

Sobre algunos fenómenos de sedimentación fluvio-lacustre en las cavernas

POR

N. LLOPIS LLADO

INTRODUCCION

Las cavernas, ofrecen interesantes ejemplos de sedimentación lacustre sobre todo en pequeña escala, puesto que las litogénesis se realizan casi siempre en recipientes sedimentarios de escasas dimensiones. No obstante se conocen cuevas, en las que se encuentran lagos de cierta importancia, como las famosas del Mammoth, en Kentucky (Estados Unidos), pero no conozco, en ninguna, estudios sobre la sedimentación lacustre, creyendo por consiguiente que el estudio de los sedimentos lacustres hipogeos no ha sido abordado hasta el presente.

El objeto de esta nota es, ante todo, describir los depósitos lacustres antiguos y recientes observados en algunas cavernas españolas y francesas y seguidamente plantear los problemas que puedan dimanar de su conocimiento.

Estos depósitos no son frecuentes. Para que existan lagos en las cavernas se precisan de ciertas condiciones de madurez y estabilidad hídrica que solo se realizan en un tanto por ciento relati-

vamente bajo de casos. De las observaciones hidrológicas realizadas en más de 200 cavernas españolas y francesas, solo en cuatro se han podido observar la presencia de dichos depósitos. En España, en las cuevas de Troskaeta-ko-koba en Ataun (Guipúzcoa) y en las de Collbató (Montserrat-Barcelona). En Francia los he visto en el Aven d' Orgnac (Ardèche) y en la Grotte des Demoiselles (Ganges-Herault).

A). *Tipos de recipientes lacustres hipogeos*

Solamente consideramos como recipientes lacustres hipogeos, aquellas zonas de un río subterráneo en que las aguas se estancan o pierden suficiente velocidad para permitir el depósito de sedimentos finos. Las características topográficas especiales, de un río hipogeo, como meandros o dilataciones transversales del cauce, no pueden merecer el nombre de lagos, si no hay detención total o parcial de las aguas por un umbral que actúe de rebosadero; por consiguiente para nosotros un lago hipogeo ha de reunir las mismas condiciones dinámicas que un lago superficial, es decir ha de corresponder a un nivel de base local del río subterráneo.

En este sentido no son, por consiguiente, verdaderos lagos, los meandros del curso subterráneo de Padirac, descritos como tales por De Launay y Martel, (9) como el Lac de la Pluie, puesto que allí el río sigue el mismo régimen que en el resto del recorrido entre el Embarcadero y el Grand Dôme; por el contrario, mejor parece que esta primera parte del curso hipogeo del Padirac, no sea todo él, sino un lago alargado, adaptado al sistema de meandros que sigue el curso subterráneo y cuyo umbral serían los grandes bloques cementados por estalagmitas, del Grand Dôme.

De nuestras observaciones hemos deducido la existencia de tres tipos principales de lagos hipogeos a tenor de las características del umbral:

1. *Lagos de umbral rocoso*, determinados por un accidente topográfico original. Como ejemplo citaremos los lagos Azul y Ne-

gro del río subterráneo de La Falconera de Garraf (Barcelona) (1) (4) (7) (5) (11) que son en realidad, niveles hidrostáticos de sifones, originados por la adaptación del río subterráneo a los accidentes tectónicos (pliegues, fallas, diaclasas o planos de estratificación.)

Una variante de este tipo, es aquella en que el emisario es subterráneo y el lago se engendran a consecuencia de que la fisura emisario es demasiado estrecha para permitir el vaciado completo. Tal por ejemplo la Laguna Deseada de Troškaeta-ko-koba, cuyo aparato de desagüe ha sido recientemente descrito por Elósegui (3), y el lago inferior de las Grutas de Villanúa (Huesca).

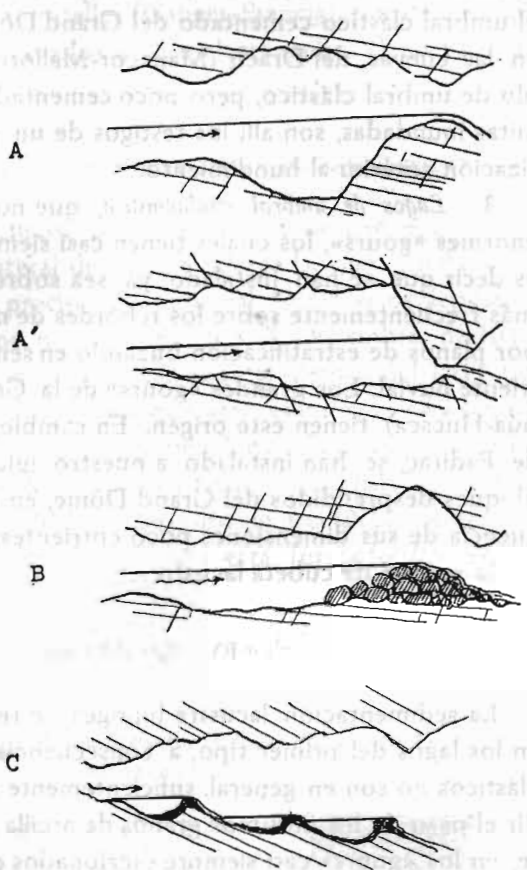


Fig. 1.—Tipos de lagos hipogeos

A. Lago de umbral rocoso; A' Lago de umbral rocoso con grieta estrecha; B. Lago de umbral clástico; C. Lago de umbral estalagmitico

2. *Lagos de umbral clástico*, originados por un umbral de bloques cementados procedentes del hundimiento de una bóveda. La cementación estalagmitica ulterior aumentando la impermeabilidad del umbral puede contribuir a una mayor capacidad de embalse.

El río subterráneo de Padirac, entre el Embarcadero y el Grand Dôme, es a nuestro juicio un claro ejemplo de río obstruido por el umbral clástico cementado del Grand Dôme (9). El lago Martel, en las cuevas del Drach (Manacor-Mallorca) (4), es otro ejemplo de umbral clástico, pero poco cementado todavía; las estalagmitas inundadas, son allí los testigos de un proceso de estalagmitización anterior al hundimiento.

3. *Lagos de umbral estalagmítico*, que no son en realidad sino enormes «gours», los cuales tienen casi siempre origen estructural, es decir que se han instalado, ya sea sobre caos de bloques, ya, más frecuentemente sobre los rebordes de marmitas determinadas por planos de estratificación buzando en sentido contrario a la corriente fluvial. Los grandes «gours» de la Gruta de Mundo (Villanúa-Huesca), tienen este origen. En cambio, los «gours» gigantes de Padirac, se han instalado a nuestro juicio sobre los enormes bloques desprendidos del Grand Dôme; en estos últimos a consecuencia de sus dimensiones poco corrientes, se realiza mucho mejor la noción de cubeta lacustre.

B). *Los depósitos*

La sedimentación lacustre hipogea se realiza preferentemente en los lagos del primer tipo, a consecuencia de que los umbrales clásticos no son en general, suficientemente permeables para impedir el paso de los finísimos granos de arcilla coloidal. Por otra parte, en los «gours» casi siempre escalonados en cascada, solo se realiza una sedimentación de tipo químico, a consecuencia de que las arcillas se distribuyen por la superficie de las coladas estalagmíticas que separan las unidades de una serie de «gours» y no llegan a concentrarse en ninguna de ellas. Solo los umbrales rocosos ofrecen condiciones óptimas para la detención y sedimentación de los arrastres fluviales.

Los depósitos observados corresponden todos ellos a antiguos lagos de umbral rocoso. Los más recientes son los de Troskaeta-ko-

kobea (Ataún-Guipúzcoa), puesto que la Laguna Deseada, funciona aun en épocas de precipitación normal; los más antiguos son los de la Grotte des Demoiselles (Ganges-Francia), puesto que allí solo hay residuos, conservados a gran altura sobre el suelo de la caverna acual.

a). *Los sedimentos de Troskaeta-ko-kobea (Ataún-Guipúzcoa)*

Los sedimentos lacustres de Traska-ko-kobea, se encuentran en una prolongación lateral de Laguna Deseada, que queda inundada en las épocas de precipitación normal. Como estos depósitos fueron observados por primera vez el 8 de diciembre de 1948, después de varios meses de pertinaz sequía, dentro del largo período seco general de varios años que atravesamos, es casi seguro que normalmente, las aguas de Laguna Deseada inundan esta región de Troskaeta, verdadera laguna cuya tranquilidad y permanencia de aguas ha permitido el depósito de arcillas lacustres.

El sedimento tiene 1,5 m. visibles y está formado de arriba a abajo por las siguientes capas:

0,12 m. crosta de calcita fibrosa en agregados paralelos.

0,38 m. arcilla roja oscura, en capitas de pocos milímetros rojas y negruzcas alternando.

0,2 m. arcilla roja clara, con análoga estratificación que la anterior.

0,8 m. arcilla roja oscura con análoga estratificación.

El depósito ha fosilizado el fondo de esta cámara formada por bloques desprendidos de la bóveda y ha sido cortado en cantil por la erosión de las aguas de escurrimiento, al vaciarse la laguna, formando una pequeña terraza.

Los sedimentos del divertículo de Laguna Deseada, acreditan una litogénesis lenta y pausada en aguas muy tranquilas, en cuyos sedimentos han quedado plasmados los períodos de avenidas y es-

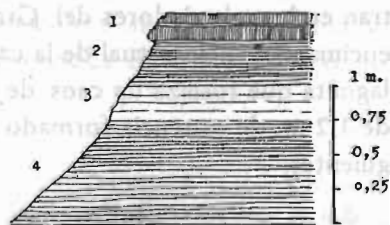


Fig. 2.—Depósito lacustre cuaternario de Laguna Deseada de Troskaeta-ko-kobea (Ataún-Guipúzcoa)

1. Crosta caliza formada en dos etapas
2. Arcillas rojas con «varvas»
3. Arcillas claras
4. Arcillas rojas con «varvas»

tiajes de análoga manera a como en las arcillas de los lagos periglaciares alpinos y nórdicos, los glaciólogos han visto en las «varvas», las oscilaciones anuales del frente de los glaciares, traducidos en épocas de pequeños estiajes y avenidas. A nuestra manera de ver, estas arcillas listadas de Troskaeta, son en todo equivalentes a las arcillas lacustro-glaciares con «varvas». Además, la crosta de calcita fibrosa cubriendo el sedimento, es el testigo de una fase de colmatación de la laguna y por lo tanto cierra un ciclo sedimentario lacustre hipogeo.

b). *Los sedimentos de las cuevas de Collbató. (Montserrat-Barcelona)*

En las cuevas del Salitre o de Collbató, situadas en la vertiente SE. de Montserrat, hemos observado también interesantes depósitos. (7) que no habían sido vistos hasta ahora. Los sedimentos más interesantes se encuentran en las galerías inferiores, accesibles descendiendo al Pozo del Diablo, las cuales están formadas por un conjunto de galerías orientadas según las diaclasas por las que en otras épocas debió circular un río subterráneo de características semejantes al de Padirac, aunque a una escala menor, es decir un río-lago, cuyo emisario hipogeo, debió encontrarse al final de la actual caverna. El estancamiento de las aguas a lo largo de todo el recorrido Pou del Diable-Camarin, permitió la formación de depósitos fluvio-lacustres, cuyos restos más importantes se encuentran en los alrededores del Gran Meandro. A nueve metros por encima del suelo actual de la caverna y sobre una colada de estalagmita que fosiliza un caos de bloques se descubre un depósito de 1,2 m. de potencia formado de arriba a abajo por las capas siguientes:

0,1 m. capa de estalagmita.

0,12 m. aluvión con elementos del conglomerado eoceno en el que está excavada la caverna.

0,45 m. arcilla rojiza listada.

0,15 m. crosta de calcita fibrosa.

0,4 m. aluvión con elementos del conglomerado, cementado por arcilla roja.

Este sedimento acredita la presencia de una litogénesis trifásica que comenzó por un depósito fluvial representado por el aluvión inferior, el cual llegó a colmatar el thalweg, cesando entonces la sedimentación torrencial para formarse la crosta de calcita, testigo de la senilidad. Pero entonces comienza una época de sedimentación lacustre a consecuencia, probablemente, de la obstrucción del emisario; durante esta segunda litogénesis se depositan arcillas con «varvas» análogas a las

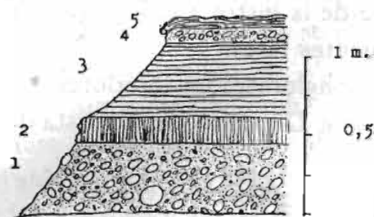


Fig. 3.—Depósito fluvio-lacustre del Gran Meandro en la cueva del Salitre de Collbató. (Montserrat-Barcelona)

1. Aluvión con elementos del conglomerado eoceno cementados con arcilla roja.
2. Crosta de calcita fibrosa.
3. Arcilla roja listada con «varvas».
4. Aluvión con elementos del conglomerado eoceno cementados por arcilla roja.
5. Crosta estalagmítica.

de la Laguna Deseada de Troskaeta-ko-koba, que bruscamente son substituídas por un nuevo, aunque fugaz, depósito de aluvión, testigo de una nueva fase torrencial, menos importante que la primera. Después de todo esto sobrevino el rejuvenecimiento de la caverna con la excavación del cauce actual, quedando el depósito suspendido a 8-9 m. sobre él.

De esta época datan otro tipo de depósitos que bien pueden calificarse de «subaéreos» en sentido puramente meteorológico, que se hallan en una pequeña sala

del fondo del Pou del Diable, formando el suelo. Tienen una potencia visible de 0,65 m. y están formados de arriba a abajo por las siguientes capas:

0,05 m. crosta de estalagmita.

0,2 m. nitro y arcilla carbonosa.

3,0 m. arcilla carbonosa con abundantísimos restos de *Helix* sp. *Rumina* sp. *Cyclostoma* sp. y huesos de quirópteros, que forman en conjunto una verdadera brecha.

0,1 m. visibles, de arcillas oscuras que forman el suelo de la sala.

Estos sedimentos corresponden evidentemente a una litogénesis subaérea, formada en parte por arrastres del piso superior de

la caverna, como parecen acreditarlo los gasterópodos que evidentemente son importados del exterior, y elementos autóctonos como los huesos de quirópteros y el nitro que parece proceder de sus excrementos.

Al relacionar estas capas con las situadas en el Gran meandro, no puede menos de reconocerse el papel que desempeñan como sedimentos correlativos a la evolución hidrogeológica, puesto que permiten reconstruir una buena parte de la historia hidrológica de la caverna, distribuída según las siguientes fases:

- 1.^a Fase fluvial. Depósito de los conglomerados inferiores.
 - 2.^a Fase de colmatación del thalweg. Depósito de la crosta de calcita fibrosa.
 - 3.^a Fase lacustre. Depósito de arcilla rojiza con «varvas».
 - 4.^a Segunda fase fluvial. Depósito de los conglomerados superiores.
 - 5.^a Fase torrencial, con terrazamiento y consiguiente excavación del cauce.
 - 6.^a Fase subaérea. Depósito de la serie de arcillas con gasterópodos y quirópteros del Pou del Diable.
 - 7.^a Fase de estalagmitización que recubre ambos depósitos.
- Al reconocer estos importantes episodios hidrogeológicos se visumbra un amplio campo de posibilidades en el estudio geológico de las cavernas, a base de los sedimentos fluvio-lacustres que bien pueden llamarse correlativos, por analogía con los depósitos epigeos.

c) *Los sedimentos del Aven d' Orgnac (Ardèche-Francia)*

Durante las excursiones realizadas con la Reunión Internacional de Espeleología de Valence-sur-Rhône, de 1949, tuve ocasión de descubrir la presencia de sedimentos lacustres en dos cavernas de las Causses. Tampoco en Francia habían sido interpretados hasta ahora, este tipo de depósitos.

En el Aven d' Orgnac, (8) se les encuentra en la región más pro-

funda de la sima, que durante una época bastante larga soportó una laguna de umbral rocoso con emisario sublacustre. El depósito tiene un espesor de 2 m. visibles y está formado exclusivamente por arcilla rojiza con «varvas»; en la superficie de este sedimento no hay crosta de calcita lo que indica que la litogénesis es de época muy reciente. Además, estas arcillas están bipartidas en terrazas por un surco de cerca de 1,5 m. de profundidad con fuertes señales de erosión en los bordes, lo que parece indicar que el vaciado de esta laguna se efectuó casi violentamente por desobstrucción del emisario.

Esta laguna moderna, no está ligada probablemente a ninguna fase fluvial, puesto que la fase fluvial de Orgnac es muy antigua y anterior a los primeros hundimientos tal como indica R. de Joly. (8) La formación de esta laguna obedece mejor a una fase de infiltración lenta y escurrimiento sobre la colada de «gours» que da acceso a la «Salle Rouge», donde hay la gran estalagmita llamada «le Vesseau Fantôme», para acumularse en el fondo de la caverna, por obstrucción temporal del emisario, permitiendo así el embalse del agua y consiguiente sedimentación de las arcillas.

Por su carácter reciente, el depósito de Orgnac es poco expresivo, pero el espesor de arcillas con «varvas» es considerable y tiene gran interés cronológico por ser un sedimento subactual, cuyo fácil acceso permite una observación meticulosa.

d) *Los materiales de la Grotte des Demoiselles (St. Bazille de Putois-Herault)*

En la Grotte des Demoiselles, contrariamente a lo que ocurre en Orgnac, los depósitos lacustres observados son muy antiguos y tienen un notable interés como sedimentos correlativos, como los de Collbató.

La Grotte des Demoiselles (2) se abre en mitad de un cantil de calizas çalovienses al N. de St. Bazille-de-Putois, donde esta caliza cabalga las margas amarillentas neocomienses; la dislocación que pone mecánicamente en contacto ambos niveles es muy clara en

la explanada de la «buvette» a la entrada actual de la Grotte.

La caliza caloviense algo inclinada hacia el NNW., está suavemente plegada a lo largo de la garganta del Herault, entre Laroque y St. Bauzille, dando origen a un relieve tabular cuyas plataformas están profundamente carstificadas. Sobre esta plataforma se abre la primitiva entrada de la Grotte, pero en el cantil S. a unos 25-30 m. sobre la base de la caliza caloviense, hay varias aberturas que son antiguas surgencias, hoy muertas.

La Grotte, es una típica caverna de hundimiento, en la que son raras las primitivas señales de erosión. La morfología clásica y el proceso de estalagmitización enmascaran completamente las formas ancestrales. No obstante hay pruebas evidentes de la actividad hidrológica de la caverna, en los sedimentos lacustres que tuvo la suerte de descubrir.

En la parte superior E. de la Grotte, a unos 6-7 m. del techo solamente (teniendo en cuenta que hay alturas de más de 50 m.) hay un interesante depósito que de arriba a abajo presenta la siguiente sucesión:

0,2 m. crosta de calcita fibrosa en agregados paralelos.

0,1 m. arcilla rojiza con «varvas».

0,1 m. crosta de calcita como la anterior.

0,4 m. arcilla rojiza con «varvas».

Después de las consideraciones hechas en las cavernas anteriormente descritas, no cabe duda acerca de la interpretación de estos sedimentos, que se nos aparecen como los testigos de dos fases lacustres separadas por un corto intervalo, de las cuales la más antigua tiene mayor importancia.

Es difícil conocer a fondo las características de esta antigua laguna a base de los escasos datos obtenidos en nuestra fugaz visita a la Grotte des Demoiselles, pero parece probable que debió estar en relación con las surgencias muertas que aparecen en el cantil de

caliza caloviense a 25-30 m. sobre la base del macizo, puesto que esta altura se corresponde con la del sedimento. En estas condiciones no es difícil imaginar un lago subterráneo de umbral rocoso, vecino del exterior, cuyo emisario eran las surgencias muertas, que por consiguiente vertían directamente al exterior.

La interpretación de la sedimentación lacustre y consiguiente formación de las dos fases litogenéticas mencionadas, no pudo ser provocada más que por una disminución de la absorción, consecuencia probablemente de la disminución de la pluviosidad, puesto que después de un corto intervalo continuó la actividad lacustre como lo acredita la capa de arcillas superiores. Pero esta litogénesis fué ya muy fugaz y constituyó el tránsito de la época fluvio-lacustre de la caverna a las fases de infiltración lenta y de desecación que le sucedieron.

El sedimento de la Grotte des Demoiselles, permite pues descifrar tres fases importantes de la vida de la caverna:

1. Circulación cárstica en el interior de la caliza caloviense, condicionada por el contacto mecánico con las margas neocomienses inferiores.

2. Primera fase lacustre, cuyos emisarios fueron las surgencias muertas hoy visibles en el cantil exterior. Depósito de las arcillas inferiores.

3. Fase de disminución de precipitaciones y desecamiento temporal de la laguna. Depósito de la calcita inferior.

4. Segunda fase lacustre fugaz. Depósito de las arcillas superiores.

5. Fase de desecación definitiva de la caverna. Depósito de la calcita superior.

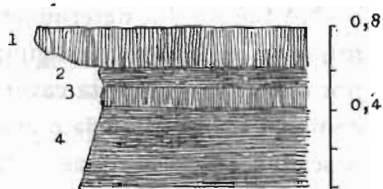


Fig. 4.—Depósito lacustre de la «Grotte des Demoiselles» (St. Bazille de Poutois-Herault, Francia)

1. Crosta de calcita fibrosa.
2. Arcillas rojas con «varvas».
3. Crosta de calcita fibrosa.
4. Arcillas rojas con «varvas».

No fué posible determinar si todos estos fenómenos ocurrieron antes o después de alguna de las varias fases de hundimiento por que ha pasado esta caverna. A este respecto sería interesante comprobar la existencia o ausencia de depósitos semejantes a los descritos, en otras zonas de la caverna, ya al mismo nivel, ya a niveles diferentes. Estas dudas surgen a consecuencia de que el depósito descrito parece apoyarse sobre salientes de estratos como las coladas estalagmíticas de la «Fausse Porte»

CONCLUSIONES GENERALES

Estas ligeras observaciones, muestran que el estudio de los sedimentos lacustres hipogeos, tiene un interés extraordinario, puesto que permite puntualizar algunas fases de la evolución hidrogeológica de una caverna y sentar las premisas de una nueva disciplina, la *Paleohidrología subterránea* susceptible de proporcionar múltiples enseñanzas y conceptos nuevos.

El sedimento lacustre hipogeo tiene, pues, un triple valor:

1. Como sedimento correlativo en sentido morfológico, puesto que es el testigo de una morfolología lacustre hoy desaparecida y permite deducir una parte de la historia morfológica de la caverna.
2. Como indicador cronológico, ya que cabe estudiar la posibilidad de aplicar la teoría de las «varvas», a las arcillas listadas encontradas en estas cavernas.
3. Como indicador paleohidrológico, puesto que señala la presencia de una reserva hídrica pretérita.

LABORATORIO DE GEOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DN OVIEDO

OCTUBRE DE 1949.

RÉSUMÉ

L' étude des dépôts lacustres hipogés n' a pas été encore abordé. Dans cette note on étudie successivement les sédiments découverts dans quatre cavernes entre 200 explorées en Espagne et en France. Les dépôts lacustres dans les cavernes, ne sont pas, donc, très courants.

On distingue trois types des lacs hipogés: a) Lacs à verrou rocheux comme les réservoirs des sources siphonantes; b) Lacs à verrou clastique, formé par des éboulements comme le lac Martel aux grottes du Drac (Mallorca) ou la Rivière plane de Padirac (Lot); c) Lacs à verrou stalagmitique, c' est à dire, des grands gours.

Dans les grottes de Troska-ko-koba (Pays vasque-Espagne), Collbató (Catalogne-Espagne), Aven d' Orgnac (Ardèche-France) et Grotte des Demoiselles (Ganges-France), on a trouvé des sédiments lacustres. Dans la plupart des cas, ce sont des argiles rouges bien stratifiées, analogues aux argiles à «varves» des dépôts lacustres interglaciaires, alternant avec des couches de calcite prismatique à agrégées parallèles. Chaque couche argileuse doit correspondre à une phase lacustre, chaque croûte de calcite à une phase subaérienne. Dans la couche d' argile, les «varves» indiqueront des variations rythmiques dans le débit des courants alimentaires du lac et, comme dans les cas de vraies «varves», peuvent donc, avoir aussi un sens chronologique.

L' étude des sédiments fluviaux lacustres hipogés a donc un triple intérêt: Comme sédiment corrélatif à un type de morphologie souterraine; comme indicateur hydrologique; comme indicateur chronologique. On envisage les bases d' une *Paleohydrologie souterraine*, par l' étude des sédiments lacustres des cavernes.

SUMMARY

Hypoginuous lacustrian deposits have not yet been studied by geologists. These deposits have been found in four caves only

among two hundred explored in Spain and France; they cannot therefore be regarded as of common occurrence.

Hypoginuous lakes can be divided into three classes: a) lakes with rocky sills such as reservoirs for syphoning springs; b) lakes with clastic sills formed by landslides such as Lake Martel in the grottos at Drac (Majorca), and the River Plane de Padirac (Lot); c) lakes with stalagmitic sills, i. e. lakes on stalagmitic terraces.

Lacustrian sediments have been found in the caves at Troska-ko-koba (Biscay, Spain), Collbató (Catalonia), Aven d' Orgnac (Ardeche, France), and the Grotte des Demoiselles (Ganges, France). Most of these are of red clay clearly stratified, like varvian clays (argiles à «varves») of interglacial lacustrian deposits with alternate layers of prismatic calcite. Each layer of clay corresponds to lacustrian, each of calcite to a sub-aerial phase. In the layer of clay the «varves» indicate successive variations in the supply reeding the lake, and as in the case of real «varves», they can therefore be given a chronological interpretation.

The study of hypoginuous, fluvial-lacustrian sedimentation thus has a triple interest; the deposits can be examined as a type of subterranean morphology, or for the hydrological, or for the chronological, data they provide. It is possible to envisage the study of lacustrian sediments in caves as forming the basis of an eventual subterranean Paleohydrology.

BIBLIOGRAFIA

1. Amat y Carreras, R.: Sota el massís de Garraf. But. C. E. de C. n. 363 y 364, págs. 233-267. Barcelona 1924 y 1925.
2. Degrully, P.: La Grotte des Demoiselles ou des Fées. 23 págs., 5 figuras. Montpellier. 1929.
3. Elósegui, J.: Exploración de la Laguna Deseada en la cueva de Troskaeta (Ataún-Guipúzcoa) con 2 figs. 1 fot. (en publicación).
4. Faura Sans, M.: En busca del riu soterrani de les costes de Garraf. But. C. E. C., febr. 1912. 20 págs., 11 figs.
5. Id.: Servei del Mapa Geologic de Catalunya. Explicació de la fulla n. 34, Villafranca del Panadés. 91 págs. 46 figs. Barcelona, 1922.
6. Id.: Cuevas de Mallorca. XIV Congreso Geológico Internacional. 78 páginas, 3 planos y láms. Madrid, 1926.
7. Id.: La Espeleología en Cataluña. Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat. t. VI, n. 6, págs. 425-591, 30 figs., 37 láms., 1910.
8. De Joly, R.: Guide de l' Aven d' Orgnac (Ardèche). 76 págs. 8 figs., 12 láms. Gap. (sin fecha).
9. Launay, M. de, et Martel, E. A.: Note sur quelques questions relatives a la géologie des grottes et des eaux souterraines. Bull. Soc. Geol. France. 3 ser. tomo XIX, pág. 142-165, 18 figs. París, 1890-91.
10. Llopis Lladó, N. y Gómez de Llarena, J.: Estudio geológico de la caverna de Ataún, Troska-ko-kobea (Ataún-Guipuzcoa). Munibe, en publicación.
11. Llopis Lladó, N.: El problema de La Falconera, (en preparación).
12. Martel, E. A.: Padirac. Historique et description sommaire. in 8. 32 páginas, 23 fotografías. St. Ceré, 16 ed., 1949.
13. Id.: Causses et Gorges du Tarn. Millau, 1926.
14. Id.: Les Causses Majeurs. 1 vol. figs., 1 map. Millau, 1936.