

Jiménez-Sánchez, M. et al., 2007. Evolución cuaternaria de cuevas en la costa Cantábrica: investigaciones en el relleno endokárstico de la Cueva del Pindal... En: J. J. Durán, P. A. Robledo y J. Vázquez (Eds.), *Cuevas turísticas: aportación al desarrollo sostenible*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, n.º 24, pp. 243-252. Madrid.

## **Evolución cuaternaria de cuevas en la costa Cantábrica: investigaciones en el relleno endokárstico de la Cueva del Pindal (Asturias, NO de España)**

M. Jiménez-Sánchez<sup>(1)</sup>, M.B. Ruiz-Zapata<sup>(2)</sup>, M.J. Gil García<sup>(2)</sup>, J. L. Bischoff<sup>(3)</sup>,  
A. Aranburu<sup>(4)</sup> y H. M. Stoll<sup>(1)</sup>

(1) Departamento de Geología, Universidad de Oviedo. C/ Arias de Velasco, s/n 33005 Oviedo, España.  
mjimenez@geol.uniovi.es

(2) Dpto. Geología. Universidad de Alcalá. 28871 Alcalá de Henares, Madrid, España. blanca.ruiz@uah.es

(3) U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA 94025 USA

(4) Dpto. de Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco, Ap. de correos 644 - 48080, Bilbao, España.  
arantza.aranburu@ehu.es

### **RESUMEN**

La Cueva del Pindal (Asturias, NO de España) se localiza a 24 m de altitud en un macizo kárstico que culmina en la superficie de la Rasa de Pindal (50-64 m s.m.m.). Entre los depósitos endokársticos que presenta aparecen espelotemas (al menos cuatro generaciones), depósitos de colapso y seis niveles (1 a 6) de depósitos fluviales procedentes de la denudación de la Rasa de Pimiango (125-170 m), localizada más al Sur. El estudio estratigráfico desarrollado en sedimentos fluviales atribuidos a los niveles 4- 5 revela la sucesión de tres eventos sedimentarios en su génesis. El análisis palinológico preliminar realizado en sedimentos de los dos primeros eventos fluviales permite inferir diferentes etapas en la evolución paleoambiental de la zona: i/ una primera etapa con condiciones frescas y húmedas (bosque abierto con *Corylus* y *Ulmus*); ii/ un incremento de la temperatura y aridez (infección a partir del descenso de *Corylus*, desaparición de *Ulmus* y desarrollo de *Quercus deciduous* junto con Ericaceae y una mayor diversidad taxonómica) y iii/ un nuevo aumento en la disponibilidad de agua y la existencia de condiciones templado-húmedas con desarrollo de *Fagus*. La datación de dos espeleotemas que recubren sedimentos fluviales sincrónicos o más antiguos que los analizados dio como resultados, respectivamente,  $2.7 \pm 0.5$  ka BP (datación U-Th) y 200 años (contaje basal de láminas). Estos resultados permiten asignar una edad mínima para la serie fluvial y la secuencia climática deducida a partir de los datos palinológicos.

**Palabras clave:** Asturias, costa cantábrica, cueva, geocronología, palinología

## ***Cave evolution in the Cantabrian coast: a research in endokarstic sediments in Pindal cave (Asturias, NW of Spain)***

### **ABSTRACT**

*The Pindal Cave (Asturias, NW of Spain) is developed at 24 m over sea level, in a karstic massif reaching its highest surface at Pindal Rasa (50-64m). Speleothems (at least four generations) and collapse deposits are found inside the cave, as well as six levels of fluvial deposits coming from the denudation of Pimiango Rasa Range. The stratigraphic study carried out in the detritical fluvial sediment tentatively correlated to the fluvial levels 4 and 5 of the Pindal cave reveals three fluvial infill stages. The preliminary palinological research developed in detritical sediment belonging to the two former infill stages shows evidences of several episodes in the climatic evolution of the area, allowing the inference of: i/a first stage with fresh and humid conditions (an open wood with *Corylus* and *Ulmus*); ii/ an increase*

of the temperature and aridity (inferred from the decrease of *Corylus*, disappearance of *Ulmus* and the development of *Quercus deciduous* and *Ericaceae*, as well as a from a higher taxonomical diversity) and iii/ a new increase in water availability and humid-temperate conditions with *Fagus* development. Two speleothems overlying fluvial sediments older or synchronous to the described here provided respectively ages of  $2.7 \pm 0.5$  kyr BP (U-Th) and 200 kyr BP. These results would give a minimum age for the detrital sediments in the cave as well as to the climatic sequence deduced from palinological data.

**Key words:** Asturias, cantabrian coast, cave, geochronology, palinology

## 1. Introducción

La Cueva del Pindal se sitúa en las proximidades de la localidad de Pimiango (Concejo de Ribadedeva), en el Oriente de Asturias, muy cerca del límite con Cantabria (Fig. 1). Las investigaciones geológicas desarrolladas hasta el momento en la cavidad han incluido estudios geomorfológicos, estratigráficos, geocronológicos e hidrológicos y han permitido establecer las características geomorfológicas de la cueva y su entorno, establecer diversas hipótesis sobre su evolución cuaternaria (Jiménez-Sánchez et al., 2000, 2002 y 2004), realizar una aproximación a su cronología (Jiménez-Sánchez et al., en prensa) y al significado paleoclimático de algunos de sus espeleotemas más recientes (Stoll et al., 2005).

Los objetivos del presente trabajo son: 1. la descripción de los depósitos endokársticos principales; 2. el análisis palinológico preliminar de uno de los perfiles de sedimentos detríticos, y 3. el establecimiento de una hipótesis de la relación existente entre la génesis de los depósitos endokársticos y la evolución paleoambiental deducida a partir de los datos palinológicos.

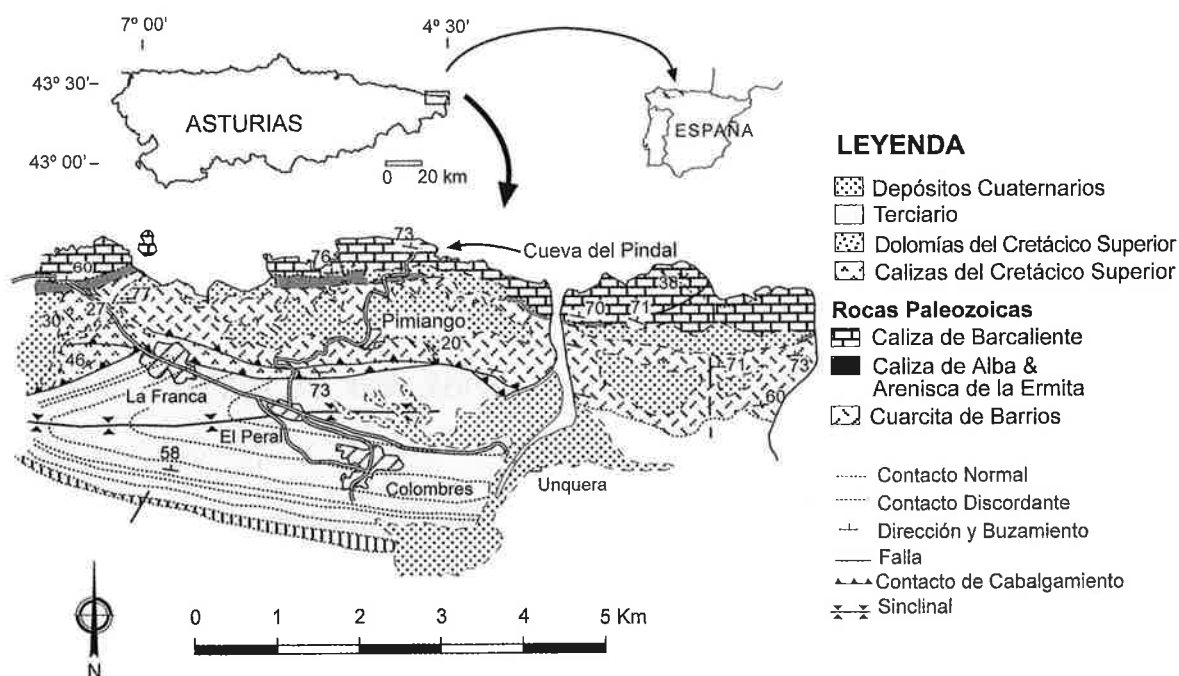


Figura 1. Situación geográfica y geológica de la Cueva del Pindal (Mapa geológico modificado de Martínez García et al., 1980)

## 2. Zona de estudio

La Cueva del Pindal posee una planta lineal, con orientación E-O en su sector oriental (sector turístico) y 110° N (ONO-ESE) en su sector occidental, no abierto al público (sector oculto). Según Obeso *et al.* (1996) el desarrollo vertical total es de 24 m y la pendiente media de 4°. La cota más elevada está en el extremo occidental (30 m s.n.m., +6 m respecto a la boca) y la más baja en el sifón localizado en el sector más oriental, en la vertical del punto de entrada (6 m s.n.m., -18 m respecto a la boca de entrada). El desarrollo horizontal total de la cavidad es de 590 m, siendo 314 m la longitud del sector turístico, que es en el que se ha centrado este estudio.

El sustrato geológico del entorno de la cueva ha sido tratado en trabajos regionales como el de Martínez García *et al.* (1980) y está compuesto por rocas paleozoicas, que de más antiguo a más moderno, son las formaciones detríticas de la Cuarcita de Barrios, de edad Ordovícica, la sucesión detrítica devónica de La Formación Ermita y las formaciones carbonatadas carboníferas de la Caliza de Alba y la Caliza de Barcaliente, siendo en esta última en la que se desarrolla el macizo kárstico del Pindal. Estas formaciones presentan rumbos aproximadamente E-O y buzamientos hacia el N de más de 70°.

La geomorfología del entorno es el resultado de la actuación de procesos fluviales, de gravedad, kársticos y marinos. Destaca la presencia de dos niveles de terrazas marinas (rasas): Pimiango (125-170 m), desarrollada sobre un sustrato de cuarcita ordovícica, y Pindal (50-64 m), enclavada en niveles de caliza carbonífera de la Formación Barcaliente y con un importante desarrollo de manifestaciones tanto exokársticas como endokársticas. La Cueva del Pindal se localiza a 24 m de altitud en el macizo kárstico que culmina en la superficie de esta última rasa. Su origen está controlado por dos fracturas subverticales de dirección E-O, que aparecen en los límites N y S de la cavidad, cuyo trazado cartográfico permitiría interpretar como fallas (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2002).

La evolución geomorfológica de la cueva es el resultado de la actuación de procesos de gravedad, fluviales y kársticos. Los principales procesos de gravedad están relacionados con el desprendimiento de bloques a partir del techo de la cavidad, condicionado por la presencia de tres sistemas de diaclasas: (D1), constituido por fracturas subhorizontales o ligeramente inclinadas al Este (3°), (D2) de dirección N35E e inclinado 35° al SE, y (D3) de dirección N15E, inclinado 70° al NO. La acción fluvial y torrencial ha conducido a procesos de inundación episódica por parte de corrientes con un comportamiento torrencial provenientes de la denudación del frente de la rasa de Pimiango, localizada más al sur. Por último, de entre los procesos kársticos, se puede destacar la precipitación química de espeleotemas que fosilizan ambos tipos de depósitos. En respuesta a la actuación de estos procesos, se distinguen diversas formaciones superficiales dentro de la cueva, como espeleotemas -agrupados, de acuerdo con criterios geomorfológicos, en cuatro generaciones (Jiménez-Sánchez *et al.*, en prensa)-, depósitos de colapso y seis niveles de depósitos fluviales, cuyas características han sido ya tratadas en otros trabajos previos (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2000, 2002, 2004).

### 3. Metodología de trabajo

La metodología de trabajo incluye las siguientes fases:

- descripción y caracterización estratigráfica de los depósitos detríticos aluviales, revisando la estratigrafía de las secciones analizadas previamente en siete secciones localizadas en el sector suroccidental de la cueva (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2004)
- toma de muestras y realización de un análisis palinológico en uno de los perfiles (C4) de depósitos detríticos localizado en el sector suroccidental. Para el estudio palinológico se hizo un muestreo detallado cada 10 cm en una columna tipo. Las muestras, analizadas en los laboratorios de la Universidad de Alcalá de Henares, fueron atacadas químicamente mediante el empleo de ácidos y álcalis, y el residuo sometido a concentración con licor denso (2) de Thoulet
- toma de muestras y datación de dos espeleotemas que recubren las secuencias fluviales descritas. Uno de los espeleotemas fue datado en el Departamento de Geocronología del Servicio Geológico de Estados Unidos. Tras disolver la muestra en fuertes ácidos minerales, los isótopos de U y Th son aislados por cromatografía de cambio iónico, siguiendo el protocolo descrito en Bischoff *et al.* (1988). Las ecuaciones para el cálculo de edad y la vida media de la serie de uranio son los descritos en Bischoff *et al.* (1995). El otro espeleotema sería datado utilizando para ello un conteo basal de láminas.

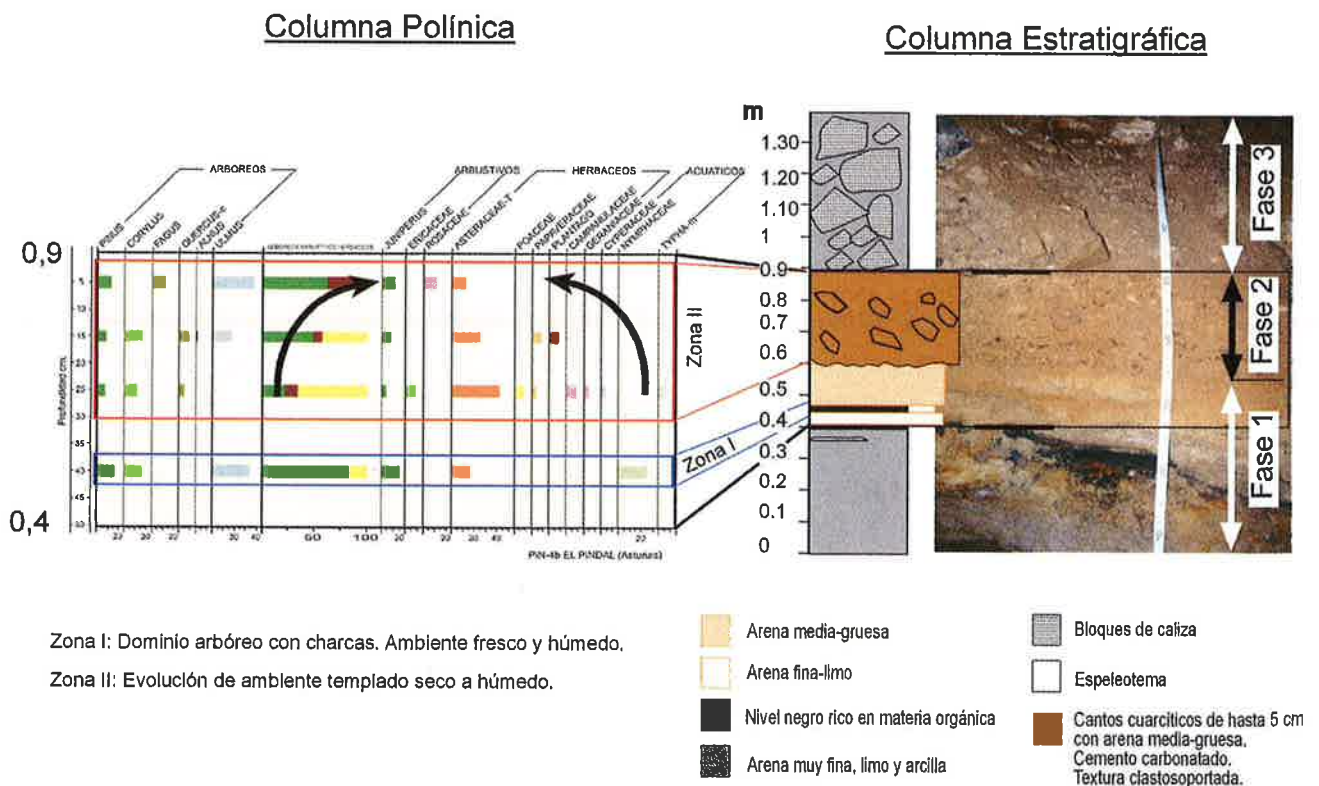


Figura 2. Sección tipo mostrando los niveles aluviales en la cavidad y su relación con espeleotemas de tercera generación y con el perfil analizado (columna estratigráfica desarrollada en la figura 3)

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Depósitos endokársticos de origen aluvial

En la cueva se han distinguido seis niveles de depósitos fluviales (Fig. 2): tres niveles que tapizan paleoconductos localizados a alturas de entre 2 y 6 m sobre la cota más baja de la cavidad (fondo del curso fluvial) y otros tres niveles (entre 0 y 0,5 m) que definen las cotas de la lámina de agua en época de inundación por parte del cauce activo, que, usualmente, circula por debajo de la cavidad. La relación entre los depósitos fluviales antiguos y los actuales ha sido observada a unos 5 m de la zona de tránsito entre la galería turística y el sector oculto. La sección tipo de la secuencia de los depósitos aluviales observados en la cueva se sintetiza en esquema de la figura 2. Como nivel de referencia para la descripción, consideraremos el del propio lecho fluvial actual, al que hemos asignado la denominación de "nivel 1".

Los niveles 1 a 3 (depósitos actuales-subactuales) consisten en depósitos de tamaño canto a bloque y, ocasionalmente, arena con morfología subredondeada a angulosa sin que exista una relación entre el tamaño y la morfología de los clastos. El calibrado del depósito es muy bajo. La litología es cuarcítica, aunque también se aprecia la existencia de espeleotemas de tipo *dripstone* y algún fragmento de masa estalagmítica. Se aprecia que parte del depósito se encuentra cementado por una masa estalagmítica con desarrollo de *gours*. Estos depósitos marcan los distintos límites del cauce que drena el piso de la cavidad en épocas de crecida, sin que, hasta el momento, tengamos referencia alguna de los períodos de recurrencia de las mismas.

En la misma sección tipo existen niveles de paleoconductos kársticos ocupados por acumulaciones de gravas cuarcíticas subangulosas a subredondeadas, de tamaño centimétrico, inmersas en una matriz arenosa en diversas proporciones. Estos paleoconductos han sido reconocidos a 1,6 m (nivel 4), 3,5 m (nivel 5) y 5,5 m (nivel 6). El nivel 6 es reconocible también en el sector SO, donde se encuentra fosilizado por espeleotemas, presumiblemente pertenecientes a la tercera generación de las diferenciadas hasta el momento en la cavidad.

En el sector suroccidental de la cueva existe un importante afloramiento de niveles detríticos, afectados por extracciones realizadas probablemente en relación con el acondicionamiento de la cavidad para su uso turístico. Siguiendo los perfiles que afloran en las trincheras de extracción se realizó un estudio estratigráfico (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2000 y 2004) que puso de manifiesto la existencia de secuencias complejas, con cambios laterales de facies, que pueden sintetizarse en tres fases de aportes detríticos (Figs. 2 y 3). De muro a techo, se reconoce un nivel de 0,4 m de arena muy fina y limo con arcilla, con laminación paralela y alguna intercalación de espeleotema de menos de 1 cm de espesor, un tramo de 20 cm constituido por arena fina y limo con intercalaciones de niveles negros, ricos en materia orgánica. Este nivel se interpreta como resultado de la acción de corrientes fluviales de baja energía (fase 1). Existe un contacto erosivo entre este nivel y el siguiente, compuesto por cantos cuarcíticos subangulosos a subredondeados de hasta 5 cm, inmersos en una matriz de arena media a gruesa, con textura clastosoportada a lodosoportada. Este nivel se interpreta como perteneciente a una segunda fase en la evolución del relleno detrítico, con un importante incremento de

energía tractiva (fase 2). Finalmente, la secuencia culmina con una acumulación de 0,50 m de espesor, constituida por cantos y bloques angulosos de caliza inmersos en una matriz de arena muy fina, limo y arcilla, interpretada como el resultado de episodios de inestabilidad por gravedad con caída de bloques (fase 3) y corrientes tractivas efímeras.

Por ahora, de acuerdo con su posición altimétrica, esta sucesión ha sido correlacionada con los niveles fluviales 4 y 5 que recubren los paleoconductos anteriormente descritos, así como con los niveles detríticos que aparecen representados ampliamente en toda la cavidad, recubiertos por grandes espeleotemas de la primera generación. Sin embargo, dada la existencia de importantes cambios de facies entre unos depósitos y otros, para realizar una afirmación más fiable sería precisa la realización de dataciones cronológicas y de un estudio sedimentológico más pormenorizado, con unas secciones más amplias.

La naturaleza cuarcítica de los sedimentos detríticos tractivos indica un origen alóctono, no relacionado con la caliza encajante y probablemente relacionado con el desmantelamiento de la Rasa Cuarcítica de Pimiango superior (situada a 125-170 m s.n.m.). La entrada de estos sedimentos detríticos al sistema kárstico, algunos de carácter grosero (gravas), indican la existencia de conductos (dolinas, fisuras, y otras) abiertos al exterior y la captación y canalización de cursos fluviales a través de los mismos, siguiendo un modelo de recarga alogénica.

#### 4.2 Análisis palinológico: relación con la secuencia estratigráfica

El análisis palinológico se desarrolló a partir de las muestras tomadas entre el muro del nivel de la fase 3 y la base de la secuencia, en un perfil de 90 cm de potencia (Fig. 3). Los 40 cm basales, constituidos por arenas y limos con arcilla (fase 1) han resultado estériles; sin embargo, en el resto de la secuencia, perteneciente a depósitos del techo de la fase 1 y a la totalidad de la fase 2, se han podido identificar y cuantificar un número de granos de polen suficientes, permitiendo realizar un análisis estadístico de los datos, cuya información gráfica se muestra en la figura 3, conjuntamente con las características estratigráficas del perfil. Los aspectos más relevantes, son: 1- la composición del grupo arbóreo (*Pinus*, junto con *Corylus* y *Ulmus* y, en menor medida, *Fagus*, *Quercus* tipo caducifolio y *Alnus*), que definen unas condiciones templadas y relativamente húmedas; 2- la escasa diversidad taxonómica, fundamentalmente en el grupo herbáceo y arbustivo, como consecuencia del desarrollo del bosque, y 3- la poca influencia que tiene la vegetación arbustiva en el área de estudio.

Respecto a la estructura de la vegetación, los datos revelan la existencia de un ciclo de degradación/recuperación de la masa arbórea, ligada a cambios en su composición. En base a ello se han diferenciado dos zonas polínicas. La zona I, se define en la parte basal de la secuencia, coincidiendo con los niveles negros ricos en materia orgánica localizados a 0,40-0,44 m de la base del perfil; se caracteriza por el dominio del conjunto arbóreo, debido tanto a *Pinus*, que en esta zona tiene su mayor representación, como a *Corylus* y *Ulmus*, acompañados de un pobre cortejo arbustivo y herbáceo (representado exclusivamente por la familia Asteraceae). La presencia, única en el perfil, de Nymphaeaceae, define la existencia de charcas permanentes en el entorno de la cueva, lo que explica la mayor proporción de materia orgánica de este nivel. Posteriormente, se desarrolla un nivel de 15 cm de sedimentos arenosos (a techo de la



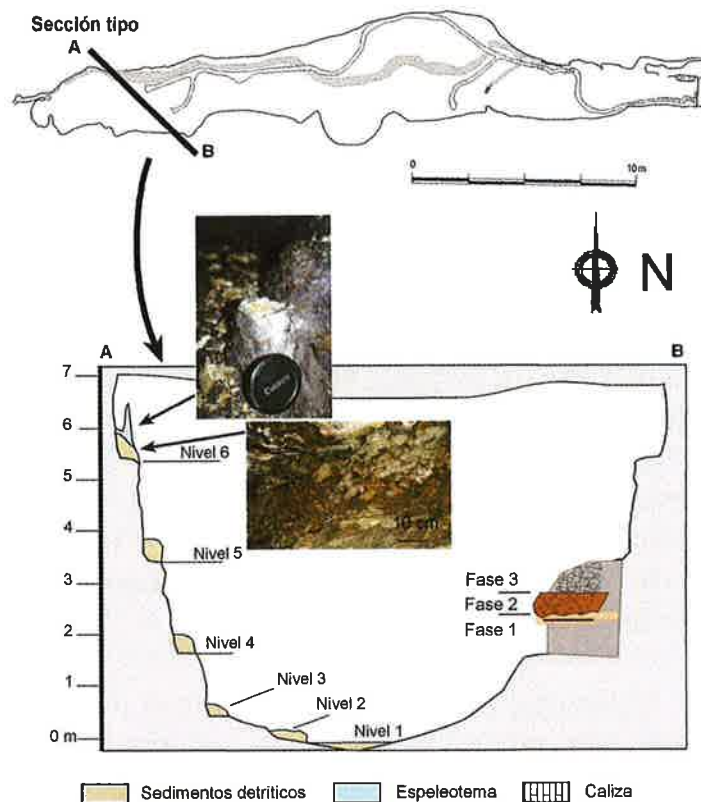


Figura 3. Resultados del análisis polinológico y relación con las características estratigráficas del perfil analizado

fase 2), del que carecemos de información polínica. La existencia de un contacto erosivo y el cambio en las condiciones de sedimentación, podría explicar también las importantes variaciones polínicas que se registran en la zona II. En ella se observa la existencia de un paisaje abierto, dominado por los taxones herbáceos, fundamentalmente Asteraceae, junto a un cortejo diverso, tanto herbáceo como arbustivo (Ericaceae); destaca el desarrollo de *Quercus-c*, y la ausencia de *Ulmus*, que parecen definir unas condiciones de carácter más templado y seco. Posteriormente, se desarrolla un paisaje de bosque no muy cerrado, constituido por *Pinus*, *Corylus* y *Quercus* tipo caducifolio, junto a la recuperación de los bosques de ribera (*Ulmus* y *Alnus*), evidenciando el aumento de la tasa de humedad; la ausencia de pólenes de elementos acuáticos, y por tanto de charcas, parece ser indicativa de una disponibilidad de agua más continua y que a su vez explicaría la importante reducción de Asteraceae; se detectan taxones de carácter nitrófilo. Finalmente, tiene lugar la instalación de un bosque, con unas características similares a las de la zona I, salvo por la incorporación de *Fagus*, y la ausencia de *Corylus*, definiendo así unas condiciones de carácter templado y húmedo, que explican la reducción de Asteraceae y la presencia de Rosaceae, como componentes de un pobre cortejo florístico, desarrollado en el seno de un bosque relativamente denso.

#### 4.3 Resultados geocronológicos e implicaciones paleoambientales

La evolución de la cueva o espeleogénesis parece indicar un carácter netamente descendente

te, por lo que el depósito detrítico del nivel 6, el más elevado en cota, podría ser el relleno más antiguo de la cueva. Aunque, por el momento, no hemos logrado establecer con precisión la relación espeleotemas-niveles aluviales en el sector del perfil analizado, se ha datado un espeleotema de la tercera generación que recubre un depósito aluvial del nivel 6 (figura 2) para disponer, de al menos, una edad mínima. Es evidente que la edad de formación de la estalagmita posdata la entrada aluvial del nivel 6, aunque no podamos especificar el lapso de tiempo que puede haber transcurrido entre los dos procesos geológicos.

Los análisis realizados en la estalagmita que recubre dicho nivel proporcionan una edad de  $3,71 \pm 0,4$  ka BP, en la que la relación  $Th_{230}/Th_{232}$  es de 4, indicando una contaminación detrítica de Th-230 que envejece la datación. Por ello, el *datum* ha sido corregido matemáticamente, proporcionando como resultado  $2,7 \pm 0,5$  ka. En la cavidad se han reconocido también espeleotemas todavía más jóvenes. En uno de ellos, el contaje basal de láminas ha proporcionado una edad de 200 años. Por tanto, ambos valores proporcionarían las edades mínimas para la secuencia palinológica y detrítica estudiada y la secuencia paleoambiental deducida de ella.

A la vista de los datos obtenidos, se infiere que durante el inicio de la secuencia (zona 1) las condiciones reinantes eran relativamente frescas y húmedas, dando lugar a un paisaje local constituido por un bosque relativamente denso de *Corylus* y *Ulmus*, en cuyo seno no fue posible el desarrollo de un sotobosque variado. Estas condiciones serían las causantes de que tan solo algunas malas hierbas y elementos asociados al entorno de alguna charca, detectada en los niveles negros ricos en materia orgánica, pudieran prosperar. En cuanto a la vegetación de carácter regional, estaba constituida por un pinar no muy denso, asociada a un sotobosque de Cupresaceae.

El tránsito a la zona 2 sería explicado mediante el aumento de la temperatura junto a la pérdida de humedad, al menos edáfica. Ello explica la reducción de *Corylus*, la pérdida de *Ulmus* y el desarrollo de *Quercus* tipo caducifolio, junto a un sotobosque de Ericaceae y a una mayor diversidad del conjunto herbáceo, debido fundamentalmente a la instalación de unas condiciones más atemperadas y a un mayor espacio para la colonización. La reintroducción de *Ulmus* y la presencia de *Alnus*, definen claramente el aumento de la tasa de humedad y la disponibilidad de agua, en este caso claramente canalizada, lo que explicaría la ausencia de charcas o su desarrollo con carácter temporal, impidiendo el buen desarrollo de los elementos acuáticos y por tanto su ausencia en el registro polínico. Estos hechos quedan corroborados a nivel litológico; la gran proporción de sedimentos gruesos y subredondeados, inmersos en una matriz arenosa en proporción inferior al 50%, sugieren unas condiciones de transporte típicamente aluviales, en relación con el desmantelamiento por procesos torrenciales, del frente de la rasa de Pimiango, circunstancia mostrada por el análisis geomorfológico del entorno de la cavidad.

Finalmente, la instalación de un bosque relativamente denso, asociado a un pobre sotobosque, tanto arbustivo como herbáceo, revela la instalación y permanencia de unas condiciones de carácter más templado y húmedo, que favorecerían el desarrollo de *Fagus*, en detrimento de *Corylus*.



## 5. Conclusiones

El estudio desarrollado en la Cueva del Pindal ha permitido aportar los primeros datos palinológicos de la cueva, deducir sus implicaciones ambientales y relacionarlos con la evolución de la cavidad, así como con los datos cronológicos disponibles hasta el momento.

Aunque los resultados obtenidos deben ser contrastados con futuras observaciones, el análisis palinológico preliminar realizado permite inferir una primera etapa de evolución paleoambiental caracterizada por la instalación de unas condiciones frescas y húmedas, coincidentes con la presencia de niveles orgánicos del registro; la ausencia de información palinológica, así como la existencia de un hiato sedimentario, explica el cambio detectado a nivel de vegetación, definiendo un ligero incremento de la temperatura y un descenso en la tasa de precipitación. Un nuevo aumento en la disponibilidad de agua, explicaría unas condiciones de transporte típicamente aluviales corroboradas en la gran proporción de sedimentos gruesos y subredondeados, inmersos en una matriz arenosa en proporción inferior al 50%; así, para el techo de la secuencia, la instalación de unas condiciones templado-húmedas, favorecerían, tanto el desarrollo de un bosque relativamente denso, como la sustitución de *Corylus* por *Fagus*.

La datación de espeleotemas que recubren sedimentos fluviales sincrónicos o más antiguos que los analizados proporcionó edades de entre 0,2 y  $3,71 \pm 0,4$  ka BP, que marcarían así un rango de edades mínimas tanto para la serie fluvial como para la secuencia climática deducida a partir de los datos palinológicos. Todos estos datos deben ser contrastados con futuras observaciones geocronológicas y paleoclimáticas, que forman parte de los estudios que se están desarrollando actualmente en la cavidad.

## Agradecimientos

Agradecemos a Ignacio Alonso, Jefe del Servicio de Patrimonio de la Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo del Principado de Asturias, las facilidades en los permisos para trabajar en la Cueva del Pindal. A María Pumariega, responsable de la Cueva del Pindal, su ayuda y disposición durante las tareas de campo. A J.L. Arsuaga y colaboradores, la amable visita realizada en julio de 2003, que permitió la participación de J. Bischoff en el estudio geocronológico de la Cueva del Pindal.

## Referencias

- Bischoff, J.L., Rosenbauer R.J., De Lumley H. y Tavoso A. 1988. A test of Uranium-series dating of fossil tooth enamel: results from Tournal Cave, France. *Applied Geochemistry*, 3, pp. 145-151.
- Bischoff, J.L., Rosenbauer R.J., Moench A.F., y Ku T.-L. 1995. U-series Age Equations for Uranium Assimilation by Fossil Bones. - *Radiochimica Acta* 69, pp. 127-135. Jiménez-Sánchez, M., Anadón-Ruiz, S., Farias, P., García-Sanseguendo, J. y Canto-Toimil, N.(2000):

M. Jiménez-Sánchez *et al.*, 2007. Evolución cuaternaria de cuevas en la costa Cantábrica: investigaciones en el relleno endokárstico de la cueva del Pindal (Asturias, NO de España)

*Estudio geomorfológico de la Cueva del Pindal (Pimiango, Ribadedeva)*. Informe inédito. 55 p. Consejería de Cultura del Principado de Asturias.

Jiménez-Sánchez, M., Anadón-Ruiz, S., Farias, P., García-Sansegundo, J. y Canto-Toimil, N. 2002. Estudio preliminar de la Geomorfología de la Cueva del Pindal (Ribadedeva, Oriente de Asturias). *Geogaceta*, 31. pp. 47-50.

Jiménez-Sánchez, M., Canto Toimil, N. y Anadón Ruiz, S., 2004. Caracterización estratigráfica del relleno sedimentario de la Cueva del Pindal (Ribadedeva, Asturias): implicaciones geomorfológicas. En: Flor, G. (Ed.): Actas de la XI Reunión de AEQUA. pp. 151-158.

Jiménez-Sánchez, M., Bischoff, J., Stoll, H. y Aranburu, A. (en prensa): A geochronological approach for cave evolution in the Cantabrian Coast (Pindal Cave, NW Spain). *Z. Geomorph.*

Martínez García, E., Corrales, I., Valladares, I., Méndez, I., Ramírez del Pozo, J., van Ginkel, A.C., Lamolda, M., Moreno de Castro, E. y Marcos, A. 1980. *Memoria y Mapa Geológico de la Hoja 32 (Llanes)*. Escala 1:50.000 plan MAGNA. IGME. Segunda serie. Primera Edición.

Obeso Amado, R., Rodríguez Calvo, G., Santa Eugenia Morilla, J., Menéndez Rato y colaboradores, 1996. *La Cueva del Pindal*. Informe preliminar. Consejería de Cultura del Principado de Asturias.

Stoll, H. M., Auer, T., Hahn, R. S., Theberge, A. y Jiménez-Sánchez, M. 2005. Can cave deposits in Northern Spain reconstruct the North Atlantic Oscillation? *Geological Society of America. Abstracts with Programs*, vol. 37, nº 1, p. 24. Northeastern Section, 40th Annual Meeting (March 14-16, 2005). Session Nº12: new Developments in the Late Quaternary History of the Northeastern United States and Adjacent Canada (Posters).