

Jiménez-Sánchez, M. et al. 2009. Geomorfología en la Cueva del Pindal (Asturias): del Pleistoceno tardío a la actualidad. En: J. J. Durán y J. López-Martínez (Eds.), *Cuevas turísticas, cuevas vivas*. pp. 41-52. Madrid. Asociación de Cuevas Turísticas Españolas.

Geomorfología en la Cueva del Pindal (Asturias): del Pleistoceno tardío a la actualidad

M. Jiménez-Sánchez⁽¹⁾, A. Moreno^(2,3), H. Stoll⁽¹⁾, M. González-Pumariega⁽⁴⁾, A. Aranburu⁽⁵⁾,
J. Bischoff⁽⁶⁾, J. Uriarte⁽⁷⁾, M. J. Domínguez-Cuesta⁽¹⁾ y B. Valero-Garcés⁽²⁾

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

(2) Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC, Apdo. 202, 50080 Zaragoza

(3) Limnological Research Center, University of Minnesota, 310 Pillsbury Drive SE, Minneapolis, MN 55455 (USA)

(4) Cueva del Pindal (Consejería de Cultura, Comunicación Social y Turismo) Pimiango, Ribadedeva, Asturias

(5) Departamento Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco, Ap. 644-48080, Bilbao

(6) Geologist Emeritus Geological Survey, Menlo Park, CA 94025 USA

(7) Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, Ap. 644-48080, Bilbao

RESUMEN

La Cueva del Pindal (Ribadedeva, Asturias) es conocida desde 1908 por sus manifestaciones de arte rupestre y recientemente ha sido declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Las investigaciones geomorfológicas realizadas en la cueva desde finales de la década de los noventa sugieren la existencia de al menos cuatro generaciones de espeleotemas, definidas a partir de criterios de tamaño y superposición relativa. Las Generaciones 1, 2 y 3 fueron datadas mediante U-Th, mientras que la 4 fue datada mediante contaje basal de láminas. La Generación 1 es más antigua de $166.737,3 \pm 3.284,7$ BP, las dataciones obtenidas para la 2 se sitúan entre 37.165 ± 1430 BP y 4.370 ± 160 BP, mientras que la 3 es más antigua de $2,7 \pm 500$ ka BP. Las estalagmitas de la Generación 4 presentan edades entre 200 y 350 años. Estos datos permiten matizar la relación de los espeleotemas con los eventos geomorfológicos de la zona y estimar que la velocidad de elevación relativa de la costa en este sector del litoral cantábrico es inferior a $0,14$ mm/año.

Palabras clave: costa Cantábrica, cueva, espeleotema, karst, terraza marina

Geomorphology of El Pindal Cave (Asturias): from Late Pleistocene to the present time

ABSTRACT

The prehistorical paintings of El Pindal Cave (Ribadedeva, Asturias) were discovered in 1908, and recently have been declared as Heritage of Humanity by UNESCO. Geomorphological research developed since the end of the 90's in the cave reveals the presence of four generations of speleothems, according to size and superposition criteria. Generations 1, 2 and 3 were dated by U-Th, while the Generation 4 was dated by laminae basal counting. The Generation 1 is older than $166,737.3 \pm 3,284.7$, data for inactive stalagmites from Generation 2 are ranging between $37,165 \pm 1,430$ BP and $4,370 \pm 160$ BP, while a active stalagmite from Generation 3 is older than 2.7 ± 500 ka BP. Laminae basal counting for stalagmites from Generation 4 gave 200 to 350 yr. These data allow us to discuss the relationships between speleothems and geomorphological events in the area, inferring a tentative rate of uplift of 0.14 mm/yr for the Cantabrian Coast in the East of Asturias.

Key words: Cantabrian coast, cave, karst, marine terrace, speleothem

Introducción

La Cueva del Pindal presenta algunas de las manifestaciones de arte rupestre más significativas de la Cornisa Cantábrica. Se localiza en el Este de Asturias (N España), muy cercana al límite con la Comunidad de Cantabria ($4^{\circ}30'W$, $43^{\circ}23'N$, Fig. 1). Presenta una longitud de 590 m, y orientaciones E-O (sector turístico) y ESE-ONO (sector cerrado a la visita), con la boca de entrada a 24 m s.n.m. Desde 1998, en la cueva se han realizado diversos estudios geológicos y geomorfológicos, conducentes a establecer la arquitectura de la cavidad y su relación con el entorno en que se encuentra, así como una aproximación a su evolución temporal. Las investigaciones geomorfológicas desarrolladas durante los últimos años han permitido proponer un modelo cualitativo de evolución de la cueva y su entorno (Jiménez-Sánchez et al., 2002), actualizado y modificado posteriormente mediante el desarrollo de investigaciones geocronológicas (Jiménez-Sánchez et al., 2006, 2007) que han proporcionado los primeros datos geocronológicos absolutos sobre el karst en esta zona, así como una referencia temporal para el desarrollo de las rasas en este sector de la costa cantábrica centro-oriental. Algunos de los aspectos relevantes de la Cueva del Pindal y de otras cuevas de la Cornisa Cantábrica, desde el punto de vista del Patrimonio Geológico han sido señalados por Durán Valsero et al. (2002).

Las investigaciones realizadas sobre la composición química de las aguas de la cavidad han

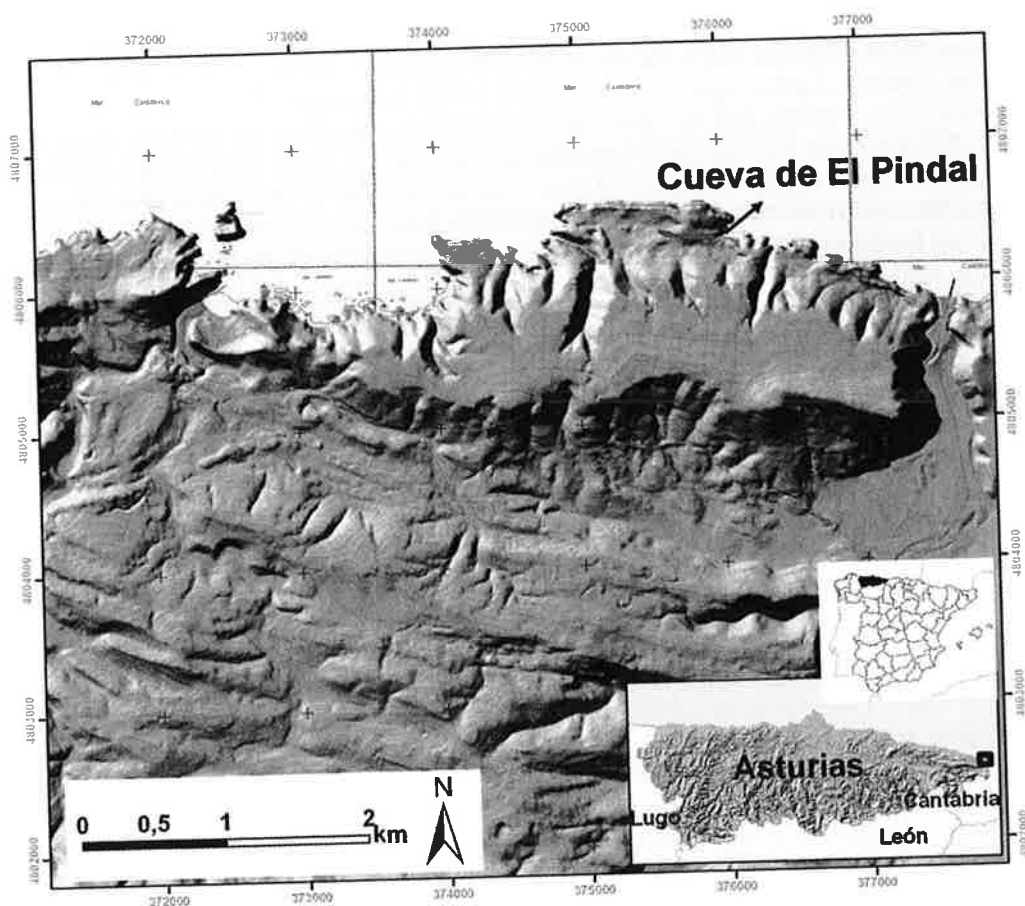


Fig. 1. Localización de la Cueva del Pindal.

permitido establecer, no sólo la calidad de las aguas kársticas, sino una aproximación a su dinámica hídrica e hidroquímica (Stoll *et al.*, 2007; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2008). Finalmente, investigaciones recientes han conducido a la obtención de nuevos datos geocronológicos que han permitido precisar su evolución, al tiempo que se ha comenzado a establecer las características del registro paleoclimático de la cavidad (Moreno *et al.*, en prensa). El objetivo de este trabajo es presentar los datos geocronológicos más recientes de la cavidad, precisando así el modelo de evolución temporal de la cueva previamente establecido.

El interés turístico y cultural de la Cueva del Pindal

Aunque en los últimos años se han realizado diversas investigaciones geológicas y geomorfológicas en la cueva, el interés turístico y cultural de la misma radica en el extraordinario valor de sus manifestaciones de arte rupestre (Fig. 2), que la han hecho merecedora de la concesión del distintivo de Patrimonio de la Humanidad. El descubrimiento científico del arte paleolítico de El Pindal, se debió a la exploración del profesor Hermilio Alcalde del Río en el año de 1908, publicándose poco después. (Alcalde del Río *et al.*, 1911).

El contenido artístico de la cueva se reparte fundamentalmente en cinco zonas de la galería turística, esto es, en la mitad oriental de la cavidad. Se compone de 29 representaciones de animales pintados y/o grabados (14 bisontes, 8 caballos, 4 cérvidos, 1 pez y 2 mamuts) y 7 tipos diferentes de signos pintados. La distribución y localización de estas representaciones a lo largo de la galería no es homogénea ya que son mucho más numerosas en la zona norte que en la zona sur de la misma.

En el lado sur se localizan dos sectores: el primero, a unos 120 m de la entrada, constituido por una pequeña cabeza de caballo dibujada en color rojo en el techo; y el segundo, 180 m al oeste del anterior, formado por un conjunto de representaciones en negro, en muy mal estado de conservación. Se trata de los cuartos traseros de dos cérvidos y la cabeza de un caballo, localizados en un bloque separado de la pared, y de dos signos lineales, uno *ramiforme* y otro *escaleriforme*, pintados en el techo a unos metros del bloque anterior.

En el lado norte se distinguen tres sectores. A unos 250 m de la entrada está el panel principal, que concentra la mayor parte del contenido simbólico de la cueva. Se trata de una pared de unos 10 m de longitud en la que se distribuye ordenadamente una serie de representaciones pintadas en color rojo: seis figuras animales (tres bisontes, una cabeza de caballo, una cierva y una probable representación de mamut) y diversas imágenes de carácter abstracto, agrupadas en conjuntos o individualmente repartidas por la pared (trazos lineales y bastoncillos, puntos, un *laciforme*, dos *escutiformes* y un significativo conjunto de seis *claviformes*). A este dispositivo pintado hay que añadir un amplio número de bisontes y caballos finamente grabados. Cerca del panel principal, caminando hacia el oeste, se encuentra el panel del pez, constituido por una figura grabada de este tipo, un gran bisonte acéfalo también grabado y varias agrupaciones de trazos rojos alineados. Siguiendo hacia el oeste, escasos metros antes del estrechamiento que da paso al sector oculto, se conserva precariamente una de las figuras más conocidas de la cueva, la representación de un mamut, dibujado en rojo y acompañado por dos haces de líneas paralelas del mismo color.

La ubicación cronológica del arte paleolítico de El Pindal no es tarea fácil debido, por un lado, a la ausencia de indicios arqueológicos significativos y, por otro, a los resultados verosímilmente contaminados que ha proporcionado la datación por radiocarbono de una de las figuras negras (10.240 ± 90 BP, Fortea Pérez, 2002). Así, los acercamientos cronológicos habidos hasta la fecha, se han basado en métodos relativos de comparación técnica y estilística y de análisis de superposiciones. Las diversas conclusiones esgrimidas han apostado tanto por tiempos amplios (Alcalde del Río *et al.*, 1911; Jordá Cerdá y Berenguer Alonso, 1954) como breves (Leroi-Gourhan, 1965), pero actualmente predomina un consenso preferente hacia los primeros (Fortea Pérez, 1992; González Sainz y Cacho Artea, 2003). Según esto, una gran parte de las representaciones pintadas de la cueva serían solutrenses o incluso gravetienses (mamut), y la totalidad de las representaciones grabadas corresponderían a una época de fuertes convencionalismos magdalenenses, fase cultural a la que también pertenecerían algunas de las pinturas rojas del panel principal.

El Pindal es en la actualidad una de las cuevas asturianas abiertas a la visita pública y así lo ha sido siempre. Su evidente presencia en el paisaje ha facilitado su conocimiento y su visita libre, con toda probabilidad ininterrumpida desde tiempo prehistórico, pero el descubrimiento científico de sus manifestaciones rupestres favoreció desde fechas tempranas actitudes conservacionistas por parte de ciertos miembros de la población local, destacados profesional e intelectualmente e involucrados públicamente con el patrimonio de la región. Así, la colocación de la primera verja protectora data de 1928. Es difícil valorar el impacto de las visitas durante las décadas siguientes, especialmente el periodo de la Guerra Civil e inmediata Posguerra, pero Jordá Cerdá y Berenguer Alonso (1954) destacaron la necesidad de "efectuar en ella algunas obras de defensa". En esta misma fecha, se dotó a la cueva de la primera instalación eléctrica, la cual no fue modificada hasta los años 80, sustituyéndose las antiguas luces de incandescencia por otras frías. Fue en esta última intervención cuando también se llevaron a cabo nuevos trabajos de acondicionamiento de cierres y recorridos turísticos, así como el establecimiento del actual régimen de visitas, numéricamente restrictivo y regulado por la Consejería de Cultura del Principado de Asturias, organismo público responsable de su protección y gestión.

En julio de 2008, la UNESCO ha declarado a la cueva como Patrimonio de la Humanidad, junto con otras cuevas de la Cornisa Cantábrica.

Evolución geomorfológica de la cueva

Como se desprende de los trabajos anteriormente citados (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2002, 2006, 2007), la evolución geomorfológica del entorno de la cueva es el resultado de la actuación de procesos fluviales, de gravedad, kársticos y marinos. Cabe destacar la presencia de dos terrazas marinas (rasas): Pimiango (125-170 m) y Pindal (50-64 m). Esta última culmina el macizo kárstico en el que se desarrolla la cueva (Fig. 3).

El factor que determina la génesis de la Cueva es la red de anisotropías presentes en el macizo kárstico, principalmente las fracturas subverticales principales de dirección E-O (F1) y su intersección con el sistema subhorizontal (D1). El origen de la cueva debe incluir una fase de



Fig. 2. Ejemplos de manifestaciones de arte rupestre en la Cueva del Pindal. (Cortesía de la Consejería de Cultura del Principado de Asturias).

apertura en condiciones freáticas, siguiendo el eje de la cavidad. Dado el predominio de su orientación E-O, paralela a la costa, no se puede descartar la participación de un fenómeno de mezcla de aguas marina y dulce en su origen, aunque actualmente no se reconocen evidencias morfológicas del mismo. En zonas litorales, la mayor agresividad del agua de mezcla puede generar cavidades freáticas subhorizontales de escasa penetración hacia el continente y paralelos a la costa (Mylroie y Carew, 1990). Este tipo de cavidades pueden considerarse como indicadores de antiguas estabilizaciones del nivel del mar. Posteriormente, la evolución geomorfológica de la cavidad ha estado asociada al encajamiento del curso activo de la cavidad, probablemente en consonancia con el ascenso relativo de la rasa con respecto al borde costero, cuya tasa máxima ha sido estimada en 0,19 mm/año (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2006). Paralelamente a este encajamiento, en el piso visitable de la cueva, localizado en la zona no saturada, se suceden distintos tipos de procesos:

- desprendimientos de bloques del techo en relación con los tres sistemas de discontinuidades anteriormente citados,
- procesos fluviotorrenciales con depósitos de material detrítico silíceo, derivados de la entrada de cauces torrenciales que transportan depósitos procedentes de la denudación de la rasa de Pimiango, localizada más al sur y
- precipitación química de espeleotemas sobre los depósitos aluviales y los de colapso.



Fig. 3. Vista general del macizo kárstico culminado por la Rasa de Pindal (50-64 m.s.n.m.), en el que se ubica la cueva.

En respuesta al encajamiento del curso fluvial, la cueva presenta rasgos morfológicos como la presencia de al menos cuatro niveles de cantos de origen fluvial detectados a distintas alturas relativas sobre el piso actual de la cavidad, el desarrollo de fenómenos de colapso, grietas de tracción y fenómenos de deformación y pérdida de verticalidad en algunos de los espeleotemas localizados en la base de la cavidad.

La aplicación de criterios morfométricos y de superposición ha permitido distinguir al menos cuatro generaciones de espeleotemas (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2006):

- Generación 1: estalagmitas, cascadas y espeleotemas complejos (más de 2 m de anchura y 3 m de altura) que recubren depósitos aluviales y depósitos de colapso y son mayoritariamente inactivos (Fig. 4).
- Generación 2: estalagmitas decimétricas a métricas que recubren a las anteriores, activas ocasionalmente
- Generación 3: estalagmitas decimétricas a centimétricas superpuestas a las anteriores, siendo activas en su mayoría
- Generación 4: estalagmitas activas de tonos muy blancos y tamaños centimétricos que precipitan sobre los anteriores (Fig. 4).



Fig. 4. Aspecto de los espeleotemas de la Generación 1, en este caso recubiertos por estalagmitas de la Generación 4 (detalle en la parte superior derecha de la imagen).

Dataciones cronológicas

Las dataciones llevadas a cabo mediante la técnica de U-Th en los depósitos de la cavidad fueron realizadas en dos fases: en la primera, tras una campaña de recogida de muestras desarrollada en 2004, se analizaron muestras de espeleotemas de las Generaciones 1 y 3. El análisis fue realizado en el U. S. Geological Survey utilizando los procedimientos descritos por Bischoff et al. (1988, 1995). En la segunda fase, se han datado muestras tomadas en la cueva desde 2006, que incluyen, no sólo estalagmitas, sino también un sondeo en una de las masas estalagmíticas. Como se detallará después, las dataciones fueron realizadas en la Universidad de Minnesota Finalmente, en ambas fases de trabajo se tomaron muestras de estalagmitas de la Generación 4, cuya edad ha sido estimada mediante contaje basal de láminas.

Las dataciones de la primera fase permitieron establecer una edad mínima de entre $124,2 \pm 1,5$ ka BP y $73,1 \pm 0,9$ ka BP para un bloque de 75 cm de espesor desgajado de la parte más superficial de una masa estalagmítica perteneciente a la Generación 1 (Jiménez-Sánchez et al. 2006). Por otra parte, la base de una estalagmita activa, atribuida a la Generación 3 dio como resultado $2,7 \pm 0,5$ ka, lo que sugiere una edad holocena para esta generación. Finalmente, los espeleotemas más recientes datados en esta primera fase de trabajo tendrían 200 años.

Con el fin de profundizar en el conocimiento de la evolución temporal de la cavidad, se realizó un sondeo (sondeo 1) para obtener un registro más antiguo en el mismo espeleotema que

había sido datado en la primera fase. Para ello se utilizó un taladro con broca de diamante de 50 mm de diámetro sobre la parte descubierta del espeleotema, de la que se había desgajado el bloque sobre el que se realizaron las primeras dataciones. La perforación alcanzó 102 cm de profundidad y se recuperaron 93 cm de testigo, aunque por motivos técnicos, no se pudo llegar al núcleo. La datación se llevó a cabo mediante U-Th en la Universidad de Minnesota, siguiendo el procedimiento establecido por Edwards et al. (1986). Para ello, se dataron dos muestras de la base del sondeo 1 que dieron como resultado $166.737,3 \pm 3.284,7$ BP y $163.261,3 \pm 8.613,5$ BP. Debido a que el contenido en Th de origen detrítico es mayor en la segunda fecha, el primer valor es el más aceptable. Esta datación indica la edad mínima más antigua obtenida para los espeleotemas de la Generación 1 de la cueva, y permite asignar también una edad mínima al karst.

Asimismo, se dataron tres muestras de estalagmitas actualmente inactivas, interpretadas como pertenecientes a la Generación 2. Los resultados fueron respectivamente: 37.165 ± 1.430 BP a 7.825 ± 75 BP y 13.785 ± 250 BP a 4.370 ± 160 BP y 10.549 ± 177 a 4.201 ± 84 BP.

Finalmente, para los espeleotemas más recientes, que recubren indudablemente a todos los demás, los datos obtenidos mediante contaje basal de láminas proporcionaron edades de 350 años, asumiendo que cada par de láminas corresponde a un ciclo anual. Se podría denominar a esta generación de espeleotemas como "histórica".

Con todo esto, se puede interpretar que, para el momento presente, la secuencia cronológica de las generaciones de espeleotemas preestablecidas en la cavidad es la siguiente:

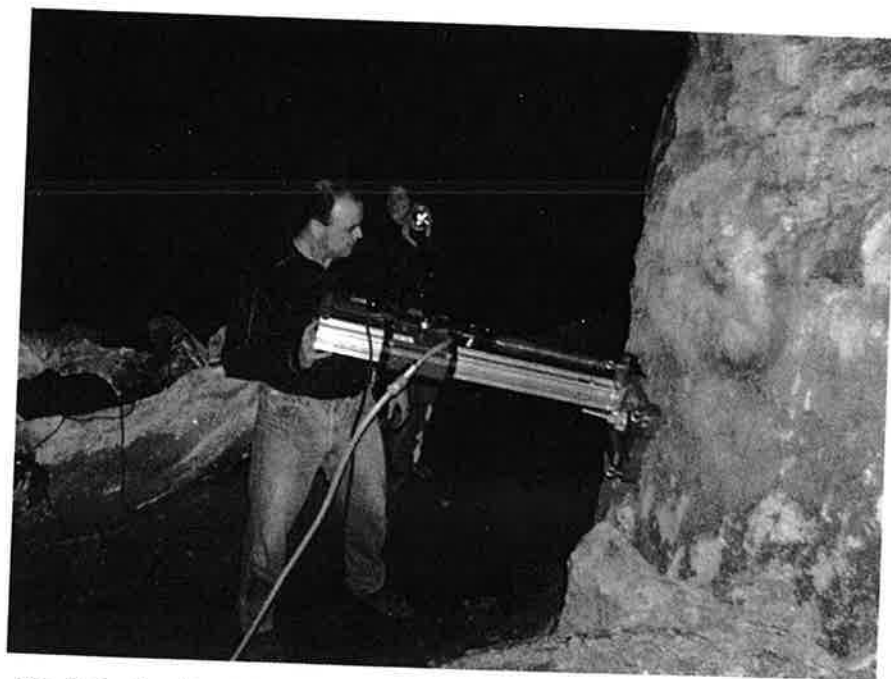


Fig. 5. Realización del sondeo 1 en el espeleotema denominado "La Cebolla".

- Generación 1: espeleotemas más antiguos de 166.000 BP (Pleistoceno)
- Generación 2: espeleotemas más modernos de 37.000 BP (Finales del Pleistoceno)
- Generación 3: espeleotemas más modernos de 2,7 ka (Holoceno)
- Generación 4: espeleotemas históricos (350 años a la actualidad)

Las series fluviales reconocidas en el sector turístico son más modernas de 166 ka, ya que se encuentran recubiertas por espeleotemas asignables a la Generación 1. Los desprendimientos rocosos constituyen procesos activos al menos desde esta misma fecha, ya que estos espeleotemas recubren ocasionalmente bloques de caliza desprendidos del techo.

La figura 6 muestra esquemáticamente la relación entre los distintos espeleotemas datados.

Implicaciones en la geomorfología regional:

En la costa Cantábrica de España, las terrazas marinas (rasas) son un elemento destacado del relieve (Flor, 1983; Mary, 1983) para el que sólo muy recientemente (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2006, Alvarez-Marrón *et al.*, 2007) se han realizado aproximaciones geocronológicas. En la costa Cantábrica oriental, se desarrollan buenos ejemplos de terrazas marinas en relación con macizos kársticos, siendo un buen ejemplo el macizo donde se encuentra la cueva del Pindal, culminado por una rasa de 57 m de altitud media (50-64 m s.n.m.).

De acuerdo con la evidencia geomorfológica anteriormente descrita, el origen de la cavidad

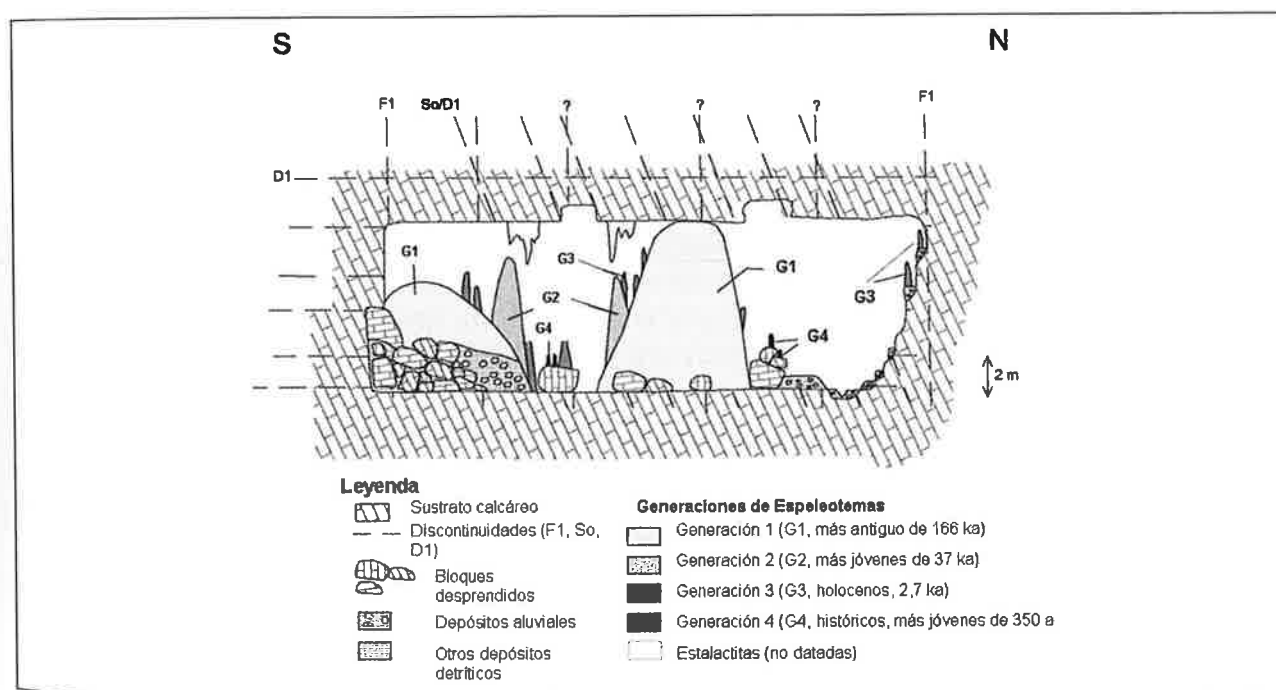


Figura 6. Generaciones de espeleotemas en la cueva del Pindal: esquema conceptual en una sección ideal de la cueva en dirección S-N.

puede ser relacionado con progresivos descensos relativos del nivel de base. La presencia de las rasas indica, no obstante, una elevación del borde costero (Mary, 1983; Flor, 1983; Alvarez-Marrón et al., 2007), aunque todavía no está claro en qué medida se pueden interrelacionar procesos eustáticos y tectónicos. Asumiendo que la cavidad se inició a una cota similar a la del nivel del mar, se puede tomar como referencia la actual cota de la boca de la cueva sobre el nivel del mar (24 m) para hacer estimaciones sencillas acerca de las tasas de elevación relativa del borde costero. Dado que la edad más antigua obtenida para los espeleotemas de la generación 1 (166.737 ka) proporciona la edad mínima para el karst, se podría estimar que la tasa de elevación máxima del margen cantábrico en este sector es de 0,14 mm/año. Así, la edad mínima de la rasa que culmina el macizo kárstico del Pindal (57m de altitud media) se cifraría en 0,407 Ma. Estas estimaciones se sitúan en el rango de los resultados obtenidos establecidos en el occidente de la Costa Cantábrica (entre 0,07 y 0,15 mm/año (Alvarez Marrón et al., 2007), aunque la edad estimada para la rasa es algo menor que las inferidas por estos mismos autores mediante datación con isótopos cosmogénicos (entre 1 y 2 Ma para la rasa occidental a cotas entre 30 y 100 m s.n.m).

Conclusiones

Los trabajos geomorfológicos y geocronológicos realizados hasta el momento en la Cueva del Pindal han permitido asignar edades a las generaciones de espeleotemas definidas hasta el momento en la Cueva del Pindal. Este dato es relevante, no sólo porque da una aproximación cronológica a la edad mínima de formación del karst (166.000 años) sino porque permite matizar la velocidad de elevación del margen cantábrico en este sector, que se estima en 0,14 mm/año. Aunque los resultados son coherentes con las investigaciones que realizan otros autores en el occidente de la Costa Cantábrica, este modelo debe continuar siendo contrastado mediante futuros estudios.

Agradecimientos

Este estudio se enmarca dentro de los proyectos CALIBRE (CGL2006-13327-C04/CLI, subproyecto CAVECAL Cambios Climáticos Rápidos en la Península Ibérica basados en Calibración de Indicadores, Series Instrumentales Largas y Análisis de Alta Resolución de registros en espeleotemas MEC-06-CGL2006-13327-C04-02) y GRACCIE (Multidisciplinary Research Consortium on Gradual and Abrupt Climate Changes, and their Impacts on the Environment), concedidos por el MEC y el proyecto 53/2006, (Red de Parques Nacionales). A. Moreno agradece la financiación obtenida mediante el proyecto IBERABRUPT (Marie Curie OIF). Agradecemos a Ignacio Alonso, de la Consejería de Cultura del Principado de Asturias, las facilidades para el desarrollo de la investigación.

Referencias

- Alcalde del Río, H., Breuil, H. y Sierra, L. 1911. *Les Cavernes de la Région Cantabrique (Espagne)*. Impr. Vve. A. Chéne. Mónaco.

- Alvarez-Marrón, J., Hetzel, R., Niederman, S., Menéndez, R. y Marquínez, J. 2007. Origin, structure and exposure history of a wave-cut platform more than 1 Ma in age at the coast of Western Spain: a multiple cosmogenic nuclide approach. *Geomorphology*, 93 (3-4), 316-334.
- 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, 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*, 69,127-135.
- Durán Valsero, J.J., Jiménez-Sánchez, M., Rivas Areales, A. y Robledo Ardila, P.A. 2002. Las cuevas de la Cornisa Cantábrica: un paraíso subterráneo. En: Nucho del Rivero (Ed.),: *Patrimonio Geológico de Asturias, Cantabria y País Vasco*, 528-560. ENRESA. Madrid.
- Edwards, R.L., Chen, J.H. y Wasserburg, G.J. 1986. ^{238}U - ^{234}U - ^{230}Th - ^{232}Th systematics and the precise measurements of time over the past 500.000 years, *Earth and Planetary Science Letters*, 81, 175-192.
- Flor, G. 1983. Las rasas asturianas: ensayos de correlación y emplazamiento. *Trabajos de Geología de la Universidad de Oviedo*, 13, 65-81.
- Fortea Pérez, J. 1992. "El Pindal (Asturias)". *La Naissance de l'Art en Europe*. Exposition organisée par l'Union Latine, 246-248. París.
- Fortea Pérez, J. 2002. "Trente-neuf dates C14-SMA pour l'art pariétal paléolithique des Asturies. Grotte d'El Pindal (Pimiango)". *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées. Préhistoire, Art et Sociétés*, t. LVII, pp. 21.
- González Sainz, C. y Cacho Toca, R. 2003. "The cave of El Pindal". *Hugo Obermaier – Gesellschaft. 45th annual congress*. Santander.
- 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.: *Actas de la XI Reunión de AEQUA*, 151-158
- Jiménez-Sánchez, M., Bischoff, J., Stoll, H. y Aranburu, A. 2006. A geochronological approach for cave evolution in the Cantabrian Coast (Pindal Cave, NW Spain). *Z Geomorph., N. F. Suppl.*, 147, 129-141.
- Jiménez-Sánchez M., Ruiz-Zapata, M.B., Gil García M.J., Bischoff J. L., Aranburu, A. y Stoll, H. 2007. Evolución cuaternaria de cuevas en la Costa Cantábrica: investigaciones en el relleno endokárstico de la Cueva del Pindal (Asturias, NO España). En: Durán, J.J., Robledo, P.A. y Vázquez J. (Eds.). *Cuevas Turísticas: aportación al Desarrollo Sostenible*. Publicaciones del IGME, Serie Hidrogeología y Agua Subterránea, 24, 243-252, IGME.
- Jiménez-Sánchez, M., Stoll, H., Vadillo, I., López-Chicano, Domínguez-Cuesta, M.J., Martín-Rosales, W. y Meléndez-Asensio, M. 2008. Groundwater contamination in caves: four case studies in Spain. *Internacional Journal of Speleology*, 37 (1): 53 - 66.
- Jordá Cerdá, F. y Berenguer Alonso, M. 1954. "La cueva de El Pindal (Asturias). Nuevas aportaciones". *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos*, nº XXIII, pp. 337-377. Oviedo.
- Leroi-Gourhan, A. 1965; 2ª ed: 1971. *Préhistoire de l'Art occidental*. Mazenod, Paris.
- Mary, G. 1983. Evolución del margen costero de la Cordillera Cantábrica en Asturias desde el Mioceno. *Trabajos de Geología Universidad de Oviedo*, 13, 3-35.
- Moreno, A., Stoll, H., Cacho, I. Vadillo, I, Edwards, R.L., Ito, E., Jiménez-Sánchez, M. y Valero-Garcés, B. (en prensa) Paleoclimate reconstruction from the North Iberian Peninsula since last deglaciation: the El Pindal Cave speleothem record (Asturias, Spain). *Geotemas*.

M. Jiménez-Sánchez et al. 2009. Geomorfología en la Cueva del Pindal (Asturias): del Pleistoceno tardío a la actualidad.

- Mylorie, J.E. y Carew, J.L. 1990. The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, 413-424.
- Stoll, H., Jiménez-Sánchez, M., Auer, T. y Martos, E. 2007. Temporal variations in dripwater chemistry in the Cueva del Pindal (Asturias, NW Spain). En: Durán, J.J., Robledo, P. y Vázquez, J. (Eds.) *Cuevas Turísticas: Aportación al desarrollo sostenible*. Publicaciones del IGME. Serie Hidrogeología y Agua Subterránea, 24. IGME, Madrid.

Stoll, H.
presenc
Asociac

(4)

(5) D

Un r
los a
nes
año
y di
ción
nid
tes
hu
de
tur
año
qu
m
riç
cu
llu
av
H
le

P