

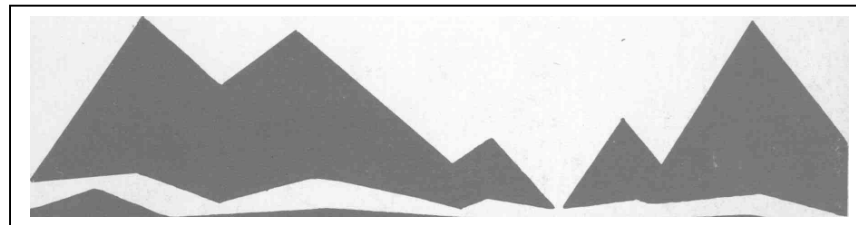
JORNADAS SOBRE EL KARST EN EUSKADI
KARSTARI BORUZKOHARDONALDIAK EUSKADIN

JOURNÉ ES SUR LE KARST EN EOSKADI

DONOSTIA - SAN SEBASTIAN 1986

TOMO1 - COMUNICACIONES

E. Sanz Pérez y J. Medina Ferrer



Páginas: 307 a 322.

Información facilitada por: www.espeleobuceoenburgos.com

KARST EUSKADI - 86

LA MORFOLOGIA KARSTICA SUBTERRANEA DEL POZO AZUL (BURGOS)

E. Sanz Pérez (*) y J. Medina Ferrer ()**

(*) Cátedra de Geología Aplicada a las Obras Públicas. Esc . Téc. Sup. de Ing. de Caminos de Madrid.

(**) Jefe de la Asociación Deportivo Cultural Standar. Madrid

RESUMEN

El presente estudio trata de la descripción y caracterización morfológica del Pozo Azul (Covanera, Burgos) , la cavidad sumergida más larga de España y fruto de ocho años de exploración espeleobuceadora.

INTRODUCCIÓN

Los rios Ubierna, Antón, Rudrón, Ebro, Oca y Zorita configuran una altiplanicie cuya superficie de más de 400 km² se eleva entre 200 y 300 m. sobre el cauce de sus aguas. Los escasos barrancos que cortan la zona permanecen secos y el agua de lluvia se infiltra en el suelo formando un potente acuífero que alimenta las fuentes existentes en el fondo de los valles. Una de estas fuentes es la conocida con el nombre de "**Pozo Azul**". La toponimia responde al bello tinte azul de las aguas que surgen de un estanque.

El pozo se encuentra muy próximo a la población de Covanera, recostada en la abertura que ha labrado las aguas del Moradillo en el angosto cañón excavado por el río Rudrón. En Tubilla del Agua hay otra fuente mucho menos espectacular que ésta, cuyas aguas salen de una galería inundada y penetrable que está siendo explorada también por nosotros. En otros manantiales cercanos de la zona, se han realizado inmersiones en los conductos asociados a ellos.

El Pozo Azul brota de una pileta de limpiísimas aguas de 9 m. de profundidad ubicada dentro de un anfiteatro kárstico de pequeñas dimensiones, forma morfológica característica que aparece asociada con cierta frecuencia a los manantiales importantes de origen kárstico. Sumergiéndose bajo las aguas del estanque se aprecia con toda claridad, en lo más profundo de la pared de la rotonda, la boca negra de una cueva.

Se conocía la existencia de esta cavidad en el fondo de la fuente gracias a las exploraciones llevadas a cabo en los años 1964 y 1967 por J. Plana, buceador burgalés, que penetró en la misma 100 m. de longitud, alcanzando una grieta en la que aparentemente se terminaba la parte penetrable.

En la exploración de esta cavidad sumergida han participado todas las promociones de espelobuceadores del Club Deportivo Cultural Standar, desde el año 1978, en el que se iniciaron las actividades, hasta los momentos actuales en los que estamos empeñados en una labor topográfica, biológica, geológica y deportiva, tratando de superar los 1.080 m. de longitud sumergida logrados hasta ahora y que le colocan en el sifón conocido y explorado más largo de España, aunque no el más profundo, ya que la Fuentona de Muriel (Soria) que ha sido descrito en otro trabajo nuestro (Sanz Pérez, E. y Medina Ferrer, J. 1984) desciende hasta los 52 m. de profundidad.

En el verano de 1983, y por encargo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, se realizó en el sifón un muestreo biológico cuyo estudio dio como resultado la catalogación de nuevas especies de fauna acuática. (Bedoya, 1985). Desde el punto de vista geológico, el Pozo Azul es un magnífico ejemplo de cueva viviente, cuya descripción y caracterización morfológica trata el presente estudio. Cara a la explotación de los acuíferos kársticos y en concreto a la regulación de grandes manantiales, queremos llamar la atención de lo útil que puede resultar, siempre que se pueda, la exploración de estos conductos mediante buceadores. En efecto, muchos de los problemas de regulación se reducen a la indefinición del tipo y ubicación de captaciones puesto que se desconoce las vías preferenciales de drenaje del macizo calcáreo próximas a la fuente. Piénsese lo fácil y barato que puede resultar la exploración de estos drenes mediante buceadores en comparación con otros métodos más sofisticados, caros e imprecisos, proporcionando un plano de detalle que tendría que ser previo a cualquier tipo de solución que se adopte luego: pozos en conducto, pozos aguas arriba de la emergencia, galería o pozo-galería frente al manantial, etc.

2. ESQUEMA HIDROGEOLOGICO

La zona se encuentra en la parte occidental de la "Cuenca Cantábrica" dentro de la provincia de Burgos. La mayor parte de la región está constituida por terrenos calizos del Cretácico Superior, que dan lugar a importantes acuíferos, principalmente en las calizas del Turoniense-Coniaciense y en las del Santoniense Medio-Superior.

En concreto, el acuífero drenado entre otros manantiales por el Pozo Azul, está constituido fundamentalmente por los materiales kárstificados del Santoniense-Superior aunque los terrenos calcáreos y detríticos superiores de la parte baja del Campaniense pueden ser también considerados como perteneciente al mismo sistema acuífero. Estos materiales tienen 350 metros de espesor y se extienden unos 200 km² en todo el afloramiento definido por la amplia estructura denominada de sinclinal del Sedaño, dentro de la plataforma estructural de los Páramos. La geometría del acuífero es, pues, un sinclinal amplio de dirección O.NO-E.SE. con flancos de buzamiento suave que no rebasa los 10°. El Pozo Azul se sitúa en el flanco Norte, donde las capas buzanan 5° hacia el sur. Las margas del Santoniense inferior a Medio son el nivel de base kárstico y barrera impermeable que rodea el sinclinal por todas las partes y es allí, correspondiendo a su menor cota, donde aparecen los brotes de agua, como el Pozo Azul que se halla a 710 m. de altitud.

La recarga del acuífero se lleva a cabo, fundamentalmente, a partir de la infiltración directa del agua de lluvia que cae sobre los afloramientos de este acuífero libre y, ocasionalmente, por parte de las pérdidas de algunos arroyos. La descarga se efectúa a través de salidas difusas a los ríos y mediante manantiales localizados entre los que destaca por su importante caudal el Pozo Azul.

Se tienen, desgraciadamente, muy pocos datos del aforo del manantial aunque puede estimarse, según apreciaciones basadas en la extensión y precipitación media de su cuenca, y de algunas medidas directas, que el caudal medio puede oscilar alrededor del metro cúbico por segundo. Aún a pesar de contar con tan solo siete aforos directos realizados en un intervalo de dos años, se deduce fácilmente de ellos la gran variabilidad del caudal de la fuente, que oscila entre los valores de 1.666 l/s (Mayo 1980) y 10 l/s. (Noviembre 1981) lo que da una idea de la importancia que deben adquirir en este acuífero las zonas con porosidad de grietas grandes y cuevas.

3. DESCRIPCIÓN DE LA GALERÍA

En períodos de crecidas, el agua que surge del pozo hace borbonear la superficie de la pileta y la fuerza de la corriente nos impide entrar en la galería. Es por ello que las exploraciones deben llevarse a cabo cuando el régimen del manantial es el correspondiente a caudales medios o de estiaje. El fondo del pozo está cubierto de cantos rodados que forman una rampa descendente hacia la pared de la rotonda. La entrada la constituyen dos ventanas paralelas muy próximas, estrechas y alargadas, de 2 m. de altura por

menos de 1 m. de anchura cada una de ellas. Entramos y avanzamos por la galería hasta una curva, dejando con ella todo vestigio de luz exterior. La arena del fondo va haciéndose cada vez más fina hasta que termina por convertirse en arcilla impalpable. La galería está llena de recovecos insospechados, apenas entrevistos con la escasa luz de las linternas y con las paredes y el suelo recubiertos de una arcilla propensa a levantar del suelo invadiendo todo de una turbidez tan densa que apenas es posible ver más allá del cristal de las gafas.

Las operaciones topográficas se han hecho con dificultad ante la imposibilidad de comunicarnos, la turbidez del agua y los enganches de la cinta y cordel guía. Aparte de ello, la exploración no ha estado exenta de momentos de peligro lo que nos ha llevado a ser prudentes y extremar las medidas de seguridad. La dureza de las inmersiones, en especial el soportar las bajas temperaturas del agua (la temperatura es de 11 °C y muy constante durante todo el año) por largo tiempo es otra dificultad a considerar.

En Diciembre de 1978 se alcanzaron los 570 m. de exploración.

El Pozo Azul es ya el sifón de mayor recorrido de España y la capacidad de aire del bibotella estaba prácticamente en su límite. Hasta el momento, la cavidad presenta dos partes claramente diferenciadas por su morfología: en los cien primeros metros de galería predomina la dimensión vertical sobre la horizontal. Es aquí donde alcanza la máxima profundidad del sifón -20 m.- mientras que algunas partes del techo se hallan a solo dos metros por debajo del nivel piezométrico. Las dimensiones varían entre los 4 y 6 m. de anchura y entre los 10 y 15 m. de altura. En el suelo predominan los sedimentos de arcilla, que también tapiza en finas capas las paredes. En el techo abundan formaciones rocosas corroídas colgantes y de aspecto informe. En el segundo tramo la sección de la galería es predominantemente elipsoidal vertical, algo inclinada, de dimensiones muy constantes, unos 4 m. de anchura por 5 de altura. Las paredes son mucho más lisas aunque rugosas y con resaltes o repisas algo inclinadas hacia el sur según el buzamiento de la estratificación, evidenciando la erosión diferencial en las capas de caliza. En el suelo predomina, sobre la arcilla, la arena, blanca con algo de limo que forma algunos ripples marés y amplias dunas con desniveles entre crestas y valles de 30 cms. y de anchura la de la galería. En el tramo comprendido entre los 300 y los 370 m. la galería aumenta su anchura y disminuye la altura sin que varié apreciablemente la superficie de su sección. El techo, perfectamente plano parece haberse formado siguiendo una junta de estratificación de la roca. En el punto extremo alcanzado, la galería vuelve a aplanarse hasta tener 3 m. escasos de altura por más de 6 de anchura. Hacia adelante la cueva tuerce ligeramente pareciendo ensancharse aún más.

Pasados los 570 m. se utilizan equipos de tres botellas de aire, con peso superior a 50 kgrs. La profundidad se mantiene fija; la galería conserva el mismo aspecto: sección elipsoidal con repisas laterales que a veces pueden sobresalir un metro, arena en el suelo con algunos ripples y paredes rugosas aunque lisas. Alcanzados los 650 m. la galería inicia un descenso casi imperceptible, aparece algún bloque aislado de entre el fondo arenoso y rocoso, así como alguna estalagmita de hasta medio metro de larga. También antes, desconcertados, habíamos observado estalactitas, muy pocas, aisladas y muy pequeñas (unos 10 cms.) que pendían del techo de la cueva inundada de agua. Más adelante la galería asciende hasta que encontramos una galería amplia, parcialmente inundada (la "Burbuja") de las mismas dimensiones que el resto del sifón. Estamos separados del exterior por 700 m. de agua, una distancia que siendo poca, hacen del lugar un paraje tan inaccesible como lo pueda; ser las montañas más altas o

las selvas más recónditas. El techo está a unos dos o tres metros por encima del agua, que inunda la galería a todo lo ancho con una profundidad de 3 o 4 m. Hay señales evidentes en las paredes de que en épocas de aguas altas, el nivel freático sube al menos 2 metros. La sección sigue siendo la misma que antes, aunque las repisas laterales son más pronunciadas y numerosas, distinguiéndose claramente la estratificación.

De la pared recogemos fósiles característicos del Santoniense Superior. En las paredes hay recovecos y cornisas. Siguiendo hacia delante, nadando por la superficie de la burbuja, la galería tuerce bruscamente varias veces. Tanto el techo como el suelo carecen de formas de reconstrucción. El suelo es arenoso apareciendo también el lecho rocoso con algún bloque desprendido del techo. Se hace notar la corriente, más adelante hay que pasar por un lugar en el que se reduce la anchura de la galería a sólo metro y medio. Hacia adelante el techo parece como si descendiera; hay una curva, tras ella la galería se estrecha y el techo baja aún más. Se percibe el ruido de una cascada. La galería se estrecha a solo medio metro y la profundidad a metro y medio. La corriente es turbulenta, acelerada por el salto de agua que existe unos 20 m. más adelante. Dejamos las aletas, tubo y gafas en una repisa y ascendemos en chimenea hasta otra más cómoda por la que accedemos fácilmente hasta la misma cabecera de la cascada. Con caudales bajos, sin embargo, se puede andar fácilmente por el lecho del río y la cascada se salva con solo subir la pierna. La galería ha cambiado totalmente de morfología: el techo es muy alto, no es visible con la luz de que disponemos. Las paredes no son lisas, sino que ofrecen toda una serie de labios y escalonamientos producidos por la erosión sobre estratos de distinta dureza, lo que ha ocasionado la existencia de toda una serie de repisas situadas a distintos niveles. Tras la cascada, el río discurre entre piedras angulosas y un lecho rocoso. La galería es cómoda y poco más allá ha recuperado su aspecto y dimensiones habituales. El agua comienza a ganar profundidad. El nivel se sitúa aquí a unos 2 o 3 m. por encima del piezométrico del tramo de galería anterior a la cascada. El techo también desciende. Todo anuncia un nuevo sifón. Se llega a una rotonda completamente cerrada. El agua forma un lago, en uno de sus extremos de cuya superficie tranquila brota el agua que corre por el cauce y que nos parece tener el mismo caudal que el que sale por el manantial. Es el nuevo sifón. Conforme descendemos por él la galería se amplía y hasta los 27 m. de profundidad solo son visibles el fondo y la pared derecha. Al llegar a los 30 m., límite establecido en los diversos casos calculados para la descompresión, el suelo sigue descendiendo hacia adelante. Tras 70 m. de recorrido, las cosas vuelven a ponerse difíciles pues con la profundidad alcanzada, se aumenta el consumo de aire... Sin embargo en verano de 1982 seguimos avanzando por la galería que resulta tener 25 m. de profundidad; el fondo está formado por montículos de arena y ondulaciones continuadas sin aparente aumento de profundidad. El techo toma altura situándose entre 20 y 22 m. La sección de la galería se estrecha; aquí y allá surgen salientes de rocas afiladas, erosionadas por el paso del agua. El techo está lleno de una maraña de salientes y oquedades. La galería mantiene la misma tónica, y rara mente se adivina el resplandor de la cresta arenosa de alguna duna del fondo. La profundidad se mantiene entre los 20 y 22 m. El fondo tiene 30 m. de profundidad al menos (llevamos 230 m. de recorrido del segundo sifón y 930 m. del total). Más tarde avanzamos 130 m. más, totalizando 1.080 m. de galería sumergida, el primer 1.000 español en sifones. En los 80 m. finales, las dimensiones se reducen a unos 4 m. de diámetro, hasta formar una especie de ventana de 2 ó 3 m. de lado, tras la que parece iniciarse un nuevo ascenso.

Hasta aquí ha llegado nuestro recorrido del Pozo Azul; más allá nos esperan, quizás, nuevas galerías por explorar, aunque la estrechez de la citada ventana es preocupante pues es posible que la corriente impida atravesarla.

El plano de la galería que acompaña este trabajo es un esquema del original que, como se comprenderá, ha sido imposible reproducirlo con más detalle. En él no se presenta la parte correspondiente al segundo sifón ya que aún está pendiente de topografiar.

4. LA MORFOLOGÍA SUBTERRÁNEA

El Pozo Azul es una red simple que no presenta prácticamente más que un conducto directo subhorizontal y penetrable, (al menos en las exploraciones realizadas hasta ahora no se ha encontrado ninguna otra ramificación).

Observando el plano de la planta de la galería (fig. 1) se puede apreciar, en primer lugar, la rectitud que la cueva presenta según la orientación Este-Oeste, sin cambios bruscos de rumbo y paralela a la dirección del arroyo Moradillo, situado 1 km. más hacia el Sur. Las direcciones predominantes de los diferentes tramos de galería son además de la Este-Oeste que es la principal, la N-S, NE-SO y NO-SE, asociadas a diversas familias de diaclasas con la misma orientación. En alzado es claramente manifiesta la subhorizontalidad de la galería, sin cambios significativos de pendiente. La explicación de esto hay que buscarla en el buzamiento de los estratos calizos del macizo rocoso. En efecto, las capas están buzando unos 5° o 10° hacia el Sur, en el flanco norte del sinclinal de Sedano, y como la dirección de la cueva es Este-Oeste, en realidad está siguiendo la dirección de la estratificación, que es horizontal. Aparte de ello, la gran permeabilidad de la roca hace que el gradiente hidráulico sea muy pequeño lo que ha debido influir también en la horizontalidad del conducto.

Las enseñanzas que se deducen de las exploraciones en sifones en la zona freática, muestran que muchas de las actuales galerías inundadas tienen perfiles variados, y que la sección tradicional circular o elíptica de estos conductos no es siempre la regla general, apareciendo desplomes de estratos, pasos estrechos y otras formas ajenas a la morfología teórica de la circulación forzada. El Pozo Azul muestra sin embargo un buen ejemplo de galería característica de este tipo de circulación.

Dentro de los dos tipos de galerías que se diferencian en la zona freática, el Pozo Azul corresponde a las denominadas paragenéticas (Renault 1967-68 y 1970) es decir, aquellas en el que la circulación del agua es lo suficientemente lenta como para que exista sedimentación en la galería, a diferencia de las singenéticas, cuya corriente es muy rápida impidiendo la deposición de sedimentos. La sedimentación se da en el suelo, interviniendo la disolución o corrosión sobre el techo y las paredes. No se observa en todo el trayecto de la galería las formas indicadoras de modificaciones posteriores de paso de la circulación forzada a la libre, de las que es característica la sección típica en clavo o cabeza de alfiler, constituida por una sección superior singenética o paragenética circular o elíptica bien conservada y cortada en tajo por el río en su acción de sobreexcavación, creando en numerosas ocasiones un entallado de marmitas de gigante. La sección, como se ha dicho antes, es elíptica algo vertical e inclinada, con el fondo del lado sur más profundo y en el que es característico las repisas o salientes a diferente altura en ambas

paredes. Como decíamos antes, el tramo de galería comprendida entre los 300 y 370 m. difiere de la sección general en que el techo es completamente plano, siguiendo un plano de estratificación.

Las formas menores subterráneas de corrosión son también importante conocerlas ya que nos dan una idea del índice de excavación ya sea en circulación forzada o en libre. No es posible llegar al detalle de distinguir los lugares donde aparecen uno y otro tipo de estas formas, conformándonos con comentar brevemente los tipos diferentes de los observados y que en su mayor parte corresponden a circulación forzada.

Las formas más abundantes son los pendants o pretuberancias de roca situados en la bóveda. Tienen unas dimensiones variables desde varios decímetros a varios metros de altura y son debidos a la desigual resistencia a la disolución de la roca. En los primeros metros de la galería están ampliamente representados. Aparecen también olas de erosión (Joly,1933) cúpulas y banquillos. Estos últimos son largas aceras o voladizos suspendidos semejantes a aceras, formados por corrosión y ensanche de las paredes de las galerías. Aunque puede no ajustarse exactamente al término de banquillos, lo que aparece en el Pozo Azul, son resaltes dispuestos a diferente altura a lo largo de amplios trayectos de la galería y que están claramente asociados a la estratificación subhorizontal del macizo, sobresaliendo las capas más resistentes a la disolución.

En la única parte de la galería en la que funciona la circulación libre que es en la burbuja, hemos observado en el lecho del río que corre tras la cascada, unas huellas de disolución en forma de acanaladuras con crestas afiladas de 20 cms. de altura paralelas al sentido de la corriente y que a veces se entrecruzan entre ellas, asimilándose a verdaderos lapiaces subterráneos.

Hasta ahora hemos visto los procesos de erosión en los que están representados los procesos químicos (disolución) en ausencia de los mecánicos llamados también de marmitage. Nos falta ver los procesos de acumulación, de los que están representados el concrecionamiento y la sedimentación. En el caso del concrecionamiento, ya veíamos al describir la galería la existencia, en el techo de la misma, de algunas estalactitas y estalagmitas dentro del agua, que aunque pequeñas y muy escasas, parecen evidenciar que durante un período de tiempo, la red dejó de ser activa o pasó a un régimen de circulación libre. Este intervalo de tiempo debió ser sin embargo muy corto, porque el desarrollo de las formas de reconstrucción es muy pequeño, faltando por completo en el techo, paredes y pavimento de sectores actuales no inundados como es el tramo de La Burbuja, y porque además y dentro de la evolución normal de las cuevas, no ha habido procesos clásticos como puede inferirse ante la falta de bloques desprendidos que suelen darse antes del verdadero desarrollo de las formas de reconstrucción.

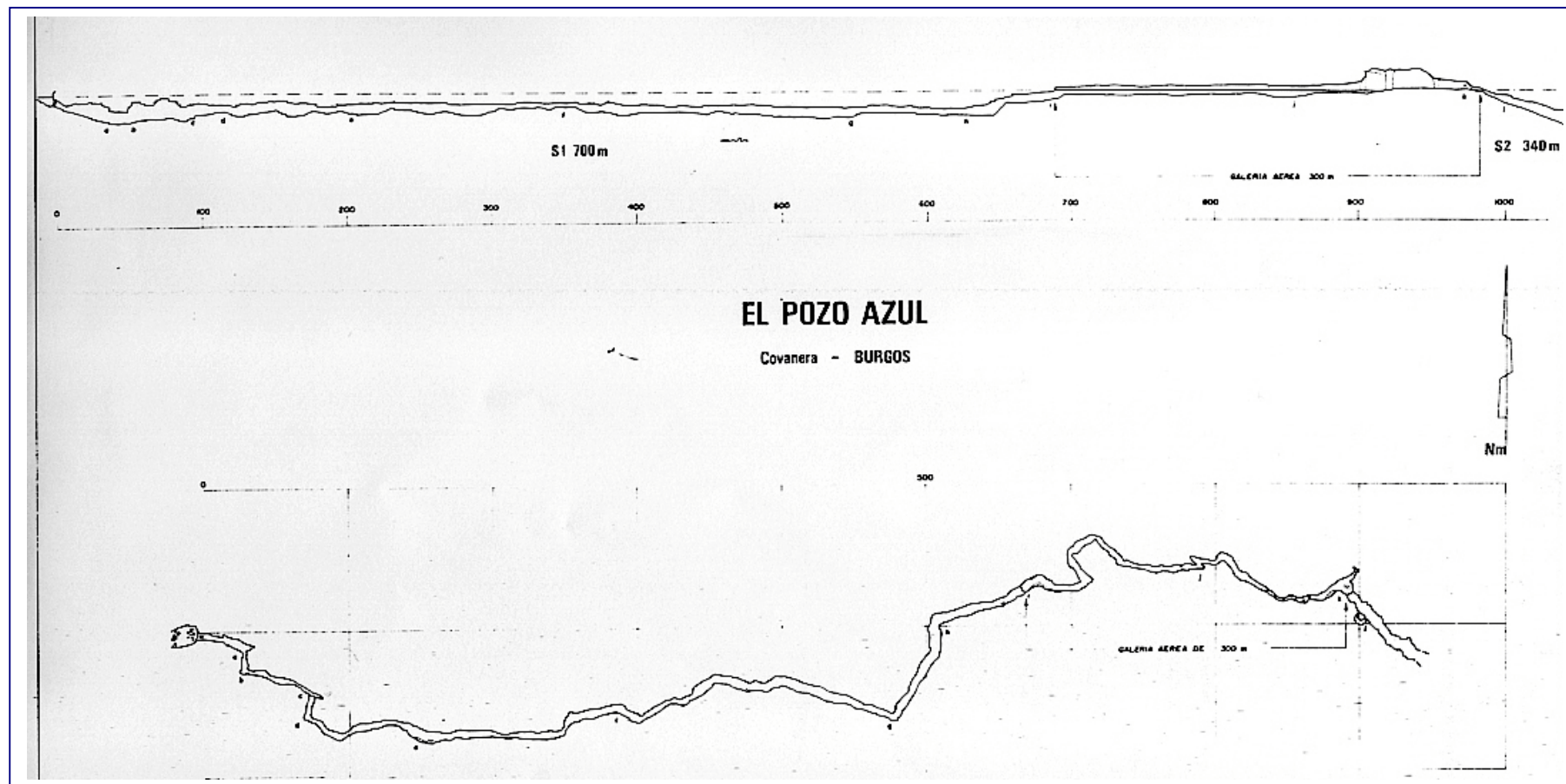
La circulación existente en la galería del Pazo Azul es casi siempre de tipo laminar, lenta, aunque en algunas partes estrechas, como es la salida de la galería en la surgencia y otros pocos puntos más, puede pasar a régimen turbulento cuando los caudales son considerables. La velocidad de la corriente está condicionada por la superficie de la sección mojada, por la pendiente y en particular por la rugosidad de las paredes. Es así como vemos que, en general, los depósitos más gruesos, arenas e incluso gravas, se sitúan allí donde la sección del conducto es menor y viceversa, de tal manera que en el tramo primero del sifón que es

de gran envergadura aparecen depósitos arcillosos y limosos no solamente en el suelo sino que también hay un baño delgado en toda la periferia de la galería, lo que es propio de una circulación de menos de 2 cm/seg. de velocidad.

Ya se han hecho algunas observaciones sobre los diferentes tipos de sedimentos en la descripción de la galería, viendo como en casi toda ella se encuentra un manto de rellenos subterráneos. En general, los sedimentos son arenas finas, con limos, aunque hay puntos como ocurre en los primeros metros de galería, donde la arcilla es claramente predominante, habiendo en otros lugares más puntuales lechos de guijarros y gravas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bedoya, J.; Fernández, J.L.; Camacho, A.I y García Valdecasas, A. **La fauna acuática cavernícola del Pozo Azul.** Libro de resúmenes. III Congreso Nacional de Limnología.
- León, 1985. Joly, R. de **Notes spéléologiques II.** Quelques phénomènes nouveaux observés. Rev. de Géogr. Phys. et de Géol DYn, 6 p.66-67, 1933.
- Medina Ferrer, J. **Espeleo-buceo: El Pozo Azul** Alta Ruta núms. 20-21-22-23. Madrid 1984 -1985.
- Renault, P. **Contribution á l'etude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénese .** Thèse d'Etat, Annales de Spéléologie. C.N.R.S. Paris 1967-1968.
- Renault, P. **La formation des cavernes.** Coll. Que suis-je? nQ 1.400 P.U.F. Paris, 127 p. 1970.
- Sanz Pérez, E. y Medina Ferrer, J. **Contribución al catálogo espeleológico de la provincia de Soria: sifón y cueva de la Fuentona de Muriel** C.E.S. Revista Celtiberia nº 68. Págs. 301-308. Soria 1984.



Información facilitada por: www.espeleobuceoenburgos.com