

Hidrogeología actual y muerte de los alrededores de Oseja de Sajambre (León)

POR

M. JULIVERT

INTRODUCCION

Se estudian en esta nota los fenómenos hidrogeológicos en relación con la Cueva del Buseco. Dicha cueva se halla en las proximidades de Oseja de Sajambre, pueblo de la provincia de León, en su parte lindante con Asturias. La cueva se abre junto al río Buseco, afluente del Sella, por su margen derecha. Su situación, muy próxima al pueblo y lo visible de su entrada, hace que sea muy conocida en el lugar.

El presente trabajo es resultado de las exploraciones llevadas a cabo durante la segunda quincena de septiembre de 1953, con la colaboración de D. Virgilio Díaz, a quien me complazco en dar las gracias al iniciar esta nota.

Para facilitar el trabajo descriptivo, se han numerado las diversas salas de la cueva a falta de una nomenclatura popular en este sentido.

I GEOLOGIA

A. Características geológicas de la región

La zona de Oseja de Sajambre está constituida principalmente por silúrico y carbonífero, formado éste por la caliza de montaña a la que se superpone una serie pizarrosa con algunas intercalaciones calizas.

La sucesión estratigráfica que se observa desde Peña Ten hasta Ribota, es la siguiente de arriba a bajo:

Pizarras	100 m.
Calizas.....	3 m.
Pizarras alternando con areniscas en la parte baja...	60 m.
Caliza de montaña.....	200 m.
Caliza griotte .. .	20 m.
Pizarras y areniscas.	15 m.
Cuarcitas.....	200 m. visibles

Las cuarcitas deben situarse en el arenig (1). Los niveles superiores del ordoviciense, así como el gothlandiense, faltan totalmente. El devónico queda limitado a los 15 m. de pizarras y areniscas sobre las que se apoya la caliza griotte. La atribución de estas capas al devónico, está basada en razones de orden estratigráfico y de facies (7). La caliza de montaña es de potencia muy variable. En líneas generales ésta aumenta hacia el N. Las intercalaciones calizas en las pizarras son también más numerosas en este sentido pudiendo observarse cómo las pizarras se acuñan entre las capas de calizas cada vez más numerosas. La caliza griotte, debe considerarse de edad visense, según los estudios de Delepine (5). El mismo autor considera la caliza de montaña perteneciente al namuriense e incluso al westfaliense inferior (5). Sin embargo, si bien el límite inferior de la caliza de montaña queda bien señalado por la presencia de las capas de caliza griotte, no ocurre lo propio con el límite superior. El techo de las calizas ocupa probablemente posición estratigráfica distinta, según las diversas localidades (10). El cambio de facies observado en esta zona, podría ser, pues, un

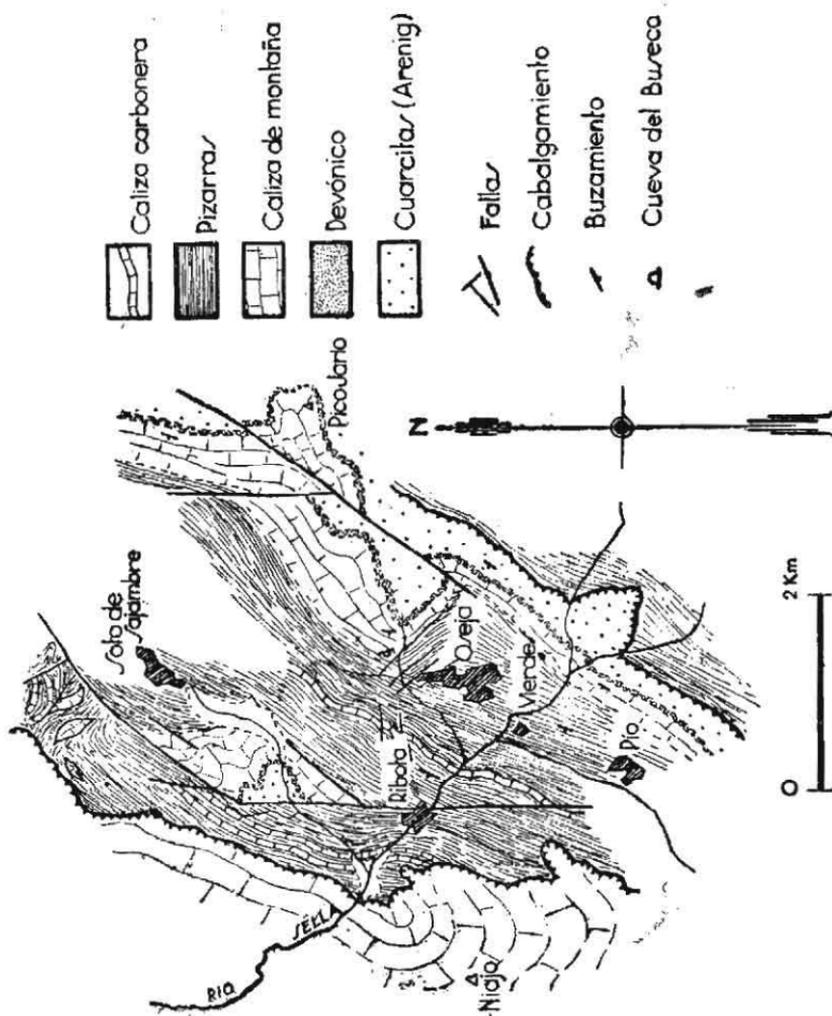
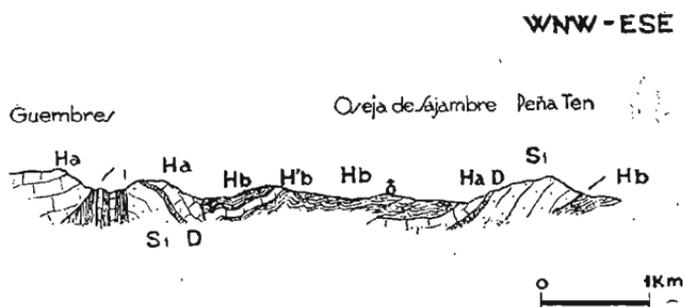


Fig. 1.—Esquema geológico de los alrededores de Oseja de Sajambre

fenómeno general. Esto hace que puedan existir dudas respecto a la edad de la parte alta de la serie caliza, y por tanto de la serie pizarrosa que se le superpone (7).

Todos estos terrenos se hallan orientados según una alineación NE-SW. buzando hacia el NW. En conjunto existen dos cabalgamientos vergentes al SE.: El más meridional, de las cuarcitas silúricas sobre las pizarras carboníferas y otro, más septentrional, de



(Fig. 2)

Hb: Pizarras. —H'b: Caliza carbonera.—Ha. Caliza de montaña.—
D: Devónico —Si: Cuarcita silúrica
Corte general por Oseja de Sajambre

la caliza de montaña sobre la franja de pizarras de Pío, Oseja y Soto de Sajambre. Estas pizarras forman en líneas generales, un sinclinal cabalgado en su flanco septentrional, por la caliza de montaña y roto en su parte media por un afloramiento de caliza de montaña y aún de la cuarcita, debido a un pliegue anticlinal secundario, cortado y levantado por las fallas alpídicas.

B. Estructura de detalle en las proximidades de la cueva

La cueva del Buseco se encuentra en la franja caliza que se extiende desde Pico Jario hacia el SW. Esta franja, que junto Peña Ten no tiene complicaciones tectónicas, se rompe entre Oseja y Pico Jario en una serie de dovelas, en la más oriental de las cua-

les, se abre la cueva del Buseco. El retazo calizo en que se encuentra la cueva, se hunde por el NW. bajo las pizarras, mientras que por el SE. termina al aflorar el devónico y las cuarcitas silúricas; al NE. y SW. queda cortado por dos fallas de orientación N-S y NW-SE. respectivamente.

La masa caliza se halla atravesada por multitud de diaclasas con dos sistemas dominantes: N. 5.º E.-S. 5.º W. y E. 5.º S.-W. 5.º N., y dos en aspa: NW-SE. y NE-SW. Es de notar la desviación hacia la derecha de todos estos sistemas, ya que también en el sistema en aspa, hay desviaciones en este sentido; en algunos individuos del sistema NE-SW. existe una desviación hacia el E. Las diaclasas, por lo general, son verticales. En los sistemas N. 5.º E.-S. 5.º W. y NE-SW., existen a veces inclinaciones de 80º en sentido E. y SE., es decir, contrario al buzamiento de los planos de estratificación.

El lapiaz sigue direcciones W-E., favorecido por este sistema de diaclasas y por el buzamiento de los estratos.

Desde el punto de vista estratigráfico, la dovela caliza en que se encuentra la cueva del Buseco, no es tampoco uniforme. Si se estudia la zona por donde discurre la riega del Albor, se encuentran unas capas de areniscas e incluso cuarcitas, capas que aumentan en potencia hacia el SE. Estas areniscas y cuarcitas, están interestratificadas con la caliza de montaña. Hacia el N. estas formaciones detríticas desaparecen, mientras que hacia el S. hay un cambio lateral de facies pasándose de la caliza de montaña a estas capas arenosas. Las areniscas están poco cementadas explotándose en algunos puntos como arenas.

II GEOESPELEOLOGIA

A. Generalidades

La cueva del Buseco se abre junto al arroyo del mismo nombre, unos 15 a 20 m. por encima de su cauce. Su longitud máxima es de 90 m. siguiendo una galería que se separa hacia el N. del

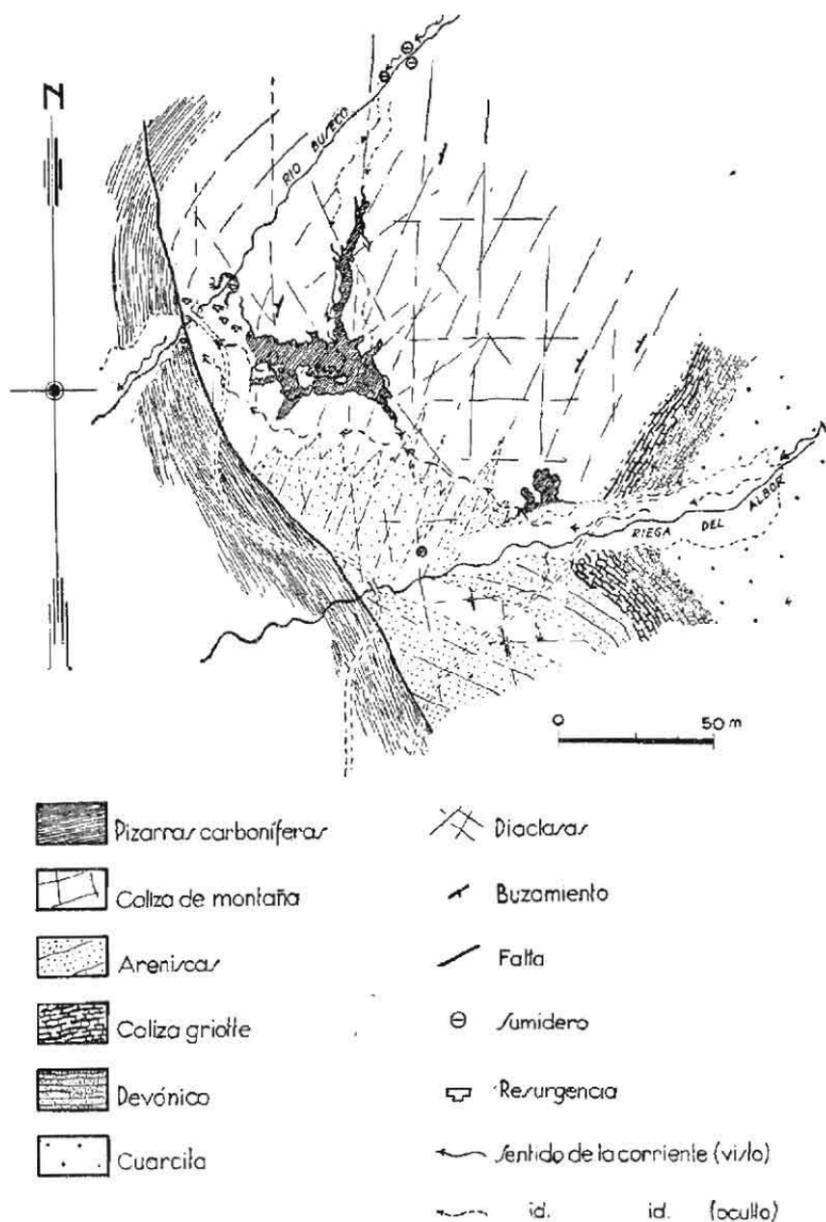
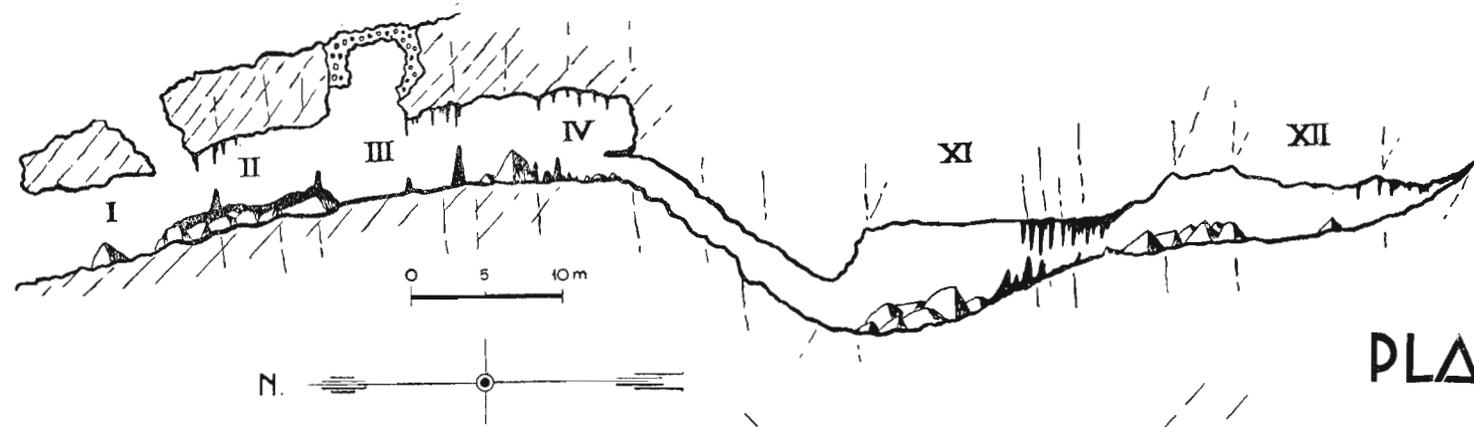


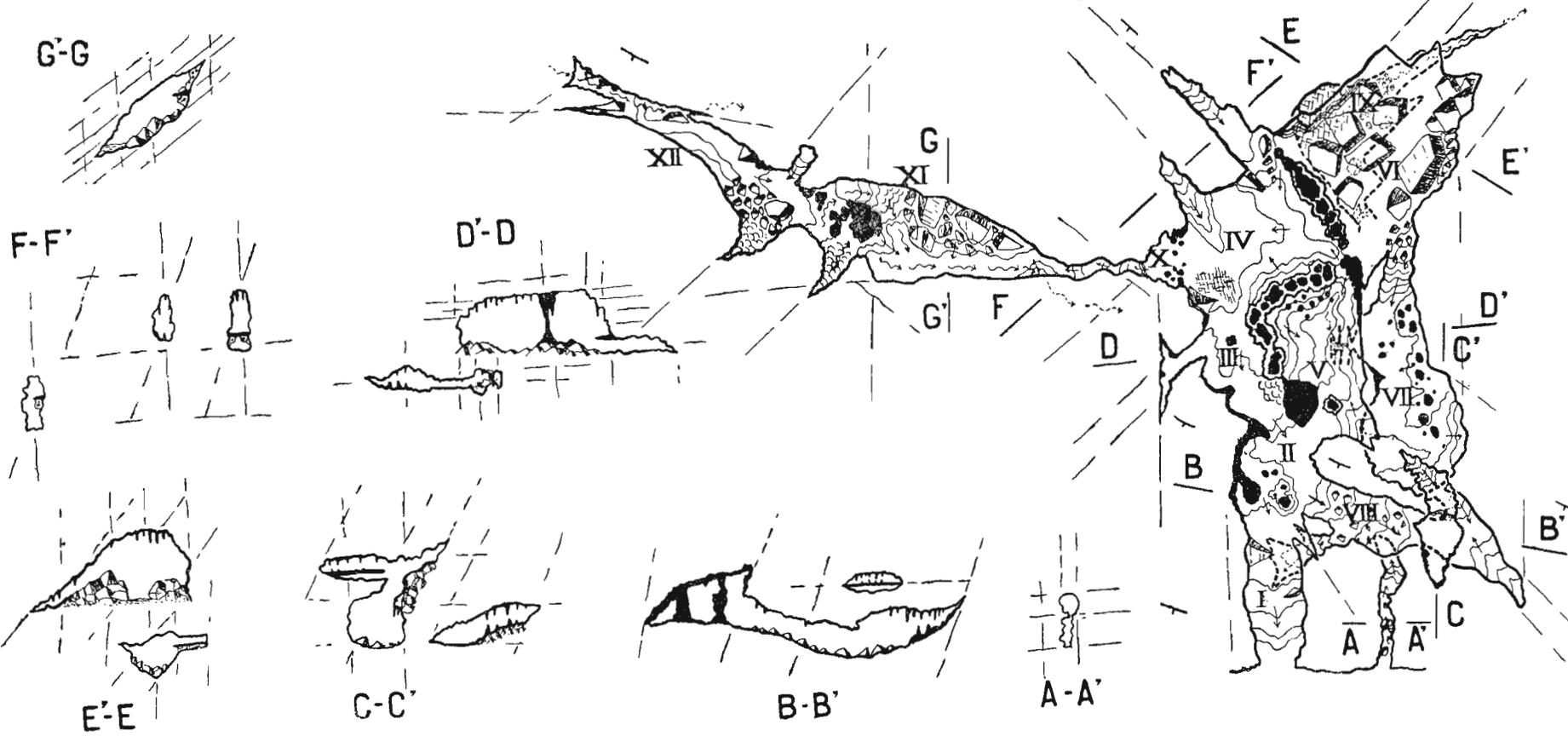
Fig. 3.—Situación de la Cueva del Buseco en la geología regional. (El rayado en la caliza de montaña, corresponde a las cavidades de la caverna).



PLANO DE LA CUEVA DE BUSECO

POR
M. JULIVERT

1953



- Bloques
- Estalagmitas
- Sentido de la pendiente
- Colada estalagmítica
- Escarpe
- Corriente de agua

Figura 4

conjunto de salas agrupadas que forman la parte S. de la cueva. El estudio del plano permite distinguir en la cueva dos zonas: la meridional, formada por un conjunto de salas a veces superpuestas, espaciosas todas y con una alineación general E-W. y una zona N. formada por una galería de dirección N-S. que está en comunicación con el resto de la cueva por un estrecho pasadizo descendente hacia el N.

La zona S. de la cueva está a su vez formada por dos partes: una amplia galería orientada E-W., dividida actualmente en varias salas por los procesos litoquímicos (I-IV, fig. 4) y un conjunto de sumideros abiertos en esta galería (VII-IX, fig. 4).

Considerando su desarrollo vertical existen en la cueva dos pisos: una planta superior, formada por la galería W-E y unas galerías inferiores que son: la N-S. y algunos conductos a los que se tiene acceso por los sumideros. Relacionando estos dos pisos se encuentran los sumideros antes citados. El conducto que pone en comunicación la planta superior con la galería N-S. no es más que uno de esos sumideros: (Fig. 4).

B. *Las formas subterráneas*

1) *La planta superior*: Está formada por una galería de dirección W-E. secundariamente dividida en varias salas por los procesos litoquímicos. En esta galería abundan las formas de erosión, si bien enmascaradas por la estalactitización y los procesos clásticos. Sin embargo, allí donde la pared rocosa queda al descubierto las formas de erosión son perfectamente visibles; éstas alcanzan incluso al techo de la caverna, excepto en los lugares donde ha habido hundimientos recientes. Las formas de reconstrucción predominan especialmente en las salas I a la IV (fig. 4) llegando a enmascarar en gran parte los procesos clásticos. En la sala VI, la importancia de la estalagmitización es menor. El suelo de la cavidad está ocupado por grandes bloques. Entre ellos se encuentran frecuentes fragmentos de estalactitas. Existe pues una interferencia

entre las formas de erosión, litoquímicas y clásticas. Las primeras se encuentran por toda la cavidad y son visibles en la medida que lo permiten las otras. Las formas litoquímicas predominan en las salas I a la V y las clásticas en la sala VI.

Por último debe señalarse la presencia de una serie de conductos ascendentes. En el techo de la sala III existe una galería vertical taponada en su parte superior por aluviones. Otros dos conductos del mismo tipo se encuentran en la sala IV. Ambos son de escasa longitud, y están orientados de NE. a SW. Estas dos galerías, aunque de carácter ascendente, están lejos de la vertical.

2) *Los sumideros*: Las formas que en ellos se observan son muy frecuentemente idénticas a las de la planta superior. Abundan los procesos litoquímicos y clásticos que, al igual que en la planta superior, enmascaran una primitiva morfología de erosión. Tan solo el sumidero X conserva las formas juveniles de erosión turbillonar. Es un caso de forma juvenil muerta. En el sumidero IX existe, a unos 4 m. sobre el fondo, una costra estalagmítica que se apoya sobre 40 cm. de arcillas. Por la parte más baja del sumidero IX, circula en la actualidad un pequeño curso de agua que nace entre unos bloques y se sume por su extremo SE. después de un recorrido visible de unos 7 m. En el sumidero VII existen asimismo, en su parte N., unos conductos con agua que circula de E. a W. Finalmente existe otro sumidero, el VIII, que comunica además, por su parte superior, con una pequeña sala orientada E-W. con gran predominio de las formas litoquímicas; tanto por su altura como por la importancia de los procesos litoquímicos, esta sala debe relacionarse con la planta superior. En líneas generales, se observan dos sentidos en estos sumideros: uno hacia el SSE. (IX, fig. 4) y otro al W. (VII, fig. 5). Sobre este punto se insistirá al estudiar la circulación hopógea.

3) *La Galería N.*: Esta galería tiene orientación N-S., es decir, perpendicular a la planta superior. En ella existen formas parecidas a las descritas en las cavidades superiores. Su orientación es según las diaclasas N-S. y los planos de estratificación, lo que le

da frecuentemente una inclinación al W. o al WNW. Un grupo de estalactitas separa en esta galería dos partes: la XI y la XII, de idénticas características. En esta cavidad existen restos de aluvionamiento. Sobre este punto ya se insistirá más adelante. Por la galería N-S. circula una corriente de agua en sentido S. Esta corriente es de poca importancia. Por la zona más septentrional (XII, fig. 4) circula otra pequeña corriente junto a la pared W. visible unos 20 m.

4) *Comparación entre las distintas partes de la cueva:* Las orientaciones de las galerías de la cueva del Buseco, reflejan perfectamente la estructura de las calizas en que se encuentran. Dos direcciones principales existen en la cueva: la E-W y la N-S. coincidiendo ambas con los dos sistemas dominantes de diaclasas. La planta superior se orienta de E. a W. según este sistema de diaclasas y el sentido del buzamiento de los estratos; es frecuente que en ella el techo esté formado por un estrato. Los sumideros E.-W. siguen idénticas directrices. Por su parte la galería N-S. se ha orientado siguiendo la dirección de estas diaclasas y la de los planos de estratificación. El buzamiento de estos es el responsable de la inclinación de esta galería hacia el W. Los sistemas de diaclasas en aspa, menos importantes, han dado lugar a los sumideros y resurgencias hipógeos que se abren en la cueva según estas direcciones; éstos no llegan a formar nunca galerías de importancia. En la inflexión al SE. que sufre la galería W-E. en su parte final, hay que tener en cuenta la influencia del buzamiento de las calizas, que aunque llega a ser al WNW. es por lo general al NW. Considerada la cueva en su desarrollo horizontal, se hará referencia a continuación a su desarrollo vertical; desde este punto de vista hay que considerar en la cueva dos plantas. En la superior la dirección predominante es la E W. En la inferior la N-S; esta dirección hacia el S. presenta una divergencia, pues mientras en el sumidero IX se mantiene igual, por el VII se alcanzan unos conductos con circulación activa orientados E-W.

C. *Los procesos de fosilización y sus fases*

A partir de una primitiva fase erosiva, que da lugar a una caverna juvenil, se han sucedido una serie de procesos durante los cuales se han sedimentado en la caverna materiales de muy diversa índole, materiales que han conducido a una fosilización más o menos completa de la cueva durante las distintas etapas por las que han atravesado hasta llegar a su estado actual. A continuación va a hacerse el estudio de estos materiales así como del orden en que se ha depositado. Para ello deberán estudiarse sucesivamente los materiales detríticos, los materiales clásticos y los materiales litoquímicos.

1) *Los materiales detríticos*: Son muy abundantes, si bien con carácter residual, tanto en la planta superior como en la galería N-S. y aún en los sumideros. En la planta superior el aluvionamiento debió dar lugar a una fosilización total, por lo menos en algunas salas, ya que son frecuentes los restos de aluviones cementados en el techo de la caverna. Una costra estalagmítica situada a una altura de uno a dos metros del suelo de la caverna divide en dos partes al conjunto de aluviones que se encuentran en ella. La costra estalagmítica está marcadamente ondulada, lo que indica que cuando se depositó los aluviones que formaban el suelo de la caverna no estaban distribuidos uniformemente sino que existían acumulaciones locales de acuerdo con la topografía de la cueva. Los cantos son principalmente de calizas aunque los hay también de cuarcitas y arenisca, siendo de señalar la presencia de fragmentos de estalactitas entre los cantos rodados. En la galería N-S. existen también restos de aluviones cementados en las paredes, así como una costra estalagmítica. Las características de los aluviones son las mismas, pero la costra no coincide con la descrita en la planta superior. El sumidero X se abre por debajo de una costra estalagmítica, lo que indica su posterioridad. En los sumideros existen también materiales de relleno de origen aluvial. Donde queda más de manifiesto la existencia de depósitos, testigos de

una fase de actividad de estos sumideros, es en el sumidero IX; en él, existe una capa de 40 cm. de arcilla recubierta por una costra estalagmítica, costra que puede sincronizarse con la existente en la galería N-S. En resumen, puede considerarse la fase de aluvionamiento constituida por dos etapas separadas por una costra estalagmítica depositada durante una interrupción de la sedimentación aluvial. Esta fase de aluvionamiento dió lugar a lo que Llopis denomina una merofosilización aluvial (9). El significado de los aluviones y costras existentes en los sumideros y galería N-S. se discutirá al tratar de la evolución de la caverna. Sin embargo, puede adelantarse que su importancia es secundaria.

2) *Los materiales litoquímicos.*—Tienen gran importancia en la planta superior si bien son frecuentes también las estalactitas en los sumideros y galería N-S.; todas las formaciones litoquímicas de la caverna tienen idénticas características; todas ellas se encuentran sin huellas de una acción erosiva y todas ellas se siguen a una y otra parte de la costra estalagmítica citada. Las coladas estalagmíticas así como las estalagmitas recubren los bloques desprendidos y también los restos de aluviones cementados; todo ello es claro indicio de lo reciente de este proceso. Sin embargo en la planta superior se pone de manifiesto la existencia de un proceso litoquímico más antiguo, proceso atestiguado por la presencia de algunas estalactitas entre los caos de bloques sobre las que se extiende la estalagmitización actual y también por la existencia ya citada de estalactitas entre los cantos rodados de los aluviones. Esto permite a su vez datar la primera de estas fases litoquímicas. Sin pretender hacer un estudio de los diversos tipos de estalactitas existentes en la cueva del Buseco y de su formación, lo cual se sale del objeto de este trabajo, cabe señalar la presencia de estalactitas orientadas en la planta superior. Estas estalactitas son perfectamente visibles en la sala III donde se presentan en grupos en el techo de la caverna (fig. 5).

Su crecimiento tiene lugar en dos sentidos, según el buzamiento de los estratos y según la vertical. El agua circula por los pla-

nos de estratificación por lo que se deposita entre los estratos un reborde de carbonato cálcico que crece en el mismo sentido del buzamiento. Por otra parte el agua no descargada aún totalmente

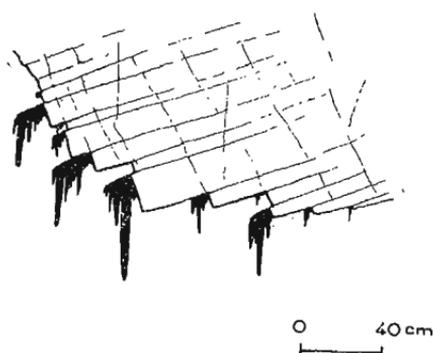


Fig. 5.—Estalactitas orientadas de la cueva del Buseco

de carbonato cálcico resbala por este reborde y forma estalactitas normales. Así se obtienen grupos de estalactitas cuyas bases se encuentran despegadas de la pared rocosa formando una superficie plana, continuación del plano de estratificación. Esto tiene interés para el estudio de la circulación hipógea por lo que se insistirá más adelante sobre ello.

3) *Los materiales clásticos*: Son muy abundantes aunque en parte enmascarados por los procesos litoquímicos. Los caos de bloques son particularmente visibles en la sala V. Muchas veces se encuentran cementados y recubiertos por estalagmitas. Por otra parte se apoyan sobre los restos del relleno aluvial. La época de su formación queda pues comprendida entre el depósito de los aluviones y la última fase litoquímica. No se han encontrado vestigios de bloques erosionados que indiquen otra fase clástica anterior pero su existencia debe admitirse. De una parte la presencia de arcillas en la sala IV indican una complicación del talweg que permitió que se instalara un régimen lacustre. Por otra parte la presencia de aluviones en el suelo y techo de la caverna ponen de manifiesto el desarrollo alcanzado por la cueva antes de la fase de aluvionamiento. Ambas consideraciones conducen a admitir una fase clástica antigua, anterior al aluvionamiento.

4) *Fases litogenéticas*: Del estudio de los materiales de relleno se deducen una serie de fases distintas por las que ha pasado la cueva. En la planta superior se observan dos fases litoquímicas,

anterior la una y posterior la otra, al aluvionamiento. A su vez se deducen dos fases clásticas anteriores a cada una de las fases litoquímicas. En conjunto las fases por las que ha atravesado la cueva son:

- 1) 1.^a fase clástica.
- 2) 1.^a » litoquímica.
- 3) aluvionamiento en dos estapas separadas por una costra estalagmítica.
- 4) 2.^a fase clástica.
- 5) 2.^a » litoquímica.

Estas fases se encuentran representadas todas ellas en la planta superior. En los sumideros y en la galería N-S. debió existir una sola fase litoquímica y una sola fase clástica. Sobre este punto se insistirá al hablar de la evolución de la caverna.

Las cuevas satélites de la Riega del Albor

Son dos cuevas de pequeño tamaño que sirven para guardar el ganado (fig. 6). Su situación es de 15-20 m. sobre el talweg y su longitud máxima de unos 10 m. Presentan claras formas turbillonares, de circulación a presión. La más occidental está formada por un conducto orientado SSE-NNW. La más oriental, que es la mayor, está formada por la fusión de tres conductos circulares con sus aristas de separación bien visibles en la parte superior. Por encima de las cuevas, la pared externa tiene signos de erosión, lo que permite suponer que se trate de una sima residual cortada por la erosión del talweg epigeo. Su altura sobre este talweg, igual que la cueva del Buseco, hacen que deban considerarse ambas cavidades de la misma edad y con una evolución estrechamente relacionada. Las relaciones entre ambas formaciones se estudiarán al hablar de la evolución subterránea.

III. HIDROLOGIA

En la zona estudiada, y desde el punto de vista hidrológico, hay que considerar dos niveles permeables: Las cuarcitas y la caliza de montaña. Las capas de caliza intercaladas entre las pizarras tienen potencia muy escasa para tener importancia en este sentido. Entre la caliza de montaña y las cuarcitas se intercala el nivel de pizarras devónicas, impermeables; este nivel aísla la caliza de montaña de la cuarcita subyacente. La cueva del Buseco se abre en una dovela de caliza de montaña al N. de Oseja. El estudio hidrológico se limitará a la zona en que se halla enclavada la cueva del Buseco. Esta se encuentra en una dovela caliza que por el W.

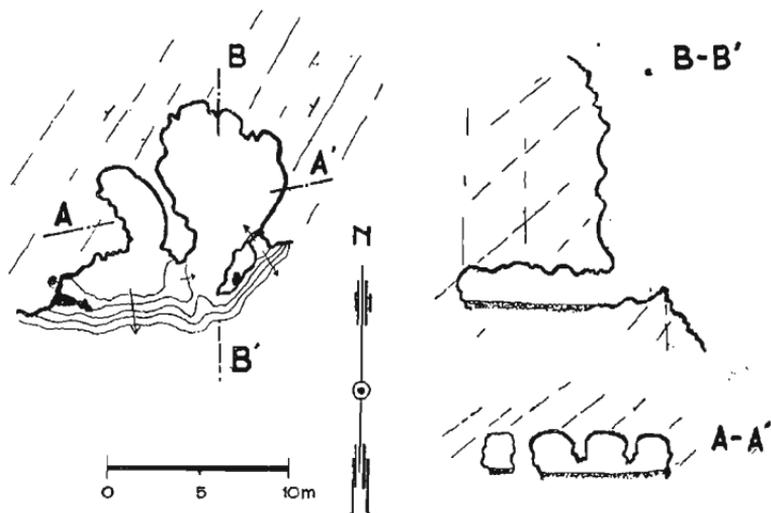


Fig. 6.—Cuevas de la Riega del Albor

se hunde bajo las pizarras carboníferas y por el E. termina al aflorar el devónico subyacente. Por el N. y S. queda limitada por dos fallas. Esta zona constituye una pequeña unidad hidrológica. La cueva del Buseco permite observar en parte la circulación hipógea actual y a la vez es testigo de una circulación antigua. A conti-

nuación se estudiará la circulación antigua por la cueva y su evolución hasta las condiciones actuales.

A) *La circulación hipógea antigua*

Hay que considerar la circulación por la galería superior así como el significado de los sumideros hipógeos ya que las galerías inferiores están aún en período activo. Por otra parte debe buscarse el significado de las cuevas de la Riega de Albor. La galería superior E-W. tiene la significación de talweg muerto. Su desarrollo tiende a ser ascendente hacia el W. Por otra parte los conductos ascendentes relacionados con ella lo son también en este sentido. La entrada de la cueva coincide con un grupo actual de resurgencias. Todo esto unido a la dirección que sigue la cueva y al sentido de la circulación hipógea actual permite deducir que la entrada de la cueva corresponde a una antigua resurgencia. Respecto a las galerías ascendentes antes citadas deben considerarse como restos de las primeras fases de actividad de la cueva, en que llegaban a ella las aguas que emigraban de niveles superiores. Las formas juveniles que en ellos, se encuentran atestiguan este carácter.

Los sumideros hipógeos por el contrario representan el principio del abandono de la cavidad por las aguas.

Hay que tener en cuenta la existencia de dos direcciones en estos sumideros: una dirección E-W., como la observada en la galería superior y una dirección NNW-SSE. Esto pone de manifiesto una difluencia en la circulación del agua sumida de la planta superior; de manera que la circulación, únicamente en sentido W. por la galería superior, difluje al ahondar en una etapa posterior apareciendo un nuevo sentido, el SSE, a la vez que algunos sumideros mantienen aún la circulación en sentido W. La existencia de corrientes de agua actuales en la parte más baja de los sumideros IX y VII, de distinto sentido, indica la persistencia de estos sentidos de circulación en la actualidad.

Queda, para terminar, ver el significado de las cuevas de la Rie-

ga del Albor. Su carácter de sima residual hace que deban considerarse como un sumidero. Por otra parte hay que tener en cuenta que la circulación en la galería superior tuvo lugar hacia el W. o NW., es decir coincidiendo con el sentido del buzamiento de los estratos, y que las cuevas de la Riega del Albor se hallan situadas en la prolongación de la cueva del Buseco y a su misma altura sobre los cauces actuales. Por tanto la interpretación más lógica es considerar a las cuevas de la Riega del Albor como la zona de absorción de la cueva del Buseco.

B) *Génesis y evolución de la caverna*

En la evolución de la caverna deben considerarse dos ciclos. Uno desde su formación hasta su fosilización por aluvionamiento y otro que comprende su rejuvenecimiento hasta el abandono de las cavidades superiores.

1) *Primer ciclo. La planta superior.* La circulación es principalmente según el buzamiento de los estratos. El agua llega de niveles superiores dando lugar a una fase de circulación a presión, creándose las formas de erosión turbillonar que se observan aún en algunos puntos de la cueva del Buseco y en las cuevas de la Riega del Albor. A esta etapa sigue una fase clástica; con ella la cueva alcanza unas proporciones como las actuales. Por otra parte el agua infiltrante dió lugar a la primera fase litoquímica, de vida efímera y que estuvo supeditada a las etapas de escasa circulación por la cueva. Estas dos fases pueden haberse superpuesto algo ya que la litoquímica no alcanzó un desarrollo pleno sino que representa en realidad el principio de una fase que no alcanzó un total desarrollo puesto que tuvo lugar en un talweg todavía activo. El desarrollo alcanzado por la caverna permite instalarse un régimen fluvial normal, de carácter torrencial puesto de manifiesto por la importancia del aluvionamiento. La presencia de arcillas, por otra parte, indica una circulación tranquila con episodios lacustres determinados por la presencia de bloques que dan lugar a lagos de um-

bral clástico. Así, pues, la circulación alternó su carácter torrencial con fases más tranquilas. Una costra estalagmítica, testigo de una época de circulación mínima separa en dos etapas el relleno aluvial de la cueva. Los materiales depositados en la segunda etapa se apoyan sobre la costra estalagmítica sin que haya existido erosión durante la etapa de circulación mínima que representa la costra, ni la haya producido tampoco la nueva etapa torrencial que se le superpone. Con el aluvionamiento la cueva llega a un grado de fosilización que en algunos puntos llega a ser total. Con ello termina el primer ciclo en su actividad.

2) *Segundo ciclo. Formación de las galerías inferiores:* En la actualidad, del antiguo aluvionamiento de la cueva quedan solo vestigios constituídos por aluvionos cementados junto a las paredes y techo de la cueva. Es decir que existió un segundo ciclo durante el que tuvo lugar el rejuvenecimiento de la caverna. Sin embargo esta etapa de actividad duró poco, ya que casi simultáneamente se abrieron los sumideros que habían de llevar el agua a cauces más profundos. Es entonces cuando se abren las galerías inferiores. La presencia de sedimentos y costras en ellos indica varias etapas de tránsito hasta llegar al estado actual. La circulación por los sumideros fué asimismo torrencial e intermitente. En los sumideros se originaron conos de deyección hipógeos sobre los que en algunos puntos se depositaron asimismo costras en las etapas de escasa circulación. A continuación se produce la segunda fase clástica seguida de la segunda fase litoquímica. Estas fases son las que dan sus características actuales a la planta superior. En los sumideros y galería N-S. existe una morfología parecida a la que se encuentra en la planta superior; la única diferencia estriba en la menor intensidad de los procesos clásticos y litoquímicos. En los sumideros esto tiene fácil explicación ya que al cesar la circulación por la planta superior ellos fueron asimismo abandonados, de manera que su evolución siguió iguales directrices que la planta superior. Lo mismo puede decirse para la galería N-S. tan solo que la causa de la existencia de procesos litoquímicos no es debido al aban-

dono de la cavidad sino a una disminución de la circulación. Todas estas fases son sincrónicas con la segunda fase clástica y segunda fase litoquímica de la planta superior.

C) *La circulación hipógea actual*

Para llegar al conocimiento de la circulación hipógea actual hay que tener en cuenta los datos que proporciona el estudio de la cueva y además la circulación por el río Buseco y la Riega del Albor, así como, las resurgencias relacionadas con esta zona. Estas pueden reunirse en dos grupos: las resurgencias del Buseco, próximas a la cueva y las resurgencias de Oseja, situadas en el mismo pueblo.

1) *La circulación actual en la cueva*: El curso subterráneo actual es visible en tres partes de la cueva; en la galería N-S. y en los sumideros VII y IX. La circulación actual tiene lugar en dos sentidos; de N. a S. y de E. a W. El primero de estos dos sentidos de circulación se observa en la galería N-S. y en el sumidero IX; el segundo, en el sumidero VII. Existe pues, una difluencia en el sentido de la corriente. No puede hablarse propiamente de difluencia en el curso de agua ya que éste no es único, como se pone de manifiesto en la galería N-S. en la que existen dos cursos paralelos, pero distintos, que deben coincidir tan sólo en las grandes avenidas. Sin embargo, sí puede hablarse de difluencia en el sentido de la corriente, ya que éste es único en la galería N-S. En conjunto existen pues dos sentidos en la circulación: de N. a S. y de E. a W; es decir según las dos direcciones dominantes de diaclasas y según la dirección o el buzamiento respectivamente de los planos de estratificación. Otros datos interesantes también a este respecto son: el lenar y las estalactitas orientadas. El lenar observado en superficie sigue una dirección E-W., favorecido en gran parte por el buzamiento. Las estalactitas orientadas de la cueva del Buseco (fig. 5) indican, con su crecimiento según el buzamiento de los estratos,

además del crecimiento vertical, la importancia de la circulación en este sentido.

Hechas estas consideraciones sobre la circulación hipógea puede abordarse el problema del origen y resurgencia de estas aguas.

2) *La circulación en los cursos epígeos*: Los arroyos, epígeos que pueden estar relacionados con la circulación de la cueva son dos: el río Buseco y la Riega del Albor. El Buseco se sume unos cien metros antes de la cueva en la prolongación de la galería N-S. y a poca distancia de su extremo; con esto queda aclarado el origen del agua circulante por la caverna. El otro curso es la Riega del Albor. Su cauce está ocupado en gran parte por un importante espesor de bloques rodados de gran tamaño. Estos constituyen un espeso manto aluvial extremadamente permeable que es la causa de que excepto en sus máximas precipitaciones aparezca seco la mayor parte del año. El agua se pierde entre estos aluviones antes de salir de la zona de cuarcitas. Este cuaternario no es sin embargo continuo, sino que queda interrumpido en un espacio de unos 30 m. junto al camino a Oseja, donde aflora la caliza de montaña y las pizarras carboníferas. El agua que en la zona de cuarcitas se pierde en el cuaternario no resurge en esta zona, lo cual indica la existencia de una zona de absorción en las calizas, que debe estar situada en las proximidades de las cuevas de la Riega de Albor. Estas aguas pueden seguir dos caminos, según se deduce del estudio de la cueva del Buseco y de la estructura de las calizas: el ESE-WNW, en cuyo caso irían a confluír con las que circulan por las cuevas del Buseco o el N-S. Los caudales observados en estos arroyos son muy escasos, del orden de unos 2 l/s. existiendo coincidencia entre el caudal circulante por la cueva y el del río Buseco. Sin embargo, los caudales observados son probablemente bastante inferiores a los reales, es decir que el agua sumida en el río Buseco es probablemente muy superior a 2 l/s., pero, debido a la gran fisuración de las calizas; la absorción se realiza sobre un largo recorrido con lo que el caudal del Buseco aparece considerablemente disminuído. Los sumideros que se observan a unos 100

m. de la cueva se ponen de manifiesto por absorber el resto de las aguas del Buseco. En cuanto a la Riega del Albor, cuyo cauce está ocupado por una capa de cantos rodados cuyo espesor varía entre 0,5 y varios m., debe de tener también un caudal superior al observado.

Finalmente debe tenerse en cuenta la probable existencia de otros conductos paralelos a los puestos de manifiesto por la cueva, que conduzcan el agua sumida en zonas más superiores del Buseco.

3) *Las resurgencias*: Las más directamente relacionadas con la cueva estudiada son las resurgencias del Buseco. Se hallan agrupadas en las proximidades de la cueva y están formadas por un manantial importante, situado en el contacto con las pizarras y un grupo de resurgencias trop-plein, situadas entre la cueva y el puente del camino a Oseja. La única resurgencia con un caudal importante es la que se encuentra en el contacto con las pizarras. El Buseco, después de esta zona con resurgencias lleva un caudal de unos 80 l/s., es decir, muy superior al que llevaba antes de sumirse. Siguiendo la falla hacia el SE. no se encuentra ninguna resurgencia que pueda relacionarse con la Riega del Albor. Cuando ésta cruza las fallas, aparecen algunos charcos que indican pequeñas resurgencias, pero el agua no llega a circular. El otro grupo de manantiales, es el del pueblo de Oseja. Se encuentran todos ellos en plena zona pizarrosa y su aparición debe relacionarse con una serie de pequeñas fallas de orientación NW-SE es decir, paralelas a la que origina la fuente del Buseco.

4) *La circulación hipógea*. Con todos los datos expuestos pueden deducirse unas conclusiones sobre la circulación hipógea. El problema planteado tiene tres aspectos: El origen epígeo del agua, su circulación por las calizas y su resurgencia al exterior. Los dos principales colectores son: el Buseco y la Riega del Albor; sin embargo, no debe descartarse tampoco la importancia del agua absorbida antes de llegar al cauce de alguno de estos cursos. El área de absorción del agua es la superficie de la caliza en la dovela

antes citada. Esta agua, no debe, sin embargo, correr en su totalidad hacia Oseja. El buzamiento de los estratos es el NW. Esto tiene gran importancia en la circulación, especialmente del agua absorbida en pequeña cantidad por la superficie rocosa, como lo demuestra la orientación del lenar y las estalactitas orientadas de la cueva del Buseco. Por todo esto puede considerarse que el agua absorbida en superficie en la zona N. de la dovela, al NW. del Buseco, circula en este sentido hacia Soto de Sajambre.

El agua del Buseco se absorbe y sigue dirección N-S., según las diaclasas de este sistema y la dirección de los planos de estratificación. La circulación hipógea no se concentra en un curso único sino que se realiza por una serie de conductos paralelos orientados de N. a S. El agua absorbida en los campos de lenar entre el Buseco y la Riega del Albor debe seguir hacia el NW. según el

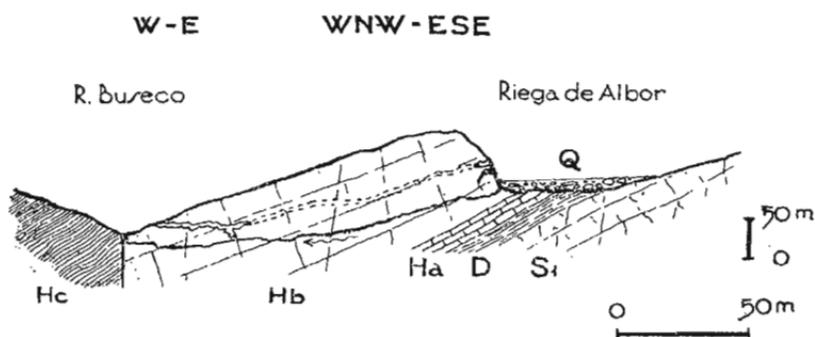


Fig. 7.—Hc: Pizarras.—Hb: Caliza de montaña.—Ha: Caliza griotte.—
D: Devónico.—Sl: Cuarcita silúrica.

Esquema de la circulación hipogea entre la Riega del Albor y el río Buseco

buzamiento de los estratos, uniéndose con el agua procedente del Buseco. En los sumideros VII y IX los sentidos de la circulación son distintos. En el primero el agua corre hacia el W. en el segundo hacia el S. El agua que circula por el sumidero VII se dirige hacia la zona de resurgencias del Buseco. Esta agua no basta sin embargo para explicar el caudal de este manantial.

El otro de los cursos epígeos es la Riega del Albor. El agua que por ella circula debe sumirse cerca de las pequeñas cuevas citadas en este arroyo. El camino que siguen es más difícil de determinar. El talweg muerto, que representa la planta superior de la cueva del Buseco, indica una relación entre la Riega del Albor y la zona de resurgencias del Buseco. Esto, unido al excesivo caudal de la resurgencia permite suponer una circulación hacia el W. (fig. 3 y 7). El agua procedente de la Riega del Albor se uniría así a la del sumidero IX para resurgir en el Buseco. El mayor caudal del sumidero VII en relación con el IX parece apoyar esta suposición, indicando la importancia que adquiere la dirección E-W frente a la N-S. El agua de la Riega del Albor no debe dirigirse al W. exclusivamente. La presencia de algunos charcos junto al contacto con las pizarras indica una cierta circulación, aunque muy escasa, en sentido WSW. Puede admitirse por tanto una circulación más importante hacia el S. según el sistema de diaclasas N-S., que iría a unirse al agua que circularía más al SE. según el buzamiento de los estratos. Esta agua se hunde bajo las pizarras carboníferas, quedando así englobada entre dos niveles pizarrosos impermeables, el devónico y las pizarras carboníferas. Al encontrar la zona de fracturas de Oseja estas aguas ascienden dando lugar a las resurgencias del pueblo. En conjunto pues, la circulación, aunque se efectúa según dos direcciones dominantes está determinada por la presencia del nivel devónico inclinado hacia el NW.

IV. CONCLUSIONES

En la cueva del Buseco deben distinguirse, una parte superior con el carácter de talweg muerto y una inferior activa en la actualidad.

En la evolución de la cueva se han sucedido las siguientes fases: erosiva, clástica, litoquímica—aluvionamiento—erosiva, clástica y litoquímica. El aluvionamiento separa pues dos ciclos en la actividad de la caverna. Durante el 2.º ciclo se excavaron las galerías inferiores.

La evolución de la caverna es paralela a la evolución del curso epígeo del Buseco teniendo por tanto los aluviones que en ella existen el carácter de una terraza hipogea.

Dos procesos distintos de fosilización existen en la cueva; el aluvial y el litoquímico, procesos que se han sucedido en el tiempo ya que la verdadera fosilización litoquímica no ha tenido lugar hasta el abandono de la cavidad por las aguas.

La estalagmitización responde a una interrupción de la actividad hídrica; la primera fase litoquímica en las cavidades superiores y la actual en las inferiores son debidas a una reducción en la circulación. La segunda fase en la galería superior tiene por causa el abandono de la cavidad por las aguas. Los procesos litoquímicos adquieren importancia en el segundo caso ya que en el primero su desarrollo está siempre condicionado a la actividad de la caverna.

La circulación hipogea actual tiene lugar según pequeños conductos orientados en dos direcciones; de N. a S. y de ESE a WNW. Estas direcciones coinciden con los principales sistemas de diaclasas y con la dirección de los estratos o su buzamiento respectivamente.

No existen cursos hipogeos únicos en esta zona sino una red que confluye y difluye frecuentemente. Sin embargo, puede hablarse de una confluencia hipogea por lo menos parcial del Río Buseco y la Riega del Albor. Esta confluencia tuvo carácter más definido en la época de actividad de las cavidades superiores.

Las resurgencias se encuentran en fallas orientadas NW-SE, unas en el contacto entre pizarras y calizas, otras en zona pizarrosa.

RÉSUMÉ

On étudie les phénomènes hydrogéologiques de la Cueva del Buseco et des environs de Oseja de Sajambre (León). La grotte de Buseco s'ouvre dans le calcaire carbonifère d'âge viséen-namurien dit «calcaire de montagne». L'entrée est placée à 20 m. sur le cours épigé de la rivière de Buseco. L'ensemble des galeries comprend deux étages: l'étage supérieur actuellement mort et l'inférieur actif. Dans le premier on y trouve les empreintes d'une ancienne fossilisation par alluvionnement. L'ancienne rivière coulait très nettement de ESE à WNW. A présent on trouve deux sens de circulation: de N. à S, et de ESE à WNW. à travers un réseau de petits couloirs anastomosés. Il y a une confluence hypogée, au moins partielle, entre la Riega del Albor et la rivière de Buseco, actuels cours épigés de la région.

SUMMARY

A study of the hydro-geological phenomena of the Cueva del Buseco, and the environs of Oseja de Sajambre (Léon). The Buseco cave opens in the carboniferous limestone of the viséen-namurian age, known as mountain limestone. The entrance is 20 metres along the epigene course of the Buseco river. The galleries of the cave comprise two stages, the upper, at present dead, and the lower, which is active. In the first, traces can be found of old fossilization by alluvial action. The former river clearly flowed from ESE to WNW. At present, circulation is in two directions, from N to S, and ESE to WNW. through a network of small anastomotic passages. There is a hypogene confluence, partial at least, between the Riega del Albor and the Buseco river, the present epigous courses of the region.

BIBLIOGRAFIA

1. *Adaro (L. de) y Junquera (G.)*: «Criaderos de hierro de España». T. II. Hierros de Asturias». Mem. Inst. Geol. Esp.; I vol. texto; 610 págs.; 33 figuras; I vol. láms. ; X láms.; Madrid 1916.
2. *Barrois (Cb.)*: «Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice»; Thèse. doct.; Mem. Soc. Geol. du Nord.; T. II; núm. 1; 630 páginas; XX pl.; Lille 1882.
3. *Bourgin (A.)*: «Hydrogéographie karstique La question du niveau, de base»; Rev. Geogr. Alp.; T. XXXIII; fasc. I; págs. 99-108; 1 fig.; II láms., Grenoble 1945.
4. *Cvijic (?)*: «Hydrogéographie souterraine et evolution morphologique du karst»; Trav. Inst. Geogr. Alp. Grenoble; vol. VI; núm. 4; 56 pág.; III láminas; Grenoble 1918.
5. *Delepine (M. G.)*: «Las faunas marines del Carbonífero de Asturias (España)». (Apéndice sobre los Fusulinidos por J. Gubler); Mem. Acad. Scienc. de l'Inst. de France.; T. 66; 122 pág.; 15 figs.; VI láms.; París 1943.
6. *Geze (B.)*: «Influence de la tectonique sur la localisation des sources vauclusiennes»; I Congr. Nat. Speleologie; 12 pág.; 6 figs.; Nimes 1939.
7. *Julivert (M.)*: «Observaciones sobre la Geología de los alrededores de Oseja de Sajambre».—En publicación.
8. *Llopis Lladó (N.)*: «Sobre algunos fenómenos de sedimentación fluvio-lacustre en las cavernas». Speleon; año I; núm. 1; págs. 23-37; 4 figs.; Oviedo 1950
9. *Llopis Lladó (N.)*: «Karst holofossile et merofossile».—En publicación en I Congreso Esp. París.
10. *Llopis Lladó (N.)*: «Sobre la tectónica de la cuenca carbonífera de Asturias».—En publicación en Estudios Geológicos.