

EL KARST EXHUMADO DE LOS PEÑUCOS (CAMPORREDONDO DE ALBA, PALENCIA, ESPAÑA): UN EJEMPLO DE PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO

J. M. Redondo Vega¹, E. Fernández-Martínez², I. Fuertes Gutiérrez³ y E. Alonso Herrero⁴

¹ Universidad de León, Dpto. de Geografía y Geología, Facultad de Filosofía y Letras, Campus de Vegazana, 24071 León. jmredv@unileon.es

² Universidad de León, Dpto. de Geografía y Geología, Facultad Ciencias Biológicas y Ambientales, Campus de Vegazana, 24071 León. e.fernandez@unileon.es

³ Universidad de León, Dpto. de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Campus de Vegazana, 24071 León. ifueg@unileon.es

⁴ Universidad de León, Dpto. de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Avda. Portugal, 41, 24071 León. ealoh@unileon.es

Resumen: Este trabajo sugiere una hipótesis que podría explicar la génesis de un afloramiento de calizas karstificadas localizado en la margen izquierda del Embalse de Compuerto (Camporredondo de Alba, Palencia). La peculiaridad de este karst reside en su morfología en torres y pináculos y en la presencia de cantos redondeados y heterométricos de naturaleza silíceo que aparecen tanto aislados como acumulados en el propio karst y en su entorno. Este afloramiento podría explicarse como resultado de la exhumación de un antiguo karst previamente fosilizado por materiales de tipo conglomerado. Diversas evidencias apuntan a que dicha exhumación podría haberse producido por actividad antrópica relacionada con labores romanas de explotación del oro, el cual se encuentra a modo de yacimiento secundario en los conglomerados que presumiblemente cubrieron el karst. Por último, se discute el valor patrimonial de este lugar de interés geológico.

Palabras clave: Karst, patrimonio geológico, patrimonio minero, minería romana, Palencia.

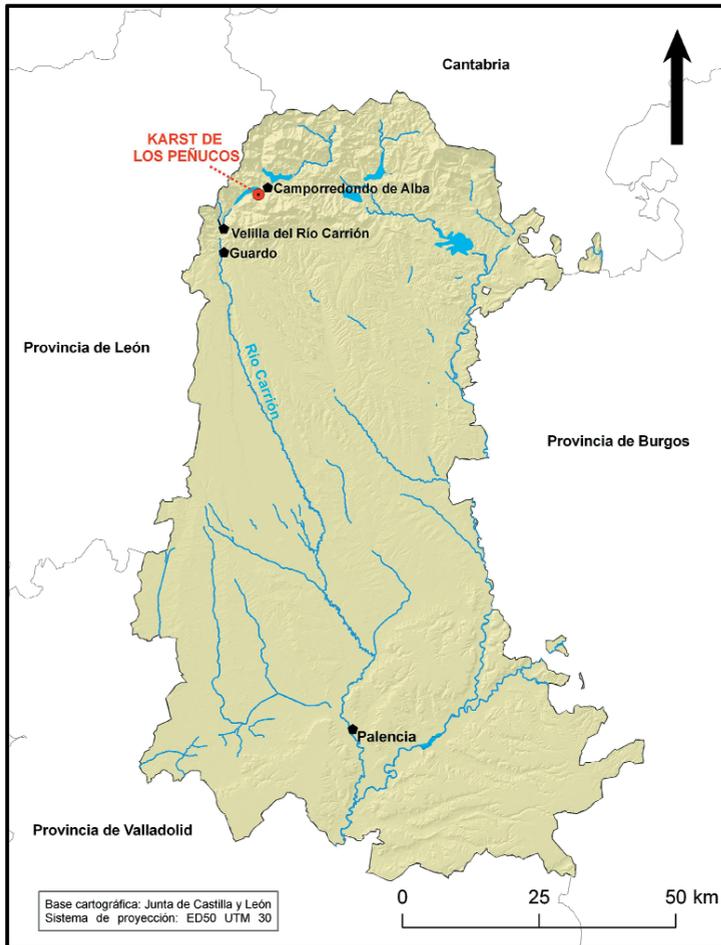
The exhumed karst of Los Peñucos (Camporredondo de Alba, Palencia, Spain): an example of geological and mining heritage

Abstract: The hypothesis assumed in this paper tries to explain the origin of a karstified limestone outcrop located on the left bank of the Compuerto Reservoir (Camporredondo de Alba, Palencia). Its peculiarities are both its tower and pinnacle morphology and the existence of siliceous rounded stones accumulated in the karst and its surroundings. This outcrop could be explained as a result of the exhumation of a paleokarst, which was fossilized by conglomerate materials. Several evidences point out that the exhumation could have been caused by human activity and, in particular by Roman gold mining. Gold would be included, as a secondary deposit, in the conglomerate sediments which filled in the karst. The value and possibilities of this geosite will also be highlighted.

Key words: Karst, geological heritage, mining heritage, Roman mining, Palencia.

INTRODUCCIÓN

El karst objeto de estudio se localiza en la base de la margen izquierda del río Carrión, en el paraje de *Los Peñucos*, en las proximidades de la cola del Embalse de Compuerto (Palencia) (Fig. 1). Se desarrolla en una banda de calizas muy fisuradas e intensamente karstificadas de unos 250 m de largo por 100 m de ancho en su parte central. A simple vista, se reconocen una serie de formas mayores de disolución, de tipo surcos, torres, mogotes y pináculos, que destacan entre la vegetación (Fig. 2). Una observación detallada permite distinguir formas de disolución menores, de tipo lapiaz, que tapizan las superficies de las formas mayores. Dispersas por el afloramiento se encuentran acumulaciones de grandes cantos redondeados, de naturaleza silicea y de distintos tamaños (Fig. 3). Algunos de estos cantos aparecen incrustados en los canalillos kársticos de las formas mayores (Fig. 4). La coexistencia de estos rasgos en un mismo afloramiento sugiere que éste ha tenido una historia compleja. El objetivo de este trabajo es plantear una hipótesis coherente que permita explicar la evolución y rasgos actuales de este karst en el contexto geológico e histórico de la zona.



Como punto de partida, la existencia de cantos redondeados, atribuibles a restos de sedimentos conglomeráticos, entre las formas de disolución kárstica y en sus bordes apuntan a que el afloramiento experimentó, durante su evolución morfogenética, una fosilización prácticamente completa, convirtiéndose en un karst soterrado. Este hecho y la mencionada coexistencia de formas kársticas mayores y menores parecen indicar que podría tratarse de un *karst exhumado*. Es decir, se trataría de un tipo de paleo-karst que durante un periodo de tiempo determinado

Figura 1. Localización de la provincia de Palencia y situación del karst de Los Peñucos, próximo a Camporredondo de Alba.

Figure 1. Location of Palencia province and map showing the location of the karst, close to Camporredondo de Alba.



Figura 2. Aspecto general del karst desde el otro lado del embalse de Compuerto. Se observan las formas mayores de disolución (pináculos y torres) que destacan entre la vegetación y el nivel del agua que alcanza el embalse durante las épocas más húmedas.

Figure 2. General appearance of the karst, seen from the other bank of the Compuerto reservoir and showing the main dissolution forms (pinnacles and towers) rising above the vegetation. The reservoir's upper water level, attained during the wettest months, is also visible.

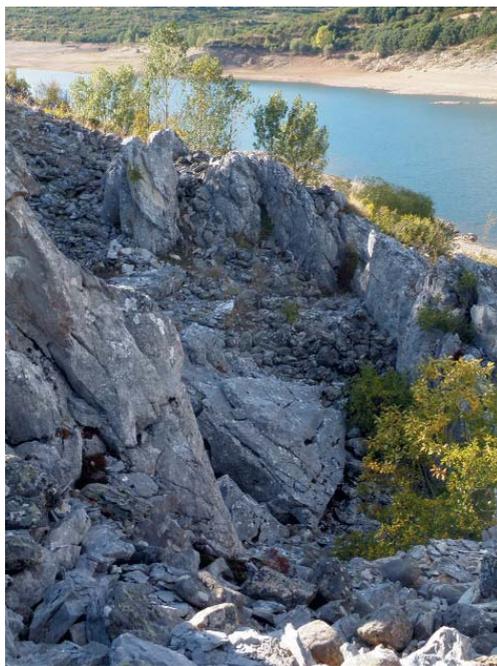


Figura 3. Las acumulaciones de grandes cantos redondeados, silíceos y sin matriz son frecuentes en diversos puntos del afloramiento, especialmente en las proximidades del embalse.

Figure 3. Accumulations of large siliceous boulders without matrix occur frequently at various points along the outcrop, especially in proximity to the reservoir.



Figura 4. Canto redondeado de sílice empotrado entre dos estratos de calizas.

Figure 4. A silica rounded boulder wedged between two limestone strata.

estuvo enterrado por sedimentos, los cuales presumiblemente impedirían o ralentizarían el proceso de karstificación (Robledo Ardila, 2005). Diversas evidencias apuntan a que la exhumación de este karst podría deberse a actividades antrópicas antes que a causas naturales, siendo el laboreo aurífero romano de los sedimentos suprayacentes la causa más probable de dicha exhumación.

ANTECEDENTES

Hasta la fecha no se han realizado estudios detallados sobre los procesos kársticos y las formas de relieve asociadas a las calizas paleozoicas de esta zona occidental de la Montaña Palentina. Sí

hay, por el contrario, referencias sobre la explotación aurífera de época romana con algún estudio preliminar en el Alto Carrión (Canto Pérez *et al.*, 2000) así como indicios del laboreo de los placeres del río Carrión (Junta de Castilla y León, 1986). También se encuentran referencias de la existencia de yacimientos auríferos en la zona de estudio ligados a la presencia de fallas tardihercínicas, tanto de mineralizaciones de As, Sb y Au de forma lenticular y filoniana, como de aluviones auríferos (Jiménez Benayas, 1997).

CONTEXTO GEOLÓGICO

El afloramiento de calizas paleozoicas sobre las que se desarrolla el karst se sitúa en el núcleo, próximo ya al flanco norte, de un gran anticlinal denominado Domo de Valsurvio (Koopmans, 1962; Marín *et al.*, 1995). Esta estructura pertenece a la Unidad del Alto Carrión, Región del Pisuerga-Carrión, en la Zona Cantábrica del Macizo Hespérico. Se trata de un anticlinal asimétrico de grandes dimensiones, con un flanco septentrional suavemente inclinado hacia el norte y delimitado por la falla de Ruesga, y un flanco sur vertical o invertido que involucra a rocas mesozoico-terciarias. Según Marín *et al.* (1995), la estructura anticlinal es de origen hercínico pero ha experimentado diversas deformaciones alpinas, de las cuales la más patente es la disposición actual del flanco sur y un acortamiento generalizado de la zona.

Los materiales del núcleo son de edad Devónico y corresponden a una alternancia de rocas carbonatadas y siliciclásticas. En concreto, el Karst de Los Peñucos se encuentra desarrollado sobre unas calizas con intercalaciones margosas de edad Emsiense superior-Eifeliense inferior. En el mapa geológico 1:50000 (Rodríguez Fernández, 1987) se encuentran asignadas a la Formación Otero pero por su edad y rasgos litológicos son calizas asimilables a la Formación Santa Lucía.

Los afloramientos se encuentran fuertemente tectonizados y con frecuencia carecen de continuidad lateral. Como características petrológicas son destacables la presencia de una fuerte recristalización y un aparente clivaje o esquistosidad grosera. Tanto la fuerte tectonización como la esquistosidad podrían haber influido en la intensidad de la karstificación y en el importante desarrollo vertical de las formas mayores de disolución.

EVOLUCIÓN MORFOGENÉTICA

Cualquier hipótesis que intente explicar la evolución morfofenética del afloramiento descrito debe analizar los dos elementos que lo conforman: por un lado las calizas karstificadas y, por otro, los cantos redondeados que se acumulan entre y sobre ellas.

Como se ha descrito anteriormente, las calizas están fuertemente karstificadas y los rasgos mayores del karst (pináculos, torres, surcos y mogotes) tienen una disposición vertical muy marcada (Figs. 5 y 6). La fuerte tectonización de estas calizas, el desarrollo de la esquistosidad anteriormente citada y un período de tiempo dilatado con variaciones climáticas importantes serían los causantes del elevado grado de desarrollo de las formas kársticas. En relación con la historia paleoclimática de la zona, Muñoz García *et al.* (2007) indican que para el N de Palencia y sólo en los últimos 160000 años ha habido varias fases de desarrollo y paralización en el crecimiento de los espeleotemas, es decir, en el proceso de karstificación.

Por otro lado, la presencia de cantos redondeados, heterométricos pero con tendencia a grandes tamaños y de naturaleza silíceo sólo puede explicarse en esta zona como residuos de un conglomerado preexistente. Sus características y su extensión original no pueden conocerse ya que este conglomerado se encuentra casi totalmente desaparecido a excepción de algunos sectores puntuales situados en la parte



Figura 5. Aspecto de las formas mayores de disolución karstica, en este caso pináculos.

Figure 5. Appearance of the main karstic dissolution forms, in this case, pinnacles.

más alta o hacia el oeste de las calizas karstificadas (Fig. 7).

Los trabajos cartográficos existentes en la zona de estudio (Rodríguez Fernández, 1985; Marín *et al.*, 1995) no incluyen afloramientos de conglomerados discordantes sobre los materiales paleozoicos. No obstante, los autores de este trabajo hemos hallado diversos afloramientos discontinuos de conglomerados silíceos en la cuenca alta del río Carrión. Uno de ellos se sitúa a una cota de 1235 m, tanto en las proximidades del karst exhumado como en la ladera opuesta al mismo (Navariegas, margen derecha del embalse). Otros afloramientos similares se localizan al oeste de Otero de Guardo a 1230 m de altitud y en Alba de los Cardaños a 1245 m.

Aunque la falta de una cartografía de detalle de este valle que incluya los materiales de cobertura dificulta la reconstrucción del conglomerado original, consideramos que la presencia y cota de los afloramientos indicados constituye una evidencia suficiente de su existencia original.

Aun más, consideramos que su presencia apunta una génesis común en un mismo sistema morfogenético. Esta idea se encuentra reforzada por varios rasgos geológicos comunes a todos los conglomerados del entorno: rubefacción, composi-

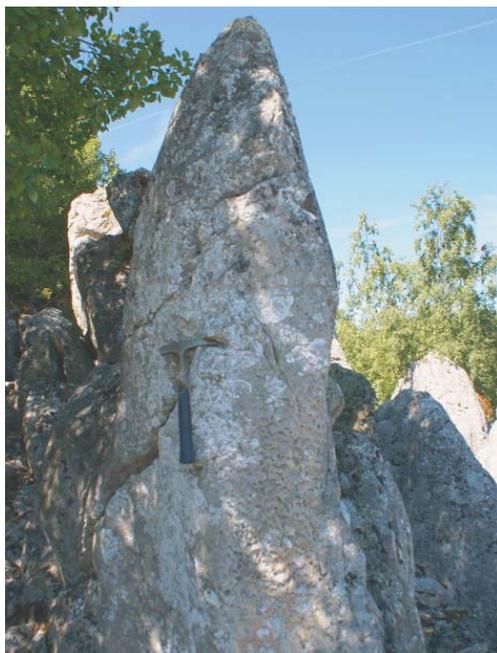


Figura 6. Detalle de un pináculo.

Figure 6. Detail of a pinnacle.



Figura 7. Aspecto de una zona limitrofe con el karst. Entre la vegetación, en el centro de la imagen, se observa un afloramiento puntual de conglomerados perteneciente al recubrimiento del karst (flechas rojas). En torno a él, se aprecian trazas de zanjas/canal realizadas en estos conglomerados, posiblemente con finalidad de prospección (flechas verdes).

Figure 7. Appearance of an area bordering the limestone outcrop. Rising above the vegetation is an isolated outcrop of conglomerate rock pertaining to the karst covering (red arrows). Around this can be seen the traces of trenches or channels cut into the conglomerates, possibly as a result of prospecting (green arrows).

ción silíceo, matriz areno-arcillosa, elevado índice de desgaste de sus componentes, tanto de las arenas y gravas como de los cantos y bloques (Fig. 8). Estas características indican un transporte relativamente largo desde su área fuente, realizado presumiblemente mediante corrientes fluviales, o fluvio-torrenciales, de alta energía.



Figura 8. Aspecto de los conglomerados que constituyen el yacimiento secundario explotado en el karst de Los Peñucos. Este afloramiento se encuentra a escasos kilómetros del mismo.

Figure 8. Appearance of the conglomerate rocks which constituted the secondary Camporredondo de Alba karst deposit mine working. This outcrop is located only a few kilometres away.

Un dato que plantea cierta incertidumbre es la edad, tanto del karst como de los sedimentos que lo sepultaron. En cuanto a la edad del karst, se asume que el desarrollo principal de éste aconteció con anterioridad a su fosilización por el depósito de los sedimentos suprayacentes, si bien no se descarta un desarrollo posterior a ésta, aunque a un ritmo más lento y/o de menor intensidad.

En cuanto a la génesis y edad de los conglomerados pueden plantearse dos hipótesis que se exponen a continuación.

La primera de ellas admite como dato de partida una edad Pliocuaternaria para los depósitos de piedemonte (raña), que arrancan a 1251 m de altitud, en el monte Corcos, situado a unos 8 km al SSO del área de estudio. En este contexto, los restos de conglomerados silíceos podrían corresponder a depósitos anteriores y estarían relacionados con el denominado abanico de Guardo, de edad Mioceno superior (Pérez González y Elízaga, 1982). De hecho, estos autores sitúan el ápice del abanico en el interior del paleomacizo, habiéndose formado a partir de las rocas paleozoicas del Domo de Valsurbio y emplazado desde la zona de Guardo, donde aparece recubierto por la raña. Los sedimentos llegarían a la zona de Camporredondo de Alba transportados por corrientes fluviales y después de atravesar el macizo citado (Pérez González y Elízaga, 1982). Esta hipótesis sugiere que el actual valle del Carrión estaba ya esbozado en el Mioceno superior y que el "Paleocarrión" constituiría una especie de colector por el que se canalizaban los sedimentos que construyen el citado abanico de Guardo. En el marco de esta hipótesis, el karst se habría desarrollado en algún momento del Mioceno superior, previo a la entrada de los sedimentos en la zona de Camporredondo de Alba.

Otra hipótesis alternativa contemplaría los depósitos de conglomerados como constituyentes de una terraza alta rubefactada correspondiente al actual río Carrión. En esta hipótesis, el karst tendría una edad posiblemente pliocena y los conglomerados estarían relacionados con depósitos fluviales pliocuaternarios. En esta segunda hipótesis, una vez depositada la raña y comenzado el actual encajamiento de la red del Carrión en el piedemonte detrítico, se construyen sucesivos niveles de terrazas que jalonan a distinta cota el actual curso fluvial. Como resultado de esta acción, que se desarrolla a lo largo de todo el Pleistoceno, los sedimentos miocenos se verían sometidos a una intensa labor de excavación, que los dismantlaría casi por completo, dejando los restos suspendidos entre 95 y 110 m sobre el *talweg* actual. De esta forma, los conglomerados silíceos se depositarían directamente sobre las calizas devónicas inhibiendo parcialmente su karstificación y fosilizando la morfología pre-existente.



Figura 9. En el karst exhumado, las formas de disolución mayores se encuentran tapizadas por formas menores, como este lapiaz.

Figure 9. In the exhumed karst, the main dissolution forms are covered by detailed forms, such as this limestone pavement.

En relación con ambas hipótesis cabe decir que la ausencia tanto de cartografías de detalle de los afloramientos discontinuos como de estudios estratigráficos de los conglomerados impide por el momento considerar alguna de ellas más probable que la otra. Los trabajos de detalle requeridos para este estudio se encuentran fuera del límite de estudio del presente artículo.

En nuestra opinión, la exhumación del karst no acontecería hasta el Holoceno y estaría producida por la actividad antrópica relacionada con las labores extractivas de época romana. Esta hipótesis permitiría explicar la presencia de cantos silíceos incrustados en los canalillos kársticos y está apoyada por las numerosas evidencias de labores romanas en el entorno.

Desde un punto de vista geológico, y con la reciente exposición subaérea, la exhumación provocaría la reanudación o, en su caso, intensificación de los procesos de disolución. Sin embargo, desde la construcción del Embalse de Compuerto, el avance de la karstificación se dificulta aún más debido a que el tercio inferior del karst se encuentra por debajo de la cota máxima del embalse, y sólo a final del año hidrológico queda en condiciones subaéreas. Por este motivo, la karstificación actual parece ser un proceso muy atenuado y se reduce a la génesis de pequeñas formas de disolución superficial tipo lapiaz (de cuchilla y alveolares) (Fig. 9). Estas formas de detalle tapizan las superficies de las formas mayores (surcos, mogotes y pináculos) (Figs. 5, 9), que habrían sido heredadas de la anterior fase de karstificación.

LA MINERÍA ROMANA EN EL VALLE DEL CARRIÓN

Las evidencias de actividad minera de época romana para la extracción de oro en el norte de Palencia, y concretamente en el valle alto del río Carrión han sido analizadas en detalle por Canto Pérez *et al.*, 2000. En este trabajo, nos limitaremos a describir e interpretar las evidencias de esta minería existentes en el

entorno del karst estudiado y que, en nuestra opinión, habrían sido decisivas para explicar la exhumación por el laboreo minero de las calizas karstificadas. Estos indicios se centran principalmente en los siguientes puntos: 1) presencia de oro en los sedimentos ligados a la cobertera del karst; 2) restos de estériles procedentes de las labores mineras y que aparecen tanto en la zona estudiada como en sus alrededores; y 3) persistencia de elementos relacionados con la infraestructura hidráulica necesaria para la explotación. Junto a ellas puede mencionarse la pervivencia de numerosos topónimos de la zona que podrían relacionarse con antiguas labores mineras: Sierra de Canales, Los Canales, Los Pilones, Las Hoyas y Hoyaquillo, entre otros. Otro dato interesante es la persistencia de restos de un asentamiento de tipo corona ubicado en las proximidades del afloramiento y en la actualidad cubierto temporalmente por las aguas del embalse. Así mismo, en el valle de Aviaos, situado unos 3 km al NO de Los Peñucos, se encuentran restos de labores romanas.

Los yacimientos explotados

Independientemente del escenario aceptado para la génesis de los conglomerados silíceos, cuando éstos comienzan a sedimentarse, el karst presentaría ya un relieve muy evolucionado, en el que surcos y canales de hasta 15 m de profundidad se alternan con pináculos, crestas y mogotes de caliza masiva que la disolución habría respetado. El conjunto constituiría un paisaje hirsuto, una especie de trampa para los sedimentos, los cuales, al rellenar las oquedades y enterrar las calizas, producirían la fosilización del karst, posiblemente acompañada de una disminución en la velocidad de disolución de los carbonatos.

El oro explotado en estos conglomerados procedería de la erosión de yacimientos primarios próximos, posiblemente diques de cuarzo o mineralizaciones de Ar-Au. Ambos elementos, diques y mineralizaciones, aparecen en el Domo de Valsurbio, cuyo núcleo se sitúa al S y SE de la zona estudiada y próxima a ella, o bien asociados a las fallas de Ruesga y Ventaniella, también próximas al karst, aunque en posición N y NE. La sedimentación, fuera ésta miocena o pliocuaternaria, formaría así un yacimiento secundario de oro, cuyo laboreo en época romana supondría la exhumación del relieve kárstico. Como en numerosos lugares estudiados, la explotación se llevaría a cabo mediante el lavado de la matriz, apartando los cantos y bloques estériles del conglomerado hacia las zonas ya explotadas, o acumulándolos en forma de murias en la parte basal del mismo (Fig. 3).

Hacia el O, a continuación de la zona explotada, aparecen 4 ó 5 zanjas-canal sobre los mismos sedimentos que profundizan hasta el contacto con el zócalo paleozoico (Fig. 7). Por similitud con otras zonas de minería aurífera del noroeste peninsular, estos canales pueden interpretarse como trabajos previos de prospección/explotación, con objeto de continuar el laboreo en esa dirección si la ley de oro lo hiciera posible.

La explotación aurífera no sólo se centró en los yacimientos secundarios de los conglomerados rojizos miocenos, sino también en el aluvión que constituye el lecho del río Carrión y su terraza inferior. Fruto del intenso laboreo es la presencia de numerosas acumulaciones de estériles, o murias, sobre sectores de terraza no explotados o en sus márgenes entre Camporredondo de Alba y Otero de Guardo (Canto Pérez *et al.*, 2000). También la anómala morfología (muy recortada e irregular) que presentan los bordes de la terraza fluvial del Carrión, sobre todo en las proximidades del karst, podría indicar que estuvo sometida a trabajos de excavación intensos.

Además de los yacimientos de tipo secundario, también fueron explotados en la zona varios yacimientos primarios. Así, en la ladera de la Sierra de Canales aparecen frecuentes pozos circulares de unos 10-15 m de diámetro y hasta 6 m de profundidad, que siguen pautas de localización geométricas y que

se han conservado a pesar de las repoblaciones acontecidas en los años 70. Destaca la alineación de cuatro de estos pozos, entre los 1530 y 1580 m, situados al E de la pista forestal que va por el fondo de valle ocupado por la repoblación de Valderinas. Estos pozos presentan en su fondo cantos y bloques de areniscas, cuarcitas y alguno de cuarzo a modo de estériles (Fig. 10). Además, aparecen alineados N-S siguiendo, probablemente, alguna intrusión o línea de debilidad en esa dirección que favoreció la génesis del yacimiento.

Evidencias de infraestructura hidráulica

Una explotación como la propuesta en este trabajo requeriría el desarrollo de una importante infraestructura hidráulica. El reconocimiento de evidencias de esta infraestructura apoyaría la hipótesis desarrollada y permitiría realizar algunas inferencias sobre el alcance geográfico del yacimiento estudiado.

Lamentablemente, a principios de los años setenta del pasado siglo, se acometió una intensa labor de cultivo de pinos en toda la Sierra de Canales-Valderinas, de tal modo que los canales, en caso de haberse conservado, habrían desaparecido por completo. No obstante, en la foto aérea del año 1957 se perciben restos de lo que podrían ser los canales y este antiguo uso del territorio está apoyado por la persistencia del topónimo mayor, Los Canales. Además, varias pistas forestales del interior del pinar podrían haber aprovechado algún antiguo carril romano, pues están diseñadas con pendientes mínimas, como ocurre en otras zonas del NO ibérico. No obstante, y puesto que los canales son hoy en día inexistentes, esta hipótesis no puede comprobarse.

Sí que es posible reconocer algunos antiguos estanques, sobre todo el situado a 1600 m en el collado del cordal principal de la Sierra (Fig. 11). Desde la citada repoblación, muchos de estos estanques se



Figura 10. Pozo circular, con sedimentos en su fondo, atribuido a la explotación de yacimientos primarios.

Figure 10. A circular pit, with sediment at the bottom, thought to be the result of mine workings at the site of the primary deposits.



Figura 11. Pastizal rodeado por una plantación de pinos. Se interpreta como un antiguo estanque ligado a las labores mineras de lavado.

Figure 11. Pastures surrounded by a pine plantation. This is interpreted as representing an old pond associated with mining washing operations.

han reconvertido en pastizales constituyendo hoy día formaciones cerradas de cervuno (*Nardus stricta*). Sin embargo, el estanque citado (Fig. 11) aparece perfectamente delimitado, conservando la geometría de sus bordes, así como restos de sus muros de contención formados por tierra y bloques, algunos de gran tamaño, de areniscas y pizarras. En otros casos, los estanques se encuentran en antiguos campos de cultivo abandonados en la actualidad y colonizados por formaciones densas de piorno, como ocurre con el situado en el collado a 1345 m, donde apenas resulta perceptible el terraplén que lo delimitaba.

Teniendo en cuenta estas observaciones y los conocimientos tanto del terreno como de las infraestructuras habituales en este tipo de excavaciones, puede aventurarse un posible modelo de infraestructura hidráulica. El agua necesaria para los trabajos mineros procedería, principalmente, del Valle Canales y discurriría aproximadamente por el actual trazado de la pista forestal de acceso a la repoblación del Valderinas. La marcada estacionalidad del Arroyo del Valle Canales obligaría a los mineros romanos a trasvasar agua desde la vertiente sur de la Sierra de Canales. Para ello se construiría el depósito de almacenamiento situado en el collado, sobre la cota de 1600 m, y desde donde se dirigiría a la mencionada cabecera.

Otro aporte podría provenir de los manantiales localizados sobre el despoblado de Valsurbio (Fuente de los Pastores) y que, mediante un canal aún perceptible en la foto aérea de 1957, se dirigiría por la vertiente septentrional del Cerro Valdeaves hasta desembocar en el tramo intermedio del Valle Canales, sobre la cota de 1620 m, en la parte superior de unos pozos circulares excavados en esa ladera.

En el tramo inferior de Valle Canales parte de los caudales se desviarían a otro estanque de almacenamiento (hoy día apenas perceptible, pues está transformado en un arcabuco de piornos), situado en un amplio collado detrás de una cresta de cuarcitas, desde donde se alimentarían las excavaciones situadas al O del karst.

ASPECTOS PATRIMONIALES

El karst de Los Peñucos figura como Lugar de Interés Geológico (LIG) en el reciente inventario realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León (Fernández-Martínez y Fuertes Gutiérrez, 2009). En este catálogo, aparece como LIG con interés geomorfológico y tipología de punto. Por su tamaño, vistosidad y localización podría considerarse también un LIG de tipo mirador, cuyo punto de observación se situaría en la margen opuesta del embalse.

La valoración realizada en el citado trabajo sigue la propuesta de Cendrero (1996), de manera que se evalúan tres tipos de factores: valor intrínseco, potencialidad de uso y riesgo de degradación. Adicionalmente, en la expresión final de resultados, los dos primeros se consideran de forma conjunta por tratarse de aspectos positivos, mientras que el último se analiza por separado, dado su carácter negativo.

En cuanto a su valor intrínseco obtuvo una puntuación de 21 sobre 28; en este aspecto destaca su importancia nacional, su validez como modelo explicativo de un proceso, su alto valor tanto paisajístico como científico y su asociación con otros elementos naturales e histórico-culturales. Por otro lado, la evaluación determinó que el LIG tiene una potencialidad de uso alta (26 sobre 35 puntos), aconsejándose un uso turístico y didáctico para el mismo. La puntuación total positiva sitúa este LIG en la categoría alta (47 frente a 63), siendo los elementos que restan puntos a la misma el estado alterado del yacimiento, las condiciones de observación temporalmente limitadas por las aguas del embalse y la inaccesibilidad al propio afloramiento por parte de personas con movilidad reducida.

En el apartado de riesgos de degradación, las principales amenazas identificadas son dos: la proximidad del embalse y la proliferación de cultivos forestales. En cuanto a la primera, un hecho a tener en cuenta es que el sector inferior del karst y todos los restos mineros del fondo de valle permanecen, durante gran parte del año, bajo las aguas del embalse, por lo que el rasgo no se visualiza en su totalidad. Por otro lado, las plantaciones de pinos, iniciadas en los años 70 del siglo XX y en constante expansión han afectado ya, como se indica en apartados anteriores, a la conservación de las infraestructuras mineras.

A las altas puntuaciones relativas a valor intrínseco y potencialidad de uso, hay que añadir dos elementos positivos muy importantes.

Por un lado, el LIG descrito se encuentra ubicado en el Parque Natural de Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina (Ley 4/2000, de 27 de junio, de Declaración del Parque Natural de Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina, Palencia) y también dentro de un territorio catalogado como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC: ES4140011) y como Zona de Especial Protección de las Aves (ZEPA: ES4140011). Dentro del Parque Natural se han desarrollado, en los últimos años, diversas estrategias de puesta en valor del patrimonio natural. Entre ellas cabe citar la denominada *Ruta de los Pantanos*, que discurre a lo largo de 55 km por la carretera P-210 desde Velilla del Río Carrión hasta Cervera de Pisuerga, atravesando a su paso cuatro embalses (Compuerto, Camporredondo, Ruesga y Requejada), en el primero de los cuales está localizado el karst de Los Peñucos.

El segundo aspecto positivo es la asociación del LIG no sólo con elementos del medio natural plenamente reconocidos, como atestiguan las figuras de protección citadas anteriormente, sino también con elementos de interés histórico ligados a la minería romana. En efecto, la persistencia de murias, así como de varios elementos de la infraestructura hidráulica e incluso de un asentamiento de tipo corona permite conectar el patrimonio natural y el cultural en un único punto.

En opinión de los autores, los valores positivos reseñados aconsejan la utilización patrimonial de este LIG. Su ubicación frente a una carretera catalogada como ruta y que cuenta con varios puntos desde donde se obtiene una buena perspectiva del karst facilitan la instalación de infraestructuras de tipo mirador. Un pequeño aparcamiento y un panel explicativo de la génesis del karst junto a localización de algunas evidencias de minería de oro bastarían para dar un uso patrimonial a este punto. Adicionalmente, podría incluirse información sobre el acceso al propio yacimiento. Esta visita es muy aconsejable para la observación de los rasgos de detalle descritos con anterioridad (cantos redondeados silíceos dispersos por el afloramiento, formas kársticas menores...), pero implica la recuperación de una senda desde la pista forestal hasta el karst, pues en la actualidad las antiguas veredas se han difuminado.

Ejemplos de lugares con morfologías especiales y que son resultado de procesos mineros que producen la exhumación de paleokarst son ya conocidos y están puestos en valor en otros lugares de España. En este contexto merece la pena destacar el Cerro del Hierro (Sierra Norte de Sevilla), un karst exhumado por la actividad minera continuada desde antes de los romanos hasta mediados del siglo XX (Delannoy *et al.*, 1989). Por sus valores geológicos y paisajísticos, este karst ha sido catalogado como Monumento Natural por la Junta de Andalucía y en él se desarrollan diversas actividades de divulgación de su patrimonio geológico y minero.

Otro ejemplo emblemático es el actualmente denominado Parque Natural de Cabárceno en Cantabria (García Codrón, 1989; García Codrón, 1992; Fernández Rubio, 2001), donde el karst en calizas cretácicas exhumado debido a una explotación de hierro sirve de paisaje a diversas actividades relacionadas con la naturaleza y más concretamente a un zoológico abierto.

CONCLUSIONES

En este trabajo se lanza una hipótesis que interpreta un afloramiento de calizas karstificadas próximas a la localidad de Camporredondo de Alba (Palencia) como un paleokarst exhumado por labores de minería en época romana. Las principales evidencias que apoyan esta interpretación son:

1. la presencia, en las calizas karstificadas, de formas de disolución mayores de tipo pináculos y surcos a las que se superponen formas menores de disolución
2. la existencia de numerosos cantos redondeados de naturaleza silíceas asociados al afloramiento de calizas, y en muchos casos incrustados en los surcos y lapiaces kársticos del mismo
3. la presencia residual de conglomerados con matriz arcillosa en la que han sido halladas varias pequeñas hojuelas de oro, y cuya fracción gruesa está formada por cantos similares a los descritos en el punto anterior
4. la existencia en el valle del río Carrión de afloramientos discontinuos situados a niveles similares y con rasgos comunes al conglomerado descrito
5. los restos de murias y de pozos de excavación en el entorno del karst
6. la persistencia, a pesar de las repoblaciones recientes, de diversos elementos correspondientes a una infraestructura hidráulica de uso común en la minería aurífera romana
7. la toponimia de la zona, que abunda en nombres referidos a elementos de estas infraestructuras y labores
8. la presencia de restos de un asentamiento de tipo corona en la base del afloramiento
9. el conocimiento de yacimientos explotados por la minería romana en otras zonas próximas a la estudiada

Ejemplos como el aquí descrito, o bien los ya conocidos de Cerro del Hierro o Cabárceno, sugieren que la exhumación de calizas karstificadas por procesos mineros no constituye un hecho extraordinario.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J.L., Pulgar, J.A., García-Ramos, J.C. y Barba P. 1996. Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: Friend, P. y Dabrio, C. (eds.), *Tertiary basins of Spain*. Cambridge University Press, Cambridge, 214-227.
- Canto Pérez, J.C., Alonso Herrero, E., Matías Rodríguez, R., Morillo Cerdán, A. y Neira Campos, A. 2000. Explotaciones auríferas romanas en el Alto Carrión (Palencia, España). En: Mata Perelló J.M. y González J.R. (eds.), *Actas del Primer Simposio Sobre la Minería y Metalurgia Antigua en el Sudoeste Europeo*. Centre d'Arqueologia d'Avinganya, Serós, 337-349.
- Cendrero Uceda, A. 1996 Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. En: MOPTMA (ed.), *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 29-38.
- Delannoy, J. J., Díaz del Olmo, F. y Pulido, A. 1989. *Geomorfología del Cerro del Hierro*. Reunion FrancoEspagnole sur les karst Mediterraneens d'Andalussie Occidentale, 210-213.
- Fernández-Martínez, E. y Fuertes Gutiérrez, I. (coords.) 2009. *Lugares de Interés Geológico. Palencia*. DVD publicado por la Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León.
- Fernández-Rubio, R. 2001. Un recurso valioso. Las aguas de mina. *Industria y Minería*, 345, 14-22.
- García Codrón, J.C. 1989. Los lapiaces de agujas de Peña Cabarga: Génesis y significado de una forma original. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15, 17-28.

- García Codrón, J.C. 1992. Algunas reflexiones sobre los lapiaces de agujas del cantábrico oriental. *Cuadernos de Sección Historia*, 20, 99-108
- Jiménez Benayas, S. (dir). 1997. *Mapa Geológico y Minero de Castilla y León*, Escala 1:400.000. SIEMCALSA, 1-459.
- Junta de Castilla y León, 1986. *Inventario de Indicios Mineros*. Provincia de Palencia, indicio nº 71, hoja MTN 106, Camporredondo de Alba.
- Koopmans, B.N. 1962. The sedimentary and structural history of the Valsurvio Dome (Cantabrian Mountains, Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 26, 131-232.
- Marín, J.A., Pulgar, J.A. y Alonso, J.L. 1995. La deformación alpina en el Domo de Valsurvio (Zona Cantábrica, NO de España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 8(1-2), 111-116.
- Muñoz, M.B., Martín-Chivelet, J. y Rossi, C., Ford, D.C. y Schwarcz, H.P. 2007. Chronology of Termination II and the Last Interglacial Period in North Spain based on stable isotope records of stalagmites from Cueva del Cobre (Palencia). *Journal of Iberian Geology*, 33 (1), 17-30
- Muñoz, M.B., Martín-Chivelet, J. y Rossi, C. 2004. Implicaciones de la distribución geocronológica de espeleotemas en la Cueva del Cobre (Palencia). *Geogaceta*, 35, 179-182.
- Pérez González, A. y Elizaga, E. (coords. y dirs.). 1982. *Mapa Geológico de España. E. 1:50000, Hoja nº 131, Cistierna*. IGME, Madrid.
- Robledo Ardila, P.A. 2005. *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, genético, geológico y evolutivo*. Tesis Doctoral, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, 1-304.
- Rodríguez Fernández, L.R. (dir.) 1987. *Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Segunda Serie. Hoja 106 (Camporredondo de Alba)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

