Si este proceso de elevación de la cabecera del pozo continúa, termina por abrirse al exterior a través de un orificio pequeño y después mayor. Con frecuencia, esta pequeña abertura se abre en el fondo de una dolina. Maucci señala diferentes fases de formación: embrionaria, juvenil y madura (figura 1). También diferencia en cavidades simples, formadas por un solo pozo, o las compuestas, generadas por la unión de varios pozos o husos paralelos.

EXPLICACIONES MÁS RECIENTES: importancia del epikarst

Algunas décadas más tarde, nuevos estudios pusieron de manifiesto la importancia del epikarst en la formación de estos pozos vadosos aislados del exterior (Mangin, 1974; Klimchouk, 2000; Choppy, 2000; Williams, 2004). El epikarst es descrito como la capa más externa o superficial del manto rocoso, es decir la epidermis de un macizo kárstico. En estos primeros metros de espesor, las filtraciones tienen lugar mediante pequeñas discontinuidades y de modo difuso. No es hasta unos metros por debajo, donde estas filtraciones van saturando el epikarst, marcando de este modo el límite con la zona vadosa. La apertura de estos pozos de modo accidental en canteras para la extracción de piedra, han permitido estudiar mejor este hecho (Klimchouk et al, 1996). En la zona vadosa es donde se inicia un proceso de disolución y corrosión en profundidad más concentrado, captando de este modo las filtraciones y creando un horizonte a partir del cual la disolución forma conductos más amplios, siempre a expensas de fenómenos tectónicos de mayor envergadura, como diaclasas. Para describir este proceso, diferentes autores lo subdividen en fases (Klimchouk, 2000; Baroñ, 2002), que resumimos a continuación:

Fase A/ Estado embrionario: El desarrollo de conductos de gran volumen sin comunicación directa al exterior, como hemos visto se ubican por debajo del epikarst, y es esta capa superior la que juega un papel fundamental en la génesis de estos pozos “ocultos” (hidden shafts) (Klimchouk et al, 1996). Los conductos en la etapa inicial se presentan muy estrechos o impene-

trables. La comunicación con el exterior es mediante pequeñas fisuras, pero en profundidad todavía no se ha ampliado, por lo que prevalece la fisura, siendo su planta alargada y estrecha.



Figura-3: Imágenes de entradas a estas cavidades embrionarias o juveniles, caracterizadas por una entrada estrecha. A, Avenc de Vallterra-1 (Santa Magdalena), foto: Ismael Rivero. B, Avenc de la Feixeta (Cati). C, Avenc del mas de les Pomes (Xodos), D, Avenc de la Mallà del mort de Sed (Tirig). E, Avenc de la Penya Blanca (Llucena). F, Avenc de la Carrascosa (Xodos)

La alimentación de estos pozos, por tanto es debido a filtraciones lentas, muy diferentes a los puntos de escorrentía rápida que pueden absorber un importante caudal. Entre ambos tipos de filtraciones pueden existir grandes diferencias, como la química del agua o capacidad de disolución de la roca (Klimchouk, 2000), (Baroñ, 2002).

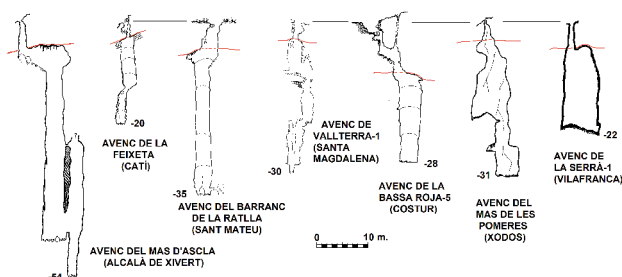


Figura-4: Topografías de cavidades en estado juvenil o en su etapa inicial, con la entrada estrecha y ampliación posterior a los pocos metros de desnivel. Con la línea roja se indica el punto donde el pozo se amplía, separación teórica entre el epikarst y la zona vadosa, ubicada entre los 3 y los 10 metros de desnivel.

Fase B / Pozo juvenil: En una fase posterior el pozo se va ampliando, adoptando una tendencia circular o elíptica, perdiendo importancia la diaclasa en la planta de su topografía. Otras filtraciones cercanas ubicadas en la misma diaclasa o discontinuidad, pueden llegar a unirse por ampliación de los pozos (husos paralelos). El aumento de tamaño del pozo, se realiza mediante una pequeña película de agua que va descendiendo por la pared, y nunca por un gran caudal que llegaría a generar erosión. El aumento del diámetro del pozo, hace que el espacio que lo conecta con el exterior se vaya debilitando o ampliando hasta colapsar. En muchas prospecciones sus entradas pasan desapercibidas, al ubicarse en suaves depresiones. Su acceso se realiza mediante

estrechas grietas o entre bloques, que a los pocos metros se amplían considerablemente (figura 5). De este modo exteriormente ya se podrá apreciar una pequeña depresión, formada por las rocas inestables de la cabecera del pozo.



Figura-5: Entrada al Avenc de la Bassa Roja-5 (Costur), con una dolina obstruida por bloques, bajo los cuales se enlaza con una estrecha fisura que nos conduce a la cabecera del pozo.

Fase C / desarrollo completo: En un tercer periodo, el colapso adquirirá mayores dimensiones abriéndose la boca al exterior, con un tamaño similar al diámetro que presenta el pozo unos metros por debajo (figura 6). Este colapso podría provocar obstrucciones en la base del pozo y de este modo impedir su conexión física hacia niveles inferiores. En las fases más avanzadas, la ampliación del pozo acabaría por obstruirlo y formar una dolina colmatada de bloques, sin apenas profundidad.

Fase D / pozo relicto: Presenta un carácter muy superficial, con una entrada que progresivamente va aumentando de tamaño y los bordes del pozo van retrocediendo, desmoronándose y obstruyendo la base del pozo. Su forma de embudo, se encuentra en su base ocupada por derrubios que taponan toda posible continuidad hacia niveles inferiores. La base del pozo puede presentar un suelo muy desarrollado, que impida filtraciones hacia el nivel base.

Atendiendo a este proceso y sus diferentes etapas propuestas (Klimchouk, 2000)(Bañon, 2002), podemos encontrar en el karst, cavidades que se encuentran en un nivel evolutivo concreto y que podremos clasificar atendiendo a las características señaladas.



Figura-6: Ejemplo de entrada más desarrollada, Avenc del mas de Paulo (Culla)

APLICACIÓN DE ESTOS MODELOS AL KARST DE CASTELLÓN

Como ya se ha anotado, una de las ventajas de esta “hipótesis de Maucci”, que ha sido mejor desarrollada por diferentes autores a lo largo de las últimas décadas, es su aplicabilidad a muchos macizos calcáreos (Dambrosi, Semeraro, 2009). Por ello, podemos tomarlo para las cavidades verticales que encontramos en las comarcas de Castellón. Evidentemente en algunas zonas kársticas encontraremos mejor desarrollado este tipo de cavidad, estando ausente en otras zonas, debido a condicionantes básicos como topográfica, estructural, litológica, evolución del paisaje o desarrollo desigual del epikarst.

Si analizamos la bibliografía sobre este tipo de cavidades, vemos como las primeras topografías y trabajos sobre estas cavidades, empiezan a aparecer en la década de 1960. Encontramos algunas topografías de pequeñas cavidades verticales del macizo de Peñagolosa, realizadas por grupos locales que sorprenden por ser “*pozos impresionantes por su regularidad, formados sin comunicación directa al exterior*” (Viciano,1992) atribuyendo su formación a las teorías Mauccianas. También en esta década es donde tienen lugar diferentes expediciones de grupos catalanes, donde aportan numerosas cavidades inéditas, muchas de ellas constituidas por pozos verticales que se ubican en la mitad norte de la provincia. Es el grupo de la SIRE de Sants, con la Operación Levante (Miñarro,1969) quien aporta más información, explorando muchas cavidades de “huso inverso” en la Serra de les Atalaies d'Alcalà (figura 7). En estas campañas es donde se

explora el Avenç del Collet Roig (-106 m.) cavidad más profunda de este tipo. En campañas realizadas por otros grupos (Mataró, Badalona, Terrasa, etc.) durante finales de los 60 y principios de los 70 se aportan nuevas cavidades, al igual que en la década anterior, en el sector del Maestrazgo. También grupos locales van aportando nuevas cavidades en cuyas descripciones morfológicas atribuyen su génesis a procesos de “erosión-corrosión inversa” o por “arrastre de depósitos blandos o fenómenos de erosión inversa”. También se las denomina simas ciegas (Ramos, 1997), poniendo de manifiesto su presencia en el macizo de la Tinença de Benifassà. Ya en el presente siglo se vienen realizando pequeñas aportaciones, con la exploración de algunas cavidades verticales, de la mano de Ismael Rivero, en las sierras de Irtá y Aatalaies. Aportaciones esporádicas más recientes, permiten incorporar alguna cavidad nueva para el presente estudio.

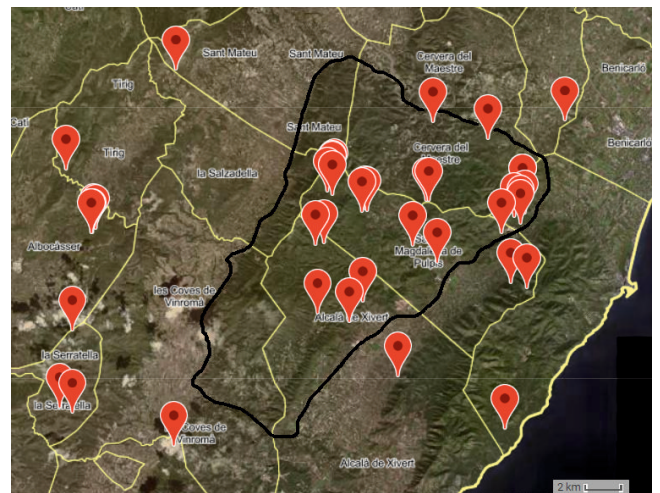


Figura-7: Situación de las simas de la Serra de les Atalaies (zona delimitada con una línea negra) y alrededores. Imagen obtenida del SICE-CS, la base de datos de cavidades de Castellón (www.cuevascastellon.uji.es)

Las cavidades que nos vamos a centrar son de predominio vertical, con uno o varios pozos consecutivos en los que se alcanza una base generalmente pequeña, sin ninguna continuación horizontal, es decir el pozo no conecta con ninguna galería de drenaje. Estos pozos o sumideros fósiles formados por la captación de agua en superficie, se desarrollan sobre importantes discontinuidades, como fracturas o diaclasas, pero se diferencian principalmente de las cavidades puramente tectónicas por su escaso desarrollo lateral y secciones elípticas o circulares, formadas por disolución y ampliadas únicamente en el punto de recarga.

Respecto a su desarrollo, no muestran grandes desniveles. Como se aprecia en la tabla adjunta (tabla 1), de las 104 cavidades escogidas, solamente una pasa de los 100 metros de desnivel, y 13 superan los 50 metros.

Su distribución a lo largo del territorio se muestra desigual, encontrando algunas zonas montañosas donde aparece un predominio exclusivo. Por citar algunos ejemplos en la Serra de les Atalaies d'Alcalà encontramos 28 cavidades, que suponen un 30,7% del total (figura 7). En el macizo de Penyagolosa (Viciano, 1992) (Arenós et al., 1993) y alrededores 12 cavidades, que suponen un 12,0% y en la zona montañosa de la

Tinença de Benifassà 6 cavidades (Ramos, 1997) que suponen un 6,6 %. Por otro lado notamos un vacío de estas simas en las sierras de Espadan y Calderona, encontrando casos concretos muy aislados. (Ej: Sima de la Peña Saganta, Sima de la era de la Sal, Sima la Magdalena). Otras cavidades de este tipo quedan repartidas en zonas montañosas, como las alineaciones costeras: la Serra d'Irta, de Borriol, Espaniguera, Serra d'En Galceran, sector Albocasser-Cati, Rambla Cellumbres, Turmell o el Altiplano de Vilafranca.

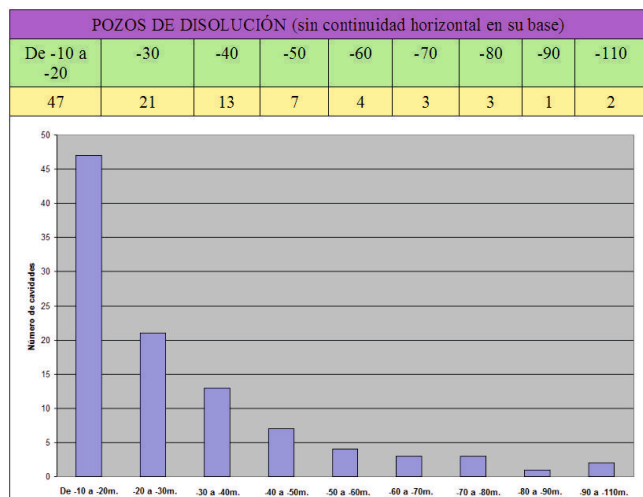


Tabla-1: Distribución de las simas de la provincia según el desnivel

MORFOLOGÍA Y EVOLUCIÓN DE LOS POZOS

Ahora detallaremos algunos casos de cavidades, donde se muestran los conceptos básicos que hemos recopilado y argumentado anteriormente. En primer lugar, nos fijaremos en la ubicación de estas cavidades y su entorno actual, fruto de una evolución del paisaje. En segundo lugar, atendiendo a las fases de evolución clasificaremos algunas simas, adscribiéndolas a un periodo o fase. Finalmente realizaremos algunas anotaciones sobre procesos posteriores a la formación del pozo, que han dejado la cavidad tal como la podemos ver actualmente.

Ubicación de las simas en el paisaje.

La ubicación de la cavidad en la actualidad, nos puede proporcionar información de su evolución en el pasado. Desde que la cavidad se formó muchos barrancos han ido profundizando, al igual que los escarpes rocosos, que debido a la erosión van retrocediendo y poniendo cavidades al descubierto. De los pozos de disolución, encontramos tres escenarios típicos donde se ubican las entradas. En primer lugar en las proximidades de los cauces de los barrancos, cuya relación con el cauce fluvial es obvia. Encontramos un 28% de cavidades que podemos atribuir esta ubicación. Normalmente son cavidades fósiles, colgadas decenas de metros por encima de cauces, que están secos la mayor parte del año. Con frecuencia la base de la cavidad se ubica por debajo del cauce fluvial. En casos contados, la cavidad pudo participar en el drenaje de esta agua hacia las profundidades. Un ejemplo de ello son el Avenc dels Ferrers y el Avenc de la Foradà (Portell de Morella)

(Porcel, 2009) que tras periodos de precipitaciones, ambas cavidades quedan inundadas en su parte inferior y provocan que la rambla Cellumbres, cuyo cauce se sitúa unos 10 metros por debajo de sus bocas, quede seca tras su paso por ambas cavidades.

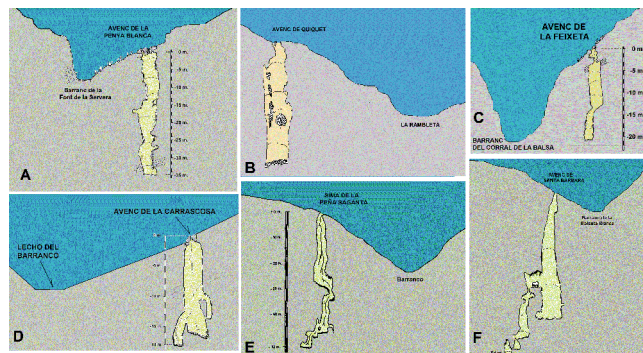


Figura 8: Diferentes perfiles de cavidades con respecto al cauce de un barranco. A, Avenc de la Peña Blanca (Llucena), B, Avenc de Quiquet (La Pobla Tormesa), C, Avenc de la Feixeta (Cati), D, Avenc de la Carrascosa (Xodos), E, Sima de la Peña Saganta (Espadilla), F, Avenc de Santa Barbara (Alcalá de Xivert)

Otra ubicación que se repite, es la aparición de estos pozos en zonas llanas o grandes dolinas, como es el caso del Pla de la Bassa Roja (Costur), el Pla de Lifrigo (Cervera del Mestre), el Pla dels Avençs (Peñíscola) o el Pla de la Valltorta (Albocàsser) entre otros. Encontramos un 25% de simas relacionadas con una zona llana o depresiones cerradas con poca inclinación, sin relación con un cauce fluvial. En estos llanos pueden aparecer multitud de grietas con posibilidades de penetración, pero las cavidades normalmente se emplazan en pequeñas dolinas, que han tenido que ser desobstruidas.

Un tercer caso que aparece con mucha menos frecuencia, es la abertura de la boca en la pared de un cortado, donde la erosión ha puesto al descubierto la cavidad. La entrada se presenta en disposición vertical, pero a los pocos metros ya aparece la vertical. Un 6 % de simas inventariadas en este trabajo presentan esta ubicación. Esto ocurre a veces también en relación a un cauce fluvial, pero lo que ha provocado la aparición de la boca ha sido la erosión y retroceso del cortado rocoso. Ejemplos de este tipo los encontramos en el Avenc de Metelo (Vilafranca), Avenc de l'Ombria (Vistabella), L'Avenqueta (Culla), Avenc d'en Macià (Santa Magdalena) o Forats de l'Aguela Massa (Bel, Rosell).

El resto de casos que no hemos podido clasificar, se encuentran muy altos sobre cauces, en zonas elevadas u otras ubicaciones que no podemos clasificar de manera tan sistemática.

Fases de evolución.

Estos pozos los encontramos en diferentes fases de formación, como se puede observar en los primeros metros de vertical, los diámetros de sus entradas e interiores (figura 10), el estado de las paredes del pozo o los sedimentos del fondo (tabla 2).

La fase inicial (0) donde se está generando el protoconducto, podemos considerarla como cavidad impenetrable, pues todavía no ha alcanzado un desarrollo suficiente.

Cavidades de las siguientes fases (Fases 1 y 2) están compuestas por pequeñas diaclasas que dan acceso unos metros más abajo a la cabecera real del pozo, o dolinas colmatadas de bloques donde unos metros por debajo de estos encontramos su ensanchamiento, como ocurre en el Avenc de la Bassa Roja-5 (Costur) (Almela, 2011), Avenc de la Penya Blanca (Llucena) o Avenc del Pla de Lifrago (Cervera del Maestre) (Ibáñez, 1978). Las dolinas o pequeños hundimientos pueden señalar la entrada de la cavidad, que se ha producido al debilitarse y colapsar la capa de roca más superficial, por el crecimiento de la cabecera del pozo hacia arriba. Accedemos a estas cavidades por estrechas fisuras o avanzando en vertical entre bloques.

En estas simas juveniles o en fase de “reciente formación”, podemos encontrar las paredes desprovistas de rellenos, con evidentes signos de disolución sobre la roca. Son comunes los *scallops*, canales verticales o venas de corrosiones, que son producidas por el descenso de aguas poco saturadas (figura 9). No suele tratarse de corrientes de agua con mucho caudal, sino de películas de agua o goteos que van descendiendo por gravedad. Ejemplos de pozos con estas marcas los encontramos en el Avenc de la Tossa (Calig), Avenc del barranc de la Ratlla (Sant Mateu), Avenc del Indi (Orpesa), Avenc del mas de Paulo o Avenc del Barranc de la Ferrerola (Culla).



Figura 9: Detalle de diferentes formas en las paredes. Izquierda, canales verticales en el Avenc del Barranc de la Ratlla (Sant Mateu). Derecha, scallops en el Avenc de la Tossa (Calig)

Una morfología que nos indica una evolución más compleja de un pozo, son los husos paralelos que en su momento inicial serían dos pozos independientes y que posteriormente se han unido por crecimiento lateral. Estos pozos se comunican por ventanas, existiendo en algunos casos un tabique de roca que los separa y en otros este tabique ha desaparecido, formando un solo pozo. Encontramos pozos paralelos en el Avenc del Collet Roig (Miñarro, 1967), Avenc del camí d'Amargura (Xodos) (Arenós et. al, 1993) o el Avenc de Santa Bàrbara (Alcalà de Xivert).

Finalmente, una fase más avanzada (fase 3), encontramos entradas de mayores dimensiones y la base es el resultado del desmantelamiento de las rocas próximas a la entrada, que han ido cediendo y obstruyendo así la base y su posible continuación. El epikarst o zona más superficial se encuentra más evolucionada y desgastada. Ejemplos de estas simas con entradas más

grandes los encontramos en el Avenc de Comanegra (Xert), Avenc de la Mireta (Benassal) (Arenós, 2000 b), Avenc de Xivert (Alcalà de Xivert) (Ibáñez, 1980) o Avenc de la Bassa Paredà-1 (Santa Magdalena).

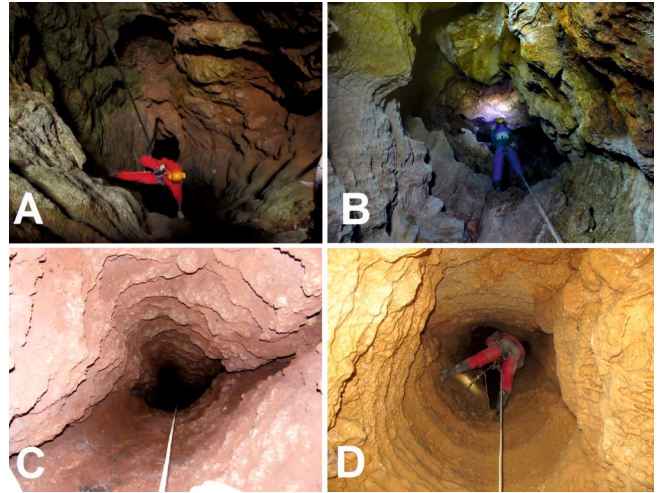


Figura 10: detalle de algunos pozos: A, Avenc de la Mireta (Benassal), B, Avenc del Pla de Lifrago (Cervera del Maestre), C, Avenc de la Mina Negra (Vallibona), D, Avenc del mas d'Ascla (Alcalà de Xivert)

Procesos posteriores a la formación del pozo.

En la formación de estos conductos verticales, intervienen procesos secundarios como los rellenos sedimentarios o las reconstrucciones litoquímicas. Generalmente estos procesos suelen marcar la fase más actual de formación de la cavidad. En el caso de los sedimentos arrastrados al interior de la cavidad, estos se acumulan en el fondo de los pozos y suelen obstruir la continuación. Se trata de pierdas de tamaño decimétrico generalmente o finos sedimentos, como limos o arenas arrastradas por las aguas. En algunos casos, como el Avenc de la Penya Blanca (Llucena), Avenc de la Bassa Roja 5 (Almela, 2011) o el Avenc de les Clotxes (Cabanes) una fina capa de limos parece marcar un nivel base, e incluso en esta última cavidad se aprecia la marca de niveles de inundación con restos de vegetación, que ha experimentado la cavidad después de intensas precipitaciones. En otras cavidades en cambio el suelo lo forman piedras de tamaño mayor, que pueden encontrarse lavadas por el agua, lo que nos puede indicar que existen filtraciones hacia niveles inferiores y estas piedras obstruyen la continuación.

En el caso de las reconstrucciones litoquímicas, suelen ser indicadoras de la fosilización de la cavidad y fase decadente. En otras ocasiones estas coladas aparecen corroídas por el agua descendente, lo que nos indica un cambio en la química del agua o una reactivación de la cavidad tras la formación de la colada. Pozos con abundantes coladas y recubrimientos que ocupan prácticamente toda la cavidad, podemos citar el Avenc del Molintiu, Avenc d'en Maçia (Santa Magdalena), Avenc del mas d'Ascla (Alcalà de Xivert), Avenc de les Roques de Benito (Llucena), Avenc de la Serrà-1 (Vilafranca) o Sima de la Peña Saganta (Espadilla) (Arenós, 2000, a) entre otros muchos. En otras simas las coladas aparecen solamente en su parte inferior, mientras que en su parte superior, conservan todavía las formas de corrosión en las paredes, como sucede en el

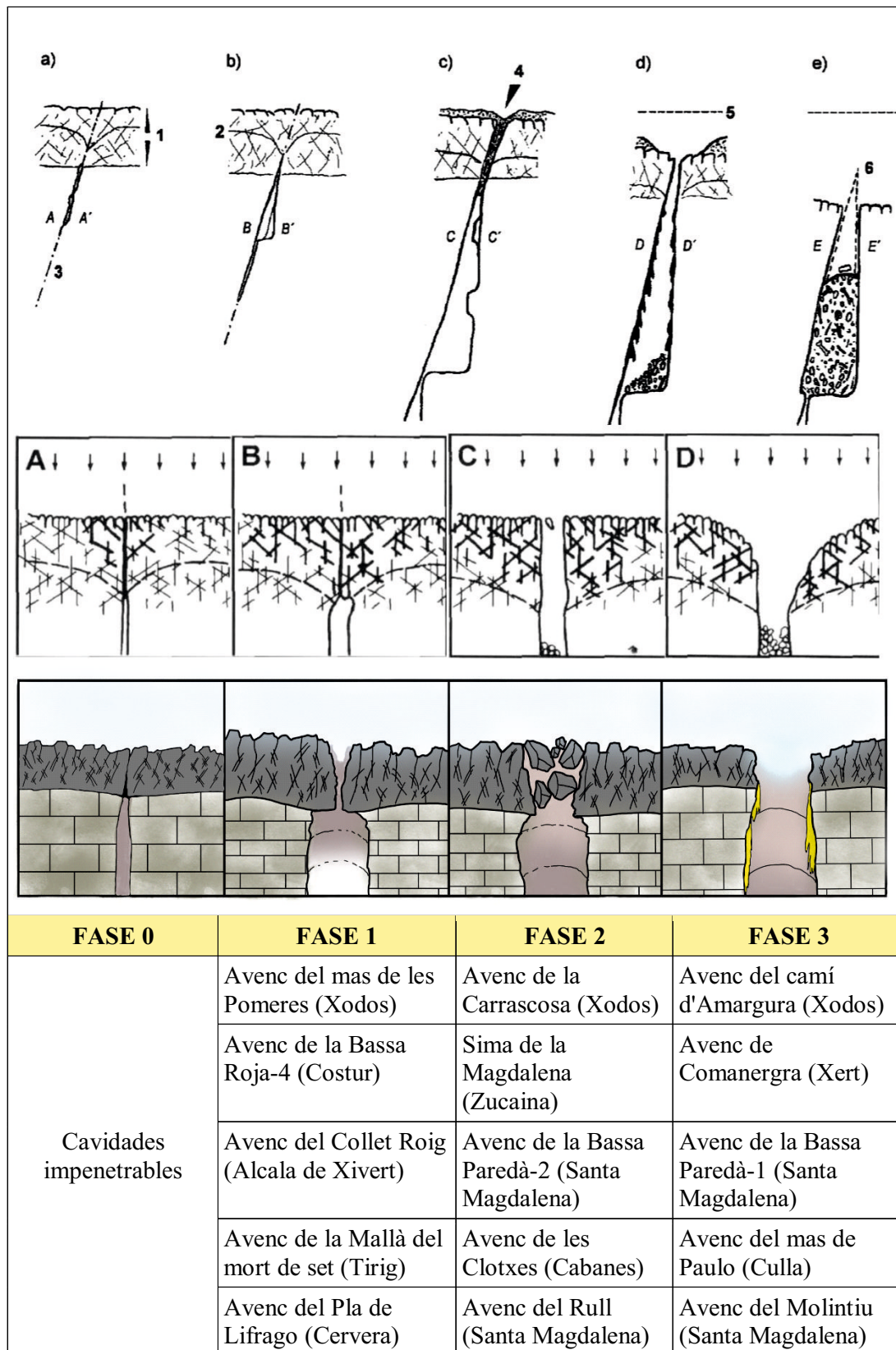


Tabla 2: Ejemplos de cavidades inventariadas, clasificadas en diferentes fases de evolución. Imagen superior, esquema explicativo de Ivo Baroñ (Baroñ, 2002), en la parte media esquema de Alexander Klimchouk (Klimchouk, 2000) y abajo dibujo, elaborado y adaptado por nosotros

Avenc del mas de Paulo (Culla) (figura 6), el Avenc de Quiquet (La Pobla Tornesa) o el Avenc de Comanegra (Xert).

Otro proceso secundario que aparece en las zonas próximas a las entradas de los pozos, son las corrosiones por condensación, que forman las paredes lisas y redondeadas con alguna cúpula. Este fenómeno

creemos que es el más reciente en la génesis de la cavidad y en alguna ocasión puede ser el responsable de que la cavidad se abra o amplíe al exterior, debilitando la escasa capa que lo une con la superficie. Encontramos corrosiones en cavidades como el Avenc de la Mallà del mort de set (Tirig), Avenc del Collet Roig (Alcalà de Xivert) o Avenc de la Feixeta (Catí).

Todos estos procesos secundarios son difíciles de generalizar, pues las etapas de formación de una cavidad pueden ser diferentes entre ellas, y los procesos solaparse o enmascararse unos a otros, por lo que la reconstrucción de la génesis de una cavidad de este tipo podría resultar compleja.

CONCLUSIÓN

Con el presente trabajo hemos puesto de manifiesto la formación de los pozos de disolución y sus diferentes etapas de evolución, contrastándolos con la información sobre las cavidades castellonenses que tenemos hasta ahora. Estos conocimientos básicos expresados en los primeros apartados del artículo, son importantes tenerlos presentes en nuestras prospecciones y trabajos espeleológicos. Los pozos ocultos por debajo de pequeñas grietas o depresiones, nos muestran el potencial existente en este campo y nos anima a seguir trabajando en el conocimiento de este tipo de cavidades. Las fronteras de la exploración espeleológica en la actualidad, debemos superarlas con ayuda de estos conocimientos, junto con el tesón que nos caracteriza. Por ello nuestro deseo en un futuro es poder acceder a nuevos pozos ocultos y alcanzar niveles horizontales de circulación de agua en simas que nunca antes hubiéramos pensado. En definitiva, explorar y estudiar el karst de modo íntegro. Para finalizar, recordemos la célebre frase de Norbert Casteret “*por dificultades a la grandeza*”, que nos invita a la exploración, enseñándonos que las entradas al subsuelo no son anchas y fáciles.

BIBLIOGRAFÍA

- Almela Agost, J. (2011). Catálogo espeleológico de Costur. Berig nº 11. Espeleo Club Castelló pp. 32-49.
- Arenós Domínguez, J., Segarra Bort, M., Viciano Agramunt J.L., (1993). Inventario espeleológico de Penyagolosa. Espeleo Club Castelló. 119 p.
- Arenós Domínguez, J. (2000 a). Dos cavidades de Espadilla: Sima de la Peña Saganta y la Cueva del Corral Blanco. Berig nº 4. Espeleo Club Castelló. pp. 37-42.
- Arenós Domínguez, J. (2000 b). Avenc de la Mireta (Benasal). Berig nº 4. Espeleo Club Castelló. pp. 35-36
- Baroň, Ivo. (2002) Speleogenesis along sub-vertical joints: A model of plateau karst shaft development: A case study: the Doln Vrch Plateau (Slovak Republic). Cave & Karst Science 29 (1), pp 1-8.

- Chopy, J.(2000) Revision de quelques hypotheses sur le creusement karstique, International Journal of Speleology., 29 B (1/4) pp 29-69.
- Dambrosi, S., Semeraro, R (2009). Walter Maucci (1922-1995): Speleologo scienziato triestino. Scritti memorialistici e celebrativi. Società Adriatica di Speleologia. 151 p.
- Ibáñez, L. (1978). El Avenc del pla de Lifrigo, Revista Espelesie 20, pp 5-9.
- Ibáñez, L. (1980). El Avenc de Xivert. Lapias nº5. Federación Valenciana de Espeleología. pp.43-46.
- Klimchouk, A..B., (2000). The formation of epikarst and its role in vadose speleogenesis: in Klimchouk, A.B., Ford, D.C., Palmer, A.N. and Dreybrodt, W. (eds.), Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville, National Speleological Society, pp. 91-99.
- Klimchouk, A. B., Sauro, U. and Lazzarotto, M., (1996). "Hidden" shafts at the base of the epikarstic zone: a case study from the Sette Comuni plateau, Venetian Pre-Alps, Italy: Cave and Karst Science, v. 23, n. 3, pp. 101-107.
- Maucci W., (1952). L'ipotesi del l'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi. Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat., 46: 1-60. Anche: 1972, Le Grotte d'Italia, s. 4a, 4, Atti Sem. Speleogenesi, Varenna (Como) 1972. pp. 235-296.
- Maucci, W. (1966). Hipótesis de la erosión inversa como contribución al estudio de la espeleogénesis. (traducido al castellano). Centro de Estudios Hidrográficos, Instituto de Hidrología, Comisión de Hidrología Continental y Científica. Madrid. 49 p.
- Mangin, A. (1974) - Contribution a l'etude hydrodynamique des aquiferes karstiques. Ann. Spel. pp. 21-124.
- Miñarro, J.M. (1969) Avenc del Collet Roig (Atalayas de Alcalà-Castellón). Boletín Sire nº 1, 2º época. SIRE Unió Excursionista de Catalunya-Sants. pp.2-3.
- Porcel Caro, E. (2009) Cavitats als Ports i Alt Maestrat. Berig nº 9. Espeleo Club Castelló. pp.42-47.
- Ramos Barceló, J. (1997) Simas ciegas en la Tinanza de Benifaza. Berig nº 3. Pág.42-45.
- Viciano Agramunt, J.Ll. (1992) Espeleologia a Castelló. Temes Castellonenses, cuadernos de divulgación cultural. Sociedad Castellonense de Cultura.
- Williams, Paul W. (2004). Epikarst Karst Waters Institute Special Publication 9
- The epikarst: Evolution of understanding. pp. 8-15.

Este trabajo ha sido publicado on-line con fecha 20/03/2020

Se citará como: ALMELA AGOST, J., 2020. Contribución al estudio de los pozos de disolución sin continuidad horizontal en la provincia de Castellón. *Gota a gota*, nº 19: 51-59. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.)