



universidad
de león



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**ESTUDIO PATRIMONIAL DE CUATRO
CAVIDADES KÁRSTICAS EN LA
PROVINCIA DE LEÓN**

**HERITAGE STUDY OF FOUR KARST
CAVITIES IN THE PROVINCE OF LEÓN**

Noé Redondo Manga

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Junio, 2020

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. El karst.....	1
3. Material y métodos.....	3
3.1 Cavidades estudiadas.....	3
3.2 Metodología.....	3
4. Contexto geográfico y geológico.....	4
5. Resultados.....	8
5.1 Fichas descriptivas de las cuevas de estudio.....	8
5.1.1 Cueva Las Lendreras.....	8
5.1.2 Cueva de Agujas.....	13
5.1.3 Cueva de Valdeajo.....	16
5.1.4 Cueva de Llamazares.....	20
5.2 Fichas valorativas de las cuevas.....	24
6. Discusión.....	24
7. Conclusión.....	25
Agradecimientos.....	26
Referencias.....	27
Anexos.....	29
Anexo I.....	29
Anexo II.....	36

-Resumen

Este trabajo persigue el estudio patrimonial de cuatro cavidades kársticas de la provincia de León. Para ello, una vez seleccionadas las cuevas que serán objeto de análisis, se identificaron los elementos geomorfológicos más singulares de cada cavidad y mediante el uso de unas fichas de valoración, se procedió al análisis de cada cueva desde el punto de vista patrimonial. Los resultados obtenidos permitieron establecer el potencial de uso, valor patrimonial y el riesgo de degradación de cada cueva, destacando su vocación turística, deportiva o didáctica; así como, la aplicación de medidas de conservación.

Palabras clave: cartografía, cueva, geomorfología, karst, patrimonio geológico, valoración

-Abstract

This work pursues the heritage study of four karstic cavities in the province of León. For this purpose, and once the caves to be analysed had been selected, the most singular geomorphological elements of each cave were identified and, using assessment sheets, each cave was analysed from a heritage point of view. The results obtained allowed us to establish the potential use, heritage value and risk of degradation of each cave, highlighting its tourist, sporting or educational vocation, as well as the application of conservation measures

Keywords: mapping, cave, geoheritage, geomorphology, karst, assessment.

1. Introducción

Las cuevas kársticas se caracterizan por la abundancia de elementos singulares, frágiles y de gran belleza, entre los que destacan una amplia variedad de morfologías y colores de espeleotemas (Durán *et al.*, 2000, Ali *et al.*, 2008, Jiménez-Sánchez *et al.* 2011).

En España, las cuevas kársticas también constituyen un patrimonio geológico de especial interés ya que el “karst en rocas carbonatadas y evaporíticas de la Península Ibérica y Baleares” ha sido declarado “contexto geológico español de relevancia internacional” (Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y Biodiversidad) (Durán Valseo y Robledo Ardila 2009).

Este trabajo se centra en el norte de la provincia de León, donde abundan las rocas carbonatadas con cuevas kársticas desarrolladas en su interior (del Barrio *et al.*, 1997. Gonzalez-Gutiérrez *et al.*, 2017). A pesar de la importancia de este patrimonio geológico, su valor patrimonial está pobremente documentado. Por ello, es de especial interés la caracterización de este patrimonio geológico para poder evaluar su estado de conservación, riesgo de degradación, valor patrimonial, valor científico, valor didáctico y cultural.

2. El Karst

Una cueva es una cavidad subterránea, generada de forma natural o artificial, ya sea esta última por acción de seres humanos u otros animales.

Existen numerosos tipos de cuevas en función del tipo de material en el que se desarrollen (Ford y Williams, 2007). Así, encontramos cuevas originadas en hielo y cavidades volcánicas de diverso tipo, aunque las más frecuentes son las formadas en rocas sedimentarias. Estas últimas se denominan cuevas kársticas por tratarse de cavidades desarrolladas en un modelado denominado relieve de tipo karst.

El modelado kárstico (procedente de Karst, nombre alemán de la región eslovena e italiana de Carso) hace referencia al relieve superficial y subterráneo formado por la disolución química del sustrato rocoso debido a la acción del agua (White, 1988). Estos procesos, actúan sobre varios tipos de rocas, pero aquí nos centraremos en el karst que afecta a un tipo de rocas susceptibles a la disolución química: las rocas sedimentarias carbonatadas y que son, básicamente, calizas (CaCO_3) y dolomías ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Ambas rocas son muy abundantes en la superficie de la corteza terrestre y se caracterizan porque en presencia de CO_2 reaccionan con el agua disolviéndose.

Más del 90% de las cuevas del mundo están desarrolladas en calizas y dolomías, abarcando una superficie de aproximadamente 5 millones de km² (Ford y Williams, 2007). Es decir, un 4% de las áreas emergidas del planeta.

Para el desarrollo de este trabajo se ha realizado un estudio bibliográfico previo que se expone en el anexo I.

Interés patrimonial de las cuevas

El estudio de cuevas kársticas es importante desde diferentes puntos de vista, entre los que destacan el científico, didáctico, cultural-económico, histórico-espiritual y deportivo. (Ballesteros *et al.*, 2019).

-Científico: Las cavidades permiten la reconstrucción del clima y relieve del entorno de la cueva de los últimos millones de años, mediante el estudio de la geomorfología de la cueva, la composición química de los sedimentos y la datación de espeleotemas y otros depósitos de las cuevas. Las cuevas también aportan información sobre la vegetación y fauna de su entorno y constituyen un peculiar ecosistema con fauna troglobia.

-Didáctico: Las cuevas constituyen buenos recursos para la enseñanza de procesos superficiales, especialmente los kársticos.

-Cultural-económico: Algunas cavidades son cuevas turísticas y atractivas para el público en general, por lo que contribuyen al desarrollo socioeconómico del territorio en el que se encuentra.

-Histórico-espiritual: Desde tiempos inmemoriales las cavidades han sido empleadas como refugio o lugares ligados a la religión, ya sea para cultos, celebraciones, rituales etc. Y ellas fueron los primeros habitáculos utilizados por nuestros antepasados en la Prehistoria.

-Deportivo: Existen numerosos colectivos de espeleología que emplean las cuevas como entornos recreativos.

3. Material y métodos

3.1 Cavidades estudiadas

La idea original de este trabajo consistía en estudiar tres cavidades denominadas Las Lendreras, El Burro y La Ensancha. En esas cuevas se pretendía realizar su cartografía geomorfológica dentro de la cueva que, junto con los datos de uso pasado y actual, nos sirviera de base para realizar el análisis patrimonial de cuevas kársticas en la provincia de León.

No obstante, y debido a la crisis sanitaria vivida del COVID-19 que imposibilitó la realización del trabajo de campo, se efectuaron cambios sobre el diseño inicial del estudio. Todos los datos recopilados con anterioridad, en su totalidad de la cueva Las Lendreras y en un porcentaje muy inferior de la cueva de Agujas, han sido utilizados en el trabajo actual. Pero las dos cavidades que no se pudieron visitar (El Burro y La Ensancha) han sido sustituidas por otras cuya información pudo ser recopilada sin la necesidad de visitar las cuevas. Finalmente, las cavidades que han sido estudiadas en este trabajo son las cuevas de Las Lendreras, de Agujas, Llamazares y Valdeajo. En la cueva de Llamazares, gracias a las medidas de flexibilización para el movimiento de la población, pudimos obtener mediante trabajo de campo, la cartografía geomorfológica de la galería turística.

3.2 Metodología

Para la realización de este trabajo se han seguido los siguientes pasos:

- 1) Selección de cavidades de estudio en la provincia de León, que permitan estudiar una diversidad de casos, tanto a nivel de elementos geomorfológicos como de usos.
- 2) Recopilación de toda la información previa existente de cada cueva, incluyendo sus topografías (o planos). En el caso de la cueva de Las Lendreras y Llamazares, la recopilación de la información se completó mediante trabajo de campo.
- 3) Realización de una ficha descriptiva, que incluye la creación de la cartografía geomorfológica de dos cuevas (Las Lendreras y Llamazares) mediante el sistema de información geográfica QGIS. En estos mapas se ha representado los elementos geomorfológicos más importantes sobre la topografía de la cavidad.
- 4) Realización de una ficha valorativa para cada cueva que permita realizar una comparación patrimonial entre todas ellas.

5) Análisis de los resultados

4. Contextos geográfico y geológico

Las cuatro cuevas estudiadas en este TFG se sitúan al norte de la provincia de León, en la denominada Montaña Central Leonesa (Figura 1). En concreto, las cuevas de Las Lendreras y Llamazares se sitúan en el valle del río Curueño y pertenecen ambas al municipio de Valdelugeros. Este entorno geomorfológico del valle del río Curueño fue estudiado por (González-Gutiérrez *et al.*, 2017).

La cueva de Agujas está ubicada en el valle del río Torío y pertenece al municipio de Cármenes.

Por otro lado, la cueva de Valdeajo está ubicada en el municipio de Sabero.



Figura 1. Ubicación geográfica de las cuatro cuevas de estudio. (Fuente: Google maps)

Desde un punto de vista geológico, el norte de la provincia de León pertenece a la Zona Cantábrica del Macizo Ibérico (Figura 2). Dicho macizo está formado por rocas de edad precámbrica a Carbonífera de la Península Ibérica que constituyeron la antigua cordillera Varisca, durante el Devónico Superior y Carbonífero.

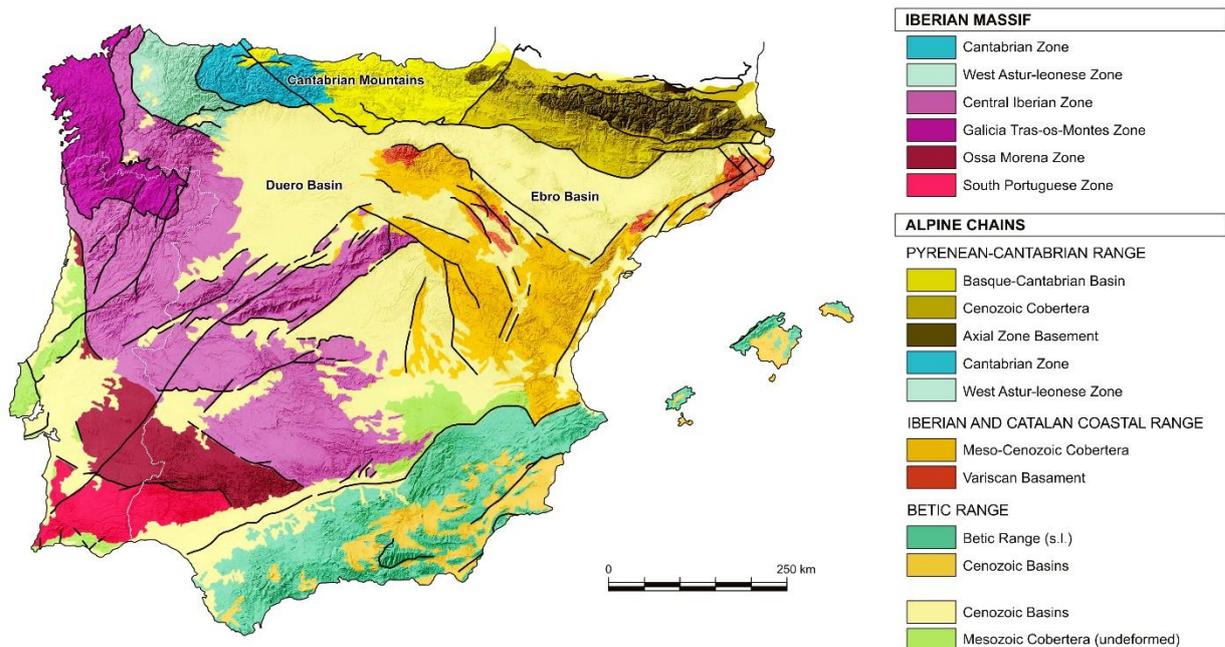


Figura 2. Principales unidades geológicas de la Península Ibérica, que incluye el Macizo Ibérico y, a su vez la Zona Cantábrica. Elaborado por Rodrigo Castaño de Luis a partir de Vera (2004).

Dentro del Macizo Ibérico, la Zona Cantábrica (Figuras 2 y 3), se caracteriza por dos aspectos fundamentales relacionados con la estratigrafía y tectónica:

1. Desde el punto de vista estratigráfico, la Zona Cantábrica es una región formada por la alternancia de rocas clásticas de composición silíceas (areniscas, frecuentemente ricas en cuarzo, lutitas y conglomerados) y carbonatadas (calizas y en menor proporción dolomías y margas). Estas rocas proceden mayoritariamente de los sedimentos depositados en un amplio fondo marino, entre el Cámbrico y el Carbonífero superior, momento en el cual los procesos tectónicos generan el cierre del mar que actuaba como cuenca de recepción de sedimentos.
2. Desde un punto de vista estructural, la Zona Cantábrica posee una tectónica del tipo “piel fina”, caracterizada por el desarrollo de sistemas imbricados de cabalgamientos con pliegues asociados, y la práctica ausencia de metamorfismo. La mayoría de estas estructuras tectónicas se encuentran asociadas a la cordillera Varisca (ver Alonso *et al.*, 2009), que fue desmantelada durante el Mesozoico. Por último, a inicios del Cenozoico, el empuje de la placa africana sobre la Península Ibérica dio lugar a la orogenia Alpina y la cordillera Cantábrica (Alonso *et al.*, 1996).

A su vez, la Zona Cantábrica está dividida en unidades (Figura 3) caracterizadas por presentar diferentes rasgos tectónicos y estratigráficos. Dentro del modelo de división presentado por Alonso *et al.* (2009), las cuevas estudiadas pertenecen a la llamada Unidad de Bodón-Ponga.

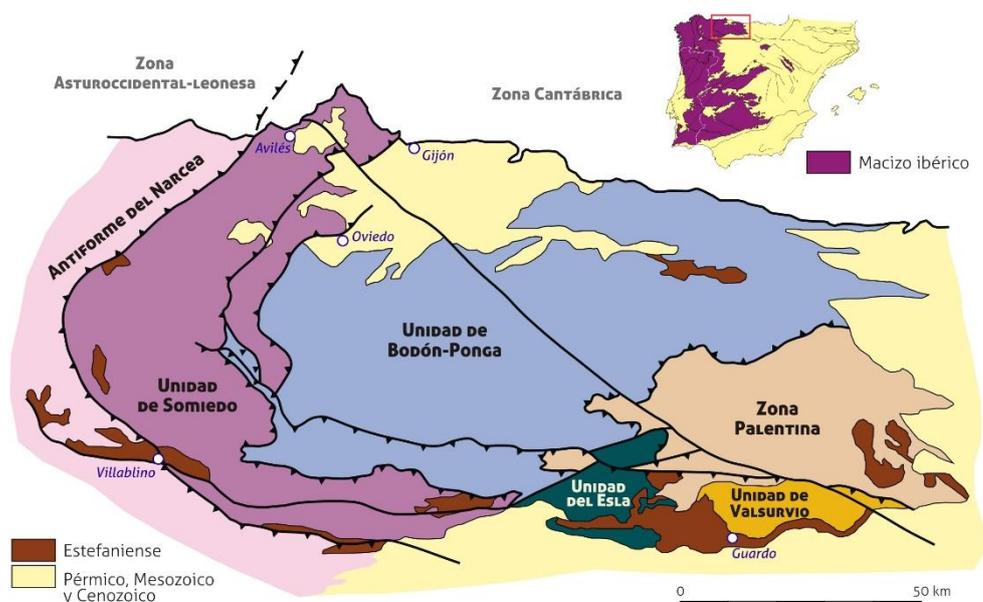


Figura 3. División de la Zona Cantábrica en unidades tectónicas. Elaborado por Rodrigo Castaño de Luis a partir de Alonso *et al.*, (2009)

Dentro de este contexto y desde un punto de vista litológico, tres de las cuevas (Las Lendreras, Cueva de Agujas y Llamazares) estudiadas se encuentran enclavadas en las formaciones carbonatadas del Carbonífero (Figura 4) mientras que la cueva de Valdeajo se encuentra desarrollada en formaciones del Devónico (Figura 5). Los rasgos geológicos principales de estas formaciones serán analizados en el apartado correspondiente a cada cueva.

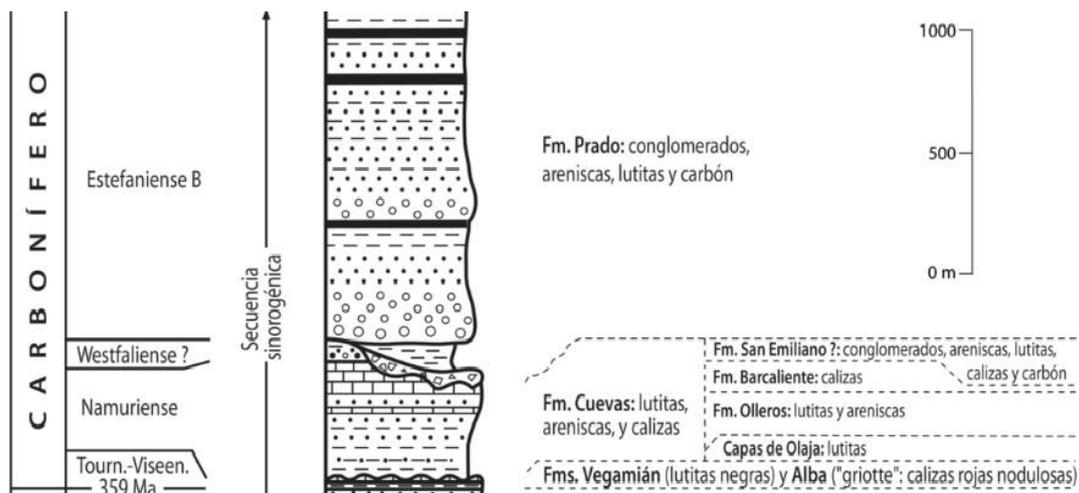


Figura 4. Columna estratigráfica del Carbonífero del norte de León. (Toyos and Aramburu, 2014)



Figura 5. Columna estratigráfica del Devónico del norte de León. (Toyos and Aramburu, 2014)

Desde un punto de vista geomorfológico las cuevas de estudio se localizan en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica. El entorno de las cuevas de estudio está dominado por la presencia de estrechos valles fluviales encajados en un relieve con áreas kársticas, algunas de las cuales estuvieron ocupadas por glaciares en el pasado (González-Gutiérrez *et al.*, 2017). Se desconoce la edad de las cuevas de estudio, pero su desarrollo pudo iniciarse antes de o durante el Pleistoceno Superior por analogía a otras cuevas de la provincia de León (Barea 2001, del Barrio *et al.*, 1997).

5. Resultados

5.1 Fichas descriptivas de las cuevas de estudio

5.1.1 Cueva Las Lendreras

a) Localización geográfica y geológica

La cueva de Las Lendreras se encuentra ubicada en las inmediaciones del pueblo de Tolibia de Abajo, en el norte de la provincia de León, a unos 50 km de la ciudad de León. La cavidad se halla en la cuenca del río Curueño, al norte de las Hoces de Valdeteja (Figura 6).

Esta cueva se desarrolla en el interior de la Peña de la Caldera y presenta dos entradas situadas en las vertientes oriental y sur. La entrada oriental está ubicada a 1225 m s.n.m (sobre el nivel del mar) en el valle del río Curueño, cerca de la carretera LE-321 y sus coordenadas geográficas son 42° 57' 25,3" N y 5° 23' 35,4" W (Datum ETRS89). La entrada sur se encuentra a 1165m s.n.m en el valle del arroyo de Valdemaría, y sus coordenadas geográficas son: 42° 57' 10,06" N y 5° 23' 56,15" W.



Figura 6. Localización de los puntos de entradas oriental y occidental de la cueva Las Lendreras. (Fuente: imagen de Google maps)

Desde el punto de vista geológico, la cavidad se localiza en las calizas de Formación (abreviada como Fm.) Barcaliente, del Carbonífero inferior (Figura 7). A techo de esta unidad se encuentran las cuarcitas ordovícicas de la Formación Barrios y en la base se hallan las calizas rosadas nodulosas de la Formación Alba, clásicamente llamada “Caliza griotte carbonífera”. La Fm. Barcaliente está formada por calizas oscuras, tableadas y laminadas, con un contenido

relativamente bajo en fósiles y frecuentemente con un olor fétido debido a la presencia de sulfuros (Figura 8).

Las rocas del entorno de la cueva de estudio están afectadas por cabalgamientos y otras fallas desarrolladas durante las orogénias Varisca y Alpina (Alonso *et al.*, 1995). Estas estructuras son responsables de la disposición subvertical de las calizas siguiendo una dirección prácticamente este-oeste.

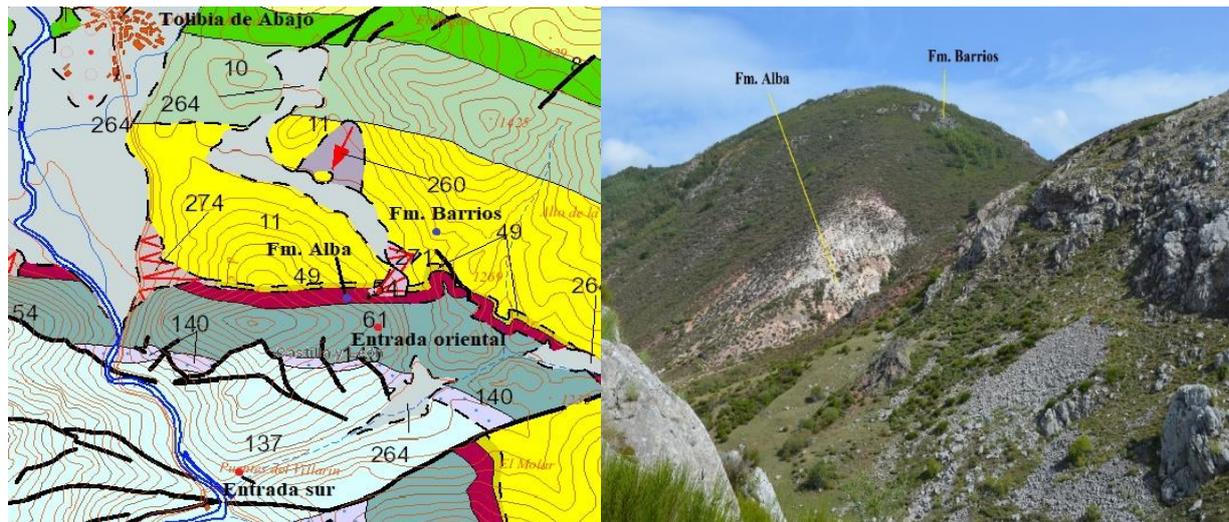


Figura 7. (Izquierda). Mapa ubicación geológica de la cueva. (Merino-Tomé *et al.*, 2013 IGME), Figura 8 (derecha). Formaciones geológicas Barrios y Alba en el entorno de la cavidad (Fuente: elaboración propia)

b) Descripción

La cueva de Las Lendreras (Figura 9), es una cavidad kárstica con un desarrollo aproximado de 1340 m y un desnivel de 50 m de profundidad entre las altitudes de las entradas oeste y sur. Morfológicamente la cueva consta de tres partes: las galerías superiores, los pozos y las galerías inferiores. Las galerías superiores se ubican en el extremo oriental de la cueva y están formadas por conductos y salas de hasta 10 m de diámetro. Parte de estas galerías fueron objeto de la explotación turística infructuosa. Los pozos se ubican bajo las galerías superiores y están formados por una sucesión de tres pozos de hasta 16 m de alto, que permiten acceder al curso de aguas de la cueva. Finalmente, las galerías inferiores comprenden la mayor parte de la cueva e incluyen un río subterráneo de 400 m de longitud, menos de 5 l/s de caudal y dirigido hacia el oeste. En un determinado punto, el agua del río ocupa todo el conducto kárstico dando lugar a un sifón. No obstante, existe una pequeña galería que conecta la galería del río con la entrada sur de la cueva.

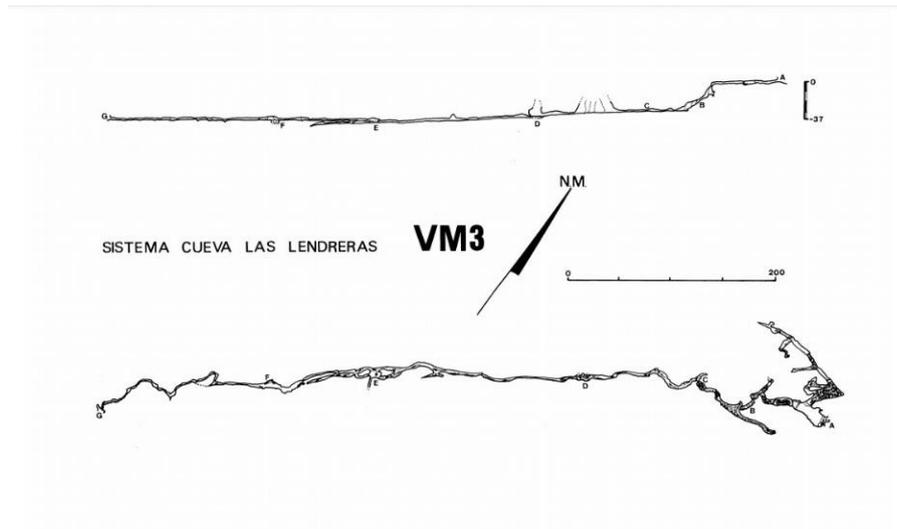


Figura 9. Topografía de la Cueva de Las Lendreras (Archivo de cavidades leonesas. Tomo I)

c) Elementos geomorfológicos singulares

La cueva de Las Lendreras posee una gran variedad de espeleotemas y formas tanto fluviales como gravitacionales (Figura 10)

La entrada superior da acceso a una gran sala donde destaca un techo con abundantes estructuras de tipo roof pendant. En el suelo de esta sala se reconocen pequeños bloques desprendidos, así como una gran columna, mientras que sobre las paredes existen depósitos de gravas y arenas fluviales.

Hacia el noreste, se encuentran galerías con abundantes coladas, estalactitas y estalagmitas.

Al norte de la sala principal, existe una sucesión de tres pozos que comunican con la galería del Río. Estos pozos presentan algunas estalagmitas y estalactitas aisladas y un suelo cubierto de colada.

La galería del Río contiene abundantes formas y depósitos fluviokársticos, como depósitos de arenas y gravas fluviales, además de numerosos roof pendant. Localmente se reconocen estalagmitas, estalactitas, columnas, coladas y gours.

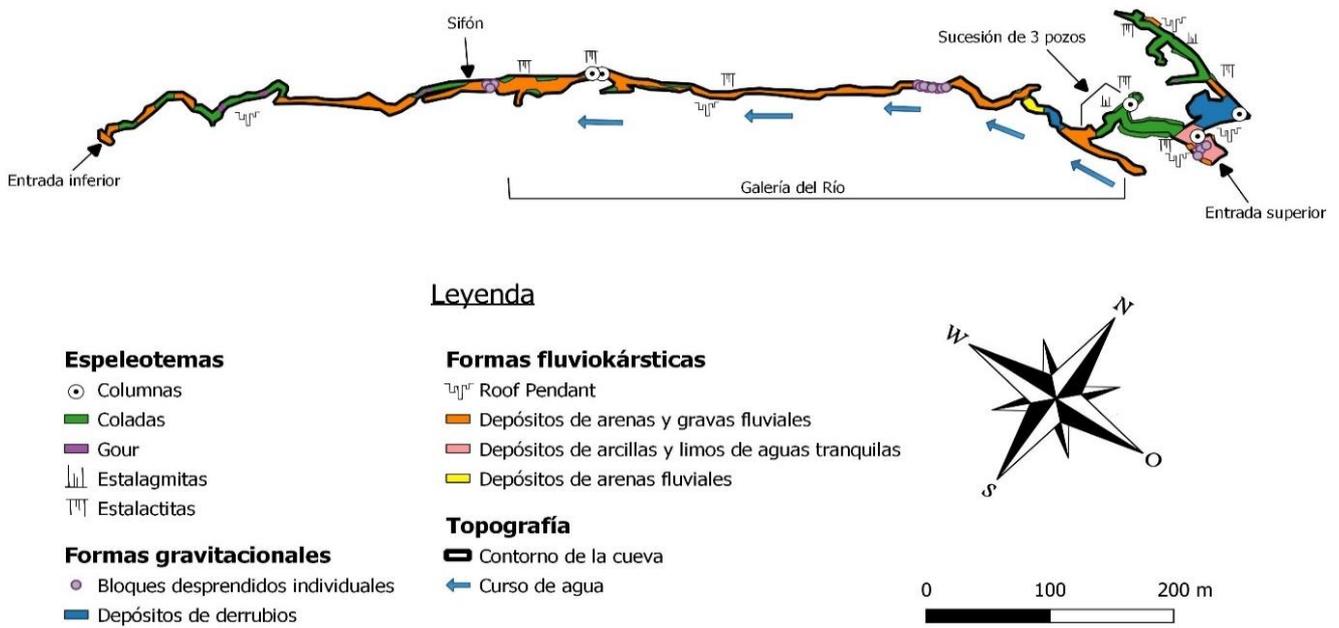


Figura 10. Cartografía geomorfológica de la cueva Las Lendreras elaborada a partir de trabajo de campo



Figura 11. Formas y depósitos de la cueva de Las Lendreras a) Estalactitas b) Roof pendant c) Gours d) Columna e) Estalagmita f) Colada (Fuente: elaboración propia).

d) Usos de la cueva

La cueva de Las Lendreras fue topografiada por el Grupo Espeleológico de Matallana en el año 1981. Posteriormente, el sector de la entrada oriental de la cavidad se intentó explotar turísticamente mediante visitas guiadas por el propietario que por aquél entonces tenía también la cueva turística de Llamazares, situada a 5 km. Por ello, la cueva fue habilitada mediante la construcción de un muro, una puerta y unas escaleras (Figura 12), que se conservan en la entrada este. Al final la explotación turística no se llevó a cabo y a día de hoy, la cavidad es utilizada deportivamente por grupos espeleológicos y empresas de turismo activo. Frecuentemente, los equipos de espeleólogos y las empresas visitan la cueva practicando lo que se denomina como travesía espeleológica que consiste en recorrer la cueva accediendo a ella por la entrada oriental y saliendo por la sur. Para ello, existen anclajes artificiales permanentes en las cabeceras de los pozos verticales e inclinados de la cueva, lo que permite recuperar la cuerda una vez descendido cada pozo y continuar con la travesía.



Figura 12. Muro, entrada y escaleras construidas para la explotación turística de la cavidad (Fuente: elaboración propia)

5.1.2 Cueva de Agujas

a) Localización geográfica y geológica

La cueva de Agujas, se encuentra ubicada en las inmediaciones del pueblo de Canseco, al norte de la provincia de León (Figura 13). La cavidad se halla en la cuenca del río Torío. Esta cavidad se desarrolla en el interior de la ladera del pico del Escarfito. La cueva presenta una entrada situada en la vertiente oriental. Esta entrada está ubicada a 1370 m s.n.m en el valle del río Torío, cerca de la Calle la Palomera y sus coordenadas geográficas son: 42° 58' 40" N y 5° 30' 59" W (Datum ETRS89).

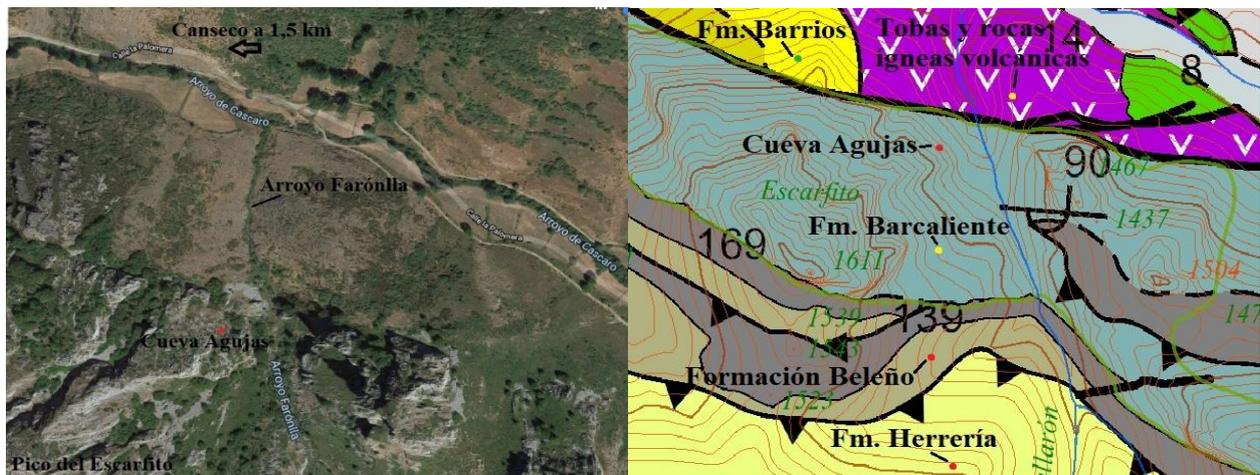


Figura 13(izquierda). Localización de la entrada de la cueva de Agujas (imagen tomada del Google maps), **Figura 14** (derecha). Mapa ubicación geológica de la cueva de Agujas (Merino-Tomé *et al.*, 2013 IGME)

Desde el punto de vista geológico (Figura 14), la cavidad se localiza en las calizas de la Fm. Barcaliente, del Carbonífero inferior. A techo de esta unidad encontramos las cuarcitas de la Fm. Barrios y junto a ella tobas y rocas ígneas volcánicas. Por otro lado, en la base se halla la Fm. Beleño, formada por lutitas, areniscas, margas y calizas bioclásticas. Además, junto a ella se ubica la Fm. Herrería, conformada por areniscas feldespáticas, cuarzoarenitas, lutitas y conglomerados.

Las rocas que rodean la cavidad están afectadas por cabalgamientos y otras fallas desarrolladas durante las orogenias Varisca y Alpina (Alonso *et al.*, 1995).

b) Descripción

La cueva de Agujas (Figura 15), es una cavidad kárstica con un desarrollo de 256 m y un desnivel de 57,8 m. Tomando siempre como nivel 0 m la entrada de la cavidad, el punto más alto de la cueva se ubica a +40,2 m sobre la altitud de la entrada de la cueva, mientras que el punto más bajo se halla a -17,6 m de profundidad respecto a la entrada. Morfológicamente, la cueva consta de dos zonas.

La primera zona se corresponde con una primera galería de 76 m de largo y entre 2 y 3 m de ancho, sin apenas desnivel respecto a la entrada.

La segunda zona es accesible a través de una pequeña galería (gatera) situada al principio de la anterior galería. Esta segunda zona se compone de galerías estrechas con rampas descendentes hasta un pequeño pozo de 5 m de profundidad, que permite acceder tanto a la parte más profunda de la cavidad como a la parte más alta de la cueva.



Figura 15. Topografía de la cueva de Agujas (cortesía del Grupo Espeleológico Matallana)

c) Elementos geomorfológicos singulares

La cueva de Agujas posee una gran variedad de espeleotemas (Figura 16). La cueva se puede dividir en cuatro partes: la zona del Pozo, Sala de las Agujas, El Tobogán y Gran Sala del Kaos.

La entrada y primeros metros de la cueva presentan numerosos depósitos fluviales. En la zona de El Pozo se reconocen estalactitas en el techo y una gran colada en el suelo. Este suelo presenta una fuerte pendiente hacia el suroeste, donde existe un pozo de 5 metros de profundidad que enlaza con el nivel inferior.

En este nivel inferior se encuentra la Sala de las Agujas, la zona más significativa y de mayor belleza de la cueva (Figura 16). Encontramos un techo con estalactitas muy largas y finas, que da nombre a la cueva. En el suelo existen unas estalagmitas muy llamativas, alguna cercana a los 2 m de altura. Además, en esta sala se identifican gours, depósitos fluviales y banderas en las paredes.

Hacia el suroeste se encuentra la zona de El Tobogán, caracterizada por la presencia de una colada inclinada que comunica con la Sala del Kaos, de grandes dimensiones y con abundantes bloques desprendidos.



Figura 16. Cueva de Agujas a) Estalactitas b) Banderas c) Entrada a la cueva de las Agujas d) Estalagmitas (Fuente: elaboración propia)

d) Usos de la cueva

La cueva de Agujas fue topografiada por el Grupo Espeleológico de Matallana en el año 1983. A día de hoy, la cueva es utilizada por empresas de turismo activo, que ofertan actividades en el interior de la cueva. Además, es una cavidad muy frecuentada por los grupos de espeleología

5.1.3 Cueva de Valdeajo

a) Localización geográfica y geológica

La cueva de Valdeajo se encuentra situada en las inmediaciones del pueblo de Sabero, a 2,5 km de Sahelices de Sabero, en el norte de la provincia de León y a unos 70 km de la ciudad de León (Figura 17). La cavidad se sitúa en la margen izquierda del Arroyo de la Mina y se desarrolla muy cerca de la Collada del Cuervo.

La cavidad presenta una única entrada situada en la vertiente occidental. Esta entrada está ubicada a aproximadamente a 1160 m s.n.m y sus coordenadas geográficas son 42° 51' 15,5" N y 5° 10' 27,06" W (Datum ETRS89).

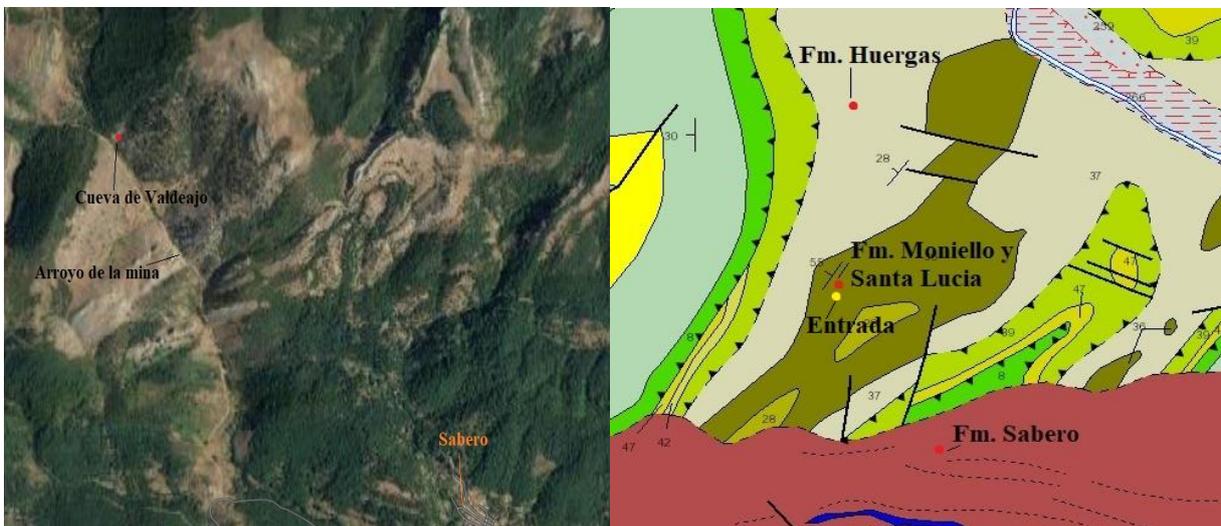


Figura 17 (izquierda). Localización del punto de entrada de la cueva de Valdeajo (imagen tomada de: Google maps), Figura 18 (derecha). Mapa ubicación geológica de la cueva de Valdeajo (Merino-Tomé *et al.*, 2013, IGME)

Desde el punto de vista geológico (Figura 18), esta cavidad está ubicada en las calizas grises de la Fm. Santa Lucia, de edad Emsiense-Eifeliense, en el Devónico Inferior. A techo de esta unidad se encuentra la Fm. Huergas, lutitas oscuras. En las proximidades y mediante contacto discordante con los materiales descritos, se encuentran los conglomerados, areniscas y lutitas de la Fm. Sabero (Merino-Tomé *et al.*, 2013)

b) Descripción

La cueva de Valdeajo (Figura 19), es una cavidad kárstica con un único punto de acceso y posee un desarrollo aproximado de 50 m y un desnivel de 20 m entre los puntos más alto y más bajo de la cueva.

La morfología de la cueva es relativamente simple. La entrada es una zona estrecha, pero se ensancha a medida que se desciende hasta alcanzar la Gran Sala, de más de 10 m de alto. Esta es la zona más representativa de la cavidad, por la abundancia y conservación de los espeleotemas.

La Gran Sala presenta un resalte de 5 m que da paso a la zona más baja.

Cabe mencionar la existencia de restos óseos sin identificar en el interior de la cavidad

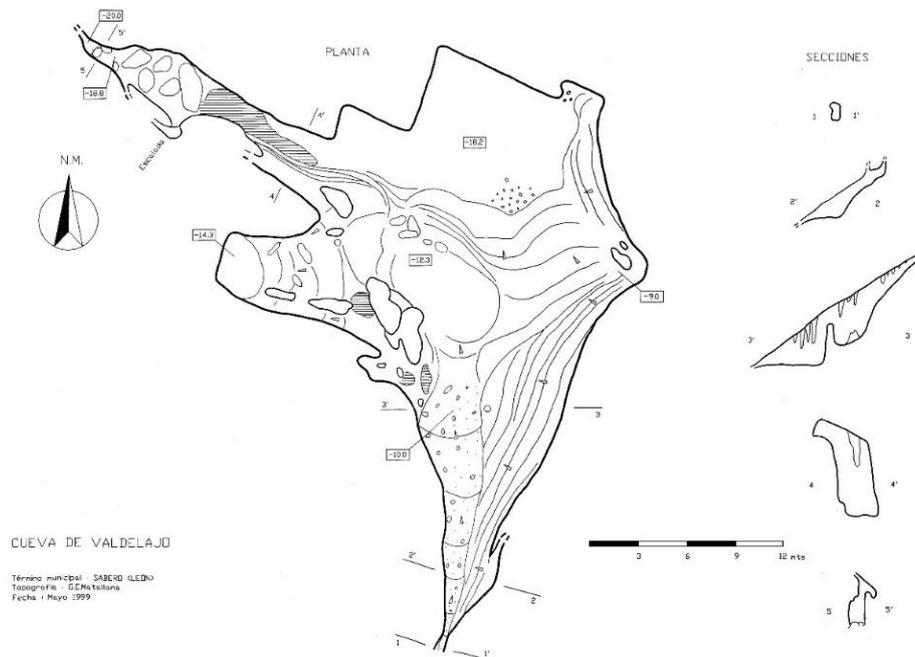


Figura 19. Topografía de la cueva de Valdeajo (cortesía del Grupo Espeleológico de Matallana)

c) Elementos geomorfológicos representativos

La zona más representativa de la cavidad es la Gran Sala. En ella se pueden encontrar multitud de espeleotemas bien conservados (Figura 20).

Las coladas en esta Gran Sala son muy abundantes cubriendo suelos y paredes.

Destaca la diversidad de tamaños que podemos encontrar de estalactitas, así como de numerosas estalagmitas y columnas, éstas últimas de reducido grosor. Además, sobre las paredes se puede observar moonmilk.

También aparecen banderas y alguna forma subacuática como gour o perlas de caverna, también conocidas como pisolitas.

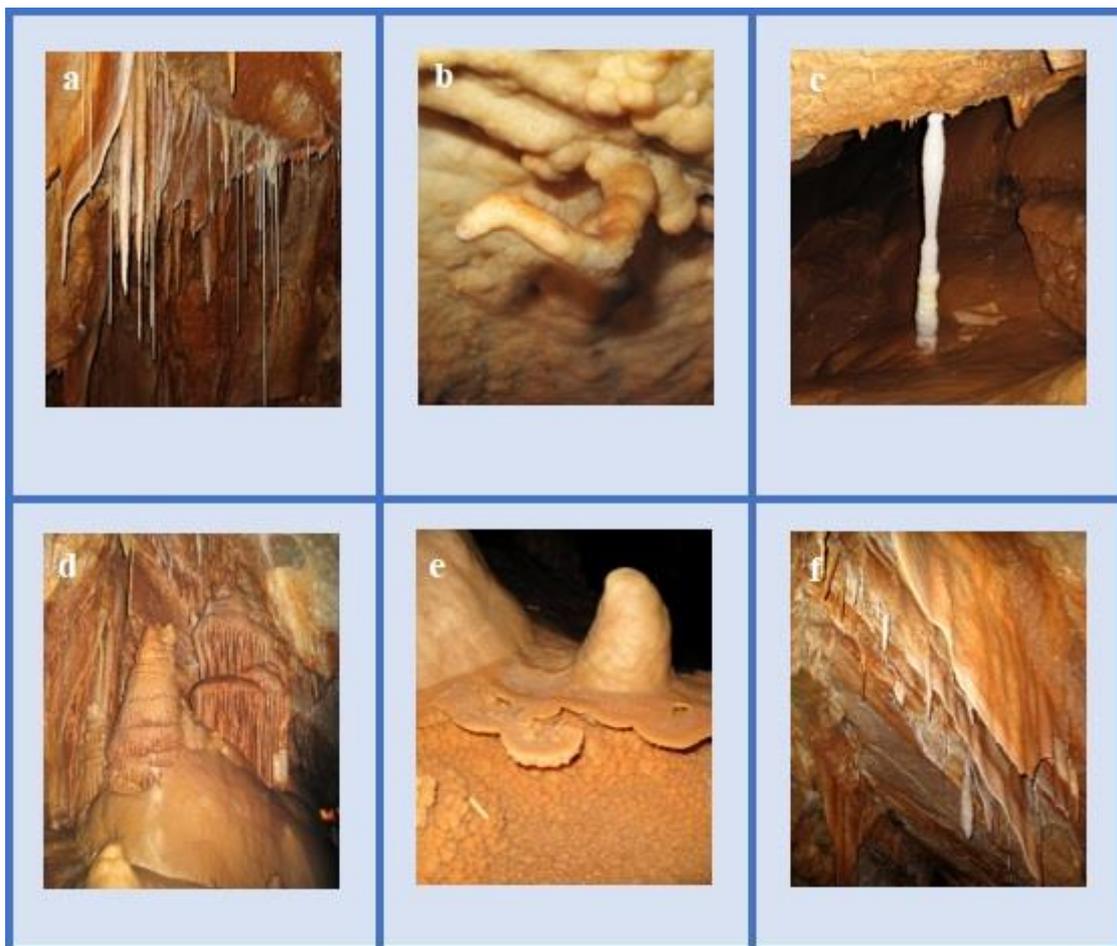


Figura 20. Cueva de Valdeajo a) Estalactitas b) Anemolitos c) Columna y colada d) Colada, banderas y estalagmitas e) Gour y estalagmita f) Bandera. (imágenes cortesía de Rodrigo Castaño de Luis)

d) Usos de la cueva

La cueva de Valdeajo fue topografiada por el Grupo Espeleológico de Matallana en 1999. Una vez se puso en conocimiento del ayuntamiento de Sabero la existencia de dicha cavidad, la entrada fue acondicionada mediante una puerta y escaleras, permitiendo así la magnífica preservación actual que tienen los espeleotemas.

Posteriormente la cueva ha sido objeto de varios estudios y su principal uso es turístico. Para ello ha sido acondicionada con accesos, iluminación y una puerta en la entrada (Figura 21) Es la Junta Vecinal de Sabero, la que se encarga de la gestión y explotación de la cueva a través de personas designadas por ella para la realización de visitas guiadas.



Figura 21. Entrada de la cueva de Valdeajo (imagen cortesía de Rodrigo Castaño de Luis)

5.1.4 Cueva de Llamazares

a) Localización geográfica y geológica

La cueva de Llamazares, se encuentra ubicada en las inmediaciones del pueblo de Llamazares, en el norte de la provincia de León y a 57 km de la ciudad de León. La cavidad se halla en la cuenca del río Curueño y se desarrolla en el interior de la Peña Coribus (Figura 22).

La cueva presenta una única entrada en la vertiente sur de la citada peña. Esta entrada está ubicada a 1475 m s.n.m, cerca de la carretera LE-3603 y sus coordenadas geográficas son 42° 58' 13,5" N y 5° 26' 26,9" W (Datum ETRS89).

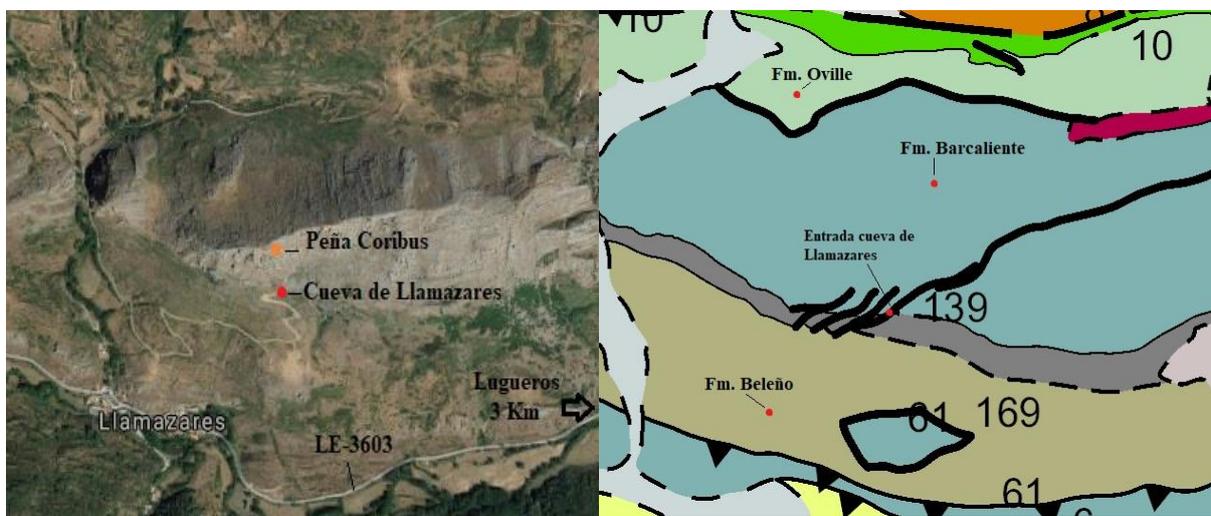


Figura 22 (izquierda). Localización de la entrada de la cueva de Llamazares. (imagen tomada de Google maps), **Figura 23** (derecha). Mapa geológico del entorno de la cueva de Llamazares (Merino-Tomé *et al.*, 2013 IGME)

Desde el punto de vista geológico, la cavidad se localiza en las calizas de la Fm. Barcaliente, del Carbonífero inferior (Fig 23). Estas están formadas por calizas oscuras, tableadas, laminadas y frecuentemente con un olor fétido debido a la presencia de sulfuros. A techo de esta unidad encontramos las lutitas y cuarzoarenitas de la Fm. Oville del Cámbrico, debido a la presencia de una falla y en la base de las calizas se hallan las lutitas, areniscas, margas y calizas bioclásticas de la Fm. Beleño del Carbonífero (Merino-Tomé *et al.*, 2013).

b) Descripción

La cueva de Llamazares (Figura 24), es una cavidad kárstica con un desarrollo aproximado de 700 m y un desnivel de 50 m entre los puntos más alto y bajo de la cueva.

Morfológicamente, la cueva tiene una forma aproximada de U en planta, con dos galerías unidas entre sí al sur de la cavidad. Estas dos galerías paralelas siguen una dirección norte (Figura 24). Así mismo, se diferencia una zona dedicada al turismo y otra cerrada al público. La zona turística se encuentra en la galería oriental ya que es el conducto de mayores dimensiones y trazado más sencillo. Al sur de esta galería se aprecia un sumidero que ocupa casi por completo la galería, por lo que se habilitó una pasarela. En total existen 4 sumideros a lo largo de esta galería visitable.

Por el contrario, la galería occidental presenta pasos estrechos y ramificaciones laterales, así como dimensiones más modestas.

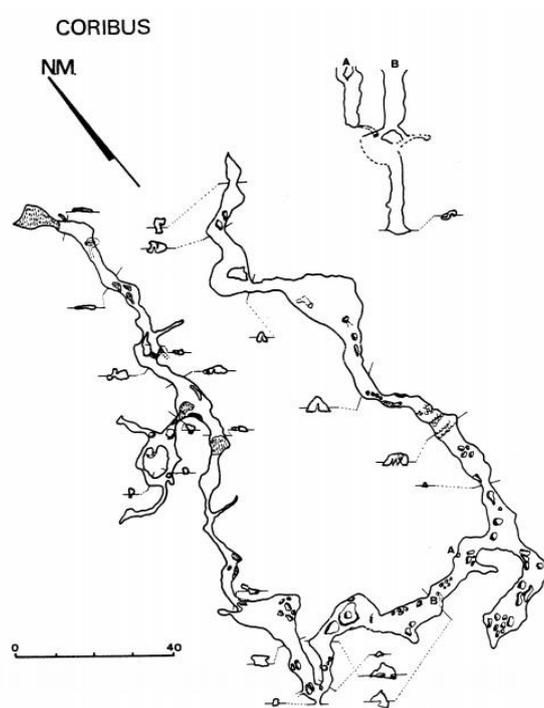


Figura 24. Topografía de la cueva de Llamazares (cortesía del Grupo Espeleológico de Matallana)

c) Elementos geomorfológicos singulares

La cueva de Llamazares presenta gran variedad de espeleotemas (Figura 25). Lo que hace esta cavidad tan especial es la gran concentración de coralloides que recubren sobre todo la mitad inferior de sus paredes.

En la entrada se pueden apreciar depósitos de origen antrópico (Figura 25), así como un techo con abundantes roof pendant.

Prácticamente en su totalidad, el suelo y las paredes de la cueva están cubiertas por coladas y se reconocen abundantes bloques desprendidos sobre los que han precipitado coladas y coraloides.

En el primer tercio de la galería visitable turísticamente, destaca la presencia de depósitos fluviales de cantos y gravas, depósitos fluviales de arenas, y depósitos de derrubios situados bajo las coladas. En estas zonas existen pocos espeleotemas, como algunas estalactitas.

En el segundo tercio de la galería es donde se encuentra la mayor concentración de coraloides (Figura 25). Así mismo, se observan numerosas estalactitas, estalagmitas, una columna aislada y a lo largo de un pasillo y su posterior sala aparecen los gour. También existen roof pendant, aunque no se aprecian con claridad.

En el último tercio se reconocen numerosas coladas recubriendo paredes y suelo y algunos depósitos fluviales de cantos y gravas, bloques individualmente desprendidos y una pequeña concentración de excéntricas en la última parte de la galería (Figura 25).

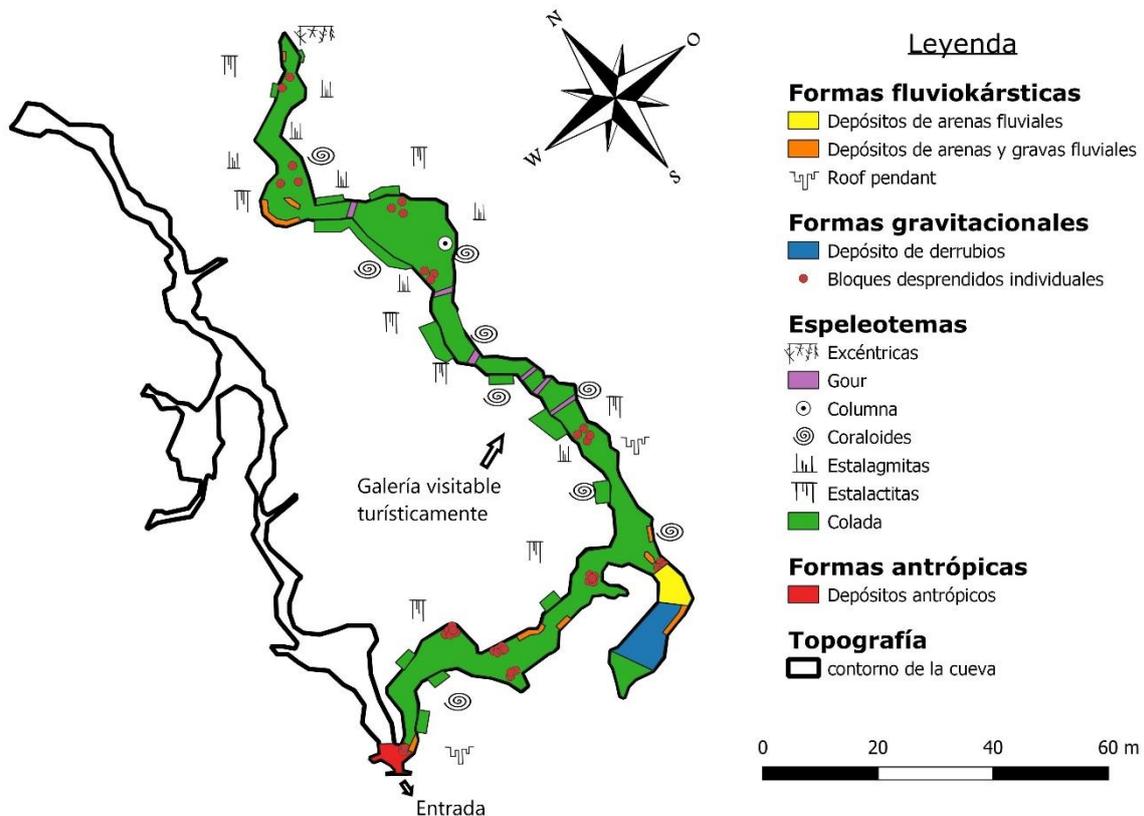


Figura 25. Cartografía geomorfológica de la zona turística de la cueva de Llamazares (Fuente: elaborada a partir de trabajo de campo)

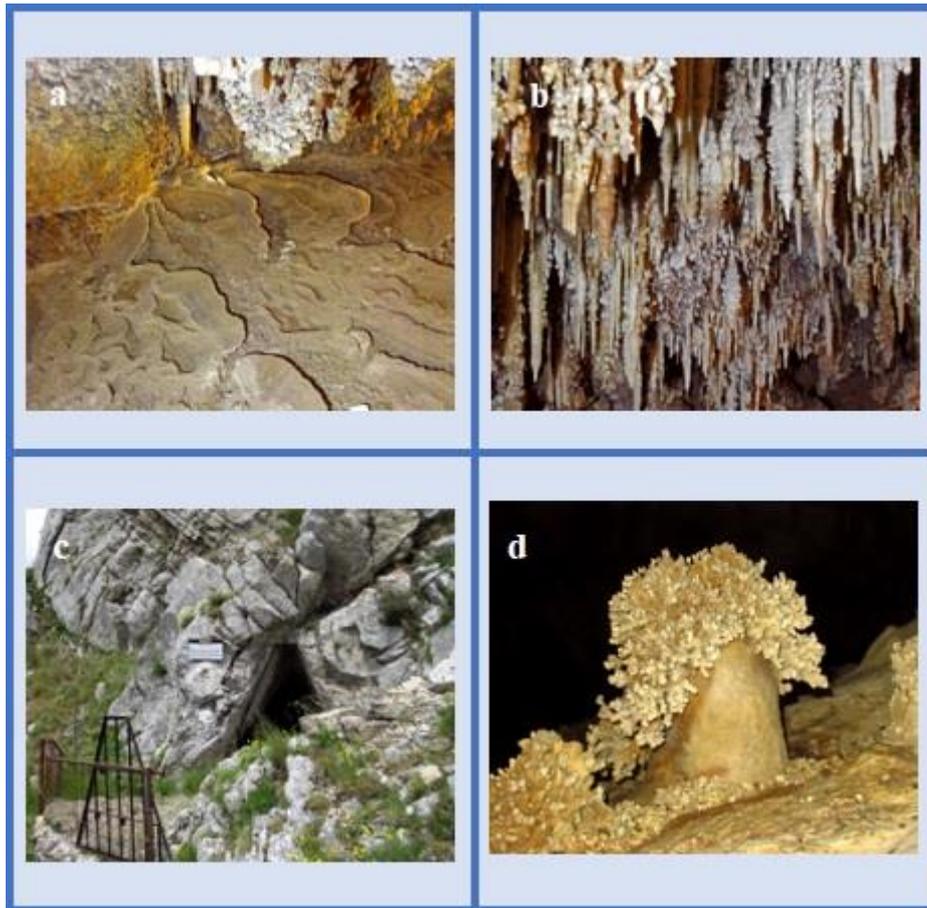


Figura 26. Cueva de Llamazares a) Gours b) Estalactitas recubiertas de coraloideas c) Entrada de la cueva d) Coraloideas recubriendo una estalagmita. (imágenes cortesía de Rodrigo Castaño de Luis)

d) Usos

La cueva de Llamazares ha sido empleada casi exclusivamente con fines turísticos durante las últimas décadas. Previamente a su explotación, la cavidad fue visitada con fines deportivos, científicos-espeleológicos para la exploración y la topografía por parte del Grupo Espeleológico de Matallana y otros colectivos espeleológicos.

La gestión de la cueva es ejercida por la Junta Vecinal de Llamazares, cuya explotación es licitada mediante concurso público. La cueva ha tenido dos concesiones de explotación separadas por un periodo de 4-5 años en el cuál permaneció cerrada al público.

Desde el año 2016, se han retomado las visitas turísticas con un total de visitantes anual que en función de las circunstancias que se den en la temporada de apertura puede rondar los 2000 visitantes, siendo agosto el mes de mayor afluencia.

5.2 Fichas valorativas de las cuevas

Se ha realizado una valoración de las cuatro cavidades mediante el diseño de fichas de valoración adaptadas al tipo de lugar de interés geológico (LIG) que aquí se trata, basándose estas en las fichas de valoración de los LIG de la provincia de León (Fernández-Martínez y Fuertes-Gutiérrez, 2009). Para ello se han considerado los tres apartados básicos que son: valor patrimonial, potencialidad de uso y riesgo de degradación.

En el Anexo II se detalla la valoración de cada apartado, incluyendo las fichas de cada cueva.

6. Discusión

La tabla. 1 resume los resultados derivados del análisis patrimonial de cada cavidad.

Tabla 1. Resumen del análisis patrimonial de las cuatro cavidades de estudio, indicando la puntuación alcanzada respecto a la puntuación potencial máxima del valor patrimonial, potencial de uso y riesgo de degradación

<u>CUEVA</u>	<u>VALOR PATRIMONIAL</u>	<u>POTENCIALIDAD DE USO</u>	<u>RIESGO DE DEGRADACIÓN</u>
Cueva de Las Lendreras	33/45 (Alto)	13/25 (Medio-bajo) Deportivo	12/30 (Medio-bajo)
Cueva de Agujas	34/45 (Alto)	11/25 (Medio-bajo) Deportivo	14/30 (Medio-bajo)
Cueva de Valdeajo	38/45 (Muy alto)	17/25 (Medio-alto) Turístico	21/30 (Medio-alto)
Cueva de Llamazares	36/45 (Muy alto)	17/25 (Medio-alto) Turístico	17/30 (Medio-alto)

Con estos resultados podemos afirmar que, de las cuatro cavidades, la Cueva de Valdeajo y Llamazares tienen una vocación turística. Esto es debido a su muy alto valor patrimonial y su mayor potencialidad de uso. La diferencia de potencialidad de uso, mayor en la cueva de Valdeajo y menor en la cueva de Llamazares, radica principalmente tanto en el acceso a la cavidad como la accesibilidad interior ya que la segunda plantea muchas más dificultades.

Ambas cuevas presentan un riesgo de degradación medio-alto. Para ello deben tomarse medidas como:

- Control de visitas diarias y anuales.
- Monitorización del estado de conservación mediante la toma continuada de parámetros ambientales en el interior de la cueva.

Además, y debido a que su uso es básicamente turístico, recomendamos:

- Acciones que promuevan la restauración y limpieza de las zonas donde se necesite.
- Mejora del material interpretativo que se ofrece al visitante.

Por otro lado, las cuevas de Las Lendreras y de Agujas tienen menor potencial de uso y su riesgo de degradación es también más reducido. Son cuevas que podrían enfocarse preferentemente al turismo de aventura y de clubes deportivos. No por no estar destinadas al turismo y tener menor valor patrimonial dejan de ser importantes; por ello se proponen algunas medidas de conservación.

- Formación de los guías de turismo de aventura para el control de los clientes en las zonas más vulnerables de estas cuevas.
- Solicitud de visita a la Junta Vecinal. En el caso de Las Lendreras al pueblo de Tolibia de Abajo y en el caso de Agujas al pueblo de Canseco para llevar un seguimiento de los visitantes.

7. Conclusión

Se ha realizado un estudio bibliográfico preliminar del modelado kárstico (Anexo I) con el fin de poder interpretar correctamente la geomorfología de las cuevas de estudio. Se han seleccionado cuatro cavidades (Las Lendreras, de Agujas, Valdeajo y Llamazares) de la provincia de León para realizar sobre ellas un estudio patrimonial en profundidad.

Se ha realizado la contextualización geográfica y geológica de las cuatro cuevas estudiadas, además de la descripción topográfica y geomorfológica presentes en las mismas. En este contexto, se ha elaborado, la cartografía geomorfológica de la cueva de Las Lendreras y la de Llamazares, que constituyen los primeros mapas de este tipo elaborados en cuevas de la provincia de León.

Además, se han elaborado unas fichas valorativas creadas específicamente para este trabajo, que nos permiten reconocer el valor patrimonial de cada cavidad, su potencialidad de uso, su grado de conservación y su riesgo de degradación. Los datos de estas fichas permiten establecer la vocación de cada cueva y proponer medidas para el uso y gestión de las mismas.

8. Agradecimientos

En estas líneas me gustaría agradecer a todas las personas que me han ayudado y apoyado para que este TFG salga adelante.

En primer lugar, gracias a mi tutora Esperanza Martínez por darme la oportunidad de trabajar en este campo de la geología que son las cuevas, por sus correcciones, su paciencia y por guiarme siempre que he tenido algún tipo de dificultad.

A Daniel Ballesteros, mi cotutor. Por su disponibilidad, paciencia y ayuda en el trabajo de campo, así como su minuciosa revisión del texto. Además, gracias a él he podido aprender multitud de conocimientos y acercarme un poco más al campo de la espeleología.

A Elena y Natalia, guías de la cueva de Llamazares, por darme la oportunidad de poder trabajar al lado de su amplia experiencia.

A Rodrigo Castaño de Luis por su amabilidad a la hora de compartir fotografías conmigo que de otra forma no habría podido conseguir.

Al Grupo Espeleológico de Matallana por compartir su experiencia y amplios conocimientos.

A mis padres, hermano, pareja y el “pequeñín” por el apoyo que me han dado siempre y por su gran ayuda en el trabajo de campo de este TFG.

9. Referencias

- Ali C.A., Mohamed K.R. & Komoo I. (2008). "Geoheritage of Pulau Balambangan, Kudat, Sabah". *Bull. Geol. Soc. Malaysia* 54, pp. 91–95.
- Alonso, J. L., Álvarez Marrón, J., Aller, J., Bastida, F., Farias, F., Marcos, A., Marquínez, J., Pérez-Estaún, A. and Pulgar, J. A. (1995) "Estructura de la Zona Cantábrica", *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, (December 2015), pp. 423–434.
- Alonso, J. L., Marcos, A. and Suárez, A. (2009) "Paleogeographic inversion resulting from large out of sequence breaching thrusts: The León Fault (Cantabrian zone, NW Iberia). A new picture of the external Variscan thrust belt in the Ibero-Armorican arc", *Geologica Acta*, 7(4), pp. 451–473.
- Alonso, J. L., Pulgar, J. A., García-Ramos, J. C. and Barba, P. (1996) "Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain)", *Tertiary Basins of Spain*, (February 2015), pp. 214–227
- Ballesteros, D., Fernández-Martínez, E., Carcavilla, L. and Jiménez-Sánchez, M. (2019) "Karst Cave Geoheritage in Protected Areas: Characterisation and Proposals of Management of Deep Caves in the Picos de Europa National Park (Spain)", *Geoheritage*. *Geoheritage*, 11(4), pp. 1919–1939
- Barea, J. (2001) "Geomorfología y evolución paleoclimática durante el cuaternario a partir de estudios de los macizos kársticos de los bordes del Sistema Central y de Valporquero", León. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. P. 112.
- Biogeociencia (2018) *Paisaje kárstico*. Disponible en: <https://biogeociencia.wordpress.com/2018/02/20/maquetas-de-geología-de-lo-eso/paisaje-karstico-1> (Accedido: 23 de marzo de 2020).
- Del Barrio, V., Durán, J., Heredia, N., Quintana, L y Vallejo, M. (1997) "Estudio de la cueva y el karst de Valporquero". Diputación Provincial de León, Instituto Tecnológico Geominero de España. 95 p.
- Durán J., Vallejo M. & López-Martín J. (2000) "Propuesta de una nueva clasificación de espeleotemas". *Geo-Temas* 1, pp. 337–340
- Durán Valsero J. & Robledo Ardila P. (2009) "Carbonate and evaporite karst systems of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands." In: García-Cortés Á. (ed.), *Spanish Geological Frameworks and Geosites*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 200–214.
- Durán, J.J., López-Martínez, J., Martín de Vidales, J.L., Casas, J. y Barea, J. (2001) "El moonmilk, un depósito endokárstico singular. Presencia en cavidades españolas", *Geogaceta*, 29, pp. 43-46
- Fernández Lozano, J., Gutiérrez Alonso, G., Toyos Sáenz de Miera, J. M., (2017) *Valporquero, viaje al interior de la tierra*. 1.ª ed. Valencia: LAIMPRESA-Valencia
- Fernández-Martínez E. & Fuertes Gutiérrez I. (coords.) (2009) "Lugares de Interés Geológico. León". Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León
- Ford, D. y Williams, P.W. (2007) "Karst Hydrogeology and Geomorphology". John Wiley & Sons. Chichester. p. 576
- González-Gutiérrez, R. B., Santos-González, J., Gómez-Villar, A., Redondo-Vega J. M. & Prieto-Sarro I. (2017) "Geomorphology of the Curueño Riverheadwaters, Cantabrian mountains (NW Spain)", *Journal of Maps*, 13:2, pp. 382-394
- Jiménez-Sánchez M., Domínguez-Cuesta M.J., Aranburu A. & Martos E. (2011) "Quantitative indexes based on geomorphologic features: A tool for evaluating human impact on natural and cultural heritage in caves". *J. Cult. Herit.* 12, pp. 270–278
- Merino-Tomé, O., Suárez Rodríguez, A., Alonso, J., González Menéndez, L., Heredia, N. y Marcos, A. (2013) Mapa Geológico Digital continuo E. 1:50.000, Principado de Asturias (Zonas: 1100-1000-1600) Navas, J. (ed). GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España. SIGECO, Instituto Geológico y Minero de España. <http://cuarzo.igme.es/sigeco/default.htm>.
- Monroy-Ríos, E (sin fecha) *Environmental Biogeochemistry*. Disponible en: <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/entradas-en-espanol/sistema-carbonatos/> (Accedido: 23 de marzo de 2020)

Toyos, J. M. and Aramburu, C. (2014) "El Ordovícico en el área de Los Barrios de Luna, Cordillera Cantábrica (NW de España)", *Trabajos de Geología*, 96(34), pp. 61–96

Vera, J.A. (editor) (2004) *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, p. 890.

White, W. (1988) "Geomorphology and hydrogeology of karst terrains". Oxford University Press. Oxford.

Anexos

Anexo I

Formación de cuevas kársticas

El principal agente de la formación de estas cuevas kársticas es el agua, que diluye el anhídrido carbónico del aire participando en la disolución de las calizas y otras rocas solubles. (Figura 27). El agua circula a través de la roca soluble disolviéndola, ensanchando poros y discontinuidades de la roca (estratificación, fracturación), dando lugar a conductos tanto verticales como horizontales (Figura 27).

En todo este proceso de disolución juegan un papel muy importante dos factores: el CO₂ y la temperatura (Ford y Williams, 2007). En el caso del CO₂, si su concentración se incrementa, lo hace también la capacidad de disolución de agua.

La concentración de CO₂ en el agua es mayor en climas cálidos que en climas fríos, ya que debido al mayor desarrollo de suelos y cobertura vegetal en áreas cálidas favorece la entrada de CO₂ en el agua subterránea. Por el contrario, la solubilidad de la calcita disminuye con el aumento de la temperatura. La influencia de la temperatura del agua es menor que la de la concentración de CO₂, por lo que el balance resultante es que la disolución de las calizas a una temperatura ambiental de 20°C es entre 15 y 50 veces mayor que la disolución producida a 0°C (Ford y Williams, 2007).

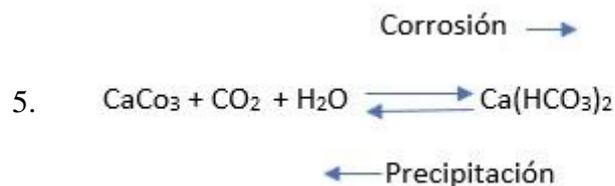
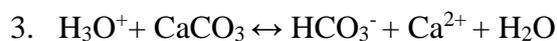
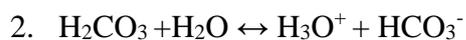


Figura 27. Esquema representando las ecuaciones químicas que tienen lugar en el proceso de karstificación. (Fuente: <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/entradas-en-espanol/sistema-carbonatos/>)

El dióxido de carbono (CO_2) se mezcla con el agua para formar ácido carbónico (H_2CO_3) (Figura 27, ecuación 1). Posteriormente este se disocia acuosamente en el ion bicarbonato (HCO_3^-), que es muy soluble y una forma muy ácida (H_3O^+) (Figura 27, ecuación 2). Este protón ácido reacciona con el carbonato cálcico (calcita: CaCO_3), produciendo iones bicarbonatos muy solubles (Figura 27, ecuación 3).

En la fórmula simplificada de doble sentido (Figura 27, ecuación 5), podemos observar como la calcita (CaCO_3) reacciona con el agua y el CO_2 . Incrementos en el valor de CO_2 del agua, hacen que la reacción se desplace hacia la derecha, es decir hacia la formación de bicarbonato de calcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) y en consecuencia la disolución de la roca.

Por el contrario, si el agua pierde parte del CO_2 , ya sea por cambios de presión, por igualación de la concentración de CO_2 con el entorno u otros procesos, entonces la reacción se desplaza hacia la izquierda, precipitando el carbonato cálcico (generándose así los espeleotemas).

El paisaje kárstico

Para el estudio descriptivo y evolutivo de un Karst, es habitual diferenciar dos grandes zonas, cada una de ellas con unas formas y depósitos característicos.

-Exokarst: Es la parte superficial del karst en contacto con la atmósfera, con el llamado ambiente exógeno. En el exokarst aparecen formas de disolución entre las que se encuentran las denominadas dolinas, uvalas, poljés y lapiaces, así como las surgencias de agua (Figura 28).

-Endokarst: Corresponde con la parte subterránea o endógena del karst y es aquella en la que se centra el presente trabajo. Se pueden diferenciar cuatro grandes conjuntos de formas:

1. Formas de disolución (cavidades, conductos, simas, roof pendant, etc.)
2. Espeleotemas o formas de precipitación, principalmente del CaCO_3 disuelto en el agua y entre las que se incluyen estalactitas, estalagmitas, gours, columnas etc.
3. Depósitos formados por acumulación de sedimentos detríticos transportados por el agua subterránea.
4. Formas gravitacionales formadas por inestabilidades de las cuevas y sus depósitos.

De todas ellas, las formas de precipitación son muy importantes en el desarrollo de este trabajo, motivo por el cual nos detendremos a comentarlas en el siguiente apartado.

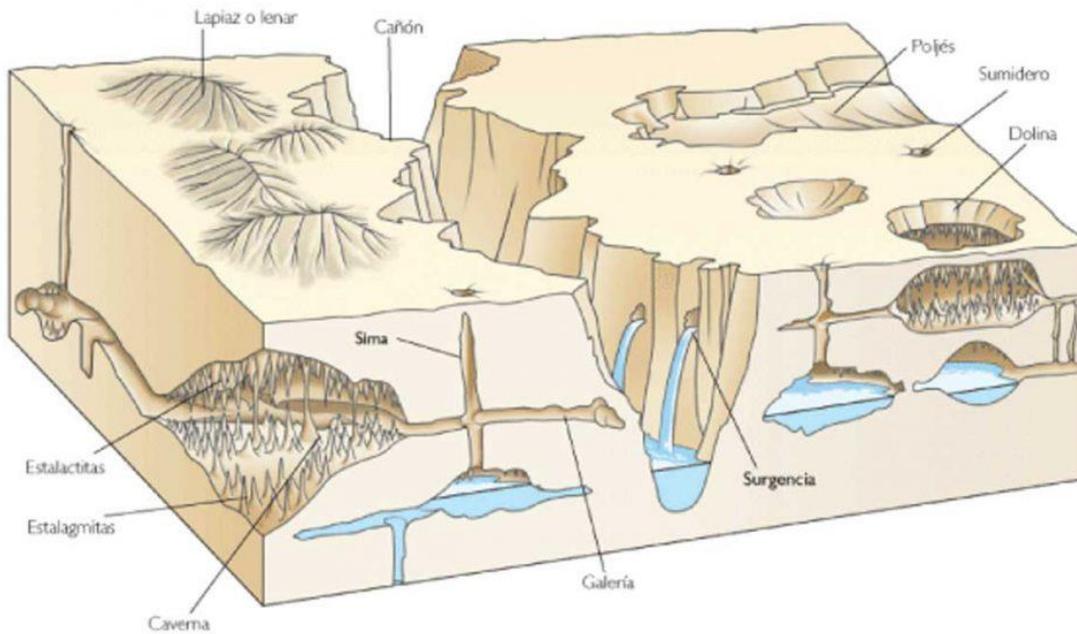


Figura 28. Formas del relieve kárstico. (Fuente: <https://biogeociencia.wordpress.com/2018/02/20/maquetas-de-geologia-de-lo-eso/paisaje-karstico-1/>)

Formas endokársticas de precipitación o espeleotemas

Cuando el agua subterránea alcanza un conducto kárstico donde existe un contenido en CO_2 en el aire muchísimo más bajo, se libera parte del CO_2 del agua y como consecuencia de la fórmula descrita con anterioridad, el carbonato cálcico (CaCO_3) precipita. Se produce así la principal formación de espeleotemas. Existe una gran variedad de espeleotemas (Figura 29). Por un lado, su formación depende de la cantidad de iones disueltos en el agua, así como de la temperatura de esta. Y, por otro lado, el tipo concreto de espeleotema que se forme está relacionado con el tipo de flujo (goteo, laminar, etc.) y otros factores, como la presencia de corrientes de aire, etc.

A continuación, describimos brevemente los espeleotemas más usuales: (Figura 29)

-Estalactitas: Presentan forma cilíndrica a cónica asociados a goteos y formados por la precipitación del carbonato antes de que la gota se desprenda. Es una de las formaciones más frecuente en cavidades kársticas. Se forman cuando el agua que previamente a atravesado la roca sale por fisuras en el interior de la cavidad. En los techos de las galerías pierde el CO_2 debido a cambios de presión o temperatura y precipita el CaCO_3 alrededor de una gota, formando poco a poco una forma simple llamada macarrón. Por el interior de este macarrón existe un canal de aporte de agua, el cual permite su crecimiento en longitud.

Si además, aparte del aporte por el canal central presenta un aporte por el exterior sufrirá un engrosamiento.

-Estalagmitas: Muestran forma cilíndrica a cónica asociados a goteos y formados por la precipitación de carbonato tras la caída de la gota de agua. Su formación está generalmente ligada a la de la estalactita y se forman cuando la gota que atraviesa la estalactita cae al suelo donde precipitan los iones de bicarbonato.

-Columnas: Derivan de la unión de una estalactita y una estalagmita, generando una única forma.

-Banderas: Son formas alargadas paralelas a la pendiente de la superficie donde se forman por acción de flujos laminares y de goteo de agua.

-Coladas: Son formas laminadas asociadas a un flujo laminar de agua, sobre una superficie, en la cual deposita el carbonato cálcico.

-Gours: Son barreras de carbonatos de tamaño milimétrico a métrico. Se forman por precipitación de carbonatos asociadas a la superficie de láminas de agua

-Perlas o pisolitas: Son esferas con laminación concéntrica de carbonatos precipitados alrededor de granitos de arena.

-Excéntricas: Son estalactitas con formas irregulares originadas por capilaridad y otros fenómenos.

-Moonmilk: Agregados microcristalinos de carbonatos hidrosolubles que aparecen en cavidades. Habitualmente su color es blanco, si bien se torna plástico cuando se hidrata. El origen es muy discutido (Duran *et al.*, 2001). Se han propuestos diferentes teorías. Una de ellas es que surge por la descomposición de otros espeleotemas. Otra sugiere que es el resultado del ciclo de vida de algunas bacterias y hongos. Aunque la más aceptada es que el moonmilk precipita a partir de carbonatos disueltos en el agua en condiciones muy frías.

-Coraloides: Presentan forma de abanico curvo con capas concéntricas de carbonato cálcico, creciendo alrededor de irregularidades en la superficie.

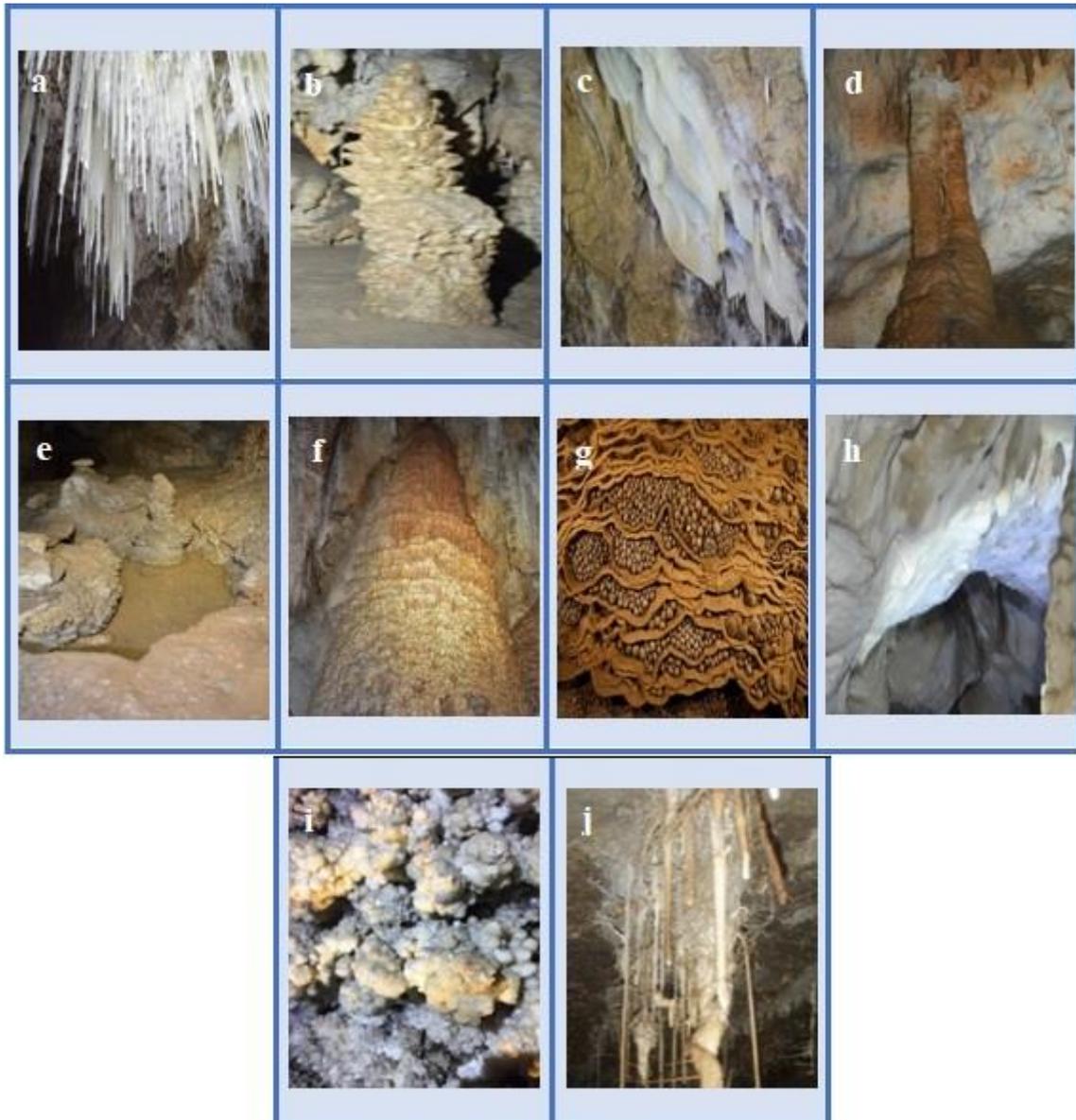


Figura 29. a) Estalactitas en la cueva Agujas. b) Estalagmita en la cueva de Las Lendreras. c) Banderas en la cueva Agujas. d) Columna de la cueva Las Lendreras. e) Gour en la cueva Agujas. f) Colada en la cueva de Las Lendreras. g) Pisolitas /perlas en la cueva de Hang Son Doong. h) Moon milk en la cueva de Las Lendreras. i) Coraloides en la cueva de Llamazares. j) Excéntricas en la cueva de la Gándara (Fuente: Fotografías a,b,c,d,e,f,y h tomadas mediante trabajo de campo. Imagen g) Obtenida de National Geographic. Imagen i) Cortesía de la cueva de Llamazares. Imagen j) Cortesía de Daniel Ballesteros Posada)

Formas endokársticas de origen fluvial y por disolución kárstica (fluviokársticas)

Engloba el conjunto de formas y depósitos producidos por procesos de disolución kárstica, erosión y sedimentación fluvial en el interior de una cavidad (Figura 31). Las más usuales son:

-Roof pendant: Son relieves positivos desarrollados en los techos y paredes de las cuevas por la disolución de las calizas cuando el conducto está prácticamente relleno de sedimentos. Son

formas características de procesos de “paragénesis” de cuevas, también conocido como erosión antigraavitatoria. Su formación comienza cuando existe un nivel de sedimentos en una cueva y el agua circula sobre ellos dando lugar a formas de erosión. Posteriormente durante el proceso de vaciado de esa cavidad los sedimentos son retirados y queda como resto esa forma de erosión (Figura 30).

En cuanto a los depósitos sedimentarios, podemos organizarlos en función de su granulometría, que depende de la energía de la corriente de agua que los ha transportado.

- Depósitos de arenas, gravas y bloques fluviales: Causado por el transporte de material detrítico por un río subterráneo
- Depósitos de aguas tranquilas: Formados por limos y arcillas decantadas, generalmente con una laminación fina paralela asociada, en aguas sin apenas flujo.

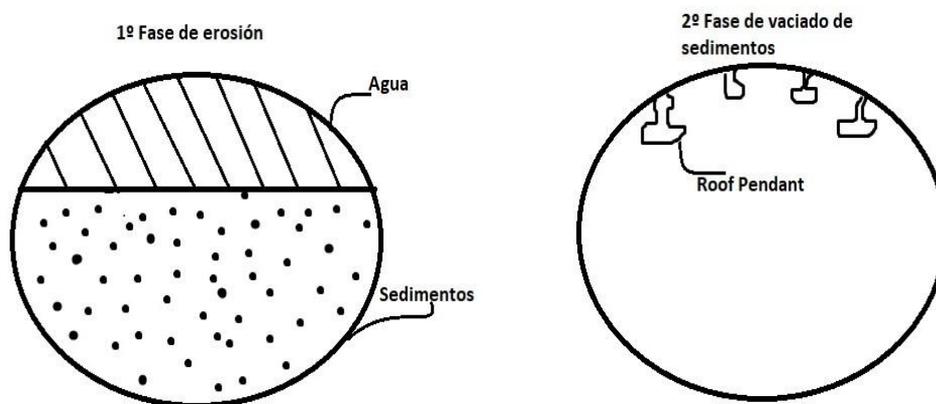


Figura 30. Formación de un roof pendant. (elaboración propia)

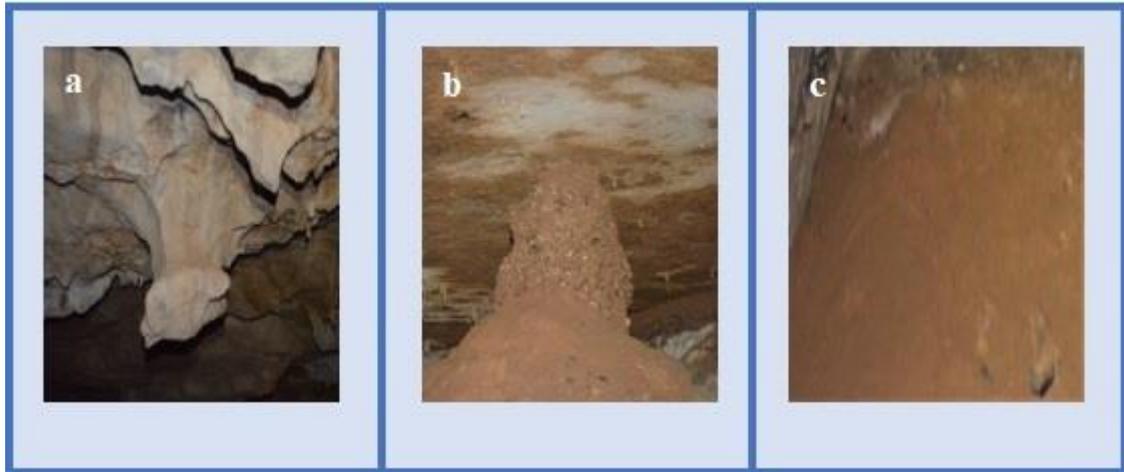


Figura 31. a) Roof pendant de la cueva Las Lendreras. b) Depósito de arenas y gravas fluviales de la cueva Las Lendreras. c) Depósito de arenas fluviales en la cueva Las Lendreras. (elaboración propia a partir de trabajo de campo)

Formas endokársticas de origen gravitacional

Se trata principalmente de conjuntos de rocas desprendidas por la acción de la gravedad y suelen denominarse depósitos de derrubios o, en caso de ser de una única roca, bloques individuales (Figura 32).

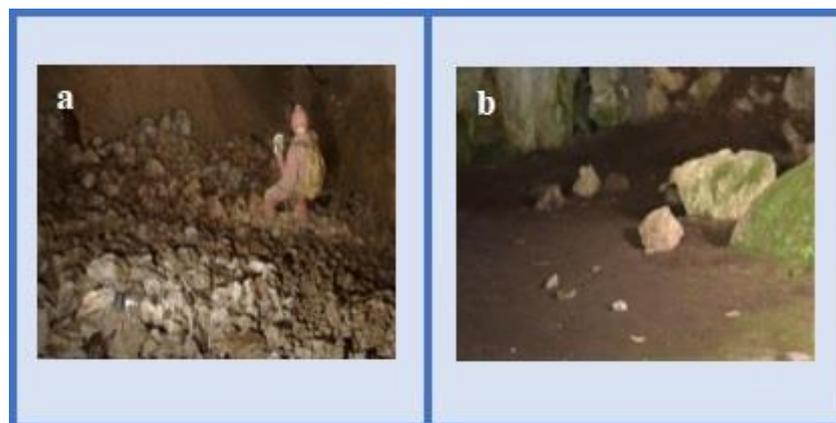


Figura 32. a) Depósito de derrubias de la cueva. b) Bloques desprendidos individuales de la cueva Las Lendreras (Figura a) cortesía de Daniel Ballesteros Posada).

Anexo II

En este anexo II se incluye una breve descripción de los parámetros utilizados en la elaboración de las fichas de valoración

-Valor intrínseco:

1. Representatividad: Hace referencia al grado en que la cavidad representa el contexto geológico en el que se encuentra. En nuestro caso, la representatividad es alta puesto que la zona geológica donde se encuentran está constituida por abundantes calizas cuya historia geológica favorece la génesis de cavidades kársticas. Se trata, por tanto, de un elemento representativo de la geología del territorio.
2. Rareza: Si la cavidad o tipo de cavidad es frecuente o inusual en ese territorio. A pesar de que es un elemento representativo, las cuevas no siempre se han desarrollado en determinados lugares.
3. Diversidad de procesos y formas: Se valora la cantidad de procesos y elementos (espeleotemas y depósitos, ver Anexo I) que genera cada uno de ellos.
4. Validez como modelo: Proceso geológico del modelado kárstico en calizas. Vinculado al anterior, ya que usualmente una cueva es válida como modelo si tiene numerosos espeleotemas y otros depósitos.
5. Estado de conservación: Se valora el estado de conservación de la cavidad y sus elementos geomorfológicos.
6. Valor estético: Valoración del impacto visual que tiene la cavidad. En este caso, hemos considerado exclusivamente la calidad de la cueva, no del paisaje que rodea su entrada.
7. Valor científico: Valora si la cavidad tiene importancia desde el punto de vista de la ciencia. Este ítem está muy vinculado al número y calidad de trabajos científicos que se hayan desarrollado en torno a un LIG. En nuestro caso, ninguna de las cavidades valoradas ha sido objeto de estudios científicos. Por este motivo, se valora su potencial teniendo en cuenta el tipo de espeleotemas presentes, la presencia de evidencias de varios procesos...
8. Valor turístico: Indica la validez para un uso turístico. Tiene en cuenta factores como accesibilidad y belleza, pero también si ha sido o no explotada para este uso.
9. Valor deportivo: Indica la validez para un uso deportivo. Tiene en cuenta el grado de utilización deportiva que se ha realizado en los últimos años, así como la satisfacción de la experiencia deportiva que puede proporcionar.

-Potencialidad de uso:

1. Uso más apropiado: No se trata tanto de una valoración sino una indicación sobre que uso/s es el más adecuado para la cueva (turístico, científico, deportivo, didáctico...)
2. Accesibilidad: Se valora cómo es el acceso hasta la entrada de la cavidad. Se ha agrupado en 5 niveles, desde el más complejo, sólo apto para deportistas entrenados hasta el más bajo, apto incluso para personas con movilidad reducida.
3. Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada: Valora el grado de adecuación de la cueva a personas con movilidad limitada de la misma forma que en el apartado anterior.
4. Extensión de la cavidad: Valora el tamaño de la cueva de forma relativa y tomando como referencia la cueva de Valporquero.
5. Estado de conservación: Se trata del mismo parámetro utilizado en el apartado 5 del valor patrimonial que nos sirve para determinar tanto el valor patrimonial como la potencialidad de uso. Ya que, a mejor estado de conservación, mayor será la probabilidad de que su uso pueda realizarse con éxito

-Riesgo de degradación:

1. Accesibilidad: Mismo parámetro utilizado en el apartado 2 de la potencialidad de uso funcionando ambos en el mismo sentido. Es decir, la accesibilidad favorece la potencialidad de uso, pero también el riesgo de degradación ya que, a mayor cantidad de personas, mayor riesgo de degradación antrópico.
2. Extensión superficial: Mismo parámetro utilizado en el apartado 4 de la potencialidad de uso, pero en este caso funcionan en sentido contrario. A mayor extensión, mayor potencialidad de uso, pero también menor riesgo de degradación.
3. Proximidad a poblaciones y/o lugares de afluencia de público: Valora la situación de la cueva respecto a pueblos, carreteras, etc. A mayor proximidad, el riesgo de degradación es mayor.
4. Amenazas turísticas: Valora las amenazas que pueden ser producidas por el uso turístico de la cueva (por ejemplo, vandalismo, alteraciones en la composición de la atmósfera dentro de la cueva, rotura y expolio de espeleotemas, etc.)

5. Amenazas deportivas: Valora las amenazas que pueden ser producidas por el uso deportivo de la cueva (por ejemplo, vandalismo, rotura y expolio de espeleotemas, etc.)
6. Vulnerabilidad intrínseca: Este ítem se define como el riesgo de degradación de un elemento por causas intrínsecas al mismo. Por ejemplo, un espeleotema de tipo macarrón, por su finura y escasa consolidación es mucho más vulnerable que una columna, generalmente gruesa y bien consolidada.

Ficha valorativa cueva Las Lendreras

VALOR PATRIMONIAL						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Representatividad (1-5)	Muy representativo					5
Rareza en su contexto geológico (1-5)	Común en el territorio		2			
Diversidad de procesos y formas (1-5)	Procesos de karstificación y dinámica fluvial, así como formas geomorfológicas derivadas de los mismos				4	
Validez como modelo (1-5)	Muy válido					5
Estado de conservación (1-5)	Bastante alterado		2			
Valor estético (1-5)	Bastante alto				4	
Valor científico (1-5)	Medio				4	
Valor turístico (1-5)	Medio-bajo		2			
Valor deportivo (1-5)	Alto					5
TOTAL VALOR PATRIMONIAL: 33 /45						

POTENCIALIDAD DE USO						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Uso más apropiado (1-5)	Deportivo				4	
Accesibilidad (1-5)	Camino largo con algún punto difícil		2			
Potencial del punto para personas con movilidad limitada (1-5)	Prácticamente nulo para personas con movilidad limitada	1				
Extensión de la cavidad (1-5)	Cavidad de tamaño mediano-grande				4	
Estado de conservación (1-5)	Bastante alterado		2			
TOTAL POTENCIAL DE USO: 13 / 25						

RIESGO DE DEGRADACIÓN						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Accesibilidad (1-5)	Camino largo con algún punto difícil		2			
Extensión superficial (1-5)	Cavidad de tamaño mediano-grande		2			
Proximidad a poblaciones y/o lugares de afluencia de público (1-5)	Alejado de poblaciones	1				
Amenazas turísticas (1-5)	Actualmente no hay visitas turísticas, únicamente deportivas	1				
Amenazas deportivas (1-5)	Alto grado de visitas por parte de grupos deportivos				4	
Vulnerabilidad intrínseca (1-5)	Algunas zonas concretas		2			
TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN: 12 / 30						

Ficha valorativa de la cueva de Agujas

VALOR PATRIMONIAL						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Representatividad (1-5)	Muy representativo					5
Rareza en su contexto geológico (1-5)	Común en el territorio		2			
Diversidad de procesos y formas (1-5)	Procesos de karstificación, así como formas geomorfológicas derivadas del mismo			3		
Validez como modelo (1-5)	Muy válido					5
Estado de conservación (1-5)	Bastante bueno				4	
Valor estético (1-5)	Bastante alto				4	
Valor científico (1-5)	Medio-alto				4	
Valor turístico (1-5)	Medio-bajo		2			
Valor deportivo (1-5)	Alto					5
TOTAL VALOR PATRIMONIAL: 34 /45						

POTENCIALIDAD DE USO						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Uso más apropiado (1-5)	Turístico-deportivo			3		
Accesibilidad (1-5)	Camino largo y muy exigente	1				
Potencial del punto para personas con movilidad limitada (1-5)	Prácticamente nulo para personas con movilidad limitada	1				
Extensión de la cavidad (1-5)	Cavidad de mediano-pequeño tamaño		2			
Estado de conservación (1-5)	Bastante bueno				4	
TOTAL POTENCIAL DE USO: 11 / 25						

RIESGO DE DEGRADACIÓN						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Accesibilidad (1-5)	Camino largo y muy exigente	1				
Extensión superficial (1-5)	Cavidad de mediano-pequeño tamaño				4	
Proximidad a poblaciones y/o lugares de afluencia de público (1-5)	Alejado de poblaciones	1				
Amenazas turísticas (1-5)	Actualmente no hay visitas turísticas, únicamente deportivas	1				
Amenazas deportivas (1-5)	Actividades de empresas de aventura y grupos deportivos. Sin mucha afluencia			3		
Vulnerabilidad intrínseca (1-5)	En especial la sala de las agujas				4	
TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14 / 30						

Ficha valorativa de la cueva de Valdeajo

VALOR PATRIMONIAL						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Representatividad (1-5)	Muy representativo					5
Rareza en su contexto geológico (1-5)	Poco común en el territorio				4	
Diversidad de procesos y formas (1-5)	Procesos de karstificación, así como formas geomorfológicas derivadas del mismo			3		
Validez como modelo (1-5)	Muy válido					5
Estado de conservación (1-5)	Muy bueno					5
Valor estético (1-5)	Alto					5
Valor científico (1-5)	Alto					5
Valor turístico (1-5)	Alto					5
Valor deportivo (1-5)	Prácticamente nulo	1				
TOTAL VALOR PATRIMONIAL: 38 /45						

POTENCIALIDAD DE USO						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Uso más apropiado (1-5)	Turístico					5
Accesibilidad (1-5)	Camino largo sin exigencia				4	
Potencial del punto para personas con movilidad limitada (1-5)	Adecuado en función del grado de movilidad		2			
Extensión de la cavidad (1-5)	Cavidad de pequeño tamaño	1				
Estado de conservación (1-5)	Muy bueno					5
TOTAL POTENCIAL DE USO: 17 / 25						

RIESGO DE DEGRADACIÓN						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Accesibilidad (1-5)	Camino largo poco exigente				4	
Extensión superficial (1-5)	Cavidad de pequeño tamaño					5
Proximidad a poblaciones y/o lugares de afluencia de público (1-5)	Alejado de poblaciones	1				
Amenazas turísticas (1-5)	Alta					5
Amenazas deportivas (1-5)	No hay actividades deportivas en esta cavidad	1				
Vulnerabilidad intrínseca (1-5)	Alta					5
TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN: 21 / 30						

Ficha valorativa de la cueva de Llamazares

VALOR PATRIMONIAL						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Representatividad (1-5)	Muy representativo					5
Rareza en su contexto geológico (1-5)	Bastante común en el territorio		2			
Diversidad de procesos y formas (1-5)	Procesos de karstificación, así como formas geomorfológicas derivadas del mismo			3		
Validez como modelo (1-5)	Muy válido					5
Estado de conservación (1-5)	Bastante bueno				4	
Valor estético (1-5)	Alto					5
Valor científico (1-5)	Alto					5
Valor turístico (1-5)	Alto					5
Valor deportivo (1-5)	Actualmente nulo, pero con potencial		2			
TOTAL VALOR PATRIMONIAL: 36 / 45						

POTENCIALIDAD DE USO						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Uso más apropiado (1-5)	Turístico-didáctico				4	
Accesibilidad (1-5)	Camino largo y exigente		2			
Potencial del punto para personas con movilidad limitada (1-5)	Prácticamente nulo para personas de baja movilidad	1				
Extensión de la cavidad (1-5)	Cavidad de mediano tamaño			3		
Estado de conservación (1-5)	Bastante bueno				4	
TOTAL POTENCIAL DE USO: 14 / 25						

RIESGO DE DEGRADACIÓN						
Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
Accesibilidad (1-5)	Camino largo y exigente		2			
Extensión superficial (1-5)	Cavidad de mediano tamaño			3		
Proximidad a poblaciones y/o lugares de afluencia de público (1-5)	Alejado de poblaciones	1				
Amenazas turísticas (1-5)	Alta					5
Amenazas deportivas (1-5)	No hay actividades deportivas en esta cavidad	1				
Vulnerabilidad intrínseca (1-5)	Alta					5
TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN: 17 / 30						

