

**Cambios antiguos en el paisaje de origen minero  
en León (España): localización y caracteres  
morfométricos de las lagunas auríferas romanas**

*Ancient landscape changes of mining origin in León (Spain):  
location and morphometric features of the Roman gold pit  
lakes*

*José María Redondo-Vega*  
*Universidad de León, España*  
ORCID: 0000-0002-4631-2216

*Rosa Blanca González-Gutiérrez*  
*Universidad de León, España*  
ORCID: 0000-0002-6863-8495

*Javier Santos-González*  
*Universidad de León, España*  
ORCID: 0000-0002-5567-653X

*Sergio Alberto Peña-Pérez*  
*Universidad de León, España*  
ORCID: 0000-0001-8128-177X

*Amelia Gómez-Villar*  
*Universidad de León, España*  
ORCID: 0000-0002-0061-8017



RESUMEN: Las minas a cielo abierto producen cambios drásticos en el relieve y en los paisajes donde se asientan. Esos cambios dependen de la magnitud de las explotaciones, de los sistemas de explotación y del tipo de mineral extraído. Las explotaciones auríferas realizadas por los romanos en la provincia de León requirieron la movilización de grandes volúmenes de roca para extraer las bajas concentraciones de oro que contenían. Esto generó numerosos cambios en los paisajes primigenios siendo uno de ellos la aparición de lagunas mineras. Estas surgieron en minas que excavaron profundamente la superficie del terreno interceptando las aguas subterráneas que, a partir de ese momento, se acumulan en el fondo de la explotación dando lugar a la laguna. También se deben a la acumulación de escombros mineros que obturaron la escorrentía superficial de los cursos de agua. Aquellos cambios en los paisajes antiguos fueron de tal magnitud que aún hoy persisten algunas lagunas creadas por la minería aurífera romana después de dos mil años. El presente trabajo localiza y analiza los caracteres morfométricos de 12 lagunas con agua permanente que aún perduran.

*Palabras clave:* minas romanas, lagunas auríferas, morfometría, León, NO de España

ABSTRACT: The open pit mines produce drastic changes in the relief and in the landscapes where they are located. These changes depend on the size of the exploitations, the exploitation systems and the type of mineral extracted. The gold mining carried out by the Romans in the province of León required the mobilization of large volumes of rock to extract the low concentrations of gold they contained, which generated great changes in the primitive landscapes, one of which is the appearance of pit lakes. The gold pit lakes appeared in mines that deeply excavated the surface of the land, intercepting the aquifer that, from that moment, accumulate at the bottom of the exploitation originating to the open pit; or they are due to the accumulation of mining dumps that blocked the surface runoff. In any case, those changes in ancient landscapes were of such magnitude that some open pits created by Roman gold mining more than two thousand years ago still persist today. The work locates and analyzes the morphometric characters of 12 pit lakes with permanent water that still exist.

*Keywords:* Roman gold mining, pit lakes, morphometry, León, NW Spain

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las consecuencias de la explotación a cielo abierto de minerales es la aparición de focos endorreicos en el fondo de las explotaciones donde se concentra la escorrentía del entorno de la mina. Además, es frecuente el afloramiento de aguas subterráneas por la intercepción de acuíferos que la profundización de la corta trae consigo. El resultado es que ambos factores se conjugan para la aparición de lagunas de origen minero una vez que se abandonan las explotaciones (AA.VV. 2017; AA.VV. 2021). Los nuevos paisajes que crea la minería tienen en las lagunas, localizadas en los fondos de las cortas abandonadas, uno de sus elementos más característicos.

En el caso de las lagunas mineras generadas por las explotaciones auríferas romanas, el endorreísmo y la conjunción de aguas de escorrentía y freáticas, son caracteres que están casi siempre presentes, al igual que ocurre con otras lagunas de origen minero que en los últimos 40 años se han formado de la provincia de León por las minas a cielo abierto de carbón (AA.VV. 2021), las canteras de pizarra, arena o grava (AA.VV. 2018a). No obstante, entre las originadas por la minería romana y las lagunas actuales, hay claras diferencias.

En primer lugar, el tiempo transcurrido hace que las primeras formen parte de un paisaje más “naturalizado”, pues están integradas con otros elementos del paisaje cultural que el hombre lleva creando desde hace más de dos mil años (AA.VV. 2010; SÁNCHEZ-PALENCIA y REHER, 2010). La vegetación natural de sus entornos, las parcelas agrarias, el poblamiento, forman un mosaico en el que los rasgos mineros, que son el soporte del paisaje, apenas son perceptibles. Por otro lado, el entarquinamiento intenso que presentan muchas es otro proceso natural que marca la tendencia de su dinámica y borra los indicios mineros acerca de su origen, lo cual las diferencia también de las lagunas mineras contemporáneas donde los rasgos mineros del entorno son aún mucho más evidentes.

En segundo lugar, las lagunas antiguas forman ya parte del patrimonio cultural minero (AA.VV. 2018), lo que no ocurre con las lagunas de origen minero contemporáneas. A pesar de ser elementos de gran interés por ser enclaves húmedos en donde el agua escasea en el medio, apenas han llamado la atención en los estudios de minería romana. En general, estos trabajos priorizan el análisis de las minas propiamente dichas y de los sistemas de explotación, las infraestructuras hidráulicas creadas que conllevaron, o los asentamientos antiguos ligados a ellas. Las lagunas de origen minero en ellos son un elemento más que apenas ha recibido una atención preferente.

Quizá su desconocimiento, obviamente ligado al de la propia minería aurífera romana hasta hace poco tiempo, haya influido en esa desvalorización sobre todo cuando se trata de lagunas que han dejado de ser funcionales, o solamente tienen agua ocasionalmente. Ello ha favorecido un uso variable de estos lugares que antiguamente eran lagunas originadas por la minería romana, así como una distinta consideración a la hora de su protección oficial. Es el caso de lagunas casi siempre secas usadas como pastizales y sitios para apriscar el ganado (Boisán, Las Médulas, Santa Colomba de Somoza), como reservorios de agua para el riego (Filiel, Las Médulas), o incluso, como vertederos de basuras (Fig. 2 F).

Además de lagunas específicamente mineras en el estudio se incluyó el Lago de Carucedo debido a su elevado interés natural y cultural. En este caso su origen no es minero pues se debe a obstrucción del drenaje de un valle por las escombreras romanas (SÁNCHEZ-PALENCIA *et al.*, 1999) y que no se emplaza en el fondo de una antigua explotación aurífera o sobre infraestructuras adyacentes como ocurre con el resto de lagunas mineras de la zona.



Fig. 2 F. Laguna estacional de Valdecastro (Lucillo) convertida en vertedero incontrolado.

Los objetivos de este trabajo son: i) localizar las lagunas funcionales ligadas a la minería aurífera romana de cara a su valoración y preservación, por ser enclaves sobresalientes desde el punto de vista medioambiental y elementos muy singulares del patrimonio minero; ii) realizar un análisis morfométrico de las lagunas y caracterizar sus parámetros básicos.

## 2. MÉTODOS

Para identificar las lagunas de origen minero se realizó un primer análisis de las fuentes cartográficas de las principales áreas de explotación aurífera de León, que dio como resultado un conjunto de enclaves con lagunas que en la actualidad no son funcionales o tienen un carácter temporal. Se identificaron así zonas endorreicas que retienen el agua de escorrentía y que coincidían con antiguos fondos de minas auríferas, que fue necesario para discriminar de aquellas otras que con el mismo origen minero tenían agua permanentemente.

El criterio seguido para establecer la relación de lagunas a estudiar fue la existencia de agua de manera persistente, aunque fuera con grandes oscilaciones estacionales de caudal. Para ello se realizó la fotointerpretación de imágenes aéreas antiguas en blanco y negro (vuelo Americano Serie A 1945-1946, Americano Serie B 1956-1957, Interministerial 1973-1986 y el Nacional 1980-1986) y actuales en color (Ortoimágenes del PNOA, 2017), Visor Iberpix 4 IGN (2019), identificando las áreas con minería aurífera romana y las lagunas existentes en ellas.

Mediante la aplicación del software ArcGis V. 10.3, se delimitaron las lagunas de más de 20 m de eje mayor y se calcularon los siguientes parámetros morfológicos para caracterizarlas: A, (superficie): área delimitada por el contorno de la laguna; P, (perímetro): longitud de la línea de costa que por lo general es constante a lo largo del año; L, (longitud máxima): línea que conecta los dos puntos más alejados de la costa de una laguna (HAKANSON, 1981); W, (anchura máxima): la distancia máxima correspondiente a una línea recta perpendicular a la recta de longitud máxima (DEL CASTILLO JURADO, 2003). Se trata de dimensiones morfométricas

utilizadas habitualmente en estudios de limnología (HAKANSON, 1981; DEL CASTILLO JURADO, 2003; AA.VV. 2005; AA.VV. 2015).

Con los datos obtenidos se calculó el índice *de desarrollo de la línea de costa*, ( $D_L$ ), que relaciona el perímetro de la laguna (P) o longitud de la línea de costa, con el perímetro de una circunferencia cuyo círculo es de igual área (A) que la laguna. Se define como:  $D_L = \frac{P}{\sqrt{4A\pi}}$  (DEL CASTILLO JURADO, 2003; CONTRERAS Y PAIRA, 2015) e indica la forma del contorno de la laguna: Circular ( $1 < D_L \leq 1.25$ ); Subcircular,  $1.25 < D_L < 1.5$ ; Subrectangular alargado,  $1.5 < D_L < 3$ ; Dendrítico,  $D_L > 3$ , (KALFF, 2002; DEL CASTILLO JURADO, 2003; CONTRERAS Y PAIRA, 2015). La observación del elevado nivel de colmatación de las lagunas hizo necesario la utilización del denominado índice de insularidad  $I_A$ , expresión numérica del % de superficie de islas sobre la superficie total de la laguna delimitada por su contorno (DEL CASTILLO JURADO, 2003).

Mediante el trabajo de campo se reconocieron y verificaron las lagunas identificadas con la foto-interpretación, midiéndose, además, otros parámetros básicos que no podíamos obtener en el gabinete, como la profundidad máxima (Z) de la laguna (DEL CASTILLO JURADO, 2003). Para ello se utilizó un profundímetro (*DeeperPro+ Smart Sonar*) con un alcance de 100 m y 80 m de profundidad.

También se realizaron imágenes cenitales mediante el uso del dron (*Phanton 4 Pro+*) para tener imágenes panorámicas imposibles de realizar a nivel del suelo debido a lo intrincado del terreno o a la densidad de la vegetación. Además, se tomaron imágenes de la ubicación de lagunas que, aunque figuraban en los fotogramas antiguos, podrían haber sufrido cambios recientes, incluso haber desaparecido prácticamente, con objeto de descartarlas para el estudio.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. LA LOCALIZACIÓN DE LAS LAGUNAS

Las lagunas se sitúan en dos localizaciones concretas, coincidentes con yacimientos auríferos que se explotaron en su momento. La primera zona explotada donde se conservan lagunas funcionales es la vertiente septentrional de la Sierra del Teleno, 2183m, (Fig. 1). Se trata de un extenso piedemonte formado por sedimentos cenozoicos y cuaternarios procedentes de la erosión y arrastre de los materiales paleozoicos que son el almacén de la alineación montañosa del Teleno y del zócalo de ese piedemonte. Todo el conjunto forma un relieve, sin grandes desniveles ni pendiente fuerte, suavemente disectado por la red fluvial del río Duerna y sus afluentes.

El yacimiento explotaba el oro finamente diseminado en la matriz de ese sedimento adonde llegó procedente de las mineralizaciones contenidas en algunos niveles crono-estratigráficos de las rocas del Paleozoico inferior. Las localizaciones del oro explotado (diques de cuarzo y fracturas y fallas paleozoicas y las rocas sedimentarias más recientes) coinciden con la distinción que convencionalmente se hace entre yacimientos primarios cuando se explotaba la roca paleozoica in situ, y secundarios cuando el laboreo era de los sedimentos terciarios y cuaternarios (DOMERGUE, 1987; HÉRAIL, 1984; PÉREZ GARCÍA y SÁNCHEZ-PALENCIA, 1984; PÉREZ-GARCÍA *et al.*, 2000; MATÍAS RODRÍGUEZ, 2006; 2011).

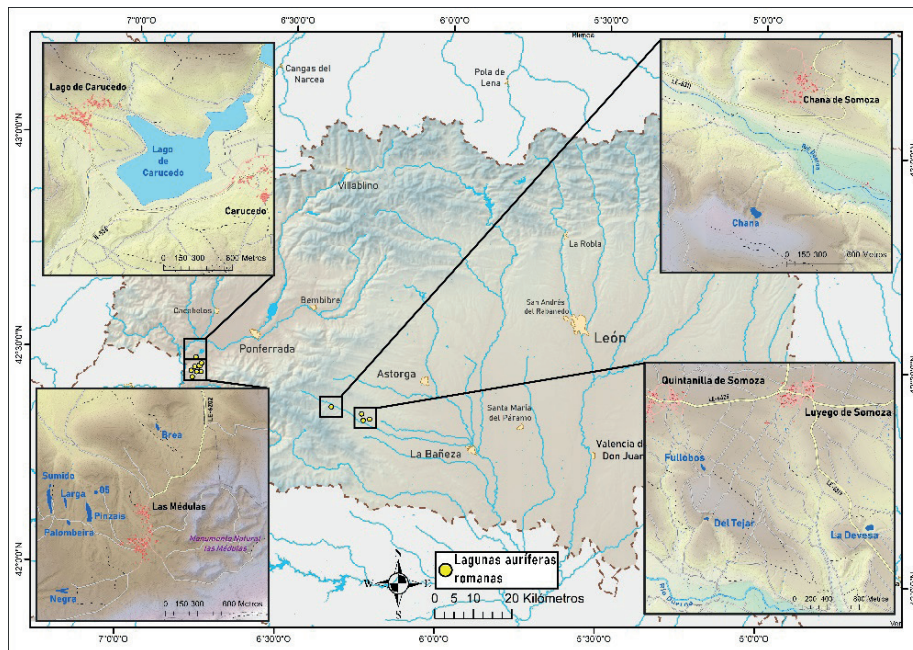


Fig. 1. Localización de las principales lagunas de la minería aurífera romana en León.

En el piedemonte septentrional del Teleno, además de los sedimentos recientes que recubren el zócalo, se explotaron los primarios (LUENGO UGIDOS, 1992; MATÍAS RODRÍGUEZ, 2006, 2014; AA.VV. 2020). Estos son el área fuente del oro presente en la matriz de los sedimentos conglomeráticos del piedemonte, con independencia del tipo y origen que sean (paleo-relieves terciarios, glaciares, terrazas fluviales, morrenas de origen glaciar); o antigüedad (miocenos, pliocenos, pleistocenos). El aprovechamiento de yacimientos auríferos como el Teleno, que va de la zona culminante hasta la terraza fluvial más baja del río Duerna, indica la riqueza del mismo, además de un laboreo minero integral que utilizó en cada enclave concreto la técnica más adecuada (MATÍAS RODRÍGUEZ, 2011), en función de las condiciones geoambientales y de la riqueza del mismo.

La distinción entre yacimientos primarios y secundarios apenas sirve para discriminar y distinguir unas minas auríferas de otras salvo que sean de pequeña dimensión. Cuando el contacto entre el zócalo paleozoico y la cobertera sedimentaria está cerca de la superficie, se generaron yacimientos que constituyeron sitios de preferente explotación por su riqueza en oro (PÉREZ GARCÍA y SÁNCHEZ-PALENCIA, 1984).

Si, además del contacto con alta concentración en oro el sustrato lo contenía en forma de yacimiento primario, se explotaron ambas unidades, una detrás de otra, y la mina es ejemplo, a la vez, tanto del laboreo de los sedimentos que forman la cobertera, como de la excavación del zócalo donde se encuentra el oro primario. En ese caso, se generaron explotaciones de mayor dimensión y más profundas, cuyo fondo terminaba por inundarse de agua dando lugar a una laguna.

La segunda localización (Fig. 1) es también el piedemonte, mucho más estrecho y menos extenso, del extremo O de los Montes Aquilanos; lo forman los sedimentos cenozoicos del conocido yacimiento aurífero de Las Médulas (parecidos a los mencionados en el Teleno). Aquí también se trata de yacimientos secundarios, con independencia tanto del origen de los

sedimentos, como del propio sistema de explotación utilizado, sistema aún discutido, (MATÍAS RODRÍGUEZ, 2017). Las lagunas que se conservan son alargadas siguiendo la dirección de los canales de lavado/evacuación y arrastre de los estériles y cuya confluencia (“colas de lavado”, DOMERGUE, 1987) se dirigió hacia dos lugares principalmente: hacia el NNO al actual lago de Carucedo, formando la inmensa escombrera de Chao de Maixeiros (AA.VV. 2000a); y hacia el SO, al valle del Arroyo de La Balouta y al valle del río Sil. Ambos casos, además de la evacuación en dirección N hacia el actual núcleo de Carucedo, son las salidas naturales de los escombros de la explotación minera principal de Las Médulas.

Sin embargo, la proximidad del paleozoico en algunas lagunas (Lago Somido, Laguna Negra) nos permite suponer que, en algún caso, estas depresiones aún hoy con agua, fueron algo más que canales de evacuación de estériles. Posiblemente, en fases anteriores de la explotación podrían haber funcionado como canales de lavado para extraer el oro de toda la cobertera cenozoica, indicando así el laboreo de la totalidad del conglomerado cenozoico (cuestión que puede explicar la dimensión que alcanzó esta mina, MATÍAS RODRÍGUEZ, 2017). Avanzada la excavación, esta pudo profundizar incluso hasta alcanzar los materiales del zócalo subyacente.

Así, cerca de la Laguna Negra el zócalo paleozoico formado por calizas karstificadas fue intensamente explotado por los mineros romanos hasta exhumar un karst fosilizado cuyas cavidades fueron rellenas de sedimentos recientes y oro procedente de los yacimientos primarios (AA.VV. 2015a). Dos de los canales de evacuación de escombros convergentes hacia La Balouta están hoy ocupados por esta laguna; la prolongación de esta por un canal de egresión se realiza encajándose en la dirección del contacto entre las calizas y las pizarras del zócalo, no habiendo prácticamente desnivel entre el fondo de la laguna y el zócalo subyacente.

Las ubicaciones de las lagunas auríferas que son aún funcionales están relacionadas con zonas donde la minería fue muy intensa y abarcó extensos territorios. Los espacios mineros antiguos son elementos que han configurado un paisaje cultural de más de dos mil años de antigüedad (REDONDO VEGA, 1998) en el que los usos agrarios y mineros se han ido estambrando armónicamente (AA.VV. 2010). Aquellas transformaciones han sido el soporte del paisaje actual en extensas áreas como el Teleno (LUENGO UGIDOS, 1993) o Las Médulas (AA.VV. 2000), existiendo pocos paisajes geográficos en el país donde la interacción de elementos naturales con la huella antrópica milenaria de origen minero sea tan evidente.

### 3.2. MORFOMETRÍA DE LAS LAGUNAS

Se han localizado 12 lagunas (Tab.1) con agua permanente, aunque casi todas experimentan cambios estacionales de nivel, con un nivel más alto en épocas de lluvias invernales (o a finales de primavera) y marcados estiajes a finales del verano o en años muy secos.

Son de pequeño tamaño: 7 de ellas con superficie inferior a 2.500 m<sup>2</sup> y sólo dos (Lago Carucedo y Lago Somido) superan 1 ha. Además de su pequeño tamaño se trata de lagunas someras, pues salvo excepciones (Lago Somido y Laguna de Chana) miden menos de 2 m de profundidad, lo que las hace especialmente frágiles de acuerdo a los aportes de agua que las alimentan. Caso aparte es el lago de Carucedo, el de mayor dimensión de todos y el más profundo; aunque como comentamos anteriormente, en sentido estricto no se formó a partir de una explotación minera, sino por la obturación del valle principal de Carucedo por estériles, estos sí de origen minero, procedentes de la explotación principal de Las Médulas (SÁNCHEZ-PALENCIA *et al.*, 1999).



LOCALIZACIÓN Y MORFOMETRÍA DE LAS LAGUNAS DE  
LA MINERÍA AURÍFERA. PROVINCIA DE LEÓN

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	A	P	L	W	Z	D <sub>L</sub>	I <sub>A</sub>
01 Chana	244441,90 4698110	6282,63	331,85	107,46	58,46	1,60	1,18	0,0
02 Fullobos	232333,83 4695611	1201,56	143,02	44,52	26,98	1,20	1,16	0,0
03 Del Tejar	232370,29 4694992	1416,30	151,04	52,03	23,49	1,30	1,13	0,0
04 La Devesa	234416,31 4694890	1290,01	145,24	41,64	30,97	1,20	1,14	0,0
05 Redonda	189671,35 4707882	2165,59	186,33	48,70	44,46	1,30	1,03	83,18
06 Pinzáis	189609,32 4707882	4439,39	365,91	154,16	28,79	1,70	1,54	41,78
07 Larga	189390,31 4707778	2660,09	273,75	113,29	23,47	1,50	1,50	81,95
08 Palombeira	189418,90 4707609	1238,73	149,74	50,19	24,67	1,10	1,20	71,08
09 Somido	189239,71 4707843	10615,36	544,17	224,88	47,20	5,10	1,48	5,21
10 Negra	189360,21 4706959	4377,12	301,37	111,39	39,29	1,90	1,28	0,0
11 Carucedo	189340,82 471104,5	636907,0	3212,38	892,84	713,34	22,00	2,27	0,0
12 La Brea	190251,82 4708509	1509,00	58,56	21,02	8,26	1,50	1,25	0,0

A: superficie (m<sup>2</sup>); P: perímetro (m); L: longitud máxima (m); Z: profundidad máxima (m); D<sub>L</sub>: desarrollo de la línea de costa (D<sub>L</sub> = P/2 πA). I<sub>A</sub>: insularidad = % de superficie de islas sobre superficie total

*Tab.1. Parámetros morfométricos de las lagunas de la minería aurífera romana en León*

En general presentan un elevado nivel de entarquinamiento, a veces con abundante vegetación (*Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*, *Sphagnum palustre*, *Salix sp*). En algunos casos la vegetación llega a colonizar casi por completo las lagunas, de tal modo que estas quedan reducidas a canales lacustres entre islas de vegetación que es donde se puede medir la profundidad. Es lo que ocurre por ejemplo en la Laguna Pinzáis (Fig. 2B), Laguna Larga y Laguna Redonda.

El índice de insularidad I<sub>A</sub> (DEL CASTILLO JURADO, 2003) alcanza valores superiores al 70% (Laguna Larga, Laguna Redonda, Laguna Palombeira) lo que indica un avanzado proceso de colmatación. El entarquinamiento de las lagunas es más acentuado en las del entorno de Las Médulas que en las situadas en el piedemonte del Teleno, debido quizá a la mayor disponibilidad de finos, procedentes de grandes superficies desprotegidas de vegetación y al secular aprovechamiento agrícola del entorno de Las Médulas.

Salvo el Lago de Carucedo, la mayoría ocupan pequeñas cuencas endorreicas y carecen de canal de egresión o, si lo tienen (Laguna Negra, Laguna Pinzáis, Laguna Larga), no es funcional por su colonización vegetal, y sólo en situaciones excepcionales de aportes hídricos sirve para evacuar las aguas sobrantes. Las marcas de nivel en sus orillas indican oscilaciones de nivel de tipo estacional (Fig. 2A). Las imágenes antiguas muestran marcados estiajes si fueron tomadas durante el estío, o en años secos, ocupando su máximo nivel durante las épocas de lluvias y años lluviosos, lo que supone una dependencia directa en su funcionamiento de las precipitaciones y de la esorrentía en su cuenca.



*Fig. 2 A. Lago Somido alojado en una de las colas de lavado de Las Médulas con visibles marcas de estiaje en las orillas.*



*Fig. 2 B. Laguna Pinzáis en Las Médulas muestra un avanzado proceso de entarquinamiento.*

En cuanto a la forma, según el índice  $D_L$  (DEL CASTILLO JURADO, 2003), predominan las de forma circular ( $1 < D_L \leq 1.25$ ) en 7 de ellas: lagunas de Chana, Fullobos, Del Tejar, La Devesa, Palombeira, Redonda, y La Brea (Fig.2); 2 son subcirculares,  $1.25 < D_L < 1.5$ , (Lago Somido, Laguna Negra) y 2 subrectangulares alargadas,  $1.50 \leq D_L \leq 3$ , (Laguna Larga, Laguna Pinzáis,). Ninguna de ellas supera el valor de 3 (dendrítica,  $D_L > 3$ ) categoría que correspondería a aquellas cuyo origen está en el represamiento de un valle (DEL CASTILLO JURADO, 2003); solamente el Lago de Carucedo ( $D_L = 2.27$ ) se acerca a ese valor a pesar de que ese es su origen (SÁNCHEZ-PALENCIA *et al.*, 1999).

Mientras que las de forma circular ocupan depresiones endorreicas de las antiguas cortas (Del Tejar, Fig. 2C, de La Devesa, Fullobos), las subrectangulares coinciden con antiguas canales de lavado o de evacuación de escombros hacia las escombreras (lagunas Larga, Pinzáis (Fig. 2B), Negra (Fig. 2E) y Somido (Fig. 2A) del yacimiento principal de Las Médulas.



*Fig. 2 C. Laguna Del Tejar (Luyego) enclavada en el fondo de la corta aurífera.*

Hay lagunas permanentes como la de Chana (Fig. 2D), en las que su forma se prolonga en varias direcciones siguiendo ejes ortogonales que indicarían la dirección de los diques o las mineralizaciones ligadas a fracturas excavadas originalmente en el sustrato (Fig. 2D). Esa forma se da en otras lagunas estacionales del piedemonte del Teleno (Valdelafuente, Cernea), donde su condición de lagunas temporales permite identificar este hecho fácilmente en la foto aérea. Es decir, la estructura que condicionó la excavación del sustrato, y la forma que tuvo la mina romana, trasciende a la forma que actualmente tiene la laguna o bien el hueco que estacionalmente ocupa cuando tienen agua.



*Fig. 2 D. Laguna de Chana, su fondo lo forma el zócalo paleozoico y su perímetro geométrico se ajusta a las direcciones en las que se excavó este.*

La elevada colmatación que presentan la mayoría de las lagunas se manifiesta por la colonización vegetal tanto de las orillas como, sobre todo, de las partes más alejadas de estas. La profusión de islas indica unos aportes de finos suficientemente abundantes como para contrarrestar las salidas por los canales de egresión, sobre todo cuando estos están también colmatados y dejaron de cumplir su función de drenaje hace tiempo, tal como ocurre en la Laguna Negra (Fig. 2E), Laguna Larga, Laguna Pinzáis (Fig. 2B). Como resultado de ello las lagunas se sitúan en el fondo de cuencas casi siempre endorreicas, que son una trampa para los sedimentos, y cuyo emplazamiento favorece la colmatación progresiva de la laguna hasta su desaparición.



*Fig. 2 E. Laguna Negra (La Balouta).*

### 3.3. DINAMICA ACTUAL Y PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LAS LAGUNAS

El proceso de entarquinamiento que experimentan de manera natural en la actualidad es su característica principal desde un punto de vista dinámico, aunque hay otros factores bioclimáticos y antrópicos, sobre todo, que seguramente impulsan esa dinámica natural.

Por un lado, los aportes de agua han menguado unas veces porque se ha extraído agua mediante pozos en sus inmediaciones para uso agrícola (Laguna de La Devesa, Laguna Redonda). Otras veces se debe, seguramente, al intenso desarrollo de la vegetación natural en los entornos y cuencas vertientes a las lagunas, como ocurre en muchas de las situadas en el piedemonte septentrional del Teleno como las ubicadas al N de Filiel, al E de Lucillo, la Laguna Cernea de Santa Colomba de Somoza, y que debido a estar casi siempre secas no hemos incluido en el estudio. Este proceso natural es sincrónico al abandono de usos agrarios de montes de esos entornos durante las últimas décadas.

Así, se observan lagunas que en los años cincuenta y sesenta del pasado siglo presentaban aguas casi permanentemente (La Canal y Valdelafuente al SE de Santa Catalina de Somoza, la de Rabanal, N de Destriana), o que se desecaban en años muy secos. Hoy la dinámica se ha invertido y habitualmente están secas (las mencionadas presentan agua en la ortofoto en color de 2000 y de 2011) y solamente los años más húmedos contienen el agua sobrante de alimentar los cada vez más densos bosques y matorrales de sus cuencas vertientes, bosques cuyo manejo y aprovechamiento intensivo siempre estuvieron controlados por la economía agraria tradicional.

Pero esta colmatación también depende de las dimensiones que tuvieron las lagunas cuando se formaron y de su origen. Es decir, factores tales como la profundidad que alcanzaron durante la explotación y, sobre todo, el volumen de aportes que han recibido desde entonces como proceso natural de sedimentación creemos que han sido determinantes.

Unas son más profundas porque la mina en la que se emplazan fue de grandes dimensiones como en la Laguna del Tejar (Fig. 2C), o que el laboreo afectó a la cubierta de los sedimentos terciarios y también al zócalo subyacente. En ambos casos se generaron profundas depresiones que aún hoy contienen agua que dificulta su colmatación de sedimentos y colonización por la vegetación, como en Laguna de Chana (Fig. 2D).

Otras, seguramente ya eran más someras en origen (Laguna Palomberira, Laguna Larga, Laguna Pinzáis) lo que ha podido facilitar su colmatación. Todo lo cual no impide que haya ejemplos de profundos huecos que excavaron hasta el zócalo paleozoico y que hoy permanecen casi siempre secos, y cuya explicación habría que buscar en una disminución de los aportes por cambios en los usos del suelo del entorno de las mismas, como ocurre en la Laguna de Valdecastro (Fig. 2 F), o en la Laguna de Valdelafuente en el piedemonte del Teleno.

En las lagunas auríferas se da una conjunción de valores naturales y culturales debido a su origen minero, por lo que sería deseable que contaran con algún tipo de protección específica. Sin embargo hasta el momento esto no ha ocurrido. En el caso de las lagunas situadas en el entorno de Las Médulas se benefician del reconocimiento como Patrimonio de la Humanidad en 1997 de todo ese espacio, y forman parte del territorio del Monumento Natural homónimo desde 2002, lo que garantizaría en principio su preservación. No obstante, ninguna de esas lagunas se encuentra dentro de los límites del reducido espacio que se reservó en su momento a Zona de Uso Limitado del espacio natural y que aseguraría una conservación más eficaz. Así, el Lago de Carucedo se encuentra dentro de la zona Periférica de Protección y el resto de las lagunas en el espacio declarado como Zona de Uso Compatible, (PORN, 2002), es decir, aun perteneciendo al

Monumento Natural las lagunas y humedales están ubicados en zonas mucho menos restrictivas desde el punto de vista de los usos del territorio y de su conservación. Las lagunas del piedemonte del Teleno se localizan dentro del ámbito de influencia del “Campo de Tiro del Teleno” que el ejército utiliza desde hace 40 años. Por lo que se refiere al Lago de Carucedo, aunque acabamos de comentar que está fuera de la zona de máxima protección del Monumento Natural de Las Médulas, sí está incluido en la Zona de Especial Conservación (ZEC) ES4130117 de “Montes Aquilanos y Sierra del Teleno” de la Red Natura 2000, (BOCYL, 2015).

Por lo tanto, la situación actual de las lagunas y su diversidad puesta de manifiesto por el análisis morfométrico realizado, se debe a una conjunción de factores unas veces dependientes de características del yacimiento, otras del sistema de explotación realizado y de las dimensiones que alcanzó la mina original. Pero también de los aportes de sedimentos y de aguas que tienen en la actualidad y que dependen de las condiciones biogeográficas del entorno y de los usos seculares del mismo que ha realizado el hombre.

#### 4. CONCLUSIONES

Las lagunas estudiadas están ligadas a la actividad minera aunque su origen es diverso: resultado de la profundización de una mina a cielo abierto de gran tamaño (Laguna del Tejar), de la explotación consecutiva de cobertera cenozoica y zócalo (Laguna de Chana), del represamiento de la escorrentía por los escombros mineros (Lago de Carucedo), o de la conservación de la infraestructura minera como las de Las Médulas (Lago Somido, Laguna Pinzáis, Laguna Larga, Laguna Negra).

En general son de pequeñas dimensiones, de menos de 50 m de eje mayor (lagunas de La Brea, Fullobos y La Devesa). Su forma tiene que ver con su origen: perímetro irregular cuando se emplazan sobre excavaciones de diques de cuarzo perpendiculares (Laguna de Chana); alargada, si están sobre antiguos canales de evacuación de escombros y o de lavado; redondeada, si ocupan el fondo colmatado de una antigua corta (La Brea, Redonda, La Devesa, Fullobos).

El endorreísmo es su característica principal, aunque en origen tuvieran un canal de egrésión, salvo excepciones, este no es funcional al estar obstruido por sedimentos y vegetación, con lo que solo se cumple su función de desagüe en situaciones excepcionales. La existencia de estos focos endorreicos ocupados por lagunas es la prueba de la perdurabilidad de los cambios en el paisaje generados por la minería, incluso varios miles de años después.

Solamente un número muy reducido de lagunas son aún funcionales y mantienen su caudal de forma permanente, siendo excepcional que experimenten su conexión con la red de drenaje. Esto puede ocurrir después de periodos de lluvias continuadas, intensas, o de deshielos ocasionales que desencadenan cambios en su dinámica endorreica habitual y afectan a la conectividad entre la laguna y su cuenca.

La mayoría presentan un elevado grado de entarquinamiento con un progresivo proceso de colmatación y desecación en la serie histórica de fotogramas analizados (Laguna Pinzáis, Laguna Palombeira, Laguna Redonda). En general, su carácter de lagunas de aguas someras está relacionado con ese proceso de colmatación continuada. Al elevado interés medioambiental que la presencia de agua siempre conlleva, se une el de constituir enclaves sedimentarios únicos que posibilitan el estudio de los numerosos cambios medioambientales acaecidos durante el Antropoceno.

A pesar de su interés medioambiental, hasta el momento han despertado escaso interés o valoración, ni siquiera por los habitantes que residen en sus entornos. Ello se pone de manifiesto en los diferentes usos que han tenido en las últimas décadas, o su presencia secundaria en territorios con algún rango de protección (Monumento Natural de Las Médulas, Zona de Especial Conservación, ZEC, Montes Aquilanos y Sierra del Teleno).

## BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (2021): “Coal pit lakes in abandoned mining areas in León (NW Spain): characteristics and geoecological significance”. *Environmental Earth Sciences* 80, (24),792. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-10037-6>
- AA.VV. (2020): “The anthropic landscape imprint around one of the largest Roman hydraulic gold mines in Europe: Sierra del Teleno (NW Spain)”, *Geomorphology*, 357. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107094>
- AA.VV. (2018): “Geoheritage Values and Environmental Issues of Derelict Mines: Examples from the Sulfide Mines of Gromolo and Petronio Valleys (Eastern Liguria, Italy)” *Minerals* 8(6): 229. <https://doi.org/10.3390/min8060229>
- AA.VV. (2018a): “El origen de las lagunas de León”, en Ramón Blanco Chao, Francisco Castillo Rodríguez, Manuela Costa Casais, Jesús Horacio García, Marcos Valcárcel Díaz (eds.), *Xeomorfoloxía e paisaxes xeográficas, Catro décadas de investigación e ensino, Homenaxe a Augusto Pérez Alberti*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, pp. 269-287.
- AA.VV. (2017): “Changes in land use due to mining in the north-western mountains of Spain during the previous 50 years”, *Catena*, 149, pp. 844-856. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.03.017>
- AA.VV. (2015): “Inventario y caracterización morfológica de lagos y lagunas de alta montaña en las provincias de Palencia y León (España)”, *Pirineos*, 170. <https://doi.org/10.3989/Pirineos.2015.170006>
- AA.VV. (2015a): “La Balouta exhumed karst: a Roman gold-mine-derived landscape within the Las Médulas UNESCO World Heritage Site (Spain)”, *International Journal of Speleology*, 44(3), pp. 267-276. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.44.3.5>
- AA.VV. (2010): “Beyond nature: The management of a productive cultural landscape in Las Médulas area (El Bierzo, León, Spain) during pre-Roman and Roman times”, *Plant Biosystems*, 144 (4), pp. 909-923. <https://doi.org/10.1080/11263504.2010.491976>
- AA.VV. (2005): “Nuevos datos morfométricos para el Lago de Sanabria”, *Limnetica*, 24 (1-2), pp. 115-125.
- AA.VV. (2000): “Las Médulas (León) un paisaje cultural Patrimonio de la humanidad”, *Trabajos de Prehistoria*, 57 (2), pp.195-208. <https://doi.org/10.3989/tp.2000.v57.i2.257>
- AA.VV. (2000a): “El yacimiento aurífero de Las Médulas: Situación y geología“, en Francisco Javier Sanchez-Palencia (coord.), *Las Médulas (León). Un paisaje cultural en la Asturias Agustana*, Instituto Leonés de Cultura, León: pp. 158-188.
- CONTRERAS, Félix Ignacio, PAIRA, Aldo Raúl (2015): “Comparación morfométrica entre lagunas de la planicie aluvial del río Paraná Medio y La Lomada Norte (Corrientes, Argentina)”, *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(1), pp. 61-71. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n1.47774>
- BOCYL. (2015): “DECRETO 57/2015, de 10 de septiembre, por el que se declaran las zonas especiales de conservación y las zonas de especial protección para las aves, y se regula la planificación básica de gestión y conservación de la Red Natura 2000 en la Comunidad de Castilla y León”, Núm. 178, pp. 51804-51805.

- DEL CASTILLO JURADO, Marcos (2003): *Morfometría de lagos. Aplicación a los lagos del Pirineo* (Tesis doctoral, Universitat de Barcelona).
- DOMERGUE, Claude (1987): *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Publications de la Casa de Velásquez, Madrid.
- HAKANSON, Lars (1981): *A Manual of Lake Morphometry*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-81563-8>
- HÉRAIL, Gérard (1984): *Géomorphologie et Géologie de l'or Détritique. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Oueste de l'Espagne*, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- KALFF, Jacob (2002): *Limnology. Inland Water Ecosystems*, Prentice Hall, New Jersey.
- LUENGO UGIDOS, Miguel Ángel (1993): *Estudio del relieve del sector oriental de los Montes de León*, (Tesis doctoral, Universidad de Salamanca).
- MATÍAS RODRÍGUEZ, Roberto (2017): “Las Médulas (León-España): revisión e incógnitas sobre la tecnología minera romana de la mayor explotación del mundo antiguo”, en José Dueñas Molina (coord.), *Minas: Historia e influencia en el desarrollo industrial y social de las comunidades mineras*, Universidad de Jaén, Jaén, pp. 235-244.
- MATÍAS RODRÍGUEZ, Roberto, GONZÁLEZ-NISTAL, Santiago (2014): “Minería aurífera romana en el campo filoniano Lucillo-Villalibre. Sierra del Teleno (León-España)”, en Josep Mata-Perelló, Mark Hunt Ortiz, Enrique Orche García (eds.), *Patrimonio geológico y minero: de la investigación a la difusión*, SEDPGYM, Logrosán, pp. 499-518.
- MATÍAS RODRÍGUEZ, Roberto (2011): “Los yacimientos auríferos primarios de la provincia de León (España): técnicas de explotación romana”, en Carla María Braz Martins, Ana Bettencourt, José Inácio Martins, Jorge Carvalho, (coords.), *Povoamento e exploração dos recursos mineiros na Europa Atlântica Ocidental*, Centro de Investigação Transdisciplinar «Cultura, Espaço e Memória/ Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário, Braga, pp. 155-178.
- MATÍAS RODRÍGUEZ, Roberto (2006): “La Minería Aurífera Romana del Noroeste de Hispania: Ingeniería minera y gestión de las explotaciones auríferas romanas en la Sierra del Teleno”, en Isaac Moreno Gallo (coord.), *Nuevos Elementos de Ingeniería Romana*, Junta de Castilla y León/Consejería de Cultura y Turismo, Salamanca, pp. 213-263.
- PÉREZ-GARCÍA, Luis Carlos, SÁNCHEZ-PALENCIA, Francisco Javier, TORRES-RUIZ, José (2000): “Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman Mining (NW of Duero and Bierzo Basins)”, *Journal of Geochemical Exploration*, 71, pp. 225-240.
- PÉREZ GARCÍA, Luis Carlos, SÁNCHEZ-PALENCIA, Francisco Javier (1984): “Yacimientos auríferos ibéricos en la antigüedad”, *Investigación y Ciencia*, 104, pp. 64-75. [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(00\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(00)00154-0)
- ORTOIMÁGENES PNOA, (2017). “Comparador de ortofotos PNOA”. Disponible en: [https://www.ign.es/web/comparador\\_pnoa/index.html](https://www.ign.es/web/comparador_pnoa/index.html) [15/09/2017].
- PORN 2002: *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, Espacio Natural de Las Médulas (León), Directrices, Zonificación y Normativa*, Consejería de Medio Ambiente/Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 47.
- REDONDO VEGA, José María (1998): “Las Médulas de Carucedo”, *Medio Ambiente en Castilla y León*, 10, pp. 2-6.
- SÁNCHEZ-PALENCIA, Francisco Javier, FERNÁNDEZ-POSSE, María Dolores, FERNÁNDEZ MANZANO, Julio, y OREJAS, Almudena (1999): *La zona arqueológica de Las Médulas*. Salamanca, Junta de Castilla y León.
- SÁNCHEZ-PALENCIA, Francisco Javier y REHER, Guillermo Sven (2010): El paisaje cultural de Las Médulas, *Aragonito*, 19; 30-36.
- VISOR. IBERPIX 4 (2019): “Fototeca CNIG”. Disponible en: <https://fototeca.cnig.es/fototeca/> [15/07/2019].