

Sobre algunos fenómenos de subsidencia y de soliflucción en las cavernas

POR

N. LLOPIS LLADO

INTRODUCCION

La dinámica de las cavernas es todavía mal conocida a pesar de los numerosos estudios de los geólogos, hidrólogos y espeleólogos. Los trabajos más serios a este respecto fueron realizados por E. A. Martel en numerosos trabajos que han sido sintetizados en su obra maestra sobre «L' evolution souterraine» (6).

Uno de los aspectos más descuidados ha sido el de la sedimentación y sobre todo el de la dinámica litogenética. Los sedimentos clásticos han sido a menudo olvidados bajo los depósitos estalagmíticos que por sus formas han llamado especialmente la atención de los exploradores. No obstante la sedimentación clástica subterránea es sin duda uno de los fenómenos más interesantes de la evolución de las cavernas pues su conocimiento explica una multitud de hechos sin los cuales no pueden seguirse las fases de esta evolución.

Las observaciones que durante algunos años he realizado en algunas cavernas españolas y francesas me han permitido sacar algunas conclusiones sobre la sedimentación clástica y su dinámica ulterior, que someramente expondré en esta nota.

A) *Tipos fundamentales de depósitos clásticos hipogeos*

Es ya bien conocido el origen de los depósitos clásticos hipogeos que se encuentran a menudo cubriendo el suelo de las cavernas muy evolucionadas. Lo más frecuente es que estos depósitos fosilicen total o parcialmente las cavidades profundas de las cavernas obstruyendo su continuidad en profundidad. En las cavernas antiguas, pliocenas o anteriores, los fenómenos de hundimiento de las bóvedas tienen una gran importancia en la morfología y en el desarrollo de aquellas, como puede verse en la mayor parte de las grandes cavernas de las Causses (Aven Arman, Dargilan, Orgnac) o en muchas cuevas españolas (cuevas de Collbató en Cataluña, del Drac y Campanet en Mallorca, Cueva Negra en Castellón). En general cuanto más antigua es la cavidad más desarrollo presentan los sedimentos clásticos.

Atendiendo a su estado de cementación, los depósitos clásticos pueden dividirse en tres tipos petrográficos: a) Bloques y brechas cementados con arcilla, es decir sedimentos blandos, no lapidificados. b) Bloques y brechas cementadas con depósitos calizos de precipitación química; son depósitos totalmente lapidificados. c) Bloques y brechas cementadas en superficie por coladas estalagmíticas, presentado pues una lapidificación superficial, pero conservando su incoherencia en profundidad.

Evidentemente estos tres tipos de depósitos no son sino fases de una misma evolución común a todos los depósitos clásticos hipogeos. Los sedimentos recientes no están cementados; los depósitos más antiguos se encuentran totalmente enmascarados por importantes espesores de estalagmitas. Este principio de edad relativa solo puede aplicarse en una misma caverna pues las condi-

ciones óptimas para la precipitación química, varían enormemente de unas a otras cavidades. En general el hundimiento de una bóveda favorece la infiltración y por consiguiente la cementación de los caos de bloques hundidos. Un ejemplo casi didáctico de este fenómeno puede verse en la enorme estalagmita de la Grotte Favot (2) (Vercors-Alpes) de más de 25 m. de altura; esta enorme colada enmascara un cono de bloques resultante del hundimiento de la bóveda, siendo precisamente allí, el único sitio de la caverna donde la infiltración tiene una cierta importancia puesto que en el resto de la cavidad domina la morfología de erosión.

El tipo de depósito cementado por coladas estalagmíticas es muy frecuente en la mayoría de las cuevas un poco evolucionadas. Mas raro es el tipo b. en que el depósito está totalmente lapidificado. En la caverna de Troskaeta-ko-kobea (Atáun, Guipúzcoa, España) existe un magnífico cono de deyección consolidado y otras formas en vías de consolidación, de tal modo que se pueden estudiar cómodamente las formas de transición.

B) *Los fenómenos de subsidencia*

En las grandes cavernas de las Causses, los fenómenos de hundimiento se han realizado por etapas en diversos períodos del desarrollo de las cavidades. En el Aven Armand por ejemplo, los hundimientos han fosilizado casi completamente la cavidad pero en el suelo de la gran cámara de entrada se distinguen muy bien dos fases de hundimiento separados por una larga fase de estalagmitización. La última fase de hundimiento es muy reciente y los bloques están apenas cementados; en cambio los bloques de la fase anterior están fuertemente estalagmitizados y sobre esta espesa corteza se ha desarrollado «la foret vierge». La sima de 75 m. de profundidad continuación de la cavidad por el borde E. es sólo una «pseudo sima» formada entre los bloques acumulados por el hundimiento. Esta enorme masa de bloques no ha podido formarse de una sola vez: es necesario invocar una serie de hundimientos suce-

sivos separados o no por fases de estalagmitización, es decir que nos hallamos en presencia de un fenómeno muy parecido al de la subsidencia continental, pero desarrollado evidentemente a una escala muchísimo más pequeña. En la gruta de Dargilan (3) se encuentran las pruebas de esta *subsidencia subterránea*: también en el enorme Vestíbulo, se reconoce un caos cónico de bloques medio cementado, que tiene un espesor de 50 a 60 m. En los corredores inferiores de esta gruta donde se desciende por un pozo, también una «pseudo-sima» entre bloques, el observador se encuentra por debajo de la gran masa detrítica que forma el suelo de la cámara superior; durante el descenso se ven las huellas del hundimiento sucesivo de dos pisos intermedios entre el Vestíbulo y la zona de corredores inferiores, lo que indica una verdadera subsidencia hipogea. Los hundimientos más importantes se han producido en las cámaras más elevadas a consecuencia de su antigüedad y probablemente el peso de los bloques desprendidos ha favorecido el hundimiento de los pisos inferiores.

Estos fenómenos son frecuentes en las grandes cavernas de las Causses hasta el punto de llegar a constituir una característica especial de las mismas.

B) *Los fenómenos de soliflucción*

La subsidencia subterránea va ligada estrechamente a fenómenos de soliflucción. Se conoce muy bien el mecanismo de la soliflucción en los suelos de las regiones polares, en las vertientes de las montañas alpinas y en general allí donde existen masas plásticas lubricantes que pueden favorecer el deslizamiento de otras masas rígidas: el «creep» es un buen ejemplo. Pero hasta ahora no habían sido descritos en las cavernas tales fenómenos, a pesar de que Martel en sus magníficos trabajos deja ya entrever el mecanismo de deslizamiento de los caos de bloques (6-7-8-9-10). No obstante la soliflucción subterránea es un fenómeno tan general que se le puede ver en la mayor parte de las cavernas.

El caso más visible es el de los sedimentos no lapidificados. Los grandes bloques cementados por arcilla húmeda y situados en la pendiente se deslizan lenta y progresivamente hacia el fondo de la cavidad. En el caso de los grandes conos de bloques, la presión de los elementos superiores favorece la movilización de la base de la masa y el movimiento se hace más manifiesto. Son verdaderas coladas de piedras, glaciares rocosos subterráneos, con un mecanismo idéntico al de los subaéreos.

Pero el caso más notable es el de los caos cementados por estalagmitización, en los cuales el movimiento continúa en profundidad determinado la diaclasación de la corteza estalagmítica, la rotura de las columnas y en general el hundimiento y la destrucción de las concreciones. En estas grandes cavernas con subsidencia subterránea, se ven muy a menudo caos formados en parte por bloques de antiguas columnas y masas estalagmíticas rotas y derribadas por la soliflucción. En el Aven d' Ornac (5) tenemos un bello ejemplo; la parte más importante de la cavidad está ocupada por una enorme colada de piedras que desciende hacia el S. Esta colada está formada por bloques procedentes de hundimientos subterráneos separados por varias fases de estalagmitización la última de las cuales formó las costras estalagmíticas actuales y las hermoconcreciones del vestíbulo de la sima. El frente de esta colada llega hasta la entrada de la Sala Roja y es muy probable que el gran peñasco denominado «Vaisseau fantôme» sea un bloque alóctono procedente del frente de la colada.

En la caverna de Campanet (Inca, Mallorca) hemos descrito por primera vez con el Sr. Thomas Casajuana (11), fenómenos de soliflucción subterránea. También allí la colada de bloques estalagmitizados se desliza lentamente rompiendo y arrastrando las concreciones. En la Grotte de Dargilan la pared Sur del largo corredor que une la Sala de la Gran Cascada y la Sala de Deux Lacs es una enorme masa de estalagmita que cementa un gigantesco montón de bloques sin duda prolongación del de la Gran Sala de entrada. Se podrían multiplicar los ejemplos puesto que en todas las cavernas

con fenómenos de hundimiento se observa la soliflucción, ya directamente, ya bajo la forma de diaclasas en las coladas estalagmíticas, ya en los bloques estalagmíticos incorporados a las coladas de piedra. Como en el caso de la subsidencia subterránea se puede llegar a la conclusión de que la soliflucción es un fenómeno general en las cavernas y que no pueden explicarse la mayor parte de las formas de sedimentación clástica subterránea, sin recurrir a él.

RÉSUMÉ

Dans les grandes cavernes, dans lesquelles les phénomènes d'effondrement ont joué un rôle important dans l'évolution souterraine, on voit que la sédimentation clastique s'est réalisée par étapes, séparées parfois, par phases de stalagmitisation et favorisées par des déplacements de plafonds, d'une façon analogue à celle des bassins de subsidence continentale, mais à une échelle beaucoup plus petite. Les cones des blocs résultants des éboulements glissent le long des pentes lubrifiées par les argiles de décalcification. Ce sont, donc, des vrais phénomènes de soliflucción souterraine. Dans les chaos de blocs masqués par des croûtes de stalagmites on observe aussi la soliflucción. La coulée stalagmitique se casse et les stalagmites ou colonnes s'écroulent. Subsidence et soliflucción sont donc deux phénomènes essentiels dans la dynamique sénile des cavernes.

SUMMARY

In large caves, where subsidence has played an important part in subterranean evolution, clastic sedimentation can be seen to have taken place in stages, sometimes separated by phases of stalagmitization, and provoked by roof-displacement, in a way that is analogous, though on a much smaller scale, to that in which ba-

sins are formed in cases of continental subsidence. The blocks that result from the subsidence slide downwards, their passage lubricated by decalcification clays. They are, therefore, true examples of subterranean solifluction. In the rubble of brocks covered by crusts of stalagmites, solifluction can also be observed. The stalagmitic flow breaks up and the stalagmites or columns crumble. Subsidence and solifluction are therefore essential phenomena in the senile dynamic of caves.

BIBLIOGRAFIA

1. *Bauling (H.)* «Le Plateau Central de la France et sa bordure mediterranne». 1 vol. 591 pgs., 33 láms., 11 map. París, 1928.
2. *Bourgin (A.)* «Hydrographie karstique. La question du niveau de base». Rev. Geogr. Alp. tom. XXXIII, fasc. 1, pgs. 99-108, 1 fig., 2 láms.
3. *Carriere (G.)* «La Grotte de Dargilan». Mem. Soc. Speleol. vol. I, n. 5, 1896
4. *Gómez de Llarena (J.)* y *Llopis Lladó (N.)* «Estudio geológico de la caverna de Ataun, Troskaeta-ko-kobea». Munibe 1949, 27 pgs. 6 figs.
5. *Joly (R. de)*. «Guide de l' Aven d' Orgnac». 1 vol. 76 pgs., 9 fig., 11 láms. Gap. (sans date).
6. *Martel (E. A.)* «L' evolution souterraine». 1 vol. 388 pgs., 80 figs. París, 1908.
7. *Martel (E. A.)* «Les causses majeures», 1 vol.
8. *Martel (E. A.)* «Les abîmes». 1 vol. París 1894.
9. *Martel (E. A.)* «Millau, capital des Causses. 1 vol. Millau, 1926.
10. *Martel (E. A.)* «Les eaux souterraines des Causses et la formation des canons». Bull. Soc. Geol. France, 3 ser. vol. XVII, pgs' 610-621. París, 1889.
11. *Llopis Lladó (N.)* y *Thomas Casajuana (J. M.)* Los fenómenos cársticos del cerro de San Miguel de Campanet (Inca-Mallorca). Misc. Almera. vol. II. Barcelona, 1948.