

APUNTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA KÁRSTICO DE SIMA POSOS (AZUÉBAR)



Jesús Almela Agost (Espeleo Club Castelló)

Introducción:

Una visita a la Sima Posos durante las precipitaciones del pasado mes de enero, nos sorprendió, al comprobar que gran parte de la cavidad queda inundada (figura-1). Este hecho, no constatado hasta la actualidad, nos ayuda a arrojar un poco de luz sobre el funcionamiento de este interesante sistema subterráneo, que cuenta en la actualidad con 3.320 metros de recorrido.

Descripción de la crecida de enero y antecedentes.

Los datos registrados de precipitaciones que atribuimos al ámbito de Sima Posos pertenecen a la Estación meteorológica de Chóvar (Avamet), ubicada en la embotelladora de aguas de Chóvar. Esta se ubica a 4,1 kilómetros al este de la cavidad y en unas condiciones topográficas similares, en la base del eje principal de montañas de sierra Espadán.

Aunque el pulso de precipitaciones en el que nosotros visitamos la cavidad tuvo lugar entre el 19 y el 21 de enero, se registran en la zona otros periodos importantes unos meses antes. Después de un largo periodo de sequía durante todo el año 2016, a partir de noviembre encontramos los primeros periodos de lluvias más o menos abundantes.

En el 2016, entre enero y octubre sola-

mente se registran 162 mm, lo que muestra la escasez de precipitaciones (y entre junio y octubre solamente 37 litros). Un primer periodo del mes de noviembre, entre los días 21 y 24 se registran 21,9 litros. A continuación entre los días 26 y el 30 de noviembre se contabilizan 102,7 litros. En diciembre encontramos dos periodos, los días 4 y 5 con 41,9 litros, y entre el día 16 y 19 con 230,7 litros (precipitación máxima en un día de 89 litros). Tras 30 días sin llover, los días 19 y 21 de enero se registran 225,8 litros, quedando repartidos del siguiente modo: el día 19: 95,5 litros y el día 20: 120 litros.

Destacan en estos meses los periodos



Figura-1: El barranco de Vidal a su paso por la boca de la cavidad el día 21 de enero.

Lugar	Día (Enero)	Temperatura	Conductividad	Caudal
Coves de Sant Josep	21	15,2 °C	308 µs	3 m³/s (aprox.)
Barranco de Vidal	21	9 °C	43 µs	15 l/s (aprox.)
Sima Posos, flujo laminar (-17 m.)	21	14,1 °C	368 µs	
Sima Posos, zona inundada (-37 m.).	21	14,0 °C	143 µs	
Fuente del Cañar	21	18,9 °C	316 µs	0,2 l/s (aprox.)
Barranco de Vidal	26	8,7 °C	64 µs	3 l/s (aprox.)
Barranco de Posos	26	9,2 °C	46 µs	5 l/s (aprox.)
Sima Posos, zona inundada (-59 m.)	26	14,0 °C	190 µs	Velocidad de desagüe: 13 cm / 30 min.
Sima Posos, río arriba (-65 m.)	1 febrero	14,0 °C		8 l/s.
Sima Posos, río afluente (-62 m.)	1 febrero	18,0 °C		8 l/s.

Tabla-1: Información de la temperatura, conductividad y caudales tomadas durante los días del pulso.

de diciembre y el de enero con más de 200 litros (Figura-3) donde ambos generaron numerosos desperfectos en la zona y los barrancos bajaron varios días con gran virulencia. En ambos se activó también la Cova de Sant Josep, presentando un caudal típico de estas crecidas repentinas. Las precipitaciones registradas las semanas anteriores en la zona pueden estar en relación con la inundación de la cavidad, aunque en la que nosotros nos centraremos será en la de los días 19 y 20 de enero.

El día 21 visitamos la cavidad por la tarde, observando por la mañana diferentes barrancos de la zona muy crecidos. Al descender por la vía seca y vía dels tollets encontramos la cavidad totalmente inundada hasta la cota de -37 metros (figura-2). Los barrancos de los Pozos y de Vidal también bajan con agua a su paso por la zona donde se abre la boca de la cavidad. El punto alto de la crecida se registraría en la madrugada del día 20 al 21.

Se vuelve a visitar la cavidad el día 23 por la tarde y el nivel de inundación se sitúa en la cota de -41 metros. Los barrancos de Pozos y Vidal ya presentan un caudal reducido, sumiéndose estos entre las gravas del barranco a unos 100 metros por encima de la boca de la cavidad y el de los Pozos cerca de su unión con el barranco de Vidal. Al encontrar las aguas los materiales karstificables se introdu-

cen en el interior de la cavidad, entre las gravas y cantos.

Otra visita el día 26 se comprueba que el nivel se encuentra en la cota de -59 metros, quedando la parte superior de la galería fósil



Figura-2: Inundación de la cavidad hasta la cota -37 metros, por la vía seca.

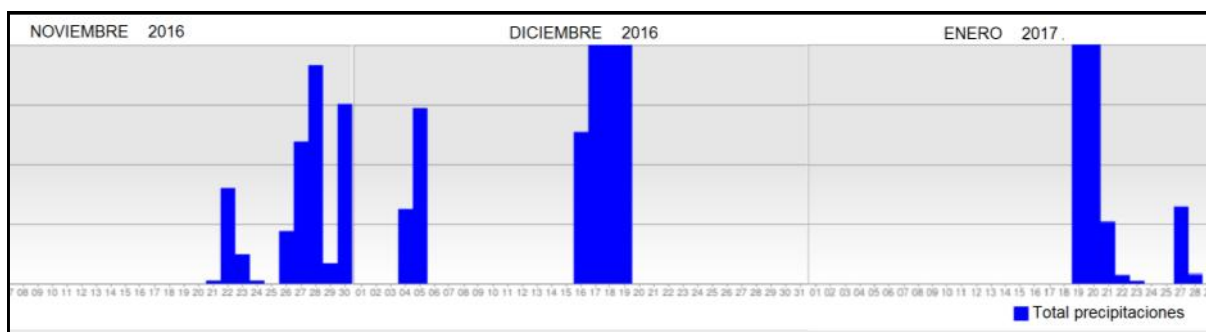


Figura-3: Grafica pluviométrica noviembre 2016 – enero 2017 de la estación de Chóvar (Avamet).

libre de agua y pudiéndola recorrer algunos metros. Los barrancos exteriores se sumen unos metros por encima que en la visita anterior. El de los Pozos 120 metros por encima de la unión con el de Vidal, y este a 260 metros aguas arriba desde la boca de Sima Posos, en un sumidero ya detectado años atrás. Finalmente se visita la cavidad el día 1 de febrero, con el nivel de las aguas ya en su lugar y con un caudal de 16 l/s, considerando ya las aguas en flujo laminar, abocadas a un descenso mucho más lento que el de la inundación.

En dos ocasiones anteriores se había visitado la cavidad tras fuertes precipitaciones. La primera de ellas en marzo de 2011, donde el curso activo de la cavidad llevaba un caudal bastante superior al normal, al igual que el afluente que se le une en la bifurcación. El otro periodo ocurre en noviembre de 2014, donde unas precipitaciones de dos días (144 litros) activan los barrancos de la zona y los dos cursos activos de la cavidad entran en carga, pero sin llegar a inundar la cavidad.

Inundaciones en otros sistemas kársticos.

Los acuíferos kársticos se caracterizan por un drenaje subterráneo eficiente, donde los conductos se muestran bien jerarquizados, captando el agua de una determinada cuenca hidrológica y drenándola hacia uno o varios puntos de emisión. Estos reaccionan repentinamente ante fuertes precipitaciones, alcanzando caudales muy elevados. En algunos casos estas precipitaciones pueden provocar la inundación completa o parcial de sus galerías, que puede estar causado por diferentes motivos. A veces resulta complejo abordar esta cuestión, pues entran en juego muchos factores, como la intensidad y duración del evento de la recarga, la humedad del suelo anterior al pulso, la geometría de los conductos, el tamaño de la cuenca de recepción o la evapotranspiración existente en la superficie.

Encontramos este fenómeno de inundación en algunos sistemas subterráneos importantes, tal como se muestra en la bibliografía espeleológica. A continuación vamos a poner dos ejemplos de los más notables de Europa.

El conocido sistema de cuevas Holloch, en Suiza, se desarrolla en gran parte en la zona epifreática por lo que experimenta importantes inundaciones ascendiendo el nivel de las aguas hasta 320 metros sobre el nivel de aguas bajas (Jeanning, 2016). Este fenómeno ha producido patrones laberínticos debido a las rápidas inundaciones, existiendo una extensa parte de la cavidad que se ubica en la zona epifreática, que es alcanzada por el agua en estos episodios.

En Eslovenia, el sumidero de Skokjanske Jame recoge aguas de una importante cuenca drenada superficialmente por el río Reka. Este sumidero supone también un buen ejemplo de inundaciones de un sistema kárstico (Gabrovšek et al, 2006). En este caso la monitorización de varias cavidades por las que transcurre el extenso río subterráneo, ha permitido constatar inundaciones para tres cavidades que forman parte del mismo sistema. Estas experimentan aumentos de varias decenas de metros, proponiendo como causante de las inundaciones, varias restricciones de pasos estrechos que son menores que el volumen de agua entrante en el sistema. En estos y otros casos de pulsos de inundación estudiados, una causa que se repite es la presencia de constricciones o pasos estrechos que no drenan el agua eficientemente, reaccionando ante unas precipitaciones extraordinarias con la inundación del sistema.

En el caso de Sima Posos, importantes puntos de alimentación del sistema provenientes del exterior ya fueron puestos de manifiesto anteriormente (Almela, 2012), estando re-

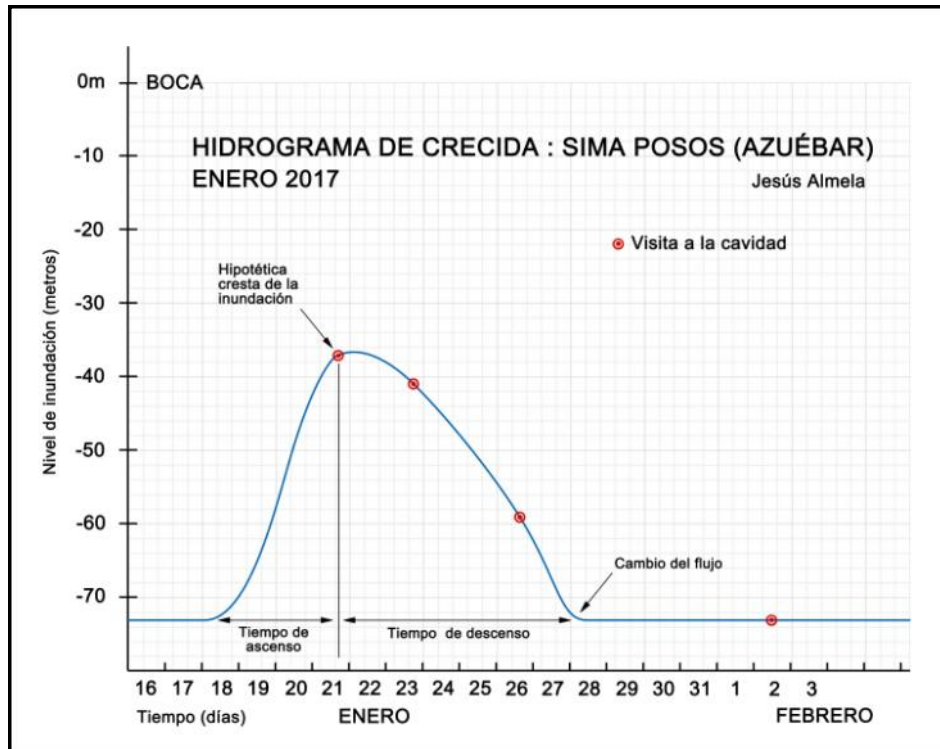


Figura-4: Gráfica de hidrograma de crecida de enero de 2017.

presentados por los barrancos de los Pozos y de Vidal que descienden del eje central de la Sierra. Muy probablemente también participen en esta tarea los barrancos ubicados más al este, como los de Billen, del Agua Dulce y del Castillejo, totalizando una superficie teórica de 3,7 km². La cabecera de estos barrancos se ubica próxima a los 1000 metros sobre el nivel del mar y su trayecto es corto, pero al llegar a la zona inferior de la sierra hay un cambio de litología, pasando de la arenisca a la dolomía. Este hecho hace que gran cantidad del agua captada por las rocas no karstificables se infiltren al llegar a los materiales más competentes para el drenaje subterráneo. Por ello la infiltración de los barrancos puede suponer una fuente importante de escorrentía subterránea que alimente al sistema de un modo muy eficiente.

La cavidad esta instalada en un acuífero dolomítico, que actualmente presenta 111 metros de desnivel, muestra patrones ramificados, correspondiendo estas ramificaciones con puntos de recarga desde el exterior, principalmente por el lecho de los barrancos, que se encuentran rellenos con cantos rodados. En el interior de la cavidad, todas las galerías aguas abajo finalizan en el colector principal, que presenta un caudal en estiaje de 0,5 l/s. En las crecidas normales este caudal puede aumentar entorno a 15 l/s.

En un hidrograma de una crecida de un curso subterráneo karstificado, los manantiales son sustentados rápidamente a través de sumideros y galerías de drenaje. En ellas la rama de ascenso de la inundación de la cavidad o descarga del manantial suele tener valores muy altos, inundándose rápidamente y llegando a la cresta de inundación en pocas horas (figura-4). De modo diferente, la rama decreciente y el tiempo de decrecimiento de la inundación serán más lentos para alcanzar el flujo base del curso (Palmer, 2012). Pese a ello, todo el proceso de ascenso y descenso hasta la llegada del flujo laminar suele ser relativamente rápido. Y desde el inicio del flujo laminar hasta el flujo base puede ser un descenso paulatino que puede durar más tiempo. Este tipo de crecidas pueden tener un gran efecto en el carácter y configuración de las cuevas, formando laberintos de inundación y galerías con patrones muy ramificados (Palmer, 2012).

Tras la crecida del pasado mes de enero en Sima Posos y las observaciones realizadas (tabla-1), podemos establecer una gráfica o hidrograma de la crecida, aunque incompleta, resulta de interés al compararla con un hidrograma típico de crecida de un manantial kárstico. Presenta una similitud caracterizada por la rápida respuesta en la rama creciente y no tanto para la rama decreciente. Respecto al pico máximo de inundación de la cavidad no podemos afirmar con total seguridad la cota hasta donde llegaron las aguas, pero creemos que se ubicarían muy próximas a la cota -37 metros, pues durante nuestra visita, unas 15 horas después de cesar las precipitaciones, la encontramos en esta cota. En este mismo momento los barrancos próximos a la cavidad, estaban descendiendo su caudal.

En la cavidad, aguas abajo la galería finaliza en el sifón terminal. Este punto puede ser uno de los responsables de las inundaciones en la cavidad, impidiendo que pase toda el agua entrante y ésta provoque la inundación de la cavidad. Aunque no es posible afirmar este extremo debido a la falta de datos más allá de este sifón aguas abajo. Un dato de interés observado el día 26 de enero es el descenso de las aguas en la cota -59 metros a una velocidad apreciable de 13 centímetros en 30 minutos (tabla-1). Teniendo en cuenta todo el volumen que en ese momento se encontraba inundado, es una velocidad que nos puede indicar un desagüe relativamente rápido, que en caso de estar limitado por la estrechez del sifón río abajo, tendría un caudal estimado, superior a 1 m³/seg.

Otro interrogante importante que se nos presenta en la actualidad es el punto de drenaje del sistema, no localizado a día de hoy. Una de las dificultades que encontramos es la cota tan baja del colector de la cavidad y la ausencia de manantiales cercanos en estas cotas que están en torno a los 300 metros sobre el nivel del mar. La descarga en episodios de inundaciones debería de ser alta, y por su gran caudal debe de ser bien conocida. Dos posibles puntos los descartamos recientemente, uno de ellos, la fuente del Cañar (Almedíjar) que ante las precipitaciones no reaccionó con un gran caudal. La otra, la surgencia de Aguas de Boguera, que aunque de carácter temporal no se llegó a activar ante tantas precipitaciones, posiblemente debido a la construcción de unos pozos en la zona, para la transformación de unos bancales de secano a regadío.

Implicaciones de las inundaciones periódicas en las morfologías de la cavidad.

Existen dos elementos morfológicos muy característicos de la cavidad; los revestimientos de finos sedimentos acumulados en gran parte de la cueva y las salas de colapso. Ambos fenómenos pueden estar relacionados con las inundaciones periódicas de la cavidad, que aunque actualmente son poco representativas en el tiempo, pueden tener

una gran influencia en la formación de la cavidad.

En primer lugar los sedimentos predominantes son los más ligeros, los limos característicos de color marrón-ocre, producto de la descomposición de la dolomía donde se desarrolla la cavidad. Estos tapizan el 70% de las galerías de la cavidad. Las galerías que no quedan tapizadas por estos son debido a que se ubican próximos a puntos de recarga exterior, como es el caso de las dos vías de pozos de acceso a la red inferior, la galería de la diacasa y otras secundarias. También encontramos otro punto en la galería de la siesta, quedando una zona concreta con la roca pulida y exenta de sedimento, debido a filtraciones exteriores puntuales. Localizamos estos revestimientos hasta la cota más elevada de la cavidad, ubicada 35 metros por encima del nivel de la boca.

Son muy características las formas resultantes de una deposición por el agua en reposo del limo y arcillas, formando bancos de barro en la orilla de la galería principal o bien mediante dunas. Estos bancos presentan unas formas a menor escala que indican la lenta deposición del sedimento, con ondulaciones ubicadas en depósitos inclinados en el lateral de las galerías. Estas presentan dos formas muy típicas y repetitivas: pequeños conos y ranuras inclinadas, que son producto de este periodo de post-inundación (figura-5).

Las segundas morfologías que hemos apuntado como representativas son las salas de colapso. Estas se ubican en cotas diferentes, desarrollándose desde los -20 metros hasta los -65 metros. Encontramos 5 salas o

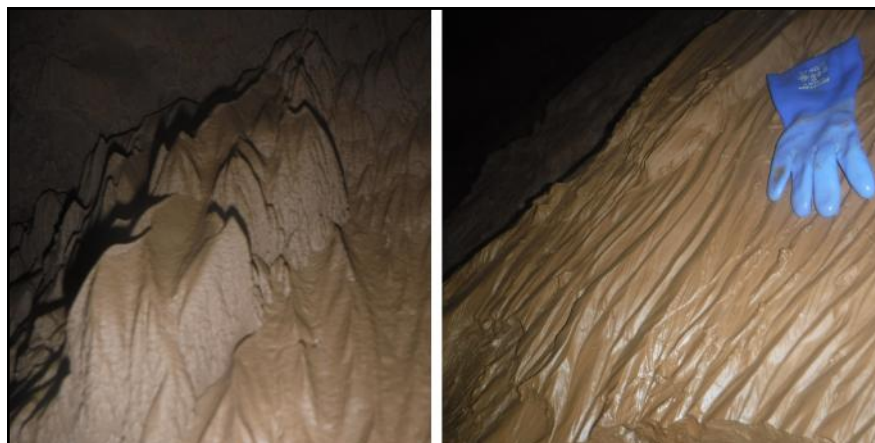


Figura-5: Diferentes formas creadas por los sedimentos en lenta deposición.

zonas con buen volumen formadas por el colapso del techo de la galería: sala Gran, sala de Dalt, sala de las Dunas, sala Filo y sala del Enllaç. En las cinco el buzamiento, al igual que el resto de la cavidad, es bastante acusado, entre 50° y 80°. En el estudio de los colapsos existe una diferenciación según el tipo de roca que ha cedido; Block, slab o chip breakdown. En las primeras los bloques consisten en estratos masivos, en las segundas es una capa más delgada a modo de losa y la restante son pequeñas piezas fragmentadas (White & White, 2000). En estas salas mencionadas existe un predominio de los block breakdown, puesto que el grosor de los estratos, que oscila entre 0,5 y 1 metro, y su acusada inclinación no facilitan que el colapso con bloques bien estratificados formando losas. La importancia de las rocas y su estratificación en el colapso de una galería se puede apreciar en la sala del Enllaç, donde las rocas que han provocado el derrumbe son las que presentan más espesor, en cambio el flanco suroeste de la sala esta limitada por una roca diferente, también con estratos bien marcados, pero mucho más finos, entorno a los 5 centímetros (Figura-7).

Las alteraciones en el nivel base, con ascensos y descensos del nivel de las aguas tienen un importante papel en el inicio de un colapso, donde la inyección rápida de agua y posterior desecación participan en el debilitamiento de la roca que va alterándola mediante la disolución en pequeñas fracturas o las juntas de los planos de estratificación. Esta alteración inicial del techo de la galería ocurre durante el desarrollo y ampliación de la cavidad e indica una decadencia en la fase evolutiva. Finalmente la caída de los bloques debido al estrés y tensión acumulada, altera el desarrollo de la cavidad, obstruyendo conductos, elevando el nivel de las aguas o desviando la corriente por otra galería. Galerías terminales debido a estos procesos indican la decadencia de una cavidad.

Como hemos observado, las inundaciones experimentadas por la cavidad pueden llegar a tener implicaciones sobre el estado actual y las últimas fases de la cavidad, como hemos podido apreciar en Sima Posos.

Conclusiones.

Estos apuntes no hacen más que reafirmar la importancia de la cavidad y su pertenencia a un importante sistema kárstico de la sierra Espadán. Las precipitaciones presenciadas, han resultado ser muy interesantes para cono-

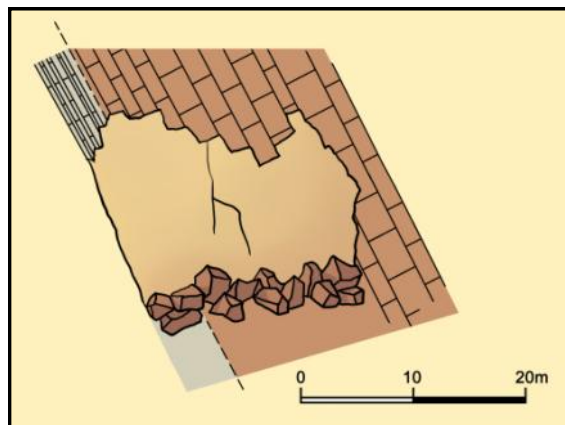


Figura-7: sección de la sala del Enllaç, con la disposición de los estratos.

cer la evolución de la cavidad, planteándonos nuevos retos para el futuro, como un seguimiento de las crecidas de la cavidad, la superación del sifón río abajo o la localización de la surgencia que drena este discreto colector. Los efectos de las inundaciones tienen consecuencias tanto en morfologías y formas que encontramos en la cueva, como información referente al funcionamiento de la red, que todavía queda mucho por conocer.

A falta de una monitorización más exhaustiva y con más medios, hemos podido presentar un hidrograma hipotético que podremos ir perfeccionando en sucesivas visitas al sistema en carga

Bibliografía.

ALMELA AGOST, J. (2012), Estudio monográfico de la sima Posos (Azuébar, Sierra Espadán), Berig nº 12, Espeleo Club Castelló. pp.

FRANCI GABROVŠEK & BORUT PERIC (2006), Monitoring the flood pulses in the epiphreatic zone of karstaquifers: The case of Reka river system, Karst plateau, SW Slovenia. Acta Carsologica nº 35, Ljubljana. pp.35-45.

JEANNING, P.-Y., (2016), Main karst and caves of Switzerland. Boletín Geológico y Minero, 127 (1): pp.45-56.

PALMER, A.N. (2012), Geología de cuevas. UIS. 502 p.

WHITE, E. & WHITE, W. (2000) Breakdown morphology. En: Speleogenesis: Evolutions of karst acuífers. UIS. pp.127-129.