

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO: UNA NUEVA VISIÓN DE LA TIERRA



Editores: Esther Martín-González,
Juan J. Coello Bravo y Juana Vegas Salamanca



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Instituto Geológico
y Minero de España

ACTAS DE LA XIII REUNIÓN NACIONAL DE LA COMISIÓN DE PATRIMONIO GEOLÓGICO

Editores:

Esther Martín-González, Juan J. Coello Bravo y Juana Vegas Salamanca

Instituto Geológico y Minero de España

2019

Comisión de Patrimonio Geológico Serie: CUADERNOS DEL MUSEO
GEOMINERO. Nº 30

Sociedad Geológica de España. Comisión de Patrimonio Geológico. Reunión Anual
(13ª. 2019. Santa Cruz de Tenerife)

Actas de la XIII Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico: [el
patrimonio geológico: una nueva visión de la Tierra] / editores, Esther Martín-
González, Juan J. Coello Bravo y Juana Vegas Salamanca. – Madrid: Instituto
Geológico y Minero de España, 2019

X, 284 p.: il.; en línea – (Cuadernos del Museo Geominero ; 30)

ISBN: 978-84-9138-082-5

1.geología divulgación 2. congreso 3. España I. Instituto Geológico y Minero de
España, ed. II. Martín González, Esther, ed. III. Coello Bravo, Juan J., ed. IV. Vegas
Salamanca, Juana, ed. V. Serie

551(460)(042.3)

Explicación de la portada: Volcán del Teide, Parque Nacional, Tenerife (Islas Canarias).
Fotografía de Juan Jesús Coello Bravo

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier otro sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor o editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

ISBN: 978-84-9138-082-5

Catálogo y venta de publicaciones de la Administración General del Estado en:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Imprime:

DIN IMPRESORES, S.L.

c/ Cabo Tortosa, 13-15 - Pol. Ind. Borondo 28500 - Arganda del Rey (Madrid)

PRESENTACIÓN

El presente volumen, número 30 de la Serie Cuadernos del Museo Geominero del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), lleva por título “El patrimonio geológico: una nueva visión de la Tierra” y recoge los trabajos presentados en la XIII Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico, de la Sociedad Geológica de España (SGE), celebrada en el Museo de Naturaleza y Arqueología (MUNA), Santa Cruz de Tenerife, los días 18 a 21 de junio de 2019. Las reuniones de carácter nacional, que pasan a tener carácter internacional, que la Comisión de Patrimonio Geológico celebra, desde su pionera constitución en 1994, con periodicidad bianual, se han convertido en uno de los foros más importantes de nuestro país sobre la gestión integral de este patrimonio natural y de la geodiversidad. En ellas se presentan y discuten los trabajos y contribuciones más recientes relacionadas con la materia en todos sus aspectos. Es la primera vez que la reunión se celebra en Canarias, una región que cuenta, como el resto del territorio nacional, con destacados valores geológicos ligados a la ciencia y la investigación, y paisajes naturales de gran atractivo por su belleza y espectacularidad.

Estos factores le confieren un notable potencial geoturístico, sobre todo si se tiene en cuenta que el archipiélago es un importante destino que cuenta con una amplia oferta de alojamientos, infraestructuras y servicios de turismo de naturaleza, turismo rural y ecoturismo, con una cifra de 13,7 millones de personas que visitaron Canarias en 2018. La declaración de dos geoparques mundiales de la UNESCO, como son El Hierro y Lanzarote y archipiélago Chinijo, y la anunciada presentación de candidaturas de algunos más, atestiguan el interés existente en las islas por la conservación y la gestión sostenible de estos elementos del medio natural, cuya simple definición ya supone un cambio radical en la forma de entender el uso de los recursos geológicos, en su mayoría no renovables, que nos ofrece el planeta.

El presente volumen recoge las 40 contribuciones expuestas durante la reunión, distribuidas en siete sesiones científicas: 1. Inventarios, catalogación y evaluación del patrimonio geológico y la geodiversidad; 2. Geoturismo; 3. Patrimonio geológico, geoparques y desarrollo local. Integración con otros elementos del patrimonio natural y cultural; 4. Custodia del territorio, legislación, conservación y gestión del patrimonio geológico. Patrimonio geológico en áreas protegidas; 5. Patrimonio geológico mueble; 6. Nuevas tecnologías para la gestión e interpretación del patrimonio geológico. Proyectos y metodologías innovadoras; 7. Divulgación, didáctica e interpretación del patrimonio geológico. En conjunto, constituyen una muestra representativa de los avances más actuales en la investigación y la gestión del patrimonio geológico, que esperamos sea de utilidad para todos aquellos que deseen una hacerse una idea fiel del estado de la cuestión. Por último, más allá de su interés científico y documental, esta obra aspira, como lo han hecho todas las reuniones nacionales convocadas hasta la fecha por la Comisión de Patrimonio Geológico de la SGE, a ser un instrumento para concienciar a los agentes públicos y privados de la necesidad de conservar un patrimonio tan valioso, y de los beneficios de toda índole que su correcto aprovechamiento puede aportar a la sociedad

Esther Martín-González, Juan J. Coello Bravo y Juana Vegas. Editores
Instituto Geológico y Minero de España

ÍNDICE

Presentación	V
SESIÓN 1. Inventarios, catalogación y evaluación del patrimonio geológico y la geodiversidad	1
LOS VOLCANES DEL MACIZO DE CALATRAVA (CIUDAD REAL, CASTILLA-LA MANCHA): PROPUESTA DE GEOZONA PARA UN PROYECTO DE GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO. <i>R. Becerra-Ramírez, R.U. Gosálvez, E. González, J. Dóniz-Páez, E. Escobar, M.C. Becerra-Ramírez</i>	3
CARBONATOS CONTINENTALES EN LAS ISLAS CANARIAS ORIENTALES: UN PATRIMONIO GEOLOGICO POCO CONOCIDO. <i>A.M. Alonso-Zarza y A. Rodríguez-Berriguete</i>	9
LA FORMACIÓN DETRÍTICA DE LAS PALMAS: UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE EXCEPCIONAL VALOR PATRIMONIAL. <i>E. Martín-González, J.J. Coello, I. Galindo, J. Vegas, N. Sánchez, C. Romero y A. González-Rodríguez</i>	15
30 AÑOS DE PROMOCIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN SEGOVIA (1989-2019): PRINCIPALES APORTACIONES. <i>A. Díez-Herrero, J. Vegas, G. Lozano, N. Sacristán e I. Gutiérrez-Pérez</i>	21
COOPERACIÓN EUROPEA PARA LA PROMOCIÓN DE LA GEOCONSERVACIÓN EN ÁFRICA. <i>E. Díaz-Martínez, Á. García-Cortés, J. Vegas, L. Carcavilla y N. Charles</i>	27
EVALUACIÓN PATRIMONIAL DE CUEVAS KÁRSTICAS PARA SU GESTIÓN EN ESPACIOS PROTEGIDOS: PARQUE NACIONAL DE LOS PICOS DE EUROPA (N DE ESPAÑA). <i>D. Ballesteros, E. Fernández-Martínez, L. Carcavilla y M. Jiménez-Sánchez</i>	35
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL TURÍSTICO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO SUBTERRÁNEO. <i>Bruschi, V. & Sánchez-Carro, M.A.</i>	41
SELECCIÓN PRELIMINAR DE LUGARES DE INTERÉS PALEONTOLÓGICO PARA EL INVENTARIO DE PATRIMONIO GEOLÓGICO DE CANARIAS. <i>Martín-González, I. Galindo, J. Vegas, N. Sánchez, J.J. Coello, C., Romero y A. González-Rodríguez</i>	49
EL INVENTARIO OFICIAL DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE MURCIA. LA ACTUALIZACIÓN DE 2009. <i>Guillén-Mondéjar, R. Arana, M. A. Mancheño A. del Ramo, T. Rodríguez Estrella, G. Romero Sánchez, M^a A. Aliás Linares, J. F. Rosillo Martínez, J. I. Manteca Martínez, C. de Santisteban Bové, A. Navarro Sequero y M. López Sandoval</i>	57

EL INVENTARIO OFICIAL DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE MURCIA. LA ACTUALIZACIÓN DE 2018. <i>F. Guillén-Mondéjar, G. Romero Sánchez, M^a A. Alías Linares, J. F. Rosillo Martínez, J. I. Manteca Martínez, C. de Santisteban Bové, C.; J. J. Martínez Díaz, B. Pérez Salgado, L. Arrufat Milán, A. Navarro Sequero y M. López Sandoval</i>	63
PROPUESTA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO PARA LA COSTA DEL MUNICIPIO DE AGAETE (NO DE GRAN CANARIA). <i>Arencibia L. y Mangas, J.</i>	71
SESIÓN 2. Geoturismo	77
PROPUESTA DE GEO-RUTA POR LA FOSA DEL CHORRILLO: FUENTES, HERVIDEROS Y VOLCANES (CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL, ESPAÑA). <i>E. Escobar, R. Becerra-Ramírez M.E. González y R.U. Gosálvez</i>	79
PROPUESTA DE ITINERARIO GEOTURÍSTICO POR EL MAAR DE HOYA LARGA. RELIEVE RUINIFORME EN EL ANILLO DE TOBAS. CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL, ESPAÑA. <i>M.E. González, R. Becerra, E. Escobar, R.U. Gosálvez, M. Serrano, M. Moreno</i>	85
LUGARES DE INTERÉS GEOTURÍSTICO DE TENERIFE (ISLAS CANARIAS, ESPAÑA) COMO ESTRATEGIA PARA POTENCIAR EL VOLCANOTURISMO. <i>F.J. Dóniz-Páez, W. Hernández y M. Przeor</i>	93
SELECCIÓN Y VALORACIÓN DE 20 LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE ARAGÓN COMO RECURSO TURÍSTICO. <i>López, O. & Lorente, J.</i>	101
SESIÓN 3. Patrimonio geológico, geoparques y desarrollo local. Integración con otros elementos del patrimonio natural y cultural	109
RUTA VOLCÁNICA EN EL GEOPARQUE MUDIAL UNESCO DE EL HIERRO (CANARIAS, ESPAÑA): GEOZONA DE ORCHILLA. <i>J. Dóniz-Páez, R. Becerra-Ramírez, L. Anceaume Chinae</i>	111
GEOTURISMO EN LOS GEOPARQUES MUNDIALES UNESCO VOLCÁNICOS CANARIOS: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA EN EL AULA. <i>J. Dóniz-Páez</i>	117
ITINERARIO GEOTURÍSTICO EN EL GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO DE EL HIERRO (CANARIAS, ESPAÑA) COMO ESTRATEGIA DE DIVERSIFICACIÓN DE SU OFERTA TURÍSTICA. <i>F.J. Dóniz-Páez, N. Herrera-Ramos y M. Toledo-Martín</i>	123
LA GESTIÓN DE LA GEODIVERSIDAD MEDIANTE SU INTEGRACIÓN CON OTROS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL: APLICACIÓN A LA RESERVA DE BIOSFERA DE MENORCA. <i>A. Rodríguez y F. de Pablo</i>	129
CONSERVACIÓN DE HUELLAS FÓSILES EN UN CONTEXTO EROSIVO. ACCIONES Y ESTRATEGIA EN EL FLYSCH DEL GEOPARQUE GLOBAL DE LA UNESCO DE LA COSTA VASCA. <i>A. Hilario, I. Mendiola, J. Zulaika y L. Barriuso</i>	135
GEOPARQUE DE GRAN CANARIA. <i>R. Brandon</i>	141

SESIÓN 4. Custodia del territorio, legislación, conservación y gestión del patrimonio geológico. Patrimonio geológico en áreas protegidas.	147
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ESTRATEGIAS SOBRE GEODIVERSIDAD Y PATRIMONIO GEOLÓGICO. CASO DE ESTUDIO: LA ESTRATEGIA DE GEODIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO 2020. <i>M. Monge-Ganuzas, D. Fernández, M. García, G. Arana, S. Iraurgi, , B. Casas, I. López, G. Baraia-Etxaburu</i>	149
LOS IMPACTOS DEL BOOM TURISTICO EN LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA SANTA (GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO DE LANZAROTE Y ARCHIPIÉLAGO CHINIJO, ISLAS CANARIAS). <i>I. Galindo, E. Martín-González, D. González, C. Romero, N. Sánchez, J.J. Coello y J. Vegas</i>	155
PROPUESTA DE DESARROLLO DE UN PALEOPARQUE EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE ANAGA (TENERIFE, ISLAS CANARIAS). <i>C. Castillo Ruiz, P. Cruzado-Caballero, C. Jimenez-Gomis, J. Núñez, M.C. Alfayate, A. Ahijado, J. L. Saorín, I. Sánchez Berriel y C.R. Sánchez.</i>	161
CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LA ANTÁRTIDA: AVANCES RECIENTES Y PERSPECTIVAS. <i>L. Carcavilla, J. López-Martínez y E. Díaz-Martínez</i>	167
SESIÓN 5. Patrimonio geológico mueble	173
LA COLECCIÓN SEROKA DEL MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA. <i>Y. Díaz-Acha e I. Díaz-Ontiveros.</i>	175
GEOMUSEO DE VALSECA. REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DE RECURSOS DEL MUSEO DE MINERALES, ROCAS Y FÓSILES DE VALSECA (SEGOVIA). <i>N. Sacristán Arroyo, A. Arribas García y G. Lozano Otero</i>	181
LLUÍS MARIÀ VIDAL, LA GEOLOGÍA DE LLEIDA Y EL MUSEU DE CIENCIÈS NATURALS DE BARCELONA. <i>I. Díaz-Ontiveros, M. Roquet y Y. Díaz-Acha</i>	187
LA COLECCIÓN DE MACROFORAMINÍFEROS JOSEP SERRA KIEL: REALZANDO LA DIMENSIÓN CIENTÍFICA DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO MUEBLE. <i>R. Robles-Salcedo, A. Gallardo, V. Vicedo</i>	193
SISTEMAS DE GESTION DE MUESTRAS RADIOACTIVAS Y TÓXICAS EN LA COLECCIÓN DE MINERALOGÍA DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE BARCELONA (MCNB). <i>S. Duque-Valero, M. Campeny, E. Garcia-Franquesa</i>	199
EL PATRIMONIO MUEBLE GEOLÓGICO DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE TENERIFE. <i>E. Martín-González & J.J. Coello-Bravo</i>	205
SESIÓN 6. Nuevas tecnologías para la gestión e interpretación del patrimonio geológico. Proyectos y metodologías innovadoras	211
PROGRAMA DE GESTIÓN DE COLECCIONES DE CIENCIAS NATURALES: PANGAEA DB® (V.1.0). <i>M. Roquet, M. Campeny, Y. Díaz-Acha, I. Díaz-Ontiveros, S. Duque, R. Robles-Salcedo, L. Troya, V. Vicedo</i>	213

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA VOLUNTARIA, ETIQUETAS DE LUGARES Y PATRIMONIO GEOLÓGICO DE INTERÉS TURÍSTICO. <i>A. Salazar, A. Cabrera, L. Carcavilla, E. Díaz-Martínez y J. Luengo</i>	219
TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS EMPLEADAS PARA LA GEOCONSERVACIÓN DEL BOSQUE PÉRMICO DE LA SIERRA DE ARAGONCILLO (GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO DE LA COMARCA DE MOLINA-ALTO TAJO, GUADALAJARA). <i>J. Luengo, L. Carcavilla, A. Díez-Herrero, J. Vegas, M. Hernández, A. Sopeña, Y. Sánchez-Moya, Á. García-Cortés y J.M. Monasterio</i>	227
‘GAMIFICACIÓN’ PARA LA GEOCONSERVACIÓN MEDIANTE MINECRAFT. <i>Díez-Herrero, P. Díez Marcelo, J. Vegas y A. Cabrera</i>	235
INTEGRACIÓN DE DATOS MULTIDISCIPLINARES MEDIANTE UN SIG COMO BASE DOCUMENTAL DEL PROYECTO DE GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO “MONTAÑAS DO COUREL” (ESPAÑA). <i>D. Ballesteros, R. Vila, X.C. Barros, I. Álvarez, P. Caldevilla, M. Llorente, M. García-Ávila, L. Adrados, L. Rodríguez-Rodríguez, y M. Alemparte.</i>	241
SESIÓN 7. Divulgación, didáctica e interpretación del patrimonio geológico	249
‘APADRINA UNA ROCA’. PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA LA GEOCONSERVACIÓN EN ESPAÑA. <i>A. Cabrera, J. Vegas, Á. Prieto, A. Díez-Herrero, Á. García-Cortés, E. Díaz- Martínez, Á. Salazar, L. Carcavilla</i>	251
UN PROYECTO PARA LA CREACIÓN DE UN CENTRO DE INTERPRETACIÓN PALEONTOLÓGICA Y ARQUEOLÓGICA EN TAMAJÓN (GUADALAJARA, ESPAÑA). <i>F. Barroso-Barcenilla, J. Audije-Gil, M. Berrocal-Casero, P.M. Callapez, S. Fernández-Carenas, S. Ozkaya de Juanas, V.F. dos Santos y M. Segura</i>	257
VULCANALIA: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LOS VOLCANES SE VA AL CINE. <i>J.J. Coello-Bravo, J. Coello-Bravo, D. Baute, C. Romero, A. Márquez, E. Martín-González, R. Herrera, I. Galindo y N. Sánchez.</i>	263
LAS GUÍAS GEOLÓGICAS DE LOS PARQUES NACIONALES DE CANARIAS UN EJEMPLO DE DIVULGACIÓN GEOLÓGICA PARA FOMENTAR EL GEOTURISMO. <i>R. Rodríguez Fernández</i>	269

INVENTARIOS, CATALOGACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y LA GEODIVERSIDAD

LOS VOLCANES DEL MACIZO DE CALATRAVA (CIUDAD REAL, CASTILLA-LA MANCHA): PROPUESTA DE GEOZONA PARA UN PROYECTO DE GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO

*THE VOLCANOES OF CALATRAVA MASIFF (CIUDAD REAL, CASTILE-LA MANCHA): PROPOSAL
OF GEOZONE FOR A UNESCO GLOBAL GEOPARK PROJECT*

LR. Becerra-Ramírez^{1,2,3}, R.U. Gosálvez^{1,3}, E. González^{1,3}, J. Dóniz-Páez^{2,3}, E. Escobar¹,
M.C. Becerra-Ramírez⁴

¹ GEOVOL, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio – Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Letras, Avda. Camilo José Cela s/n, 13071, Ciudad Real (Ciudad Real), rafael.cecerra@uclm.es

² GeoTurVol, Dpto. Geografía e Historia – Universidad de La Laguna (Tenerife).

³ INVOLCAN. Instituto Volcanológico de Canarias, INtech La Laguna (Tenerife).

⁴ Colaboradora de GEOVOL-UCLM.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer una geozona dentro del proyecto de geoparque basado en el fenómeno volcánico que está desarrollando la Diputación Provincial de Ciudad Real. La geozona propuesta es el Macizo de Calatrava que presenta más de 60 volcanes por lo que es necesario determinar qué elementos de origen volcánico son interesantes y cuáles pueden ser aprovechados para su conservación y visita a este espacio a través de caminos públicos o vías pecuarias. La valoración de estos recursos servirá para diversificar la actividad económica en un área rural tradicionalmente agrícola, y desarrollar un geoturismo basado en la actividad volcánica y los usos que la sociedad les ha dado a lo largo de la historia

Palabras clave: Campo de Calatrava, proyecto de geoparque, turismo volcánico, volcanes.

ABSTRACT

The aim of this communication is to propose a geozone within the geopark Project based on volcanism that is being developed by Ciudad Real Province Council. The proposed geozone is Calatrava Massif that has tan 60 volcanoes, so it is necessary to determine which volcanic elements and resources can be used for their conservation and visit this area through public roads or cattle trails. The valuation of these resources will serve to diversify the economic activity in a traditionally agricultural rural area and develop a geotourism based on volcanic activity and the uses that society have given to them throughout history.

Key words: Campo de Calatrava, geopark project, volcanic tourism, volcanoes.

INTRODUCCIÓN

La Región Volcánica del Campo de Calatrava (RVCC) es una de las pocas áreas volcánicas de la Península Ibérica y un rasgo definitorio del paisaje de la provincia de Ciudad Real. Se enmarca en el volcanismo basáltico monogénico y policíclico, con el 52% de morfologías de génesis magmática (hawaiana y estromboliana) como coneletes escoriáceos (*spatter cones*) y conos de piroclastos (*cinder cones*), y el 48% de génesis hidromagmática, maares (*maar-diatreme* y *maar tuff rings*), en un territorio de 5.000 km² y 80 km de diámetro de N-S y de E-O (Becerra-Ramírez, 2013).

Los volcanes en RVCC han sido olvidados en la geoconservación y la sensibilización ambiental por administraciones públicas que han estado centradas en la puesta en valor de los Parques Nacionales (Cabañeros, Tablas de Daimiel), los humedales manchegos (Gosálvez *et al.*, 2010) y los Parques Naturales de la provincia (Valle de Alcudia-Sierra Madrona, Lagunas de Ruidera). Muchos de estos volcanes están siendo desmantelados por las excavadoras, la expansión de infraestructuras viarias y actuaciones urbanísticas negativas para su conservación. Por tanto, se considera necesaria la implementación de medidas de conservación y protección de estos elementos geológicos tan singulares (Gosálvez *et al.* 2010; Becerra-Ramírez, 2013), y su aprovechamiento económico sostenible a través del geoturismo, o incluso, a través de la figura de gestión y protección de Geoparque Mundial de la UNESCO.

Bajo estas premisas y tras años de debate entre la comunidad científica regional, representada por geógrafos del grupo de investigación *Geomorfología, Territorio y Paisajes en Regiones Volcánicas* (GEOVOL-UCLM), y la administración pública (La Tribuna, 2016; El Digital, 2017), la Diputación Provincial de Ciudad Real ha promovido un proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO cuya base geológica son los volcanes de la provincia (Lanza Digital, 2019). Este proyecto está en proceso de redacción e información pública para dar a conocer su interés, su delimitación, el beneficio económico que generaría el geoturismo y una primera relación de geositios/geomorfositos de interés para la presentación de esta candidatura ante el Comité Nacional Español de Geoparques.

El objetivo de este trabajo es proponer una Geozona dentro del proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO. Se propone la utilización del término Geozona siguiendo la definición expresada en la Estrategia de Geodiversidad del País Vasco 2020 (Gobierno Vasco, 2014) que establece que una Geozona es "un territorio que presenta un patrimonio geológico notable, por su singularidad, variedad o belleza, que ha sido inventariado y acondicionado para la promoción de un proyecto geoturístico basado en la interpretación de los valores geológicos...". Por tanto, la geozona propuesta es el Macizo de Calatrava con más de 60 volcanes que, de forma individualizada y en conjunto, presenta valores patrimoniales elevados. Se considera necesario determinar qué recursos de origen volcánico ofrece y cuáles pueden ser aprovechados para la conservación y visita a este espacio. El conocimiento de éstos servirá para diversificar la actividad económica en un área rural tradicionalmente agrícola, y para desarrollar un geoturismo basado en los elementos volcánicos y en los usos que la sociedad les ha dado a lo largo de la historia.

GEOZONA DEL MACIZO DE CALATRAVA: JUSTIFICACIÓN

Desde que la Diputación Provincial de Ciudad Real, a propuesta de GEOVOL-UCLM, manifestó su intención de promover un proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO basado en los volcanes (Lanza Digital, 2019), una de las primeras tareas a abordar por geocientíficos debe ser la realización de un inventario de geositios/geomorfositos (LIGm).

El área de estudio, el Macizo de Calatrava (Figura 1), se localiza en el sector suroccidental de la RVCC, es un conjunto de sierras ordovícicas que corresponden al cierre periclinal oriental del anticlinal de Argamasilla con altitudes de entre 900 y 1.000 m. La superficie del macizo alcanza los 380 km² y es la expresión morfológica de estructuras anticlinoriales complejas donde los materiales del Ordovícico inferior (cuarcitas armóricas y areniscas) plegados y fracturados, forman la parte culminante del mismo. El macizo se subdivide en dos subconjuntos: al norte el Macizo de Calatrava propiamente dicho, y al sur la Sierra de Calatrava o Macizo Sur de Calatrava (García, 1994; González, 1996). Lo más interesante de esta zona es el paisaje resultante, retocado por estructuras volcánicas, con 41 cráteres hidromagmáticos (maares) y 21 volcanes magmáticos (conos y coneletes) con coladas de lava que, en ocasiones, son las cotas más altas.

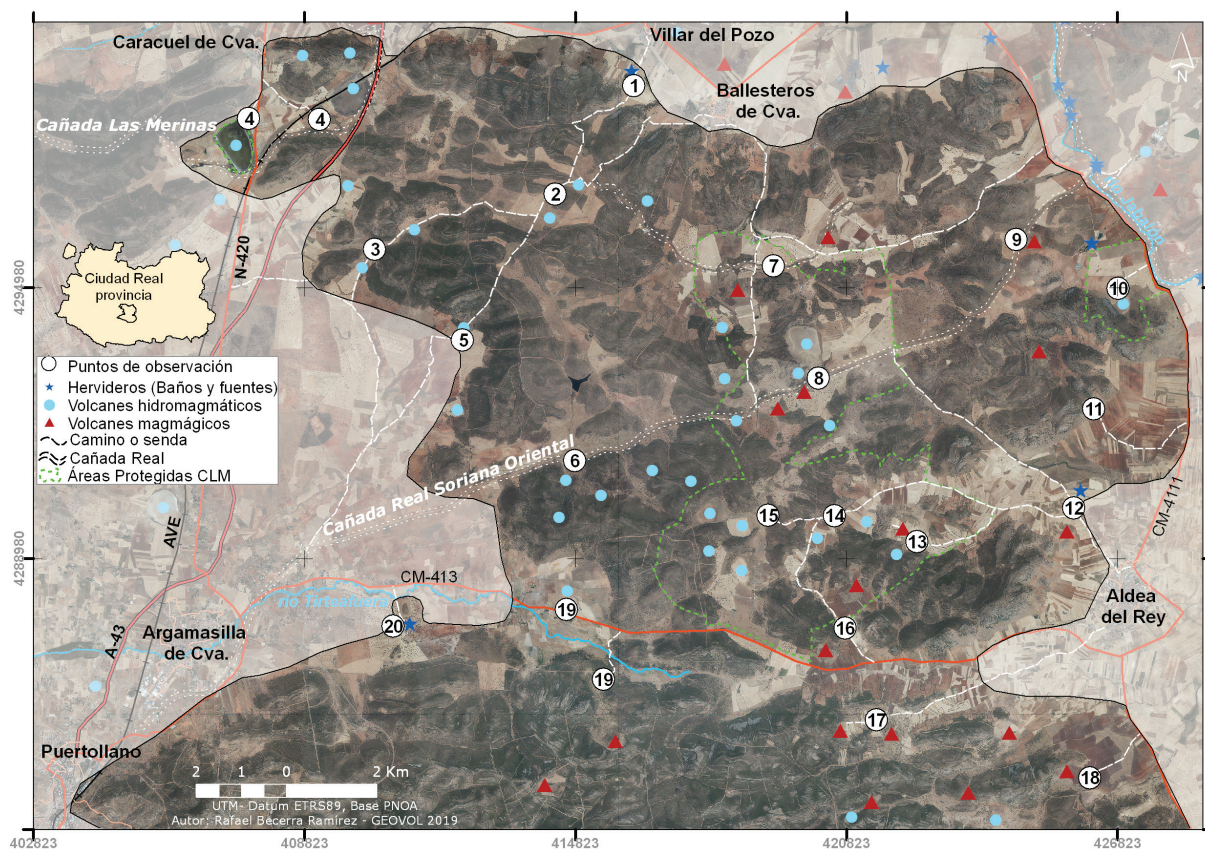


Figura 1. Mapa de la propuesta de Geozona del Macizo de Calatrava, volcanes, puntos de interés y accesos. Elaboración propia.

Desde GEOVOL-UCLM se propone la delimitación de una Geozona de especial relevancia en el corazón del futuro proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO, al igual que se han delimitado en geoparques como el de El Hierro (Canarias) (mapa de geositos de El Hierro <http://elhierrogeoparque.es/>, 25/02/19). La Geozona del Macizo de Calatrava es una unidad natural definida con base morfoestructural que presenta una variada geodiversidad en la que existen varios volcanes de elevado valor patrimonial geológico/geomorfológico. Dado el elevado número de éstos y al estar agrupados y cercanos unos a otros, se hace necesario establecer una unidad geográfica mayor que los agrupe en conjunto, la geozona. Además, algunas de estas morfologías volcánicas no pueden entenderse de forma individual, sino interconectadas formando complejos desarrollados en el mismo paroxismo eruptivo. El interés de esta geozona radica tanto en sus aspectos puramente abióticos y bien conservados (estructuras geológicas, litologías, formas de relieve específicas) fruto de procesos pasados y actuales (volcanes, lagunas, ríos y arroyos, erosivos, hervideros), como en los aspectos bióticos presentes en la misma (lagunas y ecosistemas lacustres, monte mediterráneo, fauna y flora específica) y en elementos histórico-culturales (restos arqueológicos, ermitas, construcciones antiguas, Cañada Real) que aportan un valor añadido a los elementos naturales. Además, la zona cuenta con espacios naturales protegidos por la Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha: la Microrreserva de la Laguna de Caracuel, el Monumento Natural de la Hoya de Cervera y el Monumento Natural del Macizo "volcánico" de Calatrava.

Esta geozona, debido a la combinación de todos los aspectos abióticos, bióticos y culturales descritos, constituye un paisaje específico y único que merece ser destacada del resto del territorio, y la aplicación de una gestión sostenible acorde con sus valores. En este sentido, se hace necesaria su conservación, protección y su promoción geoturística.

RECURSOS, ATRACTIVOS Y PUNTOS DE INTERÉS EN LA PROPUESTA DE GEOZONA DEL MACIZO DE CALATRAVA

“Dóniz-Páez (2016) afirma que según el tipo de recursos o atractivos y espacios turísticos que tengan los geoparques, la creación de itinerarios geoturísticos que valoren, visibilicen y contribuyan a conservar su patrimonio son fundamentales. Por ello, y para facilitar el conocimiento de este territorio, valorar su patrimonio geológico y fomentar el aprovechamiento geoturístico, se han seleccionado varios puntos de observación que permiten su visita a través de la red de caminos públicos y vías pecuarias. Se trata de puntos de observación que permiten visualizar de forma detallada, o panorámica, los volcanes de este territorio, junto a otras formas de relieve, modelado o elementos histórico-culturales presentes. Algunos accesos ya están acondicionados como georutas (a los monumentos naturales y a la ermita de la Virgen de los Santos) o como rutas oficiales de senderismo a través de la *Cañada Real Soriana Oriental*) que atraviesa el macizo (tramo PR-CR13 Diputación de Ciudad Real, 25/02/19, <https://www.dipucr.es/index.php/documentos-juventud/rutas-de-senderismo>), contando todos ellos con su cartelería e indicaciones oficiales.

En el Macizo de Calatrava norte (Figura 1 y Tabla 1), se han seleccionado un total de 16 puntos de observación, pudiendo observar 31 cráteres explosivos, 10 conos y dos hervideros. En la Sierra de Calatrava se han seleccionado cuatro puntos de observación (5 volcanes magmáticos y un hervidero) cercanos a carreteras que permiten su visita. El resto de morfologías volcánicas se emplazan en la zona interna de la sierra, a mayor altitud y dificultad de acceso ya que están dentro de fincas privadas.

Los criterios utilizados para la selección de los puntos de observación se han hecho en base a tres conjuntos de valores (Tabla 1): científicos o intrínsecos, culturales o añadidos y de uso-gestión y protección, y de si son elementos representativos (ER) o singulares (ES) dentro del relieve volcánico de la RVCC (Becerra-Ramírez, 2013; Becerra-Ramírez *et al.*, 2015). Según la puntuación obtenida en los criterios de uso-gestión y protección, se observa que son fácilmente accesibles, presentan buena visibilidad y condiciones de observación, baja vulnerabilidad, buen estado de conservación y potencial económico para el geoturismo.

Una vez seleccionados los puntos observación, se hace necesario hacer una relación de aquellos recursos interpretativos que ofrecen, no sólo volcánicos, sino también de otros elementos del medio natural (geológicos o hidrológicos) y culturales. En la Tabla 1, aparece un listado de estos recursos para cada punto de observación. Los que destacan:

- **Abióticos.** Formas de origen volcánico, crestas, escarpes cuarcíticos, pedrizas y procesos de gelifracción (incluidos como elementos geológicos y geomorfológicos de interés especial dentro del Catálogo de Hábitats y Elementos Geomorfológicos de Protección Especial de la Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha).

- **Bióticos e hidrológicos.** Lagunas volcánicas y ecosistemas, río Tirteafuera y arroyos, manantiales hidrotermales de aguas ferruginosas (*hervideros* y fuentes de *agua agria*).

- **Culturales.** Cañada Real Soriana Oriental, Cañada de Las Merinas, ermita de la Virgen de Los Santos, restos arqueológicos (Bronce manchego), muros de piedra volcánica y corrales circulares para ganado, *negrizales* (lavas meteorizadas y roturadas) y minas de hierro.

La elección de estos puntos de observación atiende a la lógica del emplazamiento de las morfologías eruptivas en el macizo y a su accesibilidad a través de caminos públicos, carreteras o vías pecuarias. Se trata de una propuesta abierta a modificaciones futuras en función del interés que los ayuntamientos en colaboración con la propiedad privada tengan a la hora de seleccionar estos volcanes para actividades geoturísticas (turismo volcánico, observación de aves, senderismo, deportes de aventura, rutas a caballo o en 4x4, arqueología, romerías, geocientíficas (geógrafos, geólogos, ecólogos, botánicos, historiadores...), o de cualquier otra índole.

Algunos de estos volcanes podrían incluirse individualmente dentro del listado oficial de geositios/geomorfositos del proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO. Sería conveniente que en el listado aparecieran los tres espacios naturales protegidos mencionados anteriormente, además de los Baños de Villar del Pozo, el maar más grande de la RVCC – El Rin-

Puntos de obs.	DENOMINACIÓN ELEMENTO (geositio o geomorfostio)	Valores Científicos	Valores Culturales	Valores Uso-Gest.-Prot.	TIPO ELEMENTO	RECURSOS INTERPRETATIVOS
		Máx. 10				
1	Hervidero/Baños Villar del Pozo	2,70	4,88	6,50	ER	Coluviones, costras ferruginosas, Casa de Baños, hervidero, otros elementos culturales
2	Maares de Esparraguera, Boca Negra I y II	3,80	2,38	4,00	ES	Maares, abanicos aluviales, coluviones, arroyos, pozos
3	Maares Platero, Solana Blanca y La Lobera	4,00	2,63	6,00	ES	Maares, crestas cuarcíticas, abanicos aluviales, coluviones, paisaje adehesado, monte, pozos y arroyos
4	Maar de Cañada	5,10	4,75	5,50	ER	Maares, abanicos aluviales, coluviones, lagunas y observación de aves, paisaje, cañada Las Merinas, Microrreserva
	Microrreserva Laguna de Caracuel	4,80	6,38	6,50	ER	
5	Maares de El Hoyo y La Covezuela	4,20	3,25	6,00	ES	Maares, abanicos aluviales, pedrizas, crestas cuarcitas, encharcamientos, dehesas, monte, arqueología
6	Maares de Navarredondilla I, II y III	4,00	3,75	8,00	ES	Maares, abanicos aluviales, crestas cuarcitas, arroyo, pozos, corrales piedra, arqueología, Cañada Real
7	La Conejera y maar El Barrero	5,40	6,63	8,00	ER	Cono y coladas, maar, conos de deyección, pozos,manantiales, corrales circulares, muros de piedra, parcelación, negrizales, arqueología, religión, vías pecuarias, Monumento Natural
	Cerro Pelado y Virgen de Los Santos	4,80	6,00	7,00	ER	
8	Los Frailes I y II	5,40	6,13	6,50	ES	Conos y coladas, maares y flujos piroclásticos, abanicos aluviales, conos de deyección, lagunas y aves, monte, dehesas, pozos, arroyo, corrales circulares, arqueología, Cañada Real, Monumento Natural
	Maares Navalacierva y El Cura	5,50	6,13	7,50	ER	
	Maares de El Acebuche y Bocapucheros	5,50	6,50	8,50	ER	
9	El Retamar	4,10	5,00	7,50	ES	Cono y coladas, coluviones, negrizales, Cañada Real
10	Monumento Natural del maar Hoya de Cervera	4,00	6,00	8,00	ER	Maar y flujos piroclásticos, crestas y escarpes cuarcitas, pedrizas, laguna y aves, monte, corrales circulares
11	El Terminillo	3,50	3,00	6,00	ES	Cono y coladas, grauvacas proterozoico, crestas cuarcitas, conos deyección, monte, dehesa, corrales circulares, negrizales
12	Hervidero/Fuente de El Yezgo	2,90	3,50	5,00	ES	Hervidero y fuente agria, fisura eruptiva y coladas, escarpes cuarcitas, abanico aluvial, coluviones, arroyo, cueva, parcelación agraria
13	Cueva del Alguacil	2,70	2,63	3,50	ES	Cono y coladas, maar y flujos piroclásticos, crestas cuarcitas, coluviones, pedrizas, conos deyección, monte, muros y parcelación, negrizales, Mon. Natural
	La Encina y maar S de La Encina	6,10	6,50	9,00	ER	
14	Maares La Encina (Hoya Larga y Hoya Nivel)	4,40	5,75	6,00	ES	Maares y flujos piroclásticos-formas caprichosas, crestas cuarcitas, pedrizas, conos deyección, monte, laguna, muros y parcelación, Monumento Natural.
15	Maares de Las Carboneras, Los Cuartos, Los Lomillos I y II	5,20	6,13	7,50	ER	Maares y flujos piroclásticos-formaciones específicas, crestas cuarcitas, pedrizas, abanicos aluviales, monte, lagunas y aves, dehesas, Monumento Natural
16	La Colmenilla	4,90	5,63	8,00	ES	Cono y coladas, coluviones, crestas cuarcitas, arroyo, monte, muros y parcelación, negrizales, Monumento Natural
	La Vaqueriza	4,30	4,38	6,00	ES	
17	El Rincón y pitones	3,90	4,25	5,50	ES	Cono, erupción fisural, coladas, lago de lava, coluviones, crestas cuarcitas, monte, muros y parcelación, negrizales, canteras
	Cerro Prieto	5,40	5,50	7,50	ER	
18	Las Pilas	4,10	3,88	5,50	ES	Cono y coladas, crestas cuarcitas, pedrizas, abanico aluvial, terrazas, arroyos, fuentes, monte, negrizales
19	Maar de El Rinconcillo	4,70	5,00	5,50	ER	Maar, conos y coladas, crestas cuarcitas, coluviones, pedrizas, conos deyección, abanico aluvial, río Tirteafuera, costras calcáreas, manantiales, encharcamientos, monte, dehesa, muros de piedra, cueva, aljibes, minas de hierro
	La Zarza	4,50	4,00	7,50	ER	
	Las Mesas	3,90	3,13	3,50	ES	
20	Baños de La Dehesa/Mina de Hierro	3,00	4,13	5,00	ES	Hervidero y fuente agria, materiales Proterozoico-Cámbrico, abanico aluvial, río Tirteafuera, costras calcáreas, encharcamientos, dehesa, casa de baños, minas de hierro

Tabla 1.- Puntos de interés en la propuesta de Geozona del Macizo de Calatrava con los atractivos y/o recursos que se pueden identificar/observar en los mismos. Elaboración propia.

concillo – y los volcanes de Cerro Pelado, La Vaqueriza y Cerro Prieto, si no se considerara la creación de la geozona y todos los volcanes del macizo en conjunto.

CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de que la RVCC no tiene recursos turísticos importantes, se considera necesario diversificar la oferta de atractivos turísticos de origen volcánico, especialmente el propio paisaje volcánico, más allá de otras actividades tradicionales. Sigue siendo necesario establecer una figura de protección global para los volcanes o en su caso un modelo de gestión sostenible como puede ser el proyecto de Geoparque Mundial de la UNESCO. La propuesta de esta geozona podría servir para comenzar a desarrollar el inventario de geositos/geomorfositos que formarán parte de ese proyecto, cuyo interés radica en sus aspectos puramente abióticos y bien conservados, en sus ecosistemas y en los elementos histórico-culturales que otorgan un valor añadido más a los elementos naturales.

REFERENCIAS

- Becerra-Ramírez, R. 2013. *Geomorfología y Geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral UCLM, Ciudad Real, 822 p.
- Becerra-Ramírez, R., Dóniz-Páez, J. y González, E. 2015. Bases metodológicas para la gestión de los volcanes del Campo de Calatrava (Ciudad Real) como Patrimonio Geomorfológico. En: Hilario, A., Mendiá, M., Monge, M., Fernández, E., Vegas, J. y Belmonte, A. *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. Cuadernos del Museo Geominero nº18, IGME, Madrid, 91-96.
- Dóniz-Páez, J. 2012. *Turismo Volcánico. Canarias: productos volcánicos y propuesta de itinerarios volcánicos*. Ed. Academia Española, Madrid.
- Dóniz-Páez, J. 2016. Geoturismo en los geoparques europeos: atractivos, espacios y nuevos productos y experiencias turísticas. *VI jornadas de Innovación de la Universidad de La Laguna*. Vicerrectorado de Docencia. Universidad de La Laguna 137-154.
- El Digital Castilla-La Mancha, 10/10/2017, <https://www.eldigitalcastillalamancha.es/cultura-y-sociedad/399101388/Presentan-una-propuesta-para-crear-un-geoparque-sobre-el-vulcanismo-en-Ciudad-Real.html>
- Lanza Digital, 7/02/2019, <https://www.lanzadigital.com/provincia/la-diputacion-impulsa-la-creacion-de-un-geoparque-que-aglutine-los-complejos-volcanicos-de-la-provincia/>
- La Tribuna, 1/05/2016, <https://www.latribunadeciudadreal.es/noticia/Z1657D492-DF6D-A1F4-7D065F20A901C7F5/20160501/geovol/impulsa/proyecto/geoparque/campo/calatrava>
- García, J.L. 1994. *Mapa Geomorfológico de la comarca de Los Montes-Campo de Calatrava*. Ed. UCLM, Cuenca, 72 p. + cartografía.
- Gobierno Vasco 2014. *Estrategia de Geodiversidad de la C.A. País Vasco 2020*. Dpto. de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco, Ed. Inhobe, Bilbao, 136 p.
- González, E. 1996. Secuencias eruptivas y formas de relieve en los volcanes del sector oriental del Campo de Calatrava (Macizo de Calatrava y flanco SO del domo de Almagro), Ciudad Real. En: García, J.L. y González, E. (coords.): *Elementos del Medio Natural en la provincia de Ciudad Real*. Ed. UCLM, Cuenca, pp. 161-201.
- Gosálvez, R.U., González, E., Becerra-Ramírez, R., Escobar, E. y Morales, M. 2010. La conservación de los volcanes del Campo de Calatrava (C. Real, España): hitos a considerar. En: González, E., Escobar, E., Becerra, R., Gosálvez, R. y Dóniz, J. *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Ed. Centro de Estudios Calatravos, Ciudad Real, 389-396.

CARBONATOS CONTINENTALES EN LAS ISLAS CANARIAS ORIENTALES: UN PATRIMONIO GEOLOGICO POCO CONOCIDO

CONTINENTAL CARBONATES IN THE WESTERN CANARY ISLAND: A GEOLOGICAL HERITAGE POORLY KNOWN

A.M. Alonso-Zarza¹ y A. Rodríguez-Berriguete²

¹ Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas, IGEO, CSIC, Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid.

² Instituto de Geociencias, Universidad Federal do Rio de Janeiro. Brasil

RESUMEN

Las Islas Canarias destacan por su enorme geodiversidad constituida de forma mayoritaria por los relieves volcánicos y sus formas de erosión, pero también por depósitos sedimentarios de enorme interés como playas fósiles, depósitos eólicos y calcretas. Estos depósitos sedimentarios son más abundantes y mejor conocidos en las islas orientales, Pero además recientemente, y sobre todo en la isla de Gran Canaria, se han descrito depósitos carbonáticos formados a partir de manantiales termales, que por ser relativamente inusuales en estas islas adquieren mayor valor. En este trabajo enumeraremos y describiremos brevemente los depósitos de carbonatos continentales sobre todo de las islas de Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura, con objeto de visualizarlos como parte integral del patrimonio geológico de estas islas volcánicas, nos referiremos a: calcretas, travertinos-tobas y megarrizolitos.

Palabras clave: calcretas, carbonatos continentales, megarrizolitos, tobas, travertinos.

ABSTRACT

Canary Islands are well-known by their enormous geodiversity mostly shown by the impressive volcanic reliefs and their erosive morphologies, but also by sedimentary deposits such as fossil beaches, eolian deposits and calcretes. The sedimentary deposits are more characteristic and better known in the eastern most islands. In addition, recently and especially in Gran Canaria a variety of deposits related to thermal springs have been described, constituting so an outstanding feature of this volcanic island. In this contribution we briefly described the continental carbonate deposits of Gran Canaria, Lanzarote and Fuerteventura in other to visualized them as an integral part of the geological heritage of these volcanic islands. The deposits describe in this paper include: calcretes, travertines-tufas and megarrizoliths.

Key words: calcretes, continental carbonates, megarrizoliths, travertines, tufas.

INTRODUCCIÓN

Las islas canarias orientales contienen depósitos sedimentarios continentales únicos por su enorme variedad, sus características y la información paleoambiental que aportan (Zazo, *et al.*, 2002; Meco, 2008). Todo ello contribuye a incrementar la enorme geodiversidad y el rico patrimonio geológico de las Islas Canarias. Sobre todo, teniendo en cuenta que gran parte de los lugares de interés geológico canarios de relevancia internacional (geosites) corresponden a edificios y morfologías volcánicas (<http://info.igme.es/ielig/>), no incluyéndose prácticamente ningún depósito continental carbonático. Son de especial interés las calcretas, las tobas-travertinos y los megarrizolitos (Figura 1). Los más abundantes y que dan mayor expresión en el paisaje sobre todo de Lanzarote y Fuerteventura son las calcretas, que cubren una gran parte de estas islas. En Gran Canaria se reconocen sobre todo en el NW de la isla. Las tobas-travertinos se han reconocido y estudiado de forma detallada en Gran Canaria, destacando los depósitos reconocidos en el Barranco de Azuaje, al norte de la isla. Otros depósitos de menor envergadura son el de Berrazales y el de Temisas. Hay que destacar la enorme velocidad con la que se forman estos depósitos, algunos como el de Calabozo, relacionados claramente con la actividad humana. Otro de los temas de interés y que suscitó cierto debate fueron los campos de megarrizolitos desarrollados en depósitos eólicos. Destacamos los de Tufía en Gran Canaria y El Médano en Tenerife. A lo largo de este trabajo se hará una breve descripción de todos estos depósitos con objeto de señalar su interés científico y didáctico y para que si se consideran de interés puedan ser considerados para su inclusión en el proyecto de LIG de las Islas Canarias (<http://www.igme.es/LIGcanarias/>). Estos lugares tienen sobre todo interés sedimentológico, petrológico-mineralógico y algunos también paleontológico. No nos planteamos como objetivo de este trabajo hacer una valoración detallada de estos lugares de acuerdo con la metodología de García-Cortés *et al.* (2018), pues puede ser muy subjetiva al solo ser dos autores los que hacen la valoración, sin embargo, si queremos llamar la atención sobre el interés y valor científico de los mismos.

CALCRETAS

Cualquiera que visite Fuerteventura o Lanzarote se verá sorprendido por la presencia de una amplia cobertura de color blanquecino o beige que tapiza enormes áreas de estas islas, ocultando en muchas ocasiones los materiales volcánicos. Estas enormes coberturas corresponden a calcretas o caliches, acumulaciones de carbonato cálcico que se producen dentro de los suelos, sea cual sea su sustrato (rocas volcánicas o sedimentos de composición variada). En estas islas la variedad de las calcretas es enorme, tanto por las características de su sustrato, como por su macro y microestructura. Hay calcretas desde masivas a muy laminadas intercalados con arenas o lutitas, algunos que literalmente parecen comerse el sustrato volcánico y otros que se desarrollan sobre gravas (Alonso-Zarza y Silva, 2002; Huerta *et al.*, 2015). Una característica común a una gran parte de ellos es que casi todos contienen trazas fósiles clasificadas como *Rebuffoichnus guanche* (Genise *et al.*, 2013) y atribuidas a coleópteros. Uno de los problemas es la difícil asignación de edad. Describiremos en este apartado cuatro de los perfiles de calcreta que consideramos pueden ser más representativos: Mácher, Tefía, Cuesta de Silva y Cabrón.

En el área de Mácher (Lanzarote) se observa una potente calcreta de 1.5 m de espesor que se desarrolla sobre basaltos. Los basaltos están cortados por una densa red de grietas rellenas por carbonato laminado. Sobre estos basaltos se disponen numerosas secuencias centimétricas formadas por lutitas rojas o lapilli y carbonatos laminados a techo.

En Fuerteventura una de las calcretas más representativa es la de Tefía, que se desarrolla sobre gravas aluviales formadas por fragmentos volcánicos. El espesor de la calcreta es de 1.75 m y en su base la proporción de carbonato es menor, hacia techo la laminación es muy distintiva y alternan láminas irregulares de lutitas rojas con rizolitos y con carbonatos laminados.

En Gran Canaria las calcretas son abundantes sobre todo en el oeste de la isla también en el norte, aunque en este caso están peor desarrolladas. En el oeste de la isla, área de Arinaga, se observan numerosos perfiles de calcretas muy bien desarrollados y que en ocasiones la superposición de distintos perfiles puede alcanzar cinco metros. Los perfiles se desarrollan sobre rocas volcánicas, arenas o gravas. Tienen distintos horizontes, pero son característicos algunos

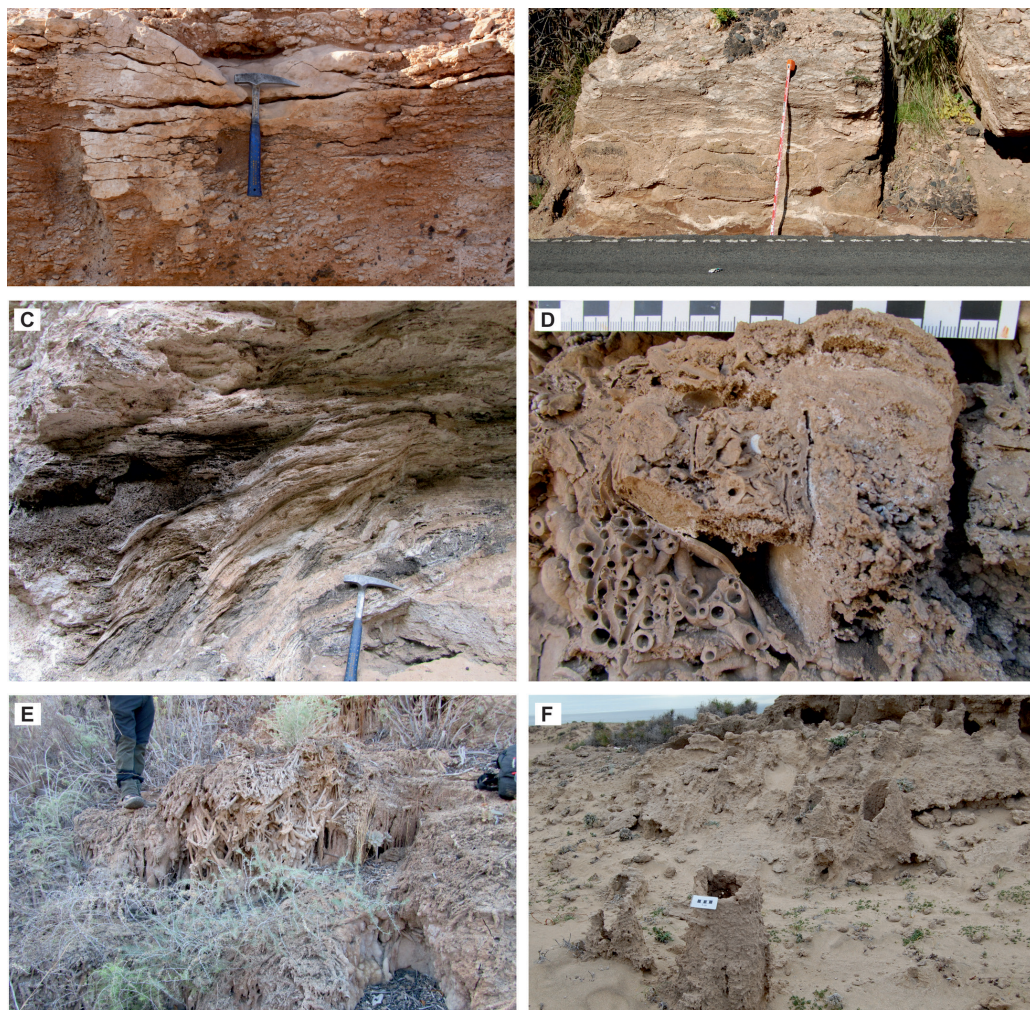


Figura 1. A: Perfil de calcreta en Tefía (Fuerteventura) está formado por distintos horizontes, laminares y son muy abundantes las trazas fósiles. B: Perfil poco desarrollado, las láminas de carbonato se intercalan entre el sustrato detrítico (Cuesta de Silva, Gran Canaria). C: Barranco de Azuaje (Gran Canaria) depósitos de cascada. D: Barranco de Azuaje, facies tobáceas distales constituidas por tallos cubiertos por carbonato. La porosidad corresponde al tallo una vez descompuesto. E: Facies de cascadas formadas por tallos cubiertos por carbonato en el depósito "antrópico" de Calabozo (Gran Canaria). F: Megarrizolitos del área de Tufía en Gran Canaria.

horizontes masivos, prismáticos y con grandes pisolitos. Como dato interesante algunas de estas calcretas pueden tener un alto contenido en dolomita. En el área de la Cuesta de Silva, las calcretas están peor desarrolladas, pero aparecen como láminas centimétricas irregulares de carbonato intercaladas entre lutitas rojas. En estas láminas se reconocen muy bien los moldes de los tapetes y mallas de raíces.

La formación de estas calcretas es indicativa de condiciones climáticas más húmedas y con una cobertura vegetal más amplia, por lo que también son fundamentales para comprender la evolución paleoambiental de estas islas.

TRAVERTINOS-TOBAS

En este apartado nos referimos a depósitos carbonáticos con texturas variadas que se forman a partir de manantiales o surgencias (naturales o artificiales). El agua de estos manantiales ha circulado por las rocas volcánicas y tiene contenidos relativamente elevados en calcio y magnesio y además es rico en CO₂, también de origen volcánico. En definitiva, tiene todos los componentes necesarios para que al aflorar en superficie y como resultado de la desgasificación se produzca la precipitación de carbonato en la salida del manantial y en los cursos de agua abastecidos por estos manantiales. Los términos travertino y toba se utilizan aquí como términos descriptivos. Travertino designa a depósitos de manantiales que son muy compactos, tienen poca porosidad y pocos restos biogénicos. Por el contrario, las tobas son muy porosas y tienen muchos restos vegetales o sus improntas. Es frecuente que, en las partes más proximales, cercanas a la salida de los manantiales termales, se formen travertinos; mientras que distalmente las aguas se enfrían, hay más vegetación y los depósitos característicos son tobas. Esta es la situación del Barranco de Azuaje (Gran Canaria) en las partes más altas del barranco dominan los depósitos formados por cristales en general de gran tamaño y con poca porosidad, tanto de aragonito, como de calcita. Aparecen facies travertínicas características como esferulitos, burbujas calcificadas, plaquetas o dendritas. Por el contrario, los términos distales son característicamente facies de tallos, es decir tobas de composición exclusivamente calcítica. Las dataciones de estos depósitos indican una edad de unos 3.000 años BP (Rodríguez-Berriguete, 2017; Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). Por ello proponemos que El Barranco de Azuaje con sus depósitos de manantial se considere para incluirlo como LIG en el proyecto de LIG Canarias.

Otros depósitos tobáceos fósiles, posiblemente relacionados con manantiales termales son los de Berrazales (Camuera *et al.*, 2014) y Temisas (Estrella do Pinto *et al.*, 2015). En ellos es fácil ver estructuras de tallos calcificados, moldes de hojas e incluso geometrías de cascadas bien conservadas. Mientras que el depósito de Berrazales es un pequeño afloramiento de escasa continuidad lateral, el de Temisas presenta rasgos de sedimentación en un sistema fluvial de mayor continuidad.

Un caso particular son los depósitos tobáceos antrópicos, formados a partir de manantiales artificiales utilizados para el regadío agrícola. En caso más conocido es el del Barranco de Calabozo (Gran Canaria) (Rodríguez-Berriguete *et al.*, 2018). La salida de agua de una tubería de riego ha dado lugar a la formación de un sistema de cascadas y piscinas comparable en funcionamiento, aunque no en tamaño, a sistemas como Pammukale en Turquía o las más cercanas Lagunas de Ruidera. El sistema actualmente no es activo, pero lo fue probablemente entre 1950 y 1980, como indican los materiales de construcción de la tubería y el haber encontrado un fragmento de poliestireno (EPS), que se patentó como Styropora en 1951. El rasgo más característico de este depósito son las cubiertas de calcita alrededor de los tallos vegetales, que una vez descompuestos dejan su molde (hueco) en el centro de la estructura. Estas cubiertas presentan una laminación muy clara que refleja el crecimiento cristalino discontinuo controlado por los periodos en los que había agua en el sistema (periodos de regadío). En definitiva, este sistema muestra como la actividad humana puede contribuir a modificar el paisaje, generando depósitos carbonáticos en un tiempo relativamente corto y nos permite contemplar el proceso geológico de formación mineral a una escala de tiempo humana.

MEGARRIZOLITOS

Los megarrizolitos son estructuras cilíndricas verticales que tienen diámetros de varios decímetros y alturas que pueden llegar a un m. En muchos casos las estructuras cilíndricas a veces coalescen y suelen estar conectadas por otras estructuras cilíndricas horizontales. Estas estructuras aparecen a techo de depósitos de arenas eólicas. Se han descrito campos de megarrizolitos en Tufía (Gran Canaria) (Alonso-Zarza *et al.*, 2008) y Tenerife (Alonso-Zarza y Casillas, 2019), aunque también se han reconocido en Fuerteventura tanto en el Parque del Holandés como en Cañada Melián. Muchos megarrizolitos tienen una cavidad central rodeada por una fina lámina carbonática (< 2 cm) rodeada una envuelta más gruesa (cm-dm) de arenas eólicas muy endurecidas debido a la cementación incipiente por carbonato. La envuelta es cilíndrica y es la que da la morfología a los megarrizolitos. Junto con los megarrizolitos son frecuentes

las rizolitos de menor tamaño, las láminas finas de carbonato formado calcretas incipientes, así como las trazas fósiles. Todo el conjunto ha permitido interpretar los megarrizolitos como estructuras debidas a la actividad de raíces. Otras interpretaciones previas habían interpretado estas estructuras en el área del Médano en Tenerife como el resultado de: a) escapes de gases por la vaporización rápida del agua intersticial de las arenas debido al calentamiento por flujos piroclásticos (Carracedo y Day, 2002), o actividad sísmica (González de Vallejo *et al.*, 2005). Los campos de dunas fósiles con megarrizolitos de las Islas Canarias constituyen un ejemplo muy didáctico de la intervención de los procesos edáficos en depósitos eólicos. El estudio detallado de la microestructura de los megarrizolitos, y en contexto en el que se encuentran, asociados a calcretas y trazas fósiles indican paisajes eólicos colonizados por vegetación en los periodos más húmedos. Por tanto, además de su valor paisajístico los megarrizolitos son importantes a la hora de interpretar la evolución paleoclimática de las Islas Canarias.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se incluye dentro del proyecto CGL2014-54818P de MINECO y es una breve síntesis de números trabajos llevados a cabo en colaboración con: L. Bustamante, J. Camuera, M.C. Cabrera, R. Casillas, R. de la Estrella, J. F. Genise, P. Huerta, M.J. Huertas, J. Mangas, R. Martín-García, A. Martín-Pérez, A. Meléndez, I. Menendez, M. Verde, F.J. Pérez-Torrado, A. Rodríguez-González y P.G. Silva. Agradecemos los comentarios constructivos de las dos revisoras de la primera versión de este trabajo.

REFERENCIAS

- Alonso-Zarza, A.M. y Casillas, R. 2019. El Médano megarrizolite field, Tenerife: Origin and palaeoenvironmental significance. *Geogaceta*, 65 (in press).
- Alonso-Zarza, A. M. y Silva, P. G. 2002. Quaternary laminar calcretes with bee nests: evidences of small-scale climatic fluctuations, Eastern Canary Islands, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 178, 119-135.
- Alonso-Zarza, A. M., Genise, J. F., Cabrera, M. C., Mangas, J., Martín-Pérez, A., Valdeolmillos, A. y Dorado-Valiño, M. 2008. Megarrizolites in Pleistocene aeolian deposits from Gran Canaria (Spain): ichnological and palaeoenvironmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265, 39-51.
- Camuera, J., Alonso-Zarza, A. M., Rodríguez-Berriguete, Á. y Rodríguez-Gonzalez, A. 2014. Origin and palaeoenvironmental significance of the Berrazales carbonate spring deposit, North of Gran Canaria Island, Spain. *Sedimentary Geology*, 308, 32-43.
- Carracedo, J. C. y Day, S. 2002. *Classic Geology in Europe 4: Canary Islands*. Terra, Hertfordshire, UK. 294 pp.
- Estrella do Pinho, R. D., Rodríguez-Berriguete, A., Alonso-Zarza, A. M. y Cabrera, M. 2015. The Temisas Carbonate Building: an example of a thermogene tufa system in Gran Canaria Island. *Geogaceta*, 57, 7-10.
- García-Cortes, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. 2018. Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), 05/05/19, <http://www.igme.es/patrimonio/descargas/METODOLOGIA%20IELIG%20V16%20actualizaci%C3%B3n%202018.pdf>
- Genise, J. F., Alonso-Zarza, A. M., Verde, M. y Meléndez, A. 2013. Insect trace fossils in aeolian deposits and calcretes from the Canary Islands: their ichnotaxonomy, producers, and palaeoenvironmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 377, 110-124.
- González de Vallejo, L. I. G., Tsigé, M., y Cabrera, L. 2005. Paleoliquefaction features on Tenerife (Canary Islands) in Holocene sand deposits. *Engineering geology*, 76, 179-190.
- Huerta, P., Rodríguez-Berriguete, Á., Martín-García, R., Martín-Pérez, A., Fernández, Á. L. I. y Alonso-Zarza, A. M. 2015. The role of climate and aeolian dust input in calcrete formation in volcanic islands (Lanzarote and Fuerteventura, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 417, 66-79.
- IGME, 05/05/19, <http://info.igme.es/ielig/>

IGME, 05/05/19, <http://www.igme.es/LIGcanarias/>

Meco, J. 2008. Historia geológica del clima en Canarias. Ed. J. Meco. Las Palmas de Gran Canaria. 296 pp.

Rodríguez Berriguete, Á. 2017. *Petrología, sedimentología y geoquímica de los travertinos y tobas del Barranco de Azuaje (Gran Canaria): características e implicaciones*. PhD Thesis Universidad Complutense de Madrid. 291 pp.

Rodríguez Berriguete, Á., Alonso Zarza, A. M., Martín García, R. y Cabrera, M. D. C. 2018. Sedimentology and geochemistry of a human induced tufa deposit: Implications for palaeoclimatic research. *Sedimentology*, 65, 2253-2277.

Rodríguez-Berriguete, Á. y Alonso-Zarza, A. M. 2019. Controlling factors and implications for travertine and tufa deposition in a volcanic setting. *Sedimentary Geology*, 381, 13-28.

Zazo, C., Goy, J. L., Hillaire-Marcel, C., Gillot, P. Y., Soler, V., González, J. A., Dabrio, C. J. y Ghaleb, B. 2002. Raised marine sequences of Lanzarote and Fuerteventura revisited—a reappraisal of relative sea-level changes and vertical movements in the eastern Canary Islands during the Quaternary. *Quaternary Science Reviews*, 21, 2019-2046.

LA FORMACIÓN DETRÍTICA DE LAS PALMAS: UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE EXCEPCIONAL VALOR PATRIMONIAL

THE DETRITIC FORMATION OF LAS PALMAS: A PALEONTOLOGICAL SITE OF EXCEPTIONAL HERITAGE VALUE

E. Martín-González¹, J.J. Coello¹, I. Galindo², J. Vegas³, N. Sánchez²,
C. Romero⁴ y A. González-Rodríguez⁵

¹ Museo de Ciencias Naturales, Fuente Morales, 1. 38003 S/C de Tenerife.
mmartin@museosdetenerife.org; jcoello@museosdetenerife.org

²Unidad Territorial de Canarias, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Alonso Alvarado, 43, 2ºA,
35003 Las Palmas de Gran Canaria. i.galindo@igme.es, n.sanchez@igme.es

³Área de Patrimonio Geológico y Minero, Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Ríos Rosas, 23,
28003 Madrid. j.vegas@igme.es

⁴ Dpto. de Geografía, Facultad de Geografía, Campus de Guajara, Universidad de La Laguna.
mcromeroruiz@gmail.es

⁵ Área de Paleontología, Facultad de Biología, Campus de Anchieta, Universidad de La Laguna.
alberto.gr.93@outlook.com

RESUMEN

Los paleoniveles marinos de la Formación Detrítica de Las Palmas (FDLP) constituyó durante el siglo XIX un afloramiento paleontológico de obligada visita y estudio para aquellos extraordinarios geólogos y paleontólogos que visitaron Gran Canaria: von Buch, Lyell, von Frisch o Rothpletz. Aquellos primeros trabajos, que contaron con la impagable ayuda de algunos naturalistas canarios -como Pedro Maffiotte- sentaron las bases de la paleontología canaria, lo que hace evidente su extraordinario valor patrimonial. El desarrollo urbanístico de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria ha reducido su extensión a unos pocos afloramientos que están enormemente amenazados, lo que hace necesario que se inicien de forma inmediata medidas de protección, que permitan conservar parte de lo que fue, sin lugar a duda, el mejor yacimiento paleontológico marino de Canarias.

Palabras clave: Formación detrítica de Las Palmas, geoconservación, Mio-Plioceno, patrimonio paleontológico, Gran Canaria.

ABSTRACT

Las Palmas detritical Formation constituted during the nineteenth century a paleontological site of forced visit and study for those extraordinary geologists and paleontologists who visited Gran Canaria: von Buch, Lyell, von Frisch or Rothpletz. Those first works, which had the invaluable collaboration of some Canarian naturalists -as Pedro Maffiotte- laid the foundations of Canarian paleontology, which makes evident its extraordinary geoheritage value. The urban development of the Las Palmas de Gran Canaria city has reduced its extension to a few outcrops that are greatly threatened, it is necessary to immediately initiate measures to protect them, which allow preserve paleontological sites, without doubt, the best marine paleontological site in the Canary Islands.

Key words: *Geoconservation, Las Palmas detritical Formation, Mio-Pliocene, paleontological heritage, paleontological site, Gran Canaria.*

INTRODUCCIÓN

Al encontrarnos en el archipiélago canario que son islas volcánicas oceánicas que tienen vulcanismo subaéreo de menos de 23 millones de años, en el caso de Fuerteventura, se piensa que el patrimonio paleontológico de Canarias es pobre e, incluso, inexistente (Martín-González, 2018). Sin embargo, en este archipiélago se cuenta con más de 250 yacimientos paleontológicos inventariados (Castillo *et al.*, 2001), que contienen información paleobiológica única y de gran relevancia internacional.

Uno de los yacimientos paleontológicos más excepcionales de las islas es el de la antiguamente denominada “Terraza de Las Palmas”, actualmente denominada Formación Detrítica de Las Palmas (FDLP), concretamente el Miembro medio marino (Gabaldón *et al.*, 1989). A pesar de ser, desde nuestro punto de vista, el mejor yacimiento paleontológico de Gran Canaria, del archipiélago y, probablemente, de la región macaronésica, no está englobada en ninguna figura de protección, ni natural ni cultural. En este trabajo hacemos una recopilación de los trabajos de investigación de índole paleontológico realizados en esta Formación desde el siglo XIX hasta la actualidad, que justifican, junto a su valor patrimonial, la necesidad urgente de iniciar los trámites de protección de los escasos testigos que aún sobreviven.

CONTEXTO GEOLÓGICO

La cartografía, estratigrafía y las facies de la Formación Detrítica de Las Palmas han sido ampliamente estudiadas desde que Lyell levantara algunos cortes de esta (Suárez-Rodríguez, 2018 y las citas que incluye). Se extiende desde el barranco de Jinámar al sur, hasta el barranco de los Dolores (Firgas) en el norte, con varios afloramientos en La Isleta (Figura 1).

En la costa sur de Gran Canaria también se puede observar materiales sedimentarios aluviales similares a la FDLP, que no contienen fósiles. En ella se diferencian tres miembros (Lietz & Schmincke, 1975): (1) el miembro inferior (hasta 120 m de potencia) está conformado por una alternancia irregular de conglomerados, areniscas y limonitas, y se encuentra en discordancia erosiva sobre lavas e ignimbritas (traquitas y fonolitas), datadas entre 13,3 y 9 Ma. Puntualmente, en las zonas bajas afloran arenas muy bien clasificadas con estructuras de oleaje (*ripples*), que representan un incipiente cambio de facies a medios de transición. A techo de la secuencia, los cantos fonolíticos adquieren una pátina rojizo-anaranjada y huellas de bioerosión alveolar costera (nivel rubefactado), nivel guía muy útil para la estratigrafía de la Formación. (2) El miembro medio (potencia variable hasta los 30 m) se encuentra en concordancia con el miembro inferior y su base está marcada por un nivel fosilífero de organismos marinos. Se trata de sedimentos terrígenos de granulometría variable que intercalan localmente materiales volcánicos de entre 4,9 y 2,9 Ma de la Formación Roque Nublo (Guillou *et al.*, 2004). (3) El miembro superior (70-130 m de potencia) se encuentra en discordancia erosiva sobre el miembro medio y está formado por alternancias de conglomerados, areniscas y materiales volcanoclásticos de la Formación Roque Nublo, removilizados posteriormente por agentes geológicos externos.

HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES

Durante el siglo XIX se realizan los primeros estudios paleontológicos referidos a la FDLP. El geólogo alemán von Buch (Suárez-Rodríguez, 2018 y las citas que incluye) visita Gran Canaria en 1815, citando que cerca de Tamaraceite entre los 91 y 122 m snm se observa un nivel de “arcilla-caliza blanca que a veces contiene gruesas conchas de *Conus*, *Patella* y *Turritella imbricata*, rellenas de arenas bioclásticas”.

Posteriormente, Lyell y Hartung visitan en 1854 varias localidades de Gran Canaria, entre las que se incluye esta Formación. Los acompaña el ingeniero canario Pedro Maffiote, que se encontraba trabajando en las nuevas infraestructuras de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria (Suárez Rodríguez, 2018). Esta visita hace que Maffiote emprenda un arduo

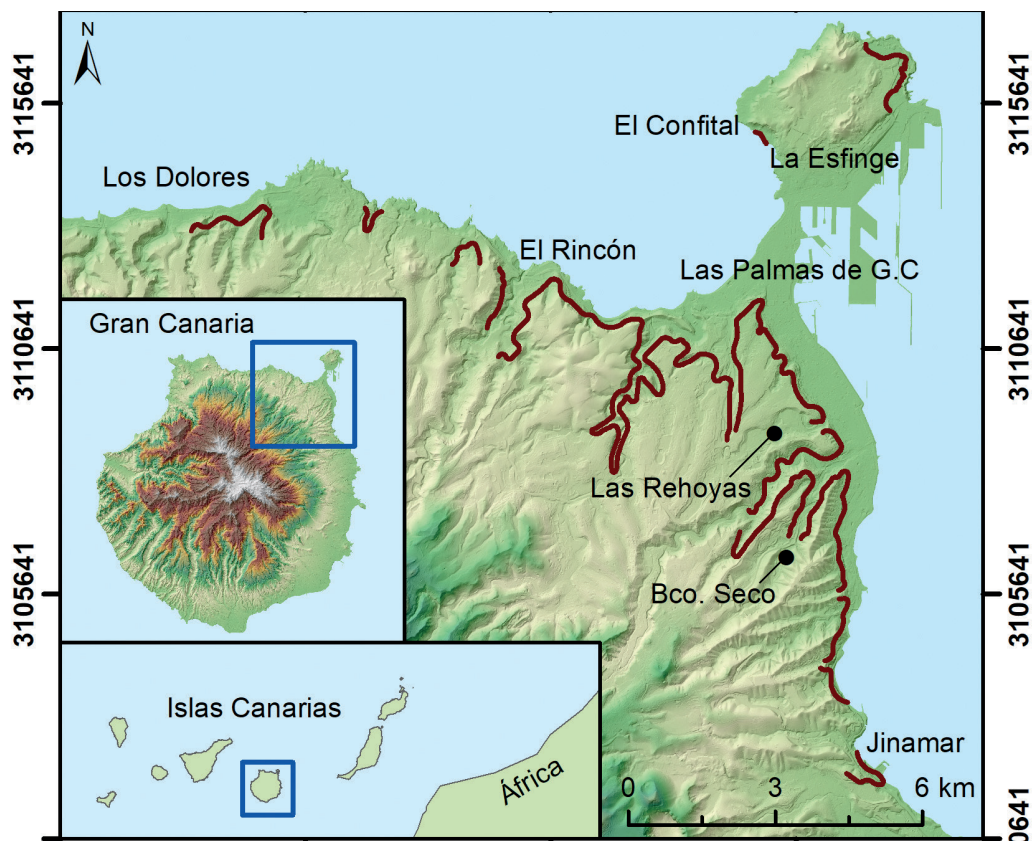


Figura 1. La línea roja indica el nivel donde aflora el Miembro medio marino de la Formación Detrítica de Las Palmas (Gran Canaria).

trabajo de búsqueda de afloramientos, recogida de datos estratigráficos y recolecta de fósiles, que transmitió a Lyell a través de una ingente correspondencia epistolar, junto con el envío de cajas de fósiles. En estos depósitos marinos fosilíferos, localizados entre unos 90 m y 120 m snm, encuentra hasta 62 especies que según el paleontólogo Woodward -a quién se dirige Lyell para la identificación de las muestras -pertenecen al Mioceno superior. Estas especies, pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos (equinodermos, moluscos, briozoos y peces) quedaron sin publicar, salvo dos especies de peces lábridos, que figuran en el catálogo del Museo Británico de 1857 como *Pharyngodopilus africanus* y *Ph. canariensis*. Lyell cita en la edición *Student's Series de Elements of Geology* de 1838 (Suárez-Rodríguez, 2018 y las citas que incluye) que el análisis de estos fósiles permite determinar que se han producido movimientos de elevación durante el Terciario, que continúan hasta la actualidad.

Desde el punto de vista paleontológico, el principal trabajo que se realizó sobre la FDLP es el de Rothpletz y Simonelli (Suárez-Rodríguez, 2018 y las citas que incluye) quienes citan unas 100 especies, tanto de invertebrados como vertebrados. Según estos autores, en los alrededores de Las Palmas, a unos 80 m snm se encuentra un nivel de arenisca y marga sabulosa de origen marino, cuyo espesor puede llegar hasta los 10 m, a muro del cual se encuentra un nivel de algas calcáreas (rodolitos) pertenecientes a la especie *Lythophyllum racemus*. Es de destacar que en este trabajo se describen 11 especies nuevas, perteneciendo una de ellas a un género nuevo -*Rothpletzia rudista* - endémico de las islas. La asociación faunística estudiada indica una edad Mioceno, si bien no se puede discernir si Serravalliense o Tortonense.

A lo largo de la primera mitad del siglo XX se realizan varios trabajos relacionados con la estratigrafía de la FDLF, mencionando los niveles fosilíferos sin más detalle, salvo Bourcart y Jérémme (1937) que citan la presencia del equinodermo *Clypeaster altus*, especie suficiente por sí sola para datar el nivel como Serravalliense. Posteriormente, Martel Sangil (Suárez-Rodríguez, 2018 y las citas que incluye) describe nuevas especies fósiles para la FDLF, como los moluscos gasterópodos *Cerithium multigranulatum* y *Vermetus melendezi*. En 1974, Anguita y Ramírez del Pozo realizan un estudio micropaleontológico de la Terraza, identificando una asociación fosilífera con una edad coincidente con el techo del Mioceno o la base del Plioceno (Messiniense), de forma contraria a lo indicado por la macrofauna fósil, que estimaba una edad Serravalliense.

Según Lietz (1975) y Lietz & Schmincke (1975) la FDLF representa, al menos, tres niveles marinos de diferente edad y sólo el más antiguo podría corresponder a la edad Tortoniense de Rothpletz & Simonelli (1890), formado por un paquete de algas calcáreas intercaladas entre coladas de pumita a 60 m snm y datado entre 14,1 y 7,3 Ma. Meco (1981, 1982) revisa los datos paleontológicos anteriores y atribuye a los niveles fosilíferos de Gran Canaria, con su característica fauna miocena, una cronología de Mio-Plioceno.

Ya en el siglo XXI, Meco *et al.* (2007, 2015) avanzan en la cronoestratigrafía de esta Formación, infiriendo, además, correlaciones con otros afloramientos de las islas de Lanzarote y Fuerteventura. Betancort (2012), Betancort *et al.* (2016), Martín-González *et al.* (2018) y González-Rodríguez *et al.* (2018) realizan diferentes revisiones taxonómicas de las asociaciones de fósiles de, entre otros depósitos, la FDLF, describiendo nuevas especies.

ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS PARA SU CONSERVACIÓN

Aunque ha sido ampliamente cubierta por el crecimiento urbano, el Miembro medio de la FDLF presenta excelentes afloramientos en los escarpes de subida a la ciudad alta, desde los cortes que quedan aún en el Paseo de Chill, Barranco Seco, Barranco de Mata, Las Rehoyas o La Minilla (Figura 2). Algunos de estos puntos fueron citados en los cortes estratigráficos realizados por Maffiotte para Lyell. Por el alto valor científico e histórico de este patrimonio geológico, es indiscutible la necesidad de preservar estos escasos testigos de lo que constituyó los afloramientos marinos excepcionales de la FDLF, pues son la única evidencia de la historia evolutiva de paleoambientes costeros del noroeste de la isla de Gran Canaria en los últimos 10 Ma.

Los afloramientos que aún se conservan permiten continuar con nuevos estudios paleontológicos, que contribuyen a entender la caracterización biológica y paleoecológica del litoral grancanario de hace millones de años, y los efectos de los cambios climáticos del pasado en los medios sedimentarios costeros de las islas, así como de los eventos geológicos acontecidos durante la formación de la isla. Por estos motivos, la FDLF se incluirá en el inventario regional de Lugares de Interés Geológico. Ante la fuerte presión antrópica y urbanística y el alto riesgo de degradación que presentan, es necesario informar a las autoridades competentes sobre su valor patrimonial, de forma que se acometa de forma urgente la protección legal de estos afloramientos, delimitándolos como zonas de protección en los planes de ordenación del ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria, así como declarándolos en su conjunto bajo la figura de Monumento Natural establecida por la legislación referente a espacios naturales protegidos. Hasta que la protección no sea efectiva, es necesario mantener la confidencialidad sobre la localización de estos yacimientos en las fichas del inventario para evitar su expolio o destrucción.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, a través del proyecto ProID2017010159, "Lugares de interés geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación (LIGCANARIAS)", cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020. Los autores quieren agradecer a José Mangas la revisión de la comunicación y sus comentarios, que han contribuido a mejorar considerablemente el texto.

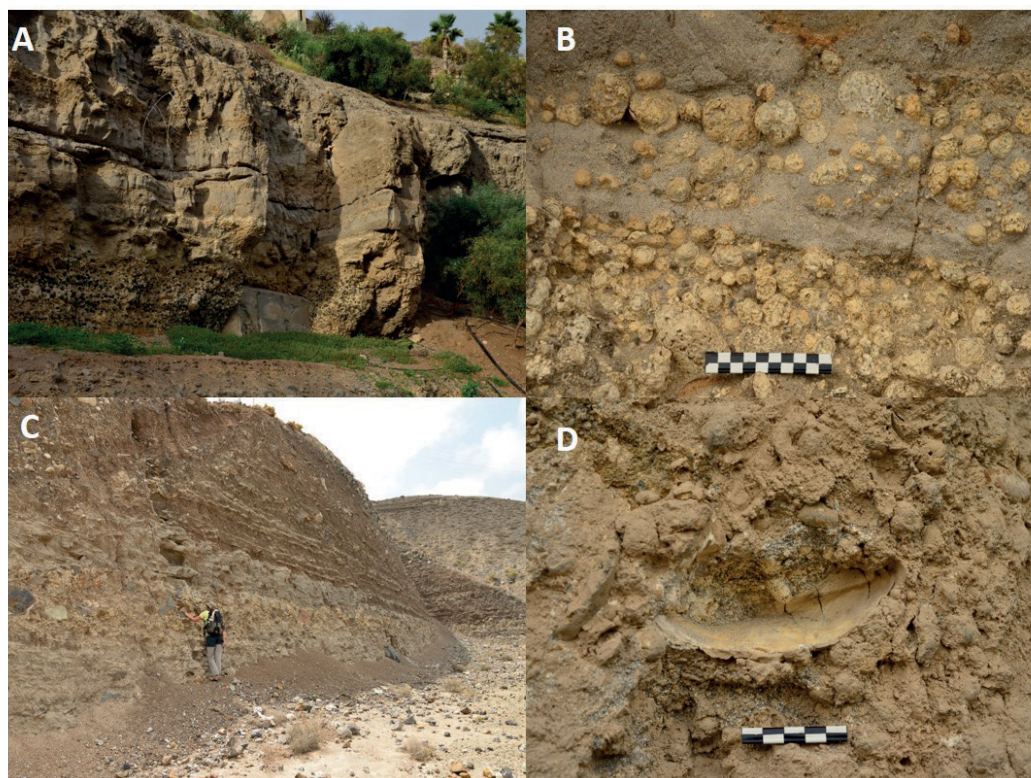


Figura 2. Diferentes afloramientos de niveles marinos neógenos en Las Palmas de Gran Canaria. A. Afloramiento de Las Rehojas. B. Detalle de nivel de algas calcáreas (rodolitos) de las Rehojas. C. Afloramiento de Barranco Seco. D. Resto de molusco fósil en Barranco Seco.

REFERENCIAS

- Anguita, F. y Ramírez, J. 1974. La datación micropaleontológica de la terraza de Las Palmas (Gran Canaria). *Estudios Geológicos*, 30, 185-188.
- Betancort, J.F. 2012. *Fósiles marinos del Neógeno de Canarias (colección ULPGC)*. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 439 pp.
- Betancort, J.F., Lomoschitz, A. and Meco, J. 2016. Early Pliocene fishes (Chondrichthyes, Osteichthyes) from Gran Canaria and Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Estudios Geológicos*, 72, 1-15.
- Bourcart, J. y Jérémie, E. 1937. La Grande Canarie. Étude géologique et lithologique. *Bulletin Volcanologique*, 2, 4-77.
- Castillo, C., Martín-González y Martín Oval, M. 2001. Valoración del patrimonio paleontológico de Canarias: propuesta de Puntos de Especial Interés Paleontológico. *Revista Española de Paleontología*, 11, 105-115.
- Gabaldón, V., Cabrera, M.C. y Cueto, L.A. 1989. Formación Detrítica de Las Palmas: sus facies y evolución sedimentológica. *ESF Meeting on Canarian Volcanism*, 210-215.
- González-Rodríguez, A., Melo, C.S., Galindo, I., Mangas, J., Sánchez, N., Coello, J.J., Lozano-Francisco, M.C., Johnson, M., Romero, C., Vegas, J., Márquez, A., Castillo, C. y Martín-González, E. 2018. Historia geológica y reconstrucción paleobiológica de los depósitos paleontológicos de la playa de El Confital (Gran Canaria, islas Canarias). En: *Yacimientos paleontológicos excepcionales en la Península Ibérica*, N. Vaz y A.A. Sá (eds). Cuadernos del Museo Geominero, 27, 491-499.

- Guillou, H., Perez Torrado, F.J., Hansen Machin, A.R., Carracedo, J.C. and Gimeno, D. 2004. The Plio-Quaternary evolution of Gran Canaria base on new K-Ar ages and magnetostratigraphy. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 135, 221-246.
- Lietz, J. 1975. Marines und terrestrisches Quartär auf Gran Canaria (Kanarsche Inseln) und seine paläoklimatische Deutung. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 150, 73-91.
- Lietz J. and Schmincke H.U. 1975. Miocene-Pliocene sea-level changes and volcanic phases on Gran Canaria (Canary islands) in the light of new K-A ages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 18, 213-239.
- Martín-González, E., Vera Peláez, J.L., Castillo, C. and Lozano-Francisco, M.C. (2018). New fossil gastropod species (Mollusca: Gastropoda) from the upper Miocene of the Canary Islands (Spain). *Zootaxa*, 4422, 191-218.
- Meco, J. 1981. Neogastropodos fósiles de las Canarias Orientales. *Anuario de estudios atlántico*, 27, 601-615.
- Meco, J. 1982. Los Bivalvos fósiles de las Canarias Orientales. *Anuario de estudios atlánticos*, 28, 65-125.
- Meco, J., Scaillet, S., Guillou, H., Lomoschitz, A., Carracedo, J.C., Ballester, J., Betancort, J.F. and Cilleros, A. 2007. Evidence for a long-term uplift on the Canary Islands from emergent Mio-Pliocene littoral deposits. *Global and Planetary Change*, 57, 222-234.
- Meco, J., Koppers, A.A.P., Miggins, D.P., Lomoschitz, A. and Betancort, J.F. 2015. The Canary Record of the Evolution of the North Atlantic Pliocene: New 40Ar/39Ar Ages and Some Notable Palaeontological Evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 435, 53-69.
- Suárez Rodríguez, C. 2018. *Crónicas urbanas de Historia Natural. Charles Lyell y Pedro Maffiotte en Las Palmas de Gran Canaria*. Eds. Idea, Las Palmas de Gran Canaria. 242 pp.

30 AÑOS DE PROMOCIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN SEGOVIA (1989-2019): PRINCIPALES APORTACIONES

30 YEARS MANAGING GEOHERITAGE IN SEGOVIA (1989-2019): MAIN CONTRIBUTIONS

A. Díez-Herrero¹, J. Vegas¹, G. Lozano¹, N. Sacristán² e I. Gutiérrez-Pérez³

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, andres.diez@igme.es,
j.vegas@igme.es, g.lozano@igme.es

² Talher, 'Segovia Educa en Verde' / UNED, Centro Asociado de Segovia, nsacristan@segovia.uned.es

³ Ferrovial Agroman, US Corp. North America Headquarters, Austin, TX, ignaciogutierrezperez@gmail.com

RESUMEN

Las primeras actuaciones de estudio del patrimonio geológico en la provincia de Segovia comenzaron al final de la década de 1980, con carácter pionero en España. A lo largo de estas tres décadas se han diseñado e implementado iniciativas en los cuatro ámbitos del patrimonio geológico, por este orden: inventario, legislación, geoconservación y difusión. Muchas de estas actuaciones han sido innovadoras, llegando incluso a exportarse a otros territorios y al ámbito nacional, como ocurre con la cartografía de polígonos del inventario, su protección legal, la creación de la 'Asociación Geología de Segovia', el voluntariado para la geoconservación con 'Apadrina una roca', el geoturismo urbano, el empleo de la realidad aumentada y las TIC en la difusión, o la implementación del patrimonio en la educación ambiental, entre otras. Sin embargo, también han ocurrido fracasos o, al menos, no se han alcanzado los objetivos inicialmente perseguidos, como ocurrió con la propuesta de Geoparque del Guadarrama norte o las geo-rutas urbanas programadas. Esta comunicación hace un repaso de estos 30 años, con el objetivo de que sirva de experiencia y modelo a otros territorios.

Palabras clave: divulgación, geoconservación, inventario, patrimonio geológico, Segovia.

ABSTRACT

The first geoheritage management actions in the province of Segovia (Central Spain) began at the end of the 1980s, with a pioneering character in Spain. Throughout these three decades, initiatives have been designed and implemented in the four classic areas of asset management: inventory, legislation, geoconservation and dissemination. Many of these actions have been innovative and have had remarkable success, even exporting to other territories and the national level, as with the geosites mapping using polygons for the inventory, its legal protection, the creation of the "Geology Association of Segovia", the volunteering for geoconservation with 'Save a Rock' program, urban geotourism, the use of augmented reality and ICT in the geoheritage outreach, or their implementation in environmental education. However, others have been failures or have not achieved the aims pursued, as was the case with the geopark proposal of the northern foothills of the Sierra de Guadarrama or the programmed urban geo-routes. This communication reviews this set of initiatives with the aim of serving as an experience and model to other territories.

Key words: *dissemination, geoconservation, geoheritage, inventory, Segovia.*

ANTECEDENTES DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN SEGOVIA

La provincia de Segovia ha investigado y gestionado su patrimonio geológico de forma pionera en España, pues los antecedentes del inventario y catalogación de lugares de interés geológico (LIG) se remontan a la década de 1980, cuando comenzaron los primeros inventarios en España. La provincia y en particular la capital, también han sido precursoras en la protección de este patrimonio en la legislación autonómica y municipal, la geoconservación y su divulgación y didáctica, con iniciativas y experiencias que han resultado paradigmáticas y han sido trasladadas a otros lugares de España. Las diferentes actuaciones llevadas a cabo en estas tres décadas pueden estructurarse en los cuatro grupos de acciones que comprende la disciplina del patrimonio geológico: inventario, legislación, geoconservación y difusión (Díez-Herrero y Vegas, 2013).

INVENTARIO

El inventario de la provincia de Segovia comenzó a realizarse en la década de 1980, como respuesta local al impulso oficial iniciado entre 1975 y 1980 por parte del Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) y del Instituto Geológico y Minero (IGME). Se presentó públicamente en 1991, durante los 'II Encuentros sobre la Tierra' (INICE, Segovia), y se publicó parcialmente como un artículo en la revista 'Litos & Pedruscos' (Díez-Herrero, 1991); constaba de 94 LIG catalogados, con su localización cartográfica como polígonos y la relación de los tipos de interés (petrológico, estructural, estratigráfico, mineralógico, etc.) de acuerdo con el código decimal universal (CDU).

En 1989, la Asociación Segoviana de Aficionados a la Mineralogía (ASAM), convocó el 'I Concurso Daniel de Cortázar' (Certamen Nacional sobre Puntos [sic] de Interés Geológico Científico-Educativos, PIGCE); no tendría continuidad al declararse desiertos los premios para la primera edición. Sin embargo, puede considerarse uno de los antecedentes pioneros a nivel nacional, e incluso internacional, sobre la utilización del patrimonio geológico con fines educativos.

Posteriormente se fueron añadiendo nuevos lugares al inventario, hasta totalizar 142 LIG que, por primera vez, incluían una valoración semicuantitativa que se publicó en el marco de una beca de los XI Premios de Medio Ambiente de Caja Segovia (2000). Estos trabajos fueron el punto de partida para el desarrollo de planes de uso y conservación, presentados públicamente en el *III International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage* (1999) y en la reunión sobre 'Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible' (2000).

El inventario detallado, con la elaboración de fichas para cada uno de los lugares, ha seguido una vía paralela. Sin embargo, ante la ingente tarea, se ha ido abordando parcialmente, siendo objeto de publicación sólo en aquellos entornos con una notable concentración de LIG o para los cuales se han diseñado itinerarios específicos: Tierra de Pedraza (1988); comarca de Coca (1988); Honrubia-Pradales (1988); Segovia y su entorno (1993); mancomunidad de municipios del Eresma (1995); hoces del río Duratón (1996); patrimonio mueble de las colecciones históricas de minerales y rocas de Segovia (1996-2017); hoces del río Riaza (1999); vertiente septentrional de la Sierra de Guadarrama (2001); mancomunidad Segovia Sur (2001); términos de Armuña y Añe (2002) y Pinillos de Polendos (2006); el conjunto provincial desde el punto de vista didáctico-divulgativo (2005); lugares de interés para el estudio de los riesgos geológicos (2007-2018); e incluso sobre la etnogeología (2005-2018).

El IGME, dentro del programa de cartografía MAGNA a escala 1:50.000, ha incluido los puntos [sic] de interés geológico de las hojas realizadas desde 1989 y que abarcan parcialmente la provincia de Segovia (Peñafiel). En la publicación "Patrimonio Geológico de Castilla y León", editada por ENRESA en 2001, el capítulo correspondiente a Segovia contiene información de cinco áreas de interés en la provincia: Puerto de la Fuenfría, Macizo de Peñalara, Collado de la Quesera, Hoces del río Riaza y Hoces del río Duratón.

En el marco del desarrollo de las Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su Entorno (DOTSE) para la Junta de Castilla y León, se realizó una revisión y ampliación del catálogo correspondiente al tercio meridional y occidental de la provincia (2003-2005). Dicho catálogo fue introducido en una aplicación informática para la gestión de sistemas de información geográfica, asociando a cada elemento georreferenciado del patrimonio geológico en la capa, una tabla de datos con los campos para su catalogación. Por lo que respecta a Segovia capital, cabe destacar la recopilación inédita de los puntos y áreas de interés geológico e hidrológico realizada para el “Diagnóstico ambiental del Medio Físico Abiótico (Gea e Hidrosfera)” de la Agenda 21 Local de Segovia (2001). Posteriormente, con motivo de la revisión del PGOU se elabora un nuevo y detallado catálogo del término municipal, que incluye 85 elementos del patrimonio geológico, incluyendo 81 LIG y 4 colecciones (patrimonio mueble) que recoge la denominación, rasgos singulares o de interés y situación de estos elementos según su tipología. La valoración se realizó según criterios estandarizados en función de su ámbito de interés; finalizando con propuestas para su protección y conservación, las potencialidades de uso y aprovechamiento. Por último, recientemente (2018) se ha actualizado el catálogo municipal de Segovia, con 112 LIG valorados con criterios educativos, ambientales y turísticos; de los que se han seleccionado 10 Entornos con Lugares de Interés Geológico para Educación Ambiental en Segovia (ELIGES).

LEGISLACIÓN

En el ámbito de la legislación autonómica, las DOTSE de la Junta de Castilla y León protegen los LIG catalogados mediante el Decreto 74/2005 (BOCyL), cuyo artículo 7.2 recoge: “Estas Directrices califican como LIN [lugares de interés natural] 37 lugares de interés geológico y morfológico, 6 lugares de interés hidrológico, 20 lugares de interés paisajístico y 28 lugares de interés botánico, relacionados en el Anexo II y señalados en los planos de ordenación. El planeamiento urbanístico debe precisar su emplazamiento, delimitar el área de protección y establecer un régimen que asegure su conservación”. Además, el artículo 7.3 especifica: “El planeamiento urbanístico podrá ampliar la relación de LIN del Anexo II, identificándolos, describiéndolos y categorizándolos convenientemente, y estableciendo su régimen de protección”.

Referente a la legislación municipal, el Plan General de Ordenación Urbana de la ciudad (versión 2005 y revisión de 2007; Orden FOM/2113/2007, BOCyL) califica los LIG como “Suelo rústico de protección natural” (SRPN; apartado 4.2), entre los que se encuentran unidades como: RP-5.1, Sotos y navas (DOTSE); RP-5.2, Ecosistemas Climáticos. Formaciones de Encinas; RP-5.3, Pinar en laderas graníticas; RP-5.4, Complejos Fluviales; RP-5.5, Hoces, hocinos y cañones calizos; RP-5.6, Valle del Arroyo Tejadilla y sus lastras; RP-5.7, Arbolado disperso de encina sobre cultivos agrícolas; RP-5.8, Cerros testigo; RP-5.9, Gargantas de piedemonte; RP-5.10, Embalse Puente Alta.

Mención especial merece el historial de protección del LIG de la Risca de Valdeprados ante las amenazas de desarrollos urbanísticos y construcción de una presa de embalse, con resoluciones judiciales y administrativas que paralizaron los proyectos que amenazaban su integridad, entre otras cosas, gracias a su valor como patrimonio geológico (DiA publicada en el BOE de 23/11/2009 con resolución negativa para el embalse de Guijasalbas).

GEOCONSERVACIÓN

También se han puesto en marcha propuestas para la geoconservación, mediante iniciativas de voluntariado social, entre las que destacan:

- Manifiesto a favor de las rocas en la ciudad de Segovia. Fue firmado por 448 personas y se entregó a la corporación municipal en 2010. En él se denuncia la pérdida de afloramientos emblemáticos, se defiende su valor y se insta a las autoridades locales a no destruir o taparlos sin consultar previamente a expertos.
- Propuesta de un Geoparque (en aquel entonces del programa bajo el auspicio de UNESCO) en la vertiente septentrional de la sierra de Guadarrama. En 2008 surgió una iniciativa desde el ámbito local para solicitar tal figura para el territorio del Piedemonte Norte de las sierras de Guadarrama-Ayllón, durante el ‘Ciclo de

Actividades sobre patrimonio geológico y minero' celebrado en Otero de Herreros, que puso las bases de un proyecto de desarrollo socioeconómico para una gran parte del territorio segoviano en más de medio centenar de localidades, desde Villacastín a Ayllón. Se realizó una campaña de difusión mediante una exposición itinerante "¡Queremos un Geoparque!", que recorrió ese territorio a lo largo de 2010 y que fue patrocinada por la Obra Social de Caja Segovia, la colaboración de la Junta de Castilla y León, el Museo de Segovia, y diversos particulares que cedieron material gráfico a la misma.

- Apadrina una roca. Esta iniciativa de voluntariado, ideada y puesta en marcha a finales del año 2011, fue concebida como un sistema de alerta temprana para identificar las afecciones al patrimonio contando con la población local. Siendo una iniciativa pionera de Ciencia Ciudadana donde, por primera vez, la sociedad ha sido parte integrante de la geoconservación. Mediante un sencillo sistema de adhesión a través de una página web, se permitía formar parte de una red de observadores de los LIG de toda la provincia, lo que contribuía a responder de forma más rápida a cualquier posible amenaza. En los primeros años la web recibió visitas de más de una treintena de países distintos; se dieron de alta como padrinos y madrinas casi un centenar de personas, y llegaron avisos y denuncias de amenazas sobre el patrimonio geológico. Además, la repercusión de la iniciativa en los medios de comunicación fue extraordinaria con entrevistas y artículos en más de una treintena de medios (TVE1, La Sexta, RNE, La Vanguardia, El Norte de Castilla, Quercus, etc.). Éxito que concluyó con la selección de la actividad como finalista en el concurso "Ciencia en Acción" (2013). Actualmente esta iniciativa ha sido implementada por el IGME en todo el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), con los mismos objetivos y fines que en Segovia.

DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

También se han ensayado procedimientos pedagógicos para la utilización de este patrimonio, publicados bajo el título "Metodología en la utilización didáctica del Patrimonio Geológico: La estrategia progresiva descripción-interpretación-predicción (DIP)" y presentados a la V Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España' (2001). Posteriormente, las propuestas para la elaboración de itinerarios entre los LIG se diseñaron en función de los usuarios y del tipo de uso identificado en cada LIG a partir de la valoración de inventario (2008).

En el año 2005 se publicó el libro 'Las raíces de paisaje' con el objetivo de divulgar el origen y evolución de los paisajes representados en la provincia de Segovia, haciendo hincapié en los condicionantes geológicos y geomorfológicos que los han dado lugar. Este libro es un referente en divulgación geológica, citado en multitud de trabajos, no sólo en la provincia de Segovia. También existen capítulos de libros, folletos y páginas web con una o varias rutas geológicas por la ciudad de Segovia (2010), la mancomunidad Interprovincial Castellana (2016-2019) y el término municipal de Valseca (2016-2019); y guiones de excursiones divulgativas por diversas localidades, que contienen información sobre LIG, aprovechando iniciativas como la Semana de la Ciencia (2005-2018), los diferentes Geolodías (2008-2019) e Hidrogeodías (2018-2019). Además, se ha publicado un libro de divulgación del patrimonio geológico de la ciudad de Segovia titulado 'De roca a roca. Descubre el patrimonio geológico de la ciudad de Segovia' (2011), que fue el primer libro de patrimonio geológico urbano, con un formato de guía de turismo. En el año 2013, con motivo de la celebración en Segovia capital de la 'X Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la SGE', se publicó por la Diputación Provincial y el IGME una guía titulada 'Itinerarios geoturísticos por la provincia de Segovia. La gestión de su patrimonio geológico' (Díez-Herrero y Vegas, 2013), que incluyen varios recorridos por los LIG de la provincia. Por último, se ha publicado un 'Manual de buenas prácticas para el uso del Patrimonio Geológico de Segovia' (2019).

Otras iniciativas de difusión y divulgación del patrimonio han sido y son:

- Asociación (Segoviana) de Aficionados a la Mineralogía (ASAM). Esta asociación, creada en 1987, lejos de fomentar el coleccionismo y la recolección de minerales, se caracterizó en sus actividades (más de 80 excursiones geo-mineralógicas y diversas charlas y talleres), por la difusión y protección del patrimonio geológico y minero (contemplado en sus estatutos desde inicios de la década de 1990).

- Geolodía. Esta actividad coorganizada por la SGE, el IGME y la AEPECT, congrega cada año, en el segundo fin de semana de mayo, a miles de personas de forma simultánea en toda España, a través de excursiones divulgativas, frecuentemente empleando el patrimonio geológico de las provincias e islas españolas. Desde 2008 que se celebró con la denominación 'Un día con geólogos', ha tenido lugar, ininterrumpidamente, en Segovia y su provincia.
- 'A todo riesgo, convivir con los desastres geológicos cotidianos'. Esta actividad ha celebrado 11 ediciones (2007-2018) y consiste en una excursión divulgativa enfocada al público general, enmarcada en la Semana de la Ciencia, que utiliza LIG de la ciudad de Segovia para explicar los procesos que pueden dar lugar a situaciones de riesgo geológico.
- 'Club de Ciencias' de los colegios públicos de Segovia. Esta iniciativa de didáctica no formal sobre astronomía, matemáticas, física, química, biología y geología, como actividad extraescolar gratuita para los alumnos de los colegios públicos, contemplaba varias actividades para la educación científica infantil, como excursiones por los LIG de Segovia capital (2015-2016).
- Programa 'Conoce Segovia'. Este programa de visitas guiadas programadas de Turismo de Segovia, la Empresa Municipal 'Turismo de Segovia' (Ayuntamiento de Segovia), incluye desde 2011 sin programar y desde marzo de 2018 de forma programada, una excursión geoturística denominada 'Segovia' antes de Segovia, que discurre por LIG del casco urbano de la ciudad.
- 'Segovia Educa en Verde'. Programa de educación ambiental del Ayuntamiento de Segovia que incluye, en su programación, actividades de sensibilización dirigidas a escolares, familias y público general, y actividades en periodos vacacionales (Navidades, Semana Santa y verano), que utilizan el patrimonio geológico como recurso didáctico, habiendo generado novedosos itinerarios y talleres prácticos en torno a los LIG de la ciudad.
- Mancomunidad Geominera. Es un proyecto que, desde 2016, desarrolla la Mancomunidad Interprovincial Castellana en sus 12 municipios del sur de Segovia y norte de Ávila, donde cuenta con una gran diversidad geológica, reflejada en su paisaje y en un importante patrimonio minero. La iniciativa traslada este patrimonio geológico y minero a sus habitantes y visitantes mediante rutas guiadas gratuitas.
- EducaPatriGeo. Espacios web, manual de buenas prácticas bilingüe (castellano-inglés) y baldosas con códigos QR habilitados por el Ayuntamiento de Segovia, con la asistencia técnica del IGME, dentro de la II Estrategia de Educación Ambiental de Castilla y León. Se aportan recursos didácticos (fichas para el educador, videograbaciones, material gráfico, etc.) de Segovia en la educación ambiental y el geoturismo urbano; en 10 Entornos con Lugares de Interés Geológico para Educación ambiental en Segovia (ELIGES).

Además de éstas, existen muchas otras iniciativas que, de forma puntual, utilizan el patrimonio geológico de Segovia como recurso para educación científica y ambiental. Entre ellas: excursiones del Seminario Permanente de Ciencias Naturales de la UAM (desde 1988); algunas ediciones de 'Los Domingos del Patrimonio' (Turismo de Segovia, Ayuntamiento de Segovia); itinerarios didácticos del CENEAM (Valsain); excursiones del Curso de Pintores del Paisaje; charlas divulgativas sobre geoturismo en la ciudad (2016 y 2018), o LIG de Segovia, como la Colección de minerales, rocas y fósiles de la Academia de Artillería de Segovia (2013, 2017); y charlas o clases en cursos de historia de Segovia (2010). Muchas de ellas se canalizan a través de la Asociación Geología de Segovia (factor fundamental que coordina toda esta actividad divulgativa desde 2011, que agrupa a un centenar de personas, sin cuotas de asociado) y su dinámica página web (www.geologiadesegovia.info); la Mancomunidad Geominera (www.mancomunidadgeominera.com); los programas de educación ambiental con patrimonio geológico del Ayuntamiento de Segovia (www.segoviaeducaenverde.es y www.segovia.es/educaPatriGeo); o de pequeñas empresas y profesionales autónomos que han surgido, como Destino Gea o GeoDidac.

DISCUSIÓN

Entre las iniciativas desarrolladas en la provincia de Segovia en relación con el patrimonio geológico en estos 30 años, muchas de ellas han resultado éxitos notables y otras, fracasos. Entre los éxitos, destacar la ampliación al ámbito nacional de la iniciativa de geoconservación con participación pública (voluntariado ambiental) de 'Apadrina una roca', que está en funcionamiento desde diciembre de 2017 para todo el país a través de la web del IGME, en el marco del IELIG. Igualmente, la utilización de las TIC en la divulgación del patrimonio geológico, con carácter pionero e innovador en Segovia.

Entre los fracasos, la propuesta del geoparque del piedemonte septentrional de la Sierra de Guadarrama. La acogida e impacto del proyecto en las distintas localidades fue muy desigual, desde la asistencia de numerosos visitantes a la exposición y las charlas informativas; hasta la ausencia total en otros, pasando por la indiferencia en la mayor parte de ellos. Entre las causas de este fracaso destacan fundamentalmente la falta de apoyo explícito y expreso por parte de las instituciones (Vegas *et al.*, 2011).

AGRADECIMIENTOS

Gracias a las personas, instituciones y entidades que han contribuido al estudio y gestión del patrimonio geológico en la provincia de Segovia; y muy especialmente a la Asociación (Segoviana) de Aficionados a la Mineralogía (ASAM) y la Asociación Geología de Segovia.

REFERENCIAS

- Díez Herrero, A. y Vegas, J. (Eds.) 2013. *Itinerarios geoturísticos por la provincia de Segovia*. La gestión de su patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España y Diputación de Segovia, Madrid, 88 pp. Libro de excursiones de la X Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España.
- Vegas Salamanca, J.; Díez-Herrero, A.; Aragonese, J.P.; Gutiérrez, I. y Carcavilla, L. 2011. Solicitudes de nuevos geoparques a UNESCO: análisis de las causas que hicieron fracasar la propuesta del piedemonte norte de las Sierras de Guadarrama y Ayllón (Segovia). En: Fernández-Martínez, E. y Castaño De Luis, R. (Eds.), *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*, Universidad de León, León, 266-270.

COOPERACIÓN EUROPEA PARA LA PROMOCIÓN DE LA GEOCONSERVACIÓN EN ÁFRICA

EUROPEAN COOPERATION TOWARDS THE PROMOTION OF GEOCONSERVATION IN AFRICA

E. Díaz-Martínez¹, Á. García-Cortés¹, J. Vegas¹, L. Carcavilla¹ y N. Charles²

¹ Área de Patrimonio Geológico y Minero. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España, e.diaz@igme.es, garcia.cortes@igme.es, j.vegas@igme.es, l.carcavilla@igme.es

² Direction des Géorressources, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), 3 Av. Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, Francia. n.charles@brgm.fr

RESUMEN

El proyecto PanAfGeo, desarrollado por los servicios geológicos nacionales africanos y europeos mediante la cooperación internacional entre sus federaciones continentales (la Organización de Servicios Geológicos Africanos y EuroGeoSurveys), promueve "el conocimiento y las habilidades geocientíficas en los servicios geológicos africanos". El proyecto recibe fondos europeos para la cooperación internacional para el período 2017-2019 y tiene como objetivo fortalecer la capacidad de los servicios geológicos en África. El paquete de trabajo número 6 (WP6) de este proyecto está liderado por el Instituto Geológico y Minero de España, y consiste en cursos de capacitación y formación en materia de inventarios de patrimonio geológico, y a la promoción y gestión sostenible del patrimonio geológico para su conservación. Este trabajo resume los principales logros del WP6 y aporta algunas sugerencias para el futuro de la geoconservación en África.

Palabras clave: África, capacitación, cooperación internacional, geoconservación, patrimonio geológico.

ABSTRACT

The project PanAfGeo, developed by African and European national geological surveys through the international cooperation between their continental federations (the Organization of African Geological Surveys and EuroGeoSurveys), promotes 'Geoscientific knowledge and skills in African Geological Surveys'. The project receives European funds for international cooperation, spans 2017-2019 and aims to strengthen the capacity of geological survey organizations in Africa. Work package 6 (WP6) of the project is led by the Geological Survey of Spain (IGME) and consists of training sessions on the inventory of geological heritage, as well as the promotion and sustainable management for its conservation. We herein review and summarize the main achievements of WP6, and provide several suggestions for the future of geoconservation in Africa.

Key words: Africa, geoconservation, geoheritage, international cooperation, training.

INTRODUCCIÓN

El proyecto PanAfGeo

En diciembre de 2016 se firmó el acuerdo de financiación del proyecto PanAfGeo bajo el título “A Pan-African support to the EGS-OAGS partnership”, en cuyo desarrollo el IGME venía trabajando desde 2012. Este proyecto se planteó como parte de la estrategia conjunta entre la Unión Africana y la Unión Europea para el periodo 2014-2017 (*Joint Africa-EU Strategy 2014-2017*), con objeto de fortalecer la cooperación con África para afianzar la gobernanza en el acceso a los recursos minerales y su gestión sostenible. El proyecto está cofinanciado por la Comisión Europea a través de la Dirección General de Cooperación Internacional y Desarrollo (DG DEVCO), y está desarrollado por un consorcio de 12 servicios geológicos europeos pertenecientes a la Federación Europea de Servicios Geológicos (EuroGeoSurveys, EGS), entre los que se encuentra el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), liderados por el servicio geológico de Francia (BRGM). Para más información: <http://panafgeo.eurogeosurveys.org/> (Figura 1).

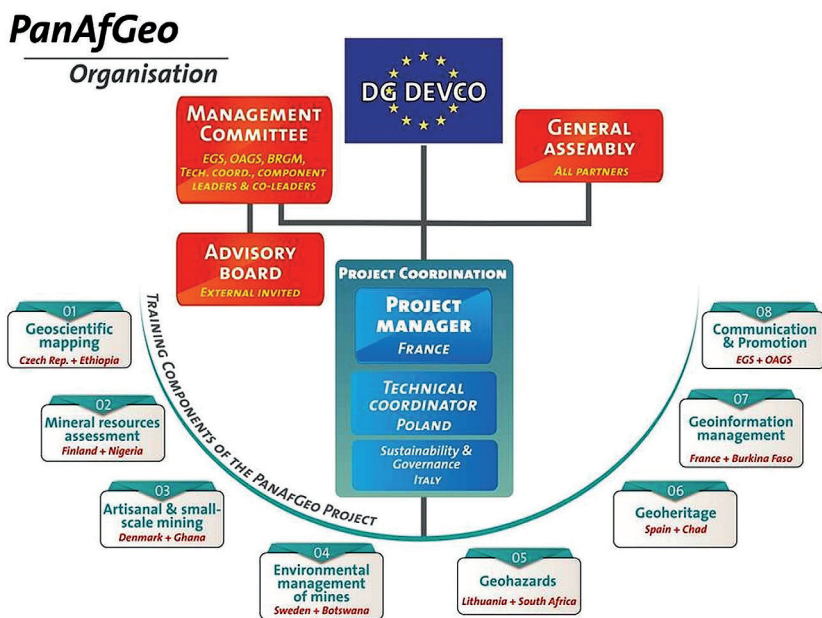


Figura 1. Esquema de la organización del proyecto PanAfGeo (2017-2019). El paquete de trabajo 6 sobre patrimonio geológico está liderado por el IGME.

Principales objetivos de PanAfGeo

El objetivo general del proyecto consiste en establecer una cooperación estratégica entre las asociaciones de servicios geológicos africanos (Organization of African Geological Surveys, OAGS) y europeos (EGS), fundamentalmente en las siguientes áreas de conocimiento: cartografía geocientífica, evaluación de recursos minerales, minería artesanal y a pequeña escala, gestión ambiental de minas, riesgos geológicos, patrimonio geológico (geoconservación), y gestión de la información geocientífica. El proyecto PanAfGeo promueve la formación del personal técnico de los servicios geológicos africanos a través del desarrollo de un programa de formación innovador mediante aproximadamente 50 sesiones de capacitación para 1.200 profesionales de la geología de 54 países africanos. En cumplimiento de la normativa nacional e internacional, el proyecto promueve la paridad y la representación igualitaria de hombres y mujeres en las actividades de formación.

Principales resultados

Sólo el primer año, en 2017, se cumplió con 10 sesiones de formación (ocho en inglés y dos en francés) de los siete paquetes de trabajo, realizados en nueve países africanos para un total de 234 profesionales procedentes de 32 servicios geológicos africanos. En el segundo año (2018) se han cumplido 17 sesiones (once en inglés y seis en francés) de los siete paquetes de trabajo, realizados en once países africanos para un total de 455 profesionales procedentes de 42 servicios geológicos africanos. En total, estos dos primeros años de desarrollo del proyecto han permitido cumplir con un total de 27 sesiones de formación (19 en inglés y ocho en francés) de los siete paquetes de trabajo, realizados en 14 países africanos para un total de 689 profesionales procedentes de 44 servicios geológicos africanos.

PARTICIPACIÓN DEL IGME

Una de las tareas que corresponden a un servicio geológico nacional es el inventario y valoración del patrimonio geológico, y el apoyo técnico a la administración pública sobre legislación y gestión para su conservación y aprovechamiento sostenible (Lundqvist *et al.*, 2016). El IGME ha desarrollado estas actividades en España desde los años 70, acumulando experiencia y conocimientos que son demandados dentro y fuera de España. En coordinación con su colíder africano (servicio geológico de Chad; ver la Figura 1), el IGME lidera el paquete de trabajo nº 6 (*Work Package 6 -WP6- Geoheritage*), correspondiente a la formación y capacitación del personal de los servicios geológicos africanos en relación con el patrimonio geológico. Hasta el momento (marzo 2019) se ha realizado una sesión de este curso en francés en Marruecos (octubre-noviembre 2017; Figura 2), con la colaboración de la Dirección de Geología del Ministerio de Energía y Minas marroquí (DG-MEM), en el que participaron 18 personas de servicios geológicos de Argelia, Burkina Faso, Camerún, Chad, Gabón, Madagascar, Marruecos y Níger. El curso fue impartido por personal del IGME, del BRGM y marroquí (DG-MEM y universidades de El Jadida y Agadir), con prácticas de campo en el Geoparque Mundial de la UNESCO de M'Goun, en el Alto Atlas (Figura 2). Se da la circunstancia de que, en la fecha de realización de esta primera sesión, este geoparque era el único que había en África, y todavía con un breve desarrollo desde su declaración en el año 2014 (Díaz Martínez *et al.*, 2018).

La segunda sesión del WP6 se desarrolló en Dodoma (Tanzania) en mayo de 2018, con la colaboración del Servicio Geológico de Tanzania (GST), y la participación de 31 personas de los servicios geológicos de 11 países: Benín, Botswana, Camerún, Comores, Liberia, Mozambique, Nigeria, Sierra Leona, Sudán, Tanzania y Zimbabwe, incluyendo entre los tanzanos no sólo a 10 profesionales del GST, sino también a 6 técnicos del recientemente declarado Geoparque Mundial de la UNESCO de Ngorongoro. El curso fue impartido en idioma inglés por personal del IGME, del GST y del geoparque. El trabajo de campo se realizó en el entorno de Dodoma, incluyendo el sitio de Kondoa-Kolo, con grabados rupestres reconocidos por la UNESCO como Patrimonio Mundial (Tabla 1).

La tercera sesión del curso, también en idioma inglés, se desarrolló en Windhoek (Namibia) entre octubre y noviembre de 2018, con la colaboración del Servicio Geológico de Namibia (GSN), y la participación de 24 personas de los servicios geológicos de 10 países: Burkina Faso, Camerún, Chad, Kenia, Madagascar, Mozambique, Namibia, Nigeria, Sierra Leona y Sudán (Figura 3). El curso fue impartido por personal del IGME, del GSN, de la Comisión Nacional de Namibia para la UNESCO y de la Comisión Nacional de Patrimonio de Namibia. El trabajo de campo se desarrolló en el entorno de Windhoek, incluyendo una sección estratigráfica de relevancia internacional, varios lugares de interés geológico en el interior de la ciudad, y un yacimiento paleontológico recientemente descubierto (Tabla 1).

Para este año 2019, último en el desarrollo del proyecto PanAfGeo, están planificadas dos sesiones: una en francés en Antananarivo (Madagascar) y otra en portugués en Maputo (Mozambique). Como en las ocasiones anteriores, ambas se realizarán en colaboración con los servicios geológicos respectivos, realizando trabajo de campo en el entorno de ambas localidades.

Hasta el momento, la participación del IGME ha sido con personal técnico y científico (cinco personas) y administrativo (una persona) como aportación a la cooperación internacional. El presupuesto total del IGME para

estos tres años estaba previsto en 374.135 euros, de los que 96.525 euros son de aporte propio de personal técnico y servicios, y 277.610 euros de gastos financiados por DG DEVCO del Consejo de Europa. La financiación total del proyecto es de 10,3 M (correspondiente a los doce socios) para los tres años de duración de esta primera fase del proyecto (19 de diciembre de 2016 a 18 de diciembre de 2019). A comienzos de 2019 se encuentra en preparación una segunda fase de otros tres años de proyecto (2020-2022), tras la evaluación intermedia (*mid-term review*) realizada a principios de 2019, y que ha resultado muy positiva y favorable a la posibilidad de renovación.



Figura 2. Trabajo de campo en el Geoparque Mundial de la UNESCO de M'Goun (Alto Atlas, Marruecos; noviembre 2017).

DESARROLLO DE LOS CURSOS DE CAPACITACIÓN DEL WP6

Todos los cursos impartidos tienen una estructura común: un primer bloque sobre conceptos, metodologías, valoración y gestión del patrimonio geológico de carácter general, y un segundo bloque de clases teóricas y prácticas de campo específicas en cada país (Tabla 1).

	MARRUECOS	TANZANIA	NAMIBIA
MATERIAS COMUNES	Presentación, objetivos, conceptos generales y alcance del patrimonio geológico		
	El potencial de los servicios geológicos en la geoconservación		
	Geología y patrimonio geológico en los países de los participantes		
	Geología y patrimonio geológico de Marruecos	Geología y patrimonio geológico de Tanzania	Geología y patrimonio geológico de Namibia
	Gestión de colecciones		
	Legislación internacional, nacional y local: ejemplos y perspectivas		
	Patrimonio geológico mueble: conservación de fósiles, minerales, rocas y meteoritos		
	El Inventario Español de Lugares de Interés Geológico: modelo de datos y cartografi		
	Metodología del proyecto Global Geosites		
	Metodologías para la identificación e inventario de patrimonio geológico		
	Descripción de los lugares con patrimonio geológico: fichas de registro, cartografía y bases de datos		
	Evaluación de lugares con patrimonio geológico: valor, vulnerabilidad y riesgo de degradación		
	Geoturismo y divulgación		
	Geoparques mundiales de la UNESCO: ejemplos y papel de los comités nacionales		
	Perspectivas para los geoparques mundiales de la UNESCO en África		
	Geoconservación en espacios naturales y culturales protegidos		
MATERIAS ESPECÍFICAS	El Museo de Historia Natural de la Universidad de Marrakech	El Museo Geológico del Servicio Geológico de Tanzania	El Museo Nacional de Ciencias de la Tierra en el Servicio Geológico de Namibia
	El Geoparque Mundial de la UNESCO de M’Goun (Alto Atlas)	Candidatura y gestión del Geoparque Mundial de la UNESCO de Ngorongoro	La Comisión Nacional de Namibia para la UNESCO
	El Inventario Nacional de Patrimonio Geológico de Francia	Trabajo de campo: Geosite mineralógico “Yoderita del Proterozoico de Mautia Hills”	El Consejo Nacional de Patrimonio de Namibia
	Trabajo de campo: itinerario por el Geoparque M’Goun, con 14 paradas en lugares geológicos de interés	Trabajo de campo: Sitio Patrimonio Mundial de la UNESCO (WHS) “Pinturas rupestres de Kondoa Kolo”	Iniciativas de geoconservación en Namibia: inventarios, geoturismo y divulgación
	El Museo del Geoparque de M’Goun en Azilal	Trabajo de campo: Geosite “Rift cuaternario del lago Bahi”	Trabajo de campo: Yacimiento paleontológico de Toronto Farm
			Trabajo de campo: Geosite “Evaporitas metamorizadas del Proterozoico de Gurumanas”
Conclusiones finales, perspectivas de futuro, clausura y entrega de diplomas.			

Figura 1. Estructura general de los tres cursos impartidos en 2017 y 2018.

Logística general de los cursos

Cada sesión del curso dura seis días, de lunes a sábado, con dos días iniciales de teoría, tres días con trabajo de campo, y un último día de resumen y conclusiones. Durante el curso se utiliza un grupo de WhatsApp de participantes y profesores para intercambiar información práctica, avisos, fotos y documentos. Todos los participantes reciben copia impresa de las presentaciones de la conferencia, así como los archivos digitales correspondientes en una unidad USB que también incluye otros documentos útiles y material de referencia. Al final del curso se entregan certificados a todos los participantes y conferenciantes invitados en un evento oficial de clausura seguido de una pequeña fiesta de despedida.



Figura 3. Trabajo en equipo en el hotel después de una jornada de campo.

CONCLUSIONES

La experiencia y el conocimiento acumulados durante décadas de trabajo en patrimonio geológico en España han permitido organizar unos cursos de formación dentro del proyecto PanAfGeo que son de utilidad para los servicios geológicos nacionales africanos. El patrimonio geológico y la geoconservación han demostrado ser una especialidad emergente de gran interés para los participantes en estos cursos por su potencial aplicación, tanto en cumplimiento de sus funciones como servicio geológico, como para promover el desarrollo socioeconómico local. Las metodologías de inventario y valoración, y su aplicación a la gestión y el geoturismo son los aspectos que más interés han suscitado. De esta manera, países que ya cuentan con un buen conocimiento geológico de su territorio, pueden empezar a proteger afloramientos amenazados e iniciar acciones encaminadas a impulsar su potencial turístico y didáctico desde una perspectiva científica. La presencia de participantes de numerosos países y el elevado número de solicitudes para participar en los cursos demuestra el gran interés que este tema está generando en África.

Otra de las apuestas del proyecto PanAfGeo es promover la igualdad: a pesar de la evidente mayoría masculina en casi todos los servicios geológicos africanos, se ha potenciado la participación paritaria de mujeres y hombres para contribuir al desarrollo y al fomento de la igualdad de oportunidades.

Estos cursos y los materiales generados pueden ser de utilidad para otras regiones del mundo donde los servicios geológicos estén interesados en capacitar a su personal para el trabajo en patrimonio geológico y geoconservación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los equipos técnicos y administrativos de EuroGeoSurveys y del BRGM, por su apoyo en la logística, coordinación y gestión de las actividades comunes del proyecto PanAfGeo, y en concreto a Céline Andrien y Jean-Claude Guillauneau. Agradecemos a la Dirección General de Cooperación Internacional y Desarrollo (DG DEVCO) de la Comisión Europea por la financiación recibida.

REFERENCIAS

- Díaz-Martínez, E., Charles, N., García-Cortés, Á. y Vegas, J. 2018. European cooperation towards the promotion of geoconservation in Africa. En: E. Główniak, A. Wasilowska y P. Leonowicz (Eds), *Geoheritage and Conservation: Modern Approaches and Applications Towards the 2030 Agenda. 9th ProGEO Symposium*, Ch ciny, Poland. Programme and Abstract Book, p. 23-24.
- Lundqvist, S., Ransed, G., Hedenström, A. y Díaz Martínez, E., 2016. The potential of geological surveys in geoconservation. *35th International Geological Congress*, Cape Town, Abstract. <https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/igc/4600.pdf>

EVALUACIÓN PATRIMONIAL DE CUEVAS KÁRSTICAS PARA SU GESTIÓN EN ESPACIOS PROTEGIDOS: PARQUE NACIONAL DE LOS PICOS DE EUROPA (N DE ESPAÑA)

GEOHERITAGE EVALUATION OF KARST CAVES FOR MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS: PICOS DE EUROPA NATIONAL PARK (N SPAIN)

D. Ballesteros¹, E. Fernández-Martínez², L. Carcavilla³ y M. Jiménez-Sánchez⁴.

¹ UMR 6266 IDEES, Université de Rouen-Normandie/CNRS. Mont Saint-Aignan CEDEX, Francia. daniel.ballesteros@univ-rouen.fr

² Departamento de Geología y Geografía, Universidad de León. Campus de Vegazana, s/n, 24071, León, España. e.fernandez@unileon.es

³ Instituto Geológico y Minero de España. c/ Ríos Rosas 23, 28003, Madrid, España. l.carcavilla@igme.es

⁴ Departamento de Geología, Universidad de Oviedo. c/ Jesús Arias de Velasco s/n, 33005, Oviedo, España. mjimenez@geol.uniovi.es

RESUMEN

En numerosos espacios protegidos, las cuevas representan singularidades naturales a escala internacional, como es el Parque Nacional de los Picos de Europa, que incluye la mayor concentración de simas profundas del mundo. Este trabajo persigue la evaluación patrimonial de estas simas para orientar a la administrativa en la gestión de las cuevas. Utilizando como base la caracterización geomorfológica de las cuevas, se han seleccionado 14 simas de más de 1 km de profundidad como Lugares de Interés Geológico (LIG) representativos del endokarst del Parque Nacional. El sistema de evaluación evidencia que el interés patrimonial y científico, y el potencial uso público de los 14 LIG es elevado, su estado de conservación es muy bueno, y su fragilidad y vulnerabilidad son prácticamente nulas. Estos resultados, ligados al reducido conocimiento científico disponible de las simas, apuntan a la necesidad de seguir promoviendo la exploración espeleológica e investigación científica de las simas profundas. Posteriormente, se deberán elaborar nuevos recursos divulgativos encaminados a destacar su valor natural y rediseñar la regulación de acceso a las cuevas.

Palabras clave: áreas protegidas, cueva, gestión, karst, patrimonio geológico.

ABSTRACT

In many protected area karst caves represent natural singularities at an international scale, as the Picos de Europa National Park, which includes the highest density of deep caves in the world. This work aims the geoheritage evaluation of these caves in order to guiding the Administration on cave management actions. Based on cave geomorphological characterization, 14 caves with more than 1 km of depth have been selected as representative LIG of the endokarst of Picos de Europa. The evaluation system evidences that the geoheritage, scientific interest and potential public use of the 14 LIG is high, its conservation status is good, and its fragility and vulnerability are low. These results, linked to the low scientific knowledge of the caves, indicate that the promotion of their speleological exploration and

scientific investigation should be continued. Subsequently, dissemination resources highlighting their natural value and redesigning the access regulation to caves would be elaborated.

Key words: *cave, geoheritage, karst, management, protected areas.*

INTRODUCCIÓN

Habitualmente, las cuevas son consideradas como valores secundarios de las áreas protegidas declaradas en terrenos kársticos (Pontes *et al.*, 2018), con excepciones marcadas en lugares con grandes cuevas de fácil acceso (p.ej. Mammoth Cave, EEUU; Škocjan Caves, Eslovenia). El valor científico de las cuevas suele ser geomorfológico e hidrogeológico, o estar ligado a la presencia de fauna subterránea. En general, los planes de gestión de los espacios protegidos consideran las cuevas como ambientes frágiles y sensibles, de acceso restringido a fines científicos y, en algunos casos, a espeleológicos y/o turísticos.

El Parque Nacional de los Picos de Europa (PNPE), también declarado Reserva de la Biosfera (2003), constituye una de las principales regiones kársticas del mundo debido a que representa la mayor concentración de simas profundas del planeta, con 12 cuevas profundas por km². Entre ellas destacan 14 simas de más de un km de profundidad, conocidas como los “menos miles”. Las cuevas han sido objeto de análisis generales sobre patrimonio geomorfológico del PNPE (González-Trueba y Serrano, 2008) y de estudios centrados en cuevas de hielo (Gómez-Lende y Serrano, 2012). En esta línea, el objetivo de este trabajo es evaluar el patrimonio geológico ligado a las cuevas del PNPE mediante el uso de cuatro formularios modificados a partir del diseño realizado por Fernández-Martínez *et al.* (2017) para su aplicación en la Red de Parques Nacionales de España.

SITUACIÓN

El PNPE comprende 675 km² de extensión pertenecientes a Castilla y León, Principado de Asturias y Cantabria (Norte de España; Figura 1). Su abrupto relieve alcanza los 2648 m de altitud e incluye tres macizos kársticos constituidos por más de 1500 m de calizas carboníferas, con una fuerte impronta glacial por encima de los 900 m de altitud.

Los Picos de Europa constituyen uno de los máximos exponentes de los “Sistemas kársticos de la Península Ibérica y Baleares”, reconocidos como contexto geológico de España con relevancia internacional (Ley 42/2007). Aunque la vigencia del Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del PNPE (Real Decreto 384/2002) esté suspendida, el Acuerdo de la Comisión Mixta de Gestión del PNPE del 20/07/2005 considera dicho PRUG como criterio director para la gestión. Respecto a las cuevas, el PRUG establece el “estudio de la geología del parque, los fenómenos kársticos y sus comunidades biológicas asociadas” como una línea prioritaria de investigación. En materia de gestión, el PRUG promueve la “delimitación de los elementos singulares asociados a la geología de Picos de Europa, en particular las simas y los microglaciares, estudiándose en cada caso su especial protección”. Las “cuevas no explotadas por el turismo” constituyen un hábitat definido cuyo acceso sólo está permitido con fines científicos, incluyendo la exploración espeleológica.

METODOLOGÍA

La metodología de estudio comprende: 1) la caracterización geomorfológica de las cuevas, 2) la selección de cuevas representativas del PNPE como LIG, 3) la evaluación patrimonial de estas cuevas y 4) propuestas de medidas de gestión vinculadas a los resultados de la evaluación. La caracterización geomorfológica, basada en Ballesteros *et al.* (2015), comprende el inventario de cavidades kársticas, la modelización 3D de 336 cuevas y el inventario de elementos geomorfológicos de las cuevas a partir de 304 documentos espeleológicos y de la visita a 272 cuevas. Todo ello permitió la

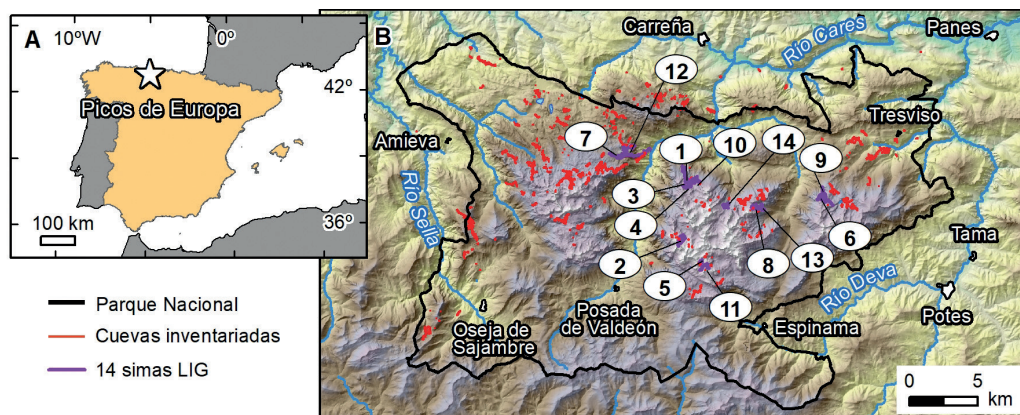


Figura 1. Principales cuevas documentadas en los Parque Nacional de los Picos de Europa. LIG de estudio: 1 Torca del Cerro del Cuvón - Torca de las Saxifragas, 2 Sima de la Cornisa - Torca Magali, 3 El Trave, 4 Torca de los Rebecos, 5 Pozo del Madejuno, 6 Torca del Jou Sin Tierra, 7 El Jitu, 8 Torca de Piedras Verdes-Cueva del Hielo, 9 Torca del Cueto Los Senderos, 10 Torca Idóubeda, 11 Torca La Monda, 12 Hulagua, 13 Torca Castil - Torca La Carbonal, 14 Torca Urriello.

selección de las cuevas más representativos del PNPE, incluidas en el inventario de LIG, y su evaluación patrimonial siguiendo el sistema de cuatro formularios modificados de Fernández-Martínez *et al.* (2017), que comprenden: i) información general, geológica y patrimonial, ii) indicadores de estado, iii) indicadores de presión, y iv) áreas y propuestas de gestión.

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

El inventario de cuevas del PNPE evidencia la presencia de, al menos, 3407 cavidades kársticas con 420 km de conductos (Figura 1B). De ellas, dos superan los 10 km de recorrido, 10 cuevas tienen 5-10 km de desarrollo, y 71 cavidades incluyen 1-5 km de conductos. Respecto al desnivel, 95 cavidades presentan 200-600 m de profundidad, el desnivel de 37 cuevas es de 600-1000 m, y 14 simas superan 1 km de profundidad. De estos datos se deduce que las cuevas representativas del PNPE tienen una longitud de entre 1-5 km, ya que constituyen el 36% de la longitud total de las cavidades inventariadas, y un desnivel de varios cientos de metros. El modelo 3D de cuevas muestra que la geometría representativa de las cavidades del PNPE es la típica de cuevas desarrolladas en zonas de montaña situadas actualmente en climas templados. Esta geometría incluye sucesiones de cañones y pozos vadosos, así como niveles de galerías freáticas y epifreáticas colgados sobre el nivel freático actual. De forma secundaria, también se reconocen cuevas subhorizontales dominadas por galerías y situadas en los límites de los Picos de Europa. El inventario de elementos geomorfológicos de las cuevas recoge 50 depósitos y formas erosivas clasificadas en cuatro grupos: i) fluvio-kársticas (38% de inventario), ii) gravitacionales (10%), iii) espeleotemas (depósitos formado por la precipitación de carbonatos, 34%) y iv) formas criogénicas (18%).

SELECCIÓN DE LIG

Se han considerado las 14 simas de más de un km de desnivel como LIG representativos del endokarst del PNPE (Figura 1B). Estas simas suponen el 19% de la longitud total de las cavidades kársticas inventariadas. Su selección se basa en los siguientes ocho criterios:

1. La profundidad del conjunto de las 14 mencionadas simas constituye un elemento único de singularidad a nivel mundial. Otras regiones del mundo con simas profundas únicamente tienen un máximo de siete cuevas con más de un km de desnivel.
2. Los LIG incluyen todos los elementos geomorfológicos inventariados.
3. Los LIG definidos son característicos de sistemas kársticos de montaña (o alpinos), ya que, entre otros, el 71 % de sus conductos son cañones y pozos vadosos.
4. Tres de los cuatro Monumentos Naturales incluidos en el PNPE están recogidos en los LIG seleccionados, por lo que su valor patrimonial está reconocido en la legislación.
5. Aproximadamente un 22% de los conductos de los 14 LIG muestran un origen freático/epifreático de interés científico debido a dos cuestiones: i) estos conductos, ubicados hasta los 2.400 m snm, representan antiguas posiciones del nivel freático, que descendió debido a la incisión fluvial y levantamiento del relieve; y ii) preservan espeleotemas y depósitos fluviales con registros de la evolución climática y geomorfológica de la región.
6. Los LIG definidos comprenden los inusuales depósitos de nieve y hielo con gran valor natural y científico. El LIG 8 incluye una de las cuevas de hielo más representativas del PNPE (Gómez-Lende y Sánchez-Fernández, 2018).
7. Los 14 LIG son representativos de la dinámica del acuífero kárstico, y 11 (LIG 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14) de ellos incluyen la circulación de aguas subterráneas profundas.
8. Respecto al potencial uso público, las 14 simas son un reclamo para espeleólogos europeos interesados en explorar o visitar simas profundas. Además, las entradas a 5 de estas cuevas podrían ser visitables durante la realización de actividades de montaña.

EVALUACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Desde un punto de vista patrimonial, la evaluación de los LIG definidos muestra puntuaciones muy homogéneas para el conjunto de las cuevas, tanto en lo que se refiere a aspectos geológicos como patrimoniales (Tabla 1). Esto es debido a que se han originado por procesos kársticos similares en el mismo contexto geológico, geomorfológico y climático. Su interés principal es geomorfológico, aunque siete presentan un interés hidrogeológico secundario y una muestra interés paleoclimático. A nivel patrimonial, están localizadas en lugares de difícil acceso, su visita requiere conocimientos en espeleología y su utilización como elementos divulgativos en los centros del PNPE es prácticamente inexistente.

El valor científico ($VC = 10 \pm 2$) presenta valores intermedios para todos los casos ya que, a pesar de su singularidad natural, las cuevas no constituyen localidades de referencia en geología ni registran procesos únicos. La caracterización patrimonial ($CP = 13 \pm 3$) muestra valores medios similares para todos los LIG ya que se encuentran englobados en figuras de protección, contextos geológicos de relevancia mundial (definidos por la Ley 42/2007) y son representativos de sistemas naturales. Las principales variaciones entre ellos se deben a ser o no Monumentos Naturales y a estar incluidos, o no, en inventarios patrimoniales previos. Su potencial de uso público ($PUP = 10 \pm 1$) es medio-bajo y está ligado a su atractivo natural y al valor educativo potencial que presentan las cuevas para explicar los procesos geológicos, si bien las dificultades de acceso y la falta de infraestructuras dificultan su uso educativo.

Respecto a los indicadores de estado, el estado de conservación ($ECN = 6 \pm 0$) de las simas es elevado y únicamente es preocupante en la cueva de hielo cuyos depósitos criogénicos están disminuyendo (Berenguer-Sempere *et al.*, 2014). El estado de conocimiento ($ECC = 1 \pm 0$) y de uso público ($EUP = 1 \pm 1$) son muy bajos ya que únicamente dos LIG han sido objeto de estudios científicos específicos y porque sólo dos simas son empleadas como recursos didácticos del PNPE. Analogamente, el estado de implementación de los LIG en el desarrollo socioeconómico ($EID = 2 \pm 1$) es también muy reducido debido a que únicamente se ha constatado interés turístico en dos cavidades y a que el uso público de las grandes simas es muy reducido por las dificultades intrínsecas a su visita. Por estos motivos, su escasa aportación al desarrollo socioeconómico se corresponde con las visitas de los grupos de espeleología y de montañeros que realizan su actividad deportiva en estas zonas.

Los tres indicadores de presión muestran valores muy bajos ya que las simas no son frágiles ($F = 0 \pm 2$) ni vulnerables a procesos naturales ($VN = 0 \pm 0$) ni antrópicos ($VA+OPP = 1 \pm 0$). La única excepción a esta generalidad la constituye el mencionado LIG 8 ligado a una cueva de hielo, con valores de $F = 6$, $VN = 0$, y $VA+OPP = 1$.

PARÁMETROS		VALOR MÁXIMO POTENCIAL	VALOR PROMEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA
INFORMACIÓN GENERAL	Valor científico (VC)	26	9,7	2,3
	Valor patrimonial (VP)	20	12,7	2,9
	Potencial de uso público (PUP)	28	9,7	1,0
INDICADORES DE ESTADO	Estado de conservación (ECN)	8	6,0	0,0
	Estado de conocimiento científico ECC)	3	1,1	0,4
	Estado de uso público EUP)	22	0,7	1,1
	Implementación en el desarrollo socioeconómico (EID)	16	1,6	0,7
INDICADORES DE PRESIÓN	Fragilidad (F)	8	0,4	1,6
	Vulnerabilidad natural (VN)	27	0,0	0,0
	Vulnerabilidad antrópica y obras públicas y privadas (VA+OPP)	39	1,0	0,0

Tabla 1. Valores medios derivados de la evaluación patrimonial de los 14 LIG detallados en la Figura 1B.

PROPUESTAS DE GESTIÓN

En general, el análisis de las 14 simas evidencia que su interés patrimonial y científico es elevado, su potencial uso público es alto, su estado de conservación es bueno y su fragilidad y vulnerabilidad y, por tanto, su riesgo de degradación es muy reducido. Estos resultados, ligados al hecho de que el conocimiento científico de las simas sea bajo, sugiere que la primera medida a adoptar debería ser la profundización en las investigaciones en cuevas, como ya se está realizando en algunos casos. De forma inmediata, es necesario la monitorización de cuevas con hielo en deterioro (Berenguer-Sempere *et al.*, 2014) y, a corto y medio plazo, se debe promover la exploración espeleológica y cartografía de las simas con el fin de mejorar su caracterización geométrica, geomorfológica e hidrogeológica. A su vez, la espeleología facilitará el desarrollo de estudios científicos centrados en el origen y desarrollo del endokarst, el funcionamiento del acuífero, y las variaciones climáticas y ambientales del pasado y presente. Toda esta información permitirá el diseño de recursos didácticos para la puesta en valor de la singularidad de las cuevas del PNPE. Finalmente, a largo plazo, sería necesario rediseñar la regulación y control a las cuevas con el fin de permitir la visita de grupos espeleológicos experimentados a determinadas cavidades, aspecto que contribuirá al desarrollo sostenible de la región.

CONCLUSIONES

La caracterización geomorfológica de las cuevas del PNPE ha permitido seleccionar 14 simas de más de un km de desnivel como LIG representativos de su endokarst debido a su singularidad a escala internacional, su inclusión en figuras de protección existentes y a que son características del karst de montaña, de su acuífero y de la geodiversidad de este espacio protegido. Desde un punto de vista patrimonial, las simas son relativamente uniformes. Sus valores natural y

científico son altos, como lo es el potencial de uso público vinculado la utilidad de las cuevas para la didáctica del paisaje kárstico y de la evolución geomorfológica del PNPE. Aunque el conocimiento científico de las simas sea reducido, su estado de conservación es bueno, y su fragilidad y vulnerabilidad son reducidas. Por tanto, la gestión debería de centrarse en la promoción de la investigación científica y la exploración espeleológica de las cuevas a corto plazo, así como en la regulación del acceso al interior de las cavidades y en su implementación en los recursos didácticos del PNPE como elementos representativos de sus valores naturales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado de la interacción de los proyectos GEOCAVE (MAGRAMA-580/12-OAPN) e INDICAGEOPAR (MAGRAMA-727/12-OAPN), financiados por el OAPN-MAGRAMA. Agradecemos la ayuda prestada por el PNPE y grupos espeleológicos.

REFERENCIAS

- Ballesteros, D., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M., García-Sansegundo, J. y Meléndez-Asensio, M. 2015. Geoheritage and geodiversity evaluation of endokarst landscapes: the Picos de Europa National Park, North Spain. En: Andreo, B., Carrasco, F., Durán, J.J., Jiménez, P. y LaMoreaux, J.W. (ed), *Hydrogeological and environmental investigations in karst systems*. Springer, Berlin, 619-627.
- Ballesteros, D., Giral, S., García-Sansegundo, J., y Jiménez-Sánchez, M. 2019. Quaternary regional evolution based on karst cave geomorphology in Picos de Europa (Atlantic Margin of the Iberian Peninsula). *Geomorphology*, aceptado provisionalmente.
- Berenguer-Sempere, F., Gómez-Lende, M., Serrano, E. y Sanjosé-Blasco, J.J. de 2014. Orthothermographies and 3D modeling as potential tools in ice caves studies: the Peña Castil Ice Cave. *International Journal of Speleology*, 43, 35-43.
- Fernández-Martínez, E., Carcavilla, L., Heredia, H., Santos, J., Ballesteros, D., Fuertes, I. y Adrados, L. 2017. Propuesta de inventario y geoindicadores en el Parque Nacional de Picos de Europa (Norte de España). En: Carcavilla, L., Duque-Macias, J., Giménez, J., Hilario, A., Monge-Ganuzas, M., Vegas, J., Rodríguez, A. (ed), *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 141-146.
- Gómez-Lende, M. y Sánchez-Fernández, M. 2018. Cryomorphological topographies in the study of ice caves. *Geoscience* 8, 1-24.
- Gómez-Lende, M. y Serrano, E. 2012. Elementos del patrimonio geomorfológico subterráneo: las cuevas heladas de los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica). En: González Díez, A. (ed.), *Avances de la Geomorfología en España 2010-2012*. Publican Ediciones, Santander, 47-50.
- González-Trueba, J. y Serrano, E. 2008. La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos. Su aplicación al Parque Nacional de los Picos de Europa. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47, 175-194.
- Pontes, H.S., Massuqueto, L.L., Fernandes, L.A., Foltran, A.C., Melo, M.S. y De Moreira, J.C. 2018. Caves geodiversity evaluation as an instrument to the management of the Campos Gerais National Park, Southern Brazil. *Geoheritage*, doi.org/10.1007/s12371-018-0317-9

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL TURÍSTICO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO SUBTERRÁNEO

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE TOURISTIC USE ASSESSMENT OF THE UNDERGROUND GEOLOGIC HERITAGE

V.M. Bruschi¹ y M.A. Sánchez Carro¹

¹Grupo de Geología Aplicada. Dpto. de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Avda. de los Castros, 44. 39005 Santander. Universidad de Cantabria. IIIPC.

RESUMEN

Se presenta un procedimiento metodológico que tiene como objetivo la recopilación de datos y la identificación de indicadores e índices numéricos, que permitan la evaluación de la calidad y uso potencial de cavidades kársticas para su explotación turístico-deportivo. El procedimiento que se propone ha sido aplicado a un inventario de cavidades kársticas publicado en la Resolución CVE-2017-6480, de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de Cantabria, en la cual se presenta una relación de cavidades naturales cuyo acceso no está restringido por no tener algún interés arqueológico asociado. A través de la creación de una base de datos, en un entorno SIG, y de la definición de unos criterios de valoración, se ha llevado a cabo una primera selección de aquellas cavidades susceptibles de ser objeto de una estrategia de marketing turístico de un territorio. El producto final proporciona una herramienta útil para una primera selección y valoración de las cavidades a explotar, así como una base para el diseño de planes de puesta en valor y aprovechamiento.

Palabras clave: Cantabria, cavidades subterráneas, evaluación, uso turístico.

ABSTRACT

A methodological procedure is introduced in order to assess the touristic potential use of karstic caves. The main goal of the analysis is the collection of data and the identification of criteria for a numerical rating, which will provide the quality and the potential use assessment of karstic caves. The procedure proposed has been applied to an inventory of karstic caves published by the Resolution CVE-2017-6480, of the Department of Education, Culture and Sports of the Cantabria Region. The inventory contain a list of karstic caves that have an unhindered access. Through the elaboration of a database within a GIS setting, and the definition of assessment criteria, a first selection of caves potentially more suitable for a touristic use, has been elaborated. The final product provides results that will allow us for the elaboration of strategies for the enhancing of the value strategies and refurbishment planes.

Key words: assessment, karstic caves, touristic use.

INTRODUCCIÓN

Cada vez más se observa la demanda por parte del público de unos productos turísticos estrechamente ligados al patrimonio natural. Entre los diferentes recursos geológicos susceptibles de proporcionar dicho servicio se encuentran las cavidades subterráneas; a ello se añade que son muy numerosas en las regiones del Norte de España.

Como cada recurso natural, para su correcta gestión, es necesario poder contar con un buen conocimiento del mismo, así como una valoración de su calidad, fragilidad y potencial de uso. Con esta contribución, se pretende proponer una metodología que permita obtener una valoración de los recursos subterráneos de un territorio y así poder evaluar el potencial de uso de cada uno de ellos.

El objetivo principal de la propuesta es la selección de aquellas cavidades kársticas de un territorio que puedan ser consideradas recursos adecuados para el desarrollo de una estrategia de “explotación” turística de una región. Con el procedimiento que aquí se propone, sólo se pretende una primera selección de cavidades, siendo necesario para cada una de ellas, un estudio posterior de más detalle, en el cual se deberán analizar la fragilidad de las mismas, el acondicionamiento para visitas y los posibles impactos directos e indirectos asociados a su uso turístico.

Debido a la naturaleza de las cavidades kársticas y a la legislación vigente sobre accesibilidad y uso en general, resulta necesario el análisis del inventario de cavidades kársticas existente para la región, de modo que se seleccionen aquellas cavidades que sean susceptibles de explotación para su uso, excluyendo aquellas que por aspectos conservativos no puedan proporcionar dichos servicios.

METODOLOGÍA

El procedimiento propuesto se basa en la elaboración de una base de datos de cavidades consideradas recursos potenciales para un turismo sostenible, así como de una metodología que permita la evaluación de la calidad y del potencial de uso. Todo ello, en un entorno de sistemas de información geográfica (SIG).

Las principales fases del trabajo son las que se presentan en Figura 1.

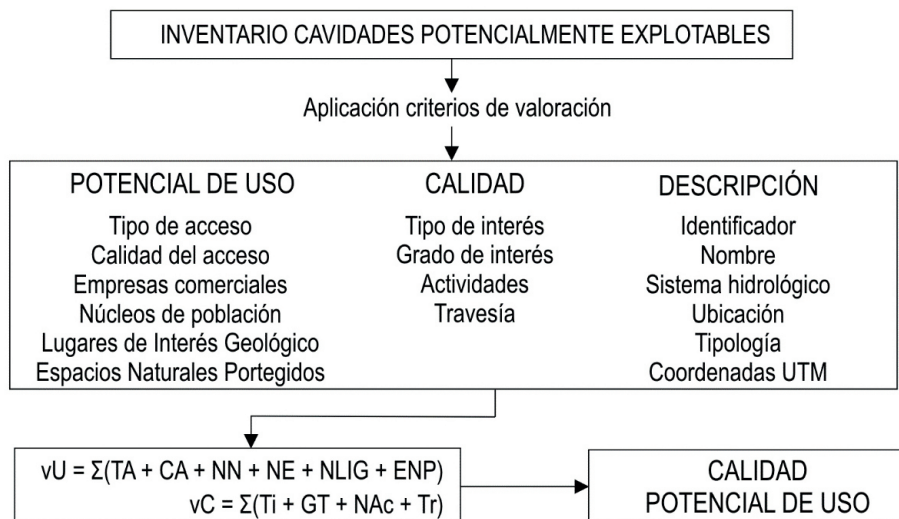


Figura 1. Diagrama de flujo ilustrando el procedimiento metodológico elaborado para la evaluación de la calidad y uso potencial de las cavidades subterráneas.

Los datos de partida han sido obtenidos a través de diferentes fuentes bibliográficas. Por un lado, diferentes volúmenes sobre recopilación de información espeleológica (León García, 2010) y, por otro, una amplia cantidad de páginas web sobre espeleología (Federación Cántabra de Espeleología).

Para elaborar el Inventario de Cavidades Potencialmente Explotables se ha analizado la legislación vigente, y en concreto la Resolución CVE-2017-6480, de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, en la cual se presenta una relación de cavidades naturales para las cuales no es necesario obtener un permiso de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte para acceder a las mismas, por no tener interés arqueológico.

Una vez seleccionadas, se ha procedido a la identificación de aquellos parámetros útiles para la descripción de cada una de las cavidades, además de la valoración de la calidad y potencial de uso, considerando especialmente un uso turístico-deportivo. Por ello, se han identificado 16 indicadores cuyas características se detallan más adelante (Tabla 1).

Como producto final del análisis, se proporciona una base de datos de cavidades potencialmente explotables como productos turístico-deportivo, en la que se incluyen los indicadores de valoración y los valores de calidad y potencial de uso, estimados para cada cavidad. Además, por otro lado, se proporciona una serie de mapas tales como el de ubicación de cada cavidad, su cercanía a Espacios Naturales Protegidos y a los Lugares de Interés Geológico, así como a los principales núcleos de población, y un mapa de calidad y potencial de uso.

ANÁLISIS DE LAS CAVIDADES SELECCIONADAS

Para el análisis de las cavidades se han seleccionados 16 indicadores, teniendo en cuenta su objetividad, claridad, y disponibilidad, y que se describen en tabla 1.

PARÁMETRO	INDICADORES	
	SIGLA	DESCRIPCIÓN
<u>Descripción</u>	ID	Identificador de la Cavidad.
	NBR	Nombre de la Cavidad.
	SIST	Sistema Hidrológico al que pertenece la cavidad.
	UBIC	Valle al cual pertenece y/o núcleos urbanos más cercanos.
	TIPO	Tipología de cavidad kárstica (Cueva, Sima, Torca, Pozo, Hoyo, etc.).
	X; Y; Z	Coordenadas UTM.
<u>Calidad</u>	TI	Interés de la cavidad relacionado con el patrimonio en general: Geológico, Kárstico, Espeleológico y Cultural.
	GT	Grado de interés. Si la cavidad tiene un interés Regional, Nacional, Europeo o Mundial.
	NAC	Número de actividades turístico-deportivos que se pueden desarrollar en la cavidad.
	Tr	Travesía. Identificación de aquellas cavidades que representan la boca de entrada o salida de travesías.
<u>Uso</u>	TA	Tipo de acceso a la boca de la cavidad.
	CA	Calidad del acceso a la boca de la cavidad.
	NE	Número de empresas comerciales que se ocupan de desarrollar actividades turístico-deportivas en las cavidades.
	NN	Cercanía a núcleos de población.
	NLIG	Número de Lugares de Interés Geológico en un radio de 5 km alrededor de la cavidad.
	ENP	Presencia de Espacios Naturales Protegidos en un radio de 5 km alrededor de la cavidad.

Tabla 1. Descripción de los parámetros e indicadores seleccionados para el análisis.

Cabe señalar que para el para el indicador NOMBRE, debido a en muchos casos para una misma cavidad existen diferentes nombres, se ha optado por utilizar la nomenclatura de León García (2010). El indicador TIPO corresponde a la forma de la entrada a la cavidad (boca; Puch, 1998). También, en relación a las coordenadas, existen bastantes diferencias dependiendo de la fuente, para este análisis se han considerado las publicadas por León García (2010).

En el caso del TIPO DE INTERÉS, se ha considerado oportuno diferenciar entre la presencia de elementos propios de la geología kárstica, y no exclusivos del endokarst (geológicos), como los espeleotemas, que por lo general confieren un carácter de espectacularidad a la cavidad (kárstico); el interés para la práctica de la espeleología (espeleológico) y, por último, el interés asociado a otras actividades, como la minería, o en ciertos casos, al uso de la cavidad para la elaboración y/o conservación de alimentos o como uso ganadero (cultural). El TIPO DE ACCESO se refiere a la posibilidad de alcanzar la boca de entrada en coche, o si es necesario desplazarse a pie; mientras que, la CALIDAD DEL ACCESO, se refiere a la distancia que se debe recorrer a pie para alcanzar la boca. Para el análisis del indicador NÚCLEOS URBANOS, se ha tenido en cuenta la presencia de núcleos urbanos en un radio de 5 km alrededor de una cavidad, diferenciando, además aquellas cavidades cercanas a las ciudades más importantes de la región. La cercanía de las cavidades a Lugares de Interés Geológico (Bruschi, 2007) o a Espacios Naturales Protegidos, se ha considerado un valor añadido al potencial de su uso turístico. Por ello, se ha considerado, como en el caso de los núcleos urbanos, un radio de 5 km.

Valoración de las cavidades

Para obtener los valores de Calidad y Potencial de Uso Turístico de todas las cavidades se han definido para cada indicador unos índices de valoración según una escala muy simple de tres niveles (Tablas 2 y 3) y las siguientes simple sumas de valores:

$$\text{Valor total de la Calidad (vC)} = \sum (\text{Ti} + \text{GT} + \text{NAc} + \text{Tr})$$

$$\text{Valor total de los condicionantes de Uso (vU)} = \sum (\text{TA} + \text{CA} + \text{NN} + \text{NE} + \text{NLIG} + \text{ENP})$$

Según dichas relaciones matemáticas, los valores totales de Calidad y Potencial de Uso, podrían variar entre los dos valores teóricos posibles de 2 (valor mínimo), o de 12 o 18, respectivamente (valor máximo).

Sigla	Índice	Valor	Descripción
TI	1, 2 tipos de intereses	1	1 o 2 intereses, entre los seleccionados (G, E, K o C).
	3 tipos de intereses	2	3 intereses, entre los seleccionados (G, E, K o C).
	4 tipos de intereses	3	4 intereses, entre los seleccionados (G, E, K o C).
GT	Regional	1	La cavidad está reconocida a nivel Regional.
	Nacional y Europeo	2	La cavidad está reconocida a nivel Nacional y/o Europeo.
	Mundial	3	La cavidad está reconocida a nivel Mundial.
NAc	1 - 2	1	1 o 2 actividades de cualquier dificultad.
	3 - 4	2	3 o 4 actividades de cualquier dificultad.
	5 - 7	3	5 o 6 actividades de cualquier dificultad.
Tr	1 travesía	1	La cavidad es boca o salida de 1 travesía.
	2 travesías	2	La cavidad es boca o salida de 2 travesías.
	≥ 3 travesías	3	La cavidad es boca o salida de 3 o más travesías.

Tabla 2. Indicadores e índices seleccionados para la valoración de la calidad de las cavidades.

Una vez aplicado el procedimiento, se han obtenido unos valores totales de Calidad y Uso que se muestran en la Tabla 4. Como se puede apreciar, y como era de esperar, para ningún elemento se ha obtenido los valores mínimo o máximo teóricos, siendo la mejor valorada la Cueva Fresca (ID 24), con un vC igual a 11, mientras que Torca Palomas (ID 19) y Cueva Narizón (ID20) son las peores valoradas con un vC igual a 4.

En el caso de la evaluación de los condicionantes de Uso, como también era de esperar, para ninguna cavidad se ha obtenido un valor mínimo o máximo, siendo las mejores valoradas Sima Mazo Chico (ID 13), Cueva Fresca (ID 24) y Cueva-Mina de La Buena (ID 42), con un vU igual a 12; mientras que Cueva De Rio Munio (ID 15) y Torca Del Mostajo (ID 16) las que presentan un menor valor, con puntuación mínima igual a 5.

Sigla	Índice	Valor	Descripción
TA	Pie	1	Necesidad de recorrer un tramo andando.
	Coche	2	La boca de la cavidad está muy cerca del coche.
CA	Difícil	1	Entre media y una hora de camino y/o ruta complicada.
	Media	2	Camino corto y fácil.
	Fácil	3	A pocos metros del parking.
NN	1 - 9	1	Entre 1 y 9 núcleos urbanos a menos de 5 km.
	10 - 20	2	Entre 10 y 20 núcleos urbanos a menos de 5 km.
	> 20, y/o ciudad	3	> 20 núcleos urbanos y/o una ciudad, a menos de 5 km.
NE	1 – 2 empresas	1	1 o 2 empresas que desarrollan actividades en la cavidad.
	3 empresas	2	3 empresas que desarrollan actividades en la cavidad.
	> 3 empresas	3	> 3 empresas que desarrollan actividades en la cavidad.
NLIG	1 - 2	1	1 o 2 LIGs, a menos de 5 km.
	3 - 5	2	3 - 5 LIGs, a menos de 5 km.
	> 5	3	>5 LIGs, a menos de 5 km.
ENP	LIC/ZEPA	1	LIC, o ZEPA a menos de 5 km.
	PN/Monumento Natural	2	ENP o Monumento Natural a menos de 5 km.
	PN	3	PN a menos de 5 km.

Tabla 3. Indicadores e índices seleccionados para la valoración del condicionantes de uso de las cavidades.

Por lo tanto, la Cueva Fresca (ID 24) resulta ser la mejor valorada desde el punto de vista de la Calidad y del Uso, mientras que las otras dos cuevas con alto valor de Uso, pero no de Calidad máxima, sí poseen un valor alto para su uso sostenible. En lo que se refiere a las valoraciones más bajas, cabe señalar que las cavidades peor valoradas en cuanto a su Calidad también corresponden a las peor valoradas en cuanto a Uso; sin embargo, las peores valoradas en cuanto a Uso, tienen una valoración medio-alta en cuanto a Calidad.

CONCLUSIONES

Este procedimiento permitiría definir la base sobre la cual elaborar estrategias para la explotación turística, acorde con las características de cada recurso. Los resultados obtenidos, proporcionan una evaluación de las cavidades útil para una primera aproximación y un análisis general de las cavidades que, por su calidad y condicionantes de uso, pueden ser objeto de explotación turístico-deportiva.

Adicionalmente, la aproximación facilita una base de partida sobre la cual seleccionar aquellas cavidades a explotar, y para las cuales, sería necesario un estudio de mayor detalle, incluyendo trabajo de campo lo suficientemente exhaustivo para la recopilación directa de datos que permitan el diseño de planes de puesta en valor y acondicionamiento de las cavidades, incluyendo estudios de estabilidad y de los posibles impactos producidos por el uso turístico (Gillieson, 2011).

El entorno SIG en el cual se ha llevado a cabo el estudio, dota al procedimiento de una cierta flexibilidad, permitiendo la actualización de los datos, la posible eliminación de cavidades o la inclusión de otras, así como la modificación de indicadores e índices numéricos, facilitando otro tipo de análisis.

ID	Nombre	vU	vC	ID	Nombre	vU	vC
1	Cuesta Del Cuivo	9	9	23	Sima Tonio	9	6
2	Cueva De Los Calígrafos	8	7	24	Cueva Fresca	12	11
3	Cueva De La Gándara	11	8	25	Cuevas Sopladoras	8	6
4	Cueva De La Hoyuca	8	6	26	Cueva Del Agua	9	7
5	Cueva De Riaño - La Reñada	8	8	27	Sima Tibia	7	8
6	Cueva Del Escalón	9	6	28	Cueva Del Lobo	9	8
7	Cueva Del Mortero	9	8	29	Cueva La Verde	9	6
8	Cuevamur	10	6	30	Cueva De La Coventosa	8	8
9	Hoyo De Llaneces	7	5	31	Cueva De La Cañuela	9	7
10	Torca/Mortero Del Crucero	11	7	32	Sima Del Bloque	8	9
11	Pozo Del Infierno	7	7	33	Torca La Sima	11	7
12	Sima De Calaca	11	7	34	Torca Fría	8	6
13	Sima Mazo Chico	12	7	35	Cubillo Del Coto	8	7
15	Cueva De Rio Munío	5	5	36	Cubillo De Ojancano	9	5
16	Torca Del Mostajo	5	5	37	Cubillo De La Anjana	8	5
17	Mina De Sel Del Haya	9	8	38	Sumidero De Cellagua	9	9
18	Cueva Cobijón	10	9	39	Torca Juñoso	7	8
19	Torca Palomas	7	4	40	Torca Ancha	6	8
20	Cueva Narizón	6	4	41	Sima Del Acebo	10	8
21	Torca Del Mortero	8	9	42	Cueva-Mina De La Buena	12	9
22	Cueva De Rubicera	9	9				

Tabla 4. Valoración de la calidad de las cavidades (vC) y del potencial de Uso (vU).

AGRADECIMIENTOS

Proyecto - Diseño del plan de marketing de Cantabria como destino de turismo espeleológico. Universidad de Cantabria.

BIBLIOGRAFÍA

- Bruschi, V. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. TDR. Universidad de Cantabria, Santander, 654 pp.
- Gillieson, D.S. 2011. Management of Caves. En: van Beynen, P. (ed.), *Karst Management*. Springer, Dordrecht, 141-158.
- Instituto Geográfico Nacional. Cartografía sobre Parque Nacionales y Mapas de Espacios Naturales, 10/08/2018, <http://www.ign.es/web/ign/portal>
- León García, J. 2010. *Cantabria subterránea. Catálogo grandes cavidades. Actualización 2010*. Instituto de Estudios Cántabros y del Patrimonio Torrelavega, Tomo 1 y 2.
- Puch, C. 1998. *Grandes cuevas y simas de España*. Espeleo Club de Gràcia, Barcelona, 794 pp.
- Abismo Grupo Espeleológico de Guadalajara, 20/07/2018, <https://clubabismo.blogspot.com/2013/08/rescate-de-4-espeleologos-de-espeleo.html>
- Club Viana, 20/07/2018, <https://www.clubviana.org/cantabria/>
- Federación Cántabra Espeleología, 25/07/2018, <http://www.espeleocantabria.net/>
- Fundación Espeleosocorro Cántabro (ESOCAN), 15/07/2018, <http://espeleosocorro.es/>
- Grupo Espeleológico Edelweiss (Servicio de Investigaciones Espeleológicas de Burgos), 10/07/2018, <https://grupoedelweiss.com/pdf/CuevasdeEspana-4.pdf>
- Red de Cuevas (Empresa), 12/08/2015, <https://decuevas.es/>
- Turismo activo Guías Rivert, 20/07/2015, <http://guiasrivert.com/tarifa/espeleologia.html>

SELECCIÓN PRELIMINAR DE LUGARES DE INTERÉS PALEONTOLÓGICO PARA EL INVENTARIO DE PATRIMONIO GEOLÓGICO DE CANARIAS

PRELIMINARY SELECTION OF GEOSITES OF PALEONTOLOGICAL INTEREST FOR THE GEOHERITAGE INVENTORY OF THE CANARY ISLANDS

E. Martín-González¹, I. Galindo², J. Vegas³, N. Sánchez², J.J. Coello¹, C. Romero⁴ y A.
González-Rodríguez⁵

¹ Museo de Ciencias Naturales, Fuente Morales, 1, 38003 S/C de Tenerife.
mmartin@museosdetenerife.org; jcoello@museosdetenerife.org

² Unidad Territorial de Canarias, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Alonso Alvarado, 43, 2ªA, 35003
Las Palmas de Gran Canaria. i.galindo@igme.es; n.sanchez@igme.es

³ Área de Patrimonio Geológico y Minero, Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid. j.vegas@igme.es

⁴ Dpto. de Geografía, Facultad de Geografía, Campus de Guajara, Universidad de La Laguna. 38205 La Laguna.
mcromeroruiz@gmail.es

⁵ Área de Paleontología, Facultad de Biología, Campus de Anchieta, Universidad de La Laguna.
Avda. Francisco Sánchez, 2. 38206 La Laguna alberto.gr.93@outlook.com

RESUMEN

El origen volcánico y la corta edad geológica de las Islas Canarias no han permitido el desarrollo de un extenso registro paleontológico, aunque el existente constituye un testigo único de la evolución de la vida en el archipiélago. Sin embargo, estas características avalan la selección de una serie de Lugares de Interés Geológico de interés paleontológico que son representativos, a escala regional, de este excepcional patrimonio. Se ha realizado un análisis de estos yacimientos paleontológicos considerando tres criterios: representatividad de la paleobiodiversidad, tipología de los depósitos y cronología. De esta forma se han seleccionado 28 lugares de interés paleontológico que constituyen un registro representativo de la evolución geológica, paleoclimática y de la vida en las islas. Paralelamente, se ha llevado a cabo una revisión del marco legal que protege el patrimonio paleontológico en las Islas Canarias, considerando las principales figuras de protección establecidas en la legislación canaria. Finalmente, se indican algunas propuestas y recomendaciones con el fin de facilitar la preservación de este importante legado.

Palabras clave: geoconservación, inventario, Islas Canarias, marco legal, patrimonio paleontológico.

ABSTRACT

The volcanic origin and the short, geological age of the islands have not allowed the development of an extensive paleontological record, although this record constitutes a unique witness of the evolution of life in the Canary

archipelago. However, these characteristics support the selection of a series of Paleontological Geological Interest Sites that are representative, on a regional scale, of this exceptional heritage. An analysis of the paleontological sites has been carried out considering three criteria: representative of the volcanic origin and the short geological age of the Canary Islands have not allowed the development of an extensive paleontological record, although the existing one is a unique witness of the evolution of life in the archipelago. However, these characteristics support the selection of a series of Geological Interest Sites of paleontological interest that are representative, on a regional scale, of this exceptional heritage. An analysis of these paleontological deposits has been made considering three criteria: representativeness of the paleobiodiversity, type of deposits and chronology. In this way, 28 places of paleontological interest have been selected, which represent a representative record of the geological, paleoclimatic and life evolution of the islands. At the same time, a review of the legal framework that protects the paleontological heritage in the Canary Islands has been carried out, considering the main protection figures established in the Canarian legislation. Finally, some proposals and recommendations are indicated in order to facilitate the preservation of this important legacy.

Key words: *geoconservation, inventory, Canary Islands, legal framework, paleontological heritage.*

INTRODUCCIÓN

El archipiélago canario está formado por islas volcánicas oceánicas que tienen una edad que se remonta hasta hace 23 Ma, en el caso de Fuerteventura, hasta la actualidad. Por ello, se piensa que el patrimonio paleontológico es pobre e, incluso, inexistente (Martín-González, 2018). Sin embargo, Canarias cuenta con más de 200 yacimientos paleontológicos inventariados, que constituyen un recurso de información paleobiológica muy importante, ya que son el testimonio de la colonización de las islas por la flora y fauna; además de permitir conocer la evolución y extinción de las especies en el archipiélago y el papel que ha jugado la actividad antrópica en los ecosistemas insulares. Asimismo, la formación de algunos yacimientos y los fósiles que contienen nos facultan para establecer cómo han influido los cambios climáticos globales ocurridos durante los últimos millones de años sobre el archipiélago y su entorno más próximo.

Los yacimientos paleontológicos de Canarias están ligados tanto a depósitos sedimentarios acumulados en valles, abanicos detríticos, paleosuelos, lagunas, paleodunas y depósitos costeros, como en depósitos volcánicos (rocas piroclásticas, cenizas y lavas). Como resultado del aislamiento que conlleva la insularidad, la fauna y flora fósil y sus trazas de actividad son de gran importancia para reconstruir la historia evolutiva de la biodiversidad, que muestra pautas únicas representadas en varios endemismos y fósiles clave, así como también son indicadores de la evolución paleoclimática del Atlántico norte. Destacan en Canarias los procesos de fosilización y tafonómicos únicos en ambientes insulares volcánicos.

En este trabajo se presentan los Lugares de Interés Geológico (LIG) de interés principal de tipo paleontológico que se han incluido de forma preliminar en el Inventario de Lugares de Interés Geológico de Canarias, objetivo principal del proyecto de investigación LIGCANARIAS, que pretende ser la base del inventario regional definido por la Ley 42/2017 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Estos LIG forman parte del contexto geológico "Yacimientos paleontológicos del archipiélago canario" definidos por Galindo *et al.* (2019). Este inventario sigue la metodología del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) de acuerdo con García-Cortés *et al.* (2014, actualización 2018). Se ha realizado un análisis de los yacimientos paleontológicos considerando tres criterios: representatividad de la paleobiodiversidad, tipología de los depósitos y cronología, de forma que podamos tener un registro lo más amplio posible de la evolución geológica, paleoclimática y de la vida en las islas. Su declaración como LIG de Canarias facilitará, en cierta medida, su conocimiento y conservación.

MARCO LEGAL

Si atendemos al origen y naturaleza de los elementos paleontológicos, fósiles y yacimientos, su protección debería enmarcarse dentro de la legislación referida al Patrimonio Natural, ya que se trata de objetos naturales no creados por la

acción de los seres humanos (p.e. Díaz-Martínez *et al.*, 2016). Sin embargo, la regulación del régimen jurídico de protección de los bienes paleontológicos en Canarias se había enmarcado hasta marzo de 2019 en la Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias y es responsabilidad del Gobierno de Canarias y subsidiariamente de los Cabildos Insulares. Los instrumentos de protección que preveía esta ley eran: el Registro de Bienes de Interés Cultural, el Inventario de Bienes Muebles y, específicamente, las Cartas Paleontológicas Municipales. En el caso de los Bienes Inmuebles paleontológicos (yacimientos) declarados Bienes de Interés Cultural, se aplicaría la figura de Zona Paleontológica.

Sin embargo, la nueva ley de Patrimonio Cultural de Canarias (9L/PL-0016, BOPC núm. 165, de 12/3/2019) traspasa su protección a la Ley 4/2017, de 13 de Julio, del Suelo y Espacios Naturales Protegidos de Canarias. Entre los principios de declaración de esta ley se indica “a) La conservación y la restauración de los espacios naturales protegidos, de la biodiversidad y de la geodiversidad, protegiendo los procesos ecológicos, su diversidad y el equilibrio entre los mismos en armonía con la mejora del nivel de vida de las personas” y “b) La utilización ordenada de los recursos naturales, tanto geológicos como biológicos, promoviendo un aprovechamiento que garantice la conservación de las especies y los ecosistemas sin alterar sus equilibrios básicos”.

Asimismo, el artículo 96 sobre el contenido de los planes insulares de ordenación indica que deben “a) Identificar y georreferenciar los espacios y los elementos significativos del patrimonio natural de la isla y, en particular, los incluidos en el Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, los valores que los caracterizan y su integración y relación con el resto del territorio; b) Definir y señalar el estado de conservación de los componentes del patrimonio natural, la biodiversidad y la geodiversidad y de los procesos ecológicos y geológicos en el ámbito insular; c) Identificar la capacidad e intensidad de uso del patrimonio natural y la biodiversidad y la geodiversidad y determinar las alternativas de gestión y las limitaciones que deban establecerse a la vista de su estado de conservación”.

Según esta ley autonómica los espacios naturales entre cuyos fundamentos de declaración se establece el hecho de contener elementos geológicos de indudable interés científico, serían las reservas naturales, tanto integrales como especiales, y los monumentos naturales. La ley no prohíbe específicamente la recolección y comercialización de restos paleontológicos, salvo en el caso de las reservas naturales integrales, por lo que la protección efectiva queda sujeta a las normas de conservación de los diferentes planes de uso y gestión de cada espacio natural.

Por último, el Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad obliga a las Comunidades Autónomas la creación de un inventario de la distribución, abundancia, estado de conservación y utilización de uno o más elementos terrestres y marinos integrantes del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Así el Anexo I.d indica el contenido que debe tener el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico y el estado de conservación de cada uno de los lugares incluidos. Esto ha condicionado esta selección de LIG de interés paleontológico a nivel regional, que debe contribuir a que la administración canaria considere su protección en base a todos los aspectos mencionados.

METODOLOGÍA, SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN

Entre todos los yacimientos paleontológicos catalogados en Canarias, por su valor científico, didáctico y turístico se han seleccionado los 28 LIG más representativos para formar parte del inventario regional (Tabla 1). Estos LIG se han clasificado en tres categorías: A) Localidades tipo, B) LIG representativos de un determinado periodo geológico y C) LIG representativos de una tipología de depósito. De los LIG incluidos en el inventario, únicamente tres tienen incoados expedientes de declaración como Bienes de Interés Cultural (BIC) según la Ley 4/1999, desde hace bastantes años, sin haberse resuelto aún. Asimismo, solo uno de los yacimientos seleccionados se encuentra en un Parque Nacional, “Corales pliocenos del barranco de Las Angustias”, en el Parque Nacional de Taburiente, lo que le proporciona directamente una protección integral (Ley 30/2014, de Parques Nacionales). Por otra parte, los seis afloramientos seleccionados en Lanzarote y El Hierro quedan incluidos en los respectivos inventarios de LIG de los Geoparques homónimos, lo que también condiciona su protección activa. Finalmente, 10 LIG se encuentran en espacios naturales protegidos, lo que les otorga, al menos sobre el papel, protección legal. Al tratarse de una preselección, aún falta determinar aquellos LIG que puedan tener relevancia nacional o, incluso, internacional.

Isla	LIG de interés paleontológico	Categoría	FP	Descripción
LZ	Gasterópodos terrestres del paleosuelo pleistoceno de Gayo	A	1	Localidad tipo de especie de gasterópodo terrestre del género <i>Theba</i> en fase de descripción
	Calcarenita mio-pliocena de Órzola	A	1	Localidad tipo de especie de tortuga terrestre del género <i>Geochelone</i> , varias especies de gasterópodos terrestres y moldes de huevos de aves ratites
	Playa fósil pleistocena de La Santa	B	2	Afloramientos representativo del periodo MIS5e, Último Máximo Interglacial, de Canarias, con ejemplares del coral <i>Siderastrea radians</i> y conchas de <i>Persististrombus latus</i> , especies zonadoras de este episodio
	Paleoduna fosilífera pleistocena de Timbaiba	C	2	Duna fósil que contiene una extraordinaria acumulación de trazas fósiles de insectos (<i>Rebuffoichnus</i> sp.) y conchas de gasterópodos terrestres entre los que se observan restos óseos de la pardela extinta <i>Puffinus holeae</i>
FV	Sedimentos submarinos mesozoicos de Ajuí-El Jorao	B	1	Único afloramiento de materiales mesozoicos con especies de ammonites como <i>Partschiceras</i> cf. <i>whiteavesi</i>
	Sedimentos submarinos oligocenos de Fuente Blanca	B	2	Único yacimiento con fósiles de corales y foraminíferos del Oligoceno
	Relleno sedimentario fosilífero de la Cueva del Llano	C	2	Relleno sedimentario formado por una acumulación escatológica producida por una lechuza (<i>Tyto alba</i>), y varias especies de vertebrados, destacando una especie de roedor ya extinto (<i>Malpaisomys insularis</i>)
	Playas fósiles miocenas de Playa Aljibe de la Cueva-Agua Liques	A	1	Siete nuevas especies de moluscos marinos del Mioceno superior
	Fósiles pliocenos de los sedimentos del Barranco de los Molinos	A	1	Localidad tipo de especie de tortuga terrestre del género <i>Geochelone</i>
	Paleoduna pleistocena de Montaña de la Costilla	A	2	Localidad tipo de la especie extinta <i>Theba costillae</i> y uno de los escasos afloramientos con conchas de otra posible nueva especie del género <i>Cochlicella</i>
	Fósiles de aves pleistocenas de Huesos del Caballo	A	2	Localidad tipo de la pardela <i>Puffinus holeae</i>

GC	Playa fósil del Pleistoceno medio de la Punta de Arucas	A, B	2	Único afloramiento representativo del episodio isotópico marino MIS11 a nivel insular, y localidad tipo de la icnoespecie producida por coleópteros <i>Palmiraichnus castellanosi</i>
	Fósiles pliocenos de los materiales volcánicos de Canteras de Horno del Rey	A	2	Localidad tipo de especie de tortuga terrestre del género <i>Geochelone</i>
	Fósiles de vertebrados de los materiales aluviales de La Aldea	A	2	Localidad tipo de la rata gigante de Gran Canaria <i>Canariomys tamaranensis</i>
	Playa fósil mio-pleistocena de El Confital	B, C	2	Afloramiento del Mioceno superior característico por presentar varias especies de bivalvos en posición de vida, y otro del MIS5e
	Fósiles miocenos de la Formación Detrítica de Las Palmas	C	2	Depósitos marinos del Mioceno superior más importantes de las islas, tanto por su estratigrafía y sedimentología como por la asociación fosilífera que contiene
	Moldes de árboles pliocenos de la Cuenca de Artenara	C	1	Moldes de vegetales (troncos, hojas y semillas) englobados en los materiales de la brecha Roque Nublo
TF	Fósiles de vertebrados de la Cueva del Viento-El Sobrao	A	2	Localidad tipo del paseriforme áptero <i>Emberiza alcoveri</i>
	Fósiles de vertebrados de Ladera de Martiánez	A	2	Localidad tipo del lagarto gigante <i>Gallotia goliath</i> y la rata gigante de Tenerife <i>Canariomys bravoii</i>
	Paleoduna fosilífera de la Mancha de La Laja-Jóver	A	2	Localidad tipo de gasterópodo endémico <i>Napaeus lajaensis</i>
	Fósiles de tortugas terrestres de Canteras de Adeje	A	2	Localidad tipo de especie de tortuga terrestre del género <i>Geochelone</i>
	Playa fósil pleistocena de Tachero	C	1	Afloramiento del MIS5 de mayor paleodiversidad
	Depósitos fosilíferos de tsunami de Teno	C	1	Mejor ejemplo de tsunamita ocasionada por un megadeslizamiento, que contiene una importante y bien conservada asociación fosilífera
LP	Flora cuaternaria de la Caldera de Taburiente	C	2	Moldes de restos vegetales depositados en sedimentos lacustres
	Corales pliocenos del barranco de Las Angustias	C	1	Único ejemplo de corales fósiles asociados a lavas almohadilladas de los sedimentos del Complejo Basal
	Fósiles de vertebrados del tubo volcánico de Marcos y Cordero	A	1	Localidad tipo de <i>Carduelis triasi</i>

LG	Fósiles de vertebrados de la sima volcánica del Bujero del Silo	A	2	Localidad tipo de la codorniz áptera <i>Coturnix gomerae</i>
EH	Moldes de árboles en coladas de Montaña Chamuscada	C	2	Moldes de grandes troncos englobados en una colada volcánica

Tabla 1. Listado de los LIG de interés paleontológico de Canarias. Isla: LZ, Lanzarote; FV, Fuerteventura; GC, Gran Canaria; TF, Tenerife; LG, La Gomera; LP, La Palma; y EH, El Hierro. Categorías: A, localidad tipo; B, representativo de un periodo geológico; y C, representativos de un tipo de depósito. FP, Figura de protección: 1, localizado en un espacio natural protegido; 2, sin protección.

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTAS DE PROTECCIÓN

Algunos de estos yacimientos ya no contienen restos fósiles por expolio (p.e. tubo volcánico de Marcos y Cordero o Canteras de Adeje) y otros han desaparecido por la extracción masiva de áridos (Huesos del Caballo), pero deben ser catalogados ya que en las inmediaciones se encuentran estructuras similares que pueden ofrecer nuevos datos para la ciencia (Salazar *et al.*, 2017). Muchos de ellos se encuentran seriamente amenazados por el desarrollo urbanístico y de infraestructuras, por lo que deberían implementarse a corto plazo medidas que permitan su conservación y otras medidas legislativas a medio y largo plazo (p.e. Formación Detrítica de Las Palmas), como es su declaración como espacio natural protegido. Otros LIG necesitan de medidas de restauración urgentes que permitan su recuperación, como la Ladera de Martiane, uno de los yacimientos más importantes del norte de Tenerife.

La comunidad geocientífica debe estar pendiente y proponer iniciativas para que la Ley canaria 4/2017 y los decretos derivados de ella incluya de una manera más prolija la protección (infracciones) y el uso sostenible de la geodiversidad y el patrimonio geológico de Canarias, incluidos los yacimientos paleontológicos. Asimismo, la disposición transitoria establecida en la Ley de Patrimonio Cultural de Canarias sobre la declaración como espacios naturales de los Bienes de Interés Cultural en la categoría de zona paleontológica declarados por la anterior Ley de Patrimonio, debe tener un estricto seguimiento, de forma que estos importantes afloramientos no pierdan nunca su estatus de conservación. En este sentido, la protección de estos afloramientos singulares debería realizarse a través de su declaración como Reservas Naturales Integrales, ya que sus normas de conservación son bastante restrictivas, amparando ampliamente a los elementos del patrimonio natural que contienen.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, a través del proyecto ProID2017010159, "Lugares de Interés Geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación (LIGCANARIAS)", cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020.

REFERENCIAS

Castillo, C., Martín-González, E. y Martín Oval, M. 2001. Valoración del patrimonio paleontológico de Canarias: propuesta de Puntos de Especial Interés Paleontológico. *Revista Española de Paleontología*, 11, 105-115.

- Díaz-Martínez, E., Vegas, J. Carcavilla, L y García-Cortés, A. (2016). Base conceptual, estado de la cuestión y perspectivas de la gestión y conservación del patrimonio paleontológico. G. Meléndez, A. Núñez y M. Tomás (eds.). *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Cuadernos del Museo Geominero, nº 20. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Galindo, I., Romero, C., Coello, J.J., Sánchez, N., Martín-González, E. y Vegas, J. 2019. Patrimonio geológico de las Islas Canarias: propuesta de contextos geológicos para el archipiélago. *Geogaceta*, 63.
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. 2014. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Propuesta para la actualización metodológica*. Version 19/07/18. Instituto Geológico y Minero de España, 61 pp. http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA_IELIG_web.pdf
- Martín-González, E. 2018. La conservación del patrimonio paleontológico en Canarias. *Revista PH*, 94, 257-258.
- Salazar, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E., García-Cortés y Vegas, J. 2017. Yacimientos paleontológicos desaparecidos. ¿Por qué inventariarlos? L. Carcavilla *et al.* (eds.). *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Cuadernos del Museo Geominero, nº 21. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid: 33-38.

EL INVENTARIO OFICIAL DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE MURCIA. LA ACTUALIZACIÓN DE 2009

OFICIAL GEOSITES INVENTORY OF REGION OF MURCIA. 2009 UPDATING

F. Guillén-Mondéjar¹, R. Arana¹ †, M. A. Mancheño¹, A. del Ramo¹, T. Rodríguez Estrella², G. Romero Sánchez¹, M^a A. Alías Linares¹, J. F. Rosillo Martínez¹, J. I. Manteca Martínez², C. de Santisteban Bové³, N. Torrente¹, A. Navarro Sequero⁴ y M. López Sandoval⁴

¹ Grupo de Investigación de Geología, Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología, Fac. Química, Univ. de Murcia. Campus de Espinardo, 30100-Murcia. mondejar@um.es

² Dpto. de Ingeniería Minera, Geología y Cartografía, Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52. 30203-Cartagena (Murcia). nacho.manteca@upct.es

³ Departament de Botànica i Geologia. Univ. de València. Avda. Dr. Moliner, 50, 46100-Burjassot (Valencia). Carlos.santisteban@uv.es

⁴ Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente de la Región de Murcia. 30001 Murcia. martin.lopez@carm.es

RESUMEN

El primer trabajo sobre los lugares de interés geológico de la Región de Murcia, que subvencionó la Consejería competente en el Patrimonio Natural, fue realizado en el año 1989. Desde entonces el grupo de investigación de Geología de la Universidad de Murcia continúa trabajando en estos inventarios y, sobre todo, concienciando a la sociedad de la necesidad de conservarlo mediante su divulgación y apreciación. Pero fue en el año 2009, cuando a este grupo de investigación se le encargó el primer estudio sistemático de lugares de interés geológico. Mediante una encuesta a la comunidad geocientífica, a la cual respondieron 25 investigadores, se hizo un listado de unos 450 lugares de interés geológico, de los cuales más de 300 eran cavidades. De estos se eligieron 20 lugares que fueron estudiados y delimitados con detalle mediante una metodología de valoración estandarizada. Los autores del trabajo catalogaron ocho lugares de interés por su influencia internacional, seis de interés nacional y otros seis de interés regional. Comenzó así un inventario sistemático y oficial de la Administración competente en conservación del medio natural, con el fin de utilizarlo para sus iniciativas en legislación, conservación, gestión y uso sostenible del patrimonio geológico de la Región de Murcia.

Palabras clave: actualización 2009, inventario, lugares de interés geológico, patrimonio geológico, Región de Murcia.

ABSTRACT

The first research work about the geosites in the Region of Murcia was carried out in 1989, sponsored by the competent Natural Heritage Department. Since then, Geology research group from University of Murcia kept working in the inventory of these places and, mainly, awaring the society about its conservation needs through dissemination and valuing. In 2009 this research group was commissioned to do the first systematic study of Gosites. A survey was carried

among the geoscientific community being answered by 25 researchers. The result was a list of 450 geosites, being more than 300 of them caves. 20 places from this list were chosen to be studied and delimited in detail using a standardized valuing method. Authors of this study considered that eight geosites were of global influence, six had a national interest and the other six had regional interest. This was the beginning of a systematic and official inventory for the department of the regional administration in charge of nature conservation, and to be used in legislation development, conservation, management and sustainable uses of the Geoheritage in Region of Murcia.

Key words: *geoheritage, geosites, inventory, Region of Murcia, 2009 updating.*

ANTECEDENTES DEL INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE MURCIA

Los primeros estudios sobre patrimonio geológico en la Región de Murcia se remontan a 1978 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), que incluye en su inventario nacional tres de sus Lugares de Interés Geológico (LIG). En 1989, en el inventario realizado por el Departamento de Geología de la Universidad de Murcia, para la entonces Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza, se describieron 40 LIG, que dio lugar a la primera publicación en el año 1992. En 1999, con la subvención de la Fundación Séneca, se publicó un segundo libro con 75 lugares de interés geológico.

En el año 2009, el grupo de investigación de Geología de la Universidad de Murcia coordinó la primera actualización del inventario murciano, ya utilizando una metodología estándar, que se aplicó a 20 LIG. En su informe, además se proponen para la futura ley de la conservación de la naturaleza y la biodiversidad de la Región de Murcia tres anexos, dos de ellos similares al anexo VIII Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad: contextos geológicos de España de relevancia mundial presentes en la Región de Murcia y unidades geológicas más representativas. Éste último se completa con la siguiente descripción: *"otras unidades de la geodiversidad que incluyan procesos geológicos, secciones estratigráficas, formaciones y estructuras sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrogeológicas, geotécnicas, petrológicas, yacimientos minerales y paleontológicos, paisajes, así como los fósiles, minerales, rocas, meteoritos, suelos o cualquier otro elemento mueble o inmueble de la Gea, que por su variedad, singularidad, belleza, interés científico, cultural o educativo forman parte del patrimonio geológico murciano y de sus Lugares de Interés Geológico"*. El tercer anexo consiste en un listado que pretendía ser el embrión de la Red de LIG de la Región de Murcia. Este listado se confeccionó con los datos de los inventarios previos anteriormente comentados, con inventarios a escala local (Molina de Segura, Jumilla y Moratalla) y con las sugerencias de la comunidad geocientífica que trabajaba en esta región. El listado final a fecha de 2009 se componía de casi 500 LIG, 150 superficiales y más de 300 cavidades (Arana *et al.*, 2009).

También, a partir del año 2009 se empezó a realizar la edición digital de algunos mapas geológicos a escala 1:50.000 de España de la Región de Murcia. Estos debían incluir un inventario de los lugares, o puntos, de interés geológico. El número de LIG en esta nueva edición fue alarmantemente exiguo, limitándose a uno o dos por mapa, aunque es verdad que algunos de estos lugares propuestos son nuevos y, por tanto, hay que estudiarlos con detalle y englobarlos en la Red de Lugares de Interés Geológico.

En el año 2013 se hizo un borrador de anteproyecto de Ley de Conservación de la Naturaleza y la Biodiversidad de la Región de Murcia, que tenía un título específico sobre conservación de la Geodiversidad en el que se incluía, en sus artículos 127 y 128, el inventario de la Geodiversidad y la Red de Lugares de Interés Geológico. Desgraciadamente, este anteproyecto tuvo mucha presión en contra por los grupos de coleccionistas de elementos del patrimonio geológico mueble, y se frenó su tramitación.

La Ley 4/2007 del Patrimonio Cultural de la Región de Murcia contempla el tratamiento y la gestión del patrimonio paleontológico de igual forma que ocurre con el patrimonio arqueológico o etnográfico. Esta ley ha permitido la declaración de Zonas Paleontológicas como una de las categorías de Bien de Interés Cultural, así como la aplicación de otras figuras de protección de menor rango en numerosos yacimientos de la provincia. Asimismo, dio lugar a la elaboración de un inventario regional, la Carta Paleontológica, que cuenta hasta la fecha con un total de 140 yacimientos paleontológicos perfectamente identificados.

Además, gracias a la Fundación Integra, la divulgación de muchos de estos LIG y de la diversidad geológica de la Región de Murcia en general ha sido muy importante. En el año 2005, el Grupo de Investigación de Geología de la Universidad de Murcia empezó a generar información geológica para el portal de internet regmucia.com de esta Fundación. En el año 2019 se describían 33 LIG, algunos de ellos con documentales (Bolvonegro, Aledo y municipio de Moratalla), pero existe mucha más información, incluso documentales, sobre la geodiversidad de la Región de Murcia que se utiliza en todos los niveles educativos. Documentación que incluso está siendo útil para el turismo.

Además, algunos municipios de la Región de Murcia, en concreto Molina de Segura, Jumilla, Moratalla y Pliego, han promocionado sus inventarios a través de publicaciones o creando museos sobre el patrimonio geológico.

METODOLOGÍA DE LA ACTUALIZACIÓN DE 2009

Para el estudio en detalle de los 20 LIG se realizó una ficha de campo, una ficha extensa y otra sintética. Se diseñó una metodología estándar adaptada de la de Cendrero (1996). Cada ficha extensa contiene los siguientes apartados:

1. Interés patrimonial: por su contenido, influencia, grado de conocimiento, inclusión en catálogos de LIG y dos fotografías más relevantes.
2. Situación geográfica y geológica: coordenadas, municipio, paraje y mapa topográfico, descripción de la situación y accesos, extensión superficial en metros cuadrados, situación geológica, contexto según el anexo VIII de la Ley 42/2007.
3. Descripción de la diversidad geológica y del patrimonio geológico.
4. Aspectos de conservación y protección: condiciones de conservación, causas del deterioro, fragilidad, régimen de la propiedad y ordenación, amenazas actuales y potenciales.
5. Potencialidad de uso: tipo de interés por su utilización (científico, didáctico, turístico y recreativo, valorándolos en bajo, medio o alto), condiciones de observación, accesos al lugar, elementos de interés natural, arqueológico, histórico, artístico, etnológico u otros valores culturales que puedan complementar al LIG.
6. Recomendaciones para la Geoconservación, uso y gestión: vulnerabilidad, uso y gestión. Además, cada LIG se delimitó en fotografía aérea, todos sus contenidos geológicos y una propuesta de delimitación más amplia que englobara a todos ellos y sirviera de tampón, esta delimitación fue tratada para que se pudiera utilizar en un SIG, junto a las fichas sintéticas. También se entregó un dossier fotográfico de cada LIG.

A continuación, se describen sucintamente los 20 LIG analizados y valorados con detalle en esta actualización de 2009 (Arana *et al.*, 2009), que sumados a los 14 estudiados en 2018 (véase el artículo sobre esta actualización en este mismo libro), son ya 34 los LIG que tienen toda la información necesaria, para ser conservados, incluidos en el Inventario Español y puestos en valor por la Administración competente.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE RELEVANCIA INTERNACIONAL

Volcán de los Cabecicos Negros (Fortuna). Es el yacimiento tipo de las fortunitas, que son una variedad de rocas lamproíticas características del vulcanismo neógeno del SE de la Península Ibérica. Las vulcanitas lamproíticas son unas rocas que tienen una representación muy escasa a nivel mundial y tienen gran interés para el estudio de los magmas originados en el manto. El afloramiento posee un excepcional dique anular que presenta contactos intrusivos peperíticos con los sedimentos margosos encajantes. En este afloramiento se describieron por primera vez las fortunitas por parte de Adán de Yarza (1893) y de Ossan (1906). Desde entonces son innumerables los trabajos sobre estas rocas.

Cabezo Negro de Zeneta (Murcia). Afloramiento espectacular de rocas alcalinas potásicas de carácter lamproítico, con características parecidas a las rocas volcánicas de Fortuna, aunque contienen un mayor desarrollo de estructuras primarias como disyunción columnar y procesos hidrotermales asociados. Presenta importantes depósitos de calcedonia.

Volcán de Barqueros (Murcia-Mula). Es el mayor afloramiento de rocas lamproíticas del SE de la Península Ibérica y son vulcanitas de tipo veritas. Contiene emisiones volcánicas subaéreas y freatomagmáticas como coladas, aglomerados, cineritas, diques, etc.

Minas de la Celia (Jumilla). Se trata del afloramiento de rocas lamproitas de donde procede el nombre de jumillitas. Posee un interés mineralógico por la rareza del apatito, variedad esparragina. Además, tiene interés por su patrimonio minero.

Serie mesozoica del Río Argos (Caravaca de la Cruz). Contiene la sección denominada Río Argos-I, que se propuso como posible estratotipo global del límite Hauteriviense-Barremiense (Cretácico inferior). Posee gran diversidad de ammonites, una didáctica discordancia angular con los materiales pliocuaternarios, pliegues y fallas e importantes edificios de travertinos.

La Serrata y la Sierra de la Colegiatas (Lorca). Se observan los materiales preevaporíticos y evaporíticos que se depositaron durante el Mioceno superior en la Cuenca de Lorca, que ayudan a explicar los acontecimientos geológicos ocurridos durante la crisis de salinidad del Mediterráneo. Son excepcionales sus yacimientos de peces y diatomitas. Además, su rico contenido en azufre permitió que fuese la zona más importante de España de extracción de este mineral que ha legado un importante patrimonio minero.

Arrecifes del Cabezo del Desastre (Fortuna). Espectacular complejo arrecifal que abarca un desarrollo vertical de 400 m. Posee un núcleo arrecifal, con 90 metros de espesor, que está formado por cinco arrecifes superpuestos. Se conservan de ellos los frentes arrecifales de los tres primeros y los depósitos de laguna de los dos últimos. Posee muy buenos ejemplos de corales en posición de vida, conservando una gran variedad de formas. Hay dos taludes de depósitos derivados del arrecife de grandes dimensiones y con una organización en unidades menores de configuración lobulada. Permite reconstruir las dimensiones de los márgenes de una cuenca sedimentaria de Fortuna moderadamente profunda. Permite reconstruir el avance de una plataforma carbonática orgánica de ambiente tropical. Muestra una correlación con dos niveles del mar fosilizados en dos terrazas erosivas alrededor de la Sierra de Baño.

Volcán del Salmerón o Cerro del Monagrillo (Moratalla). Enclavado en uno de los paisajes más característicos de Murcia, y linda con el paisaje minero de Las Minas de Hellín, donde el río Mundo desemboca en el Segura, se trata de uno de los afloramientos más bellos de rocas lamproíticas del norte de Murcia. Se incluyen en este LIG los paleodeslizamientos de sedimentos calcáreos lacustres asociados a las erupciones volcánicas, los yacimientos de minerales de la sílice anexos y los relieves asociados a las ramblas.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE RELEVANCIA NACIONAL

Cabezo Negro de Tallante (Cartagena). Se trata de uno de los mejores afloramientos volcánicos de rocas basálticas plio-cuaternarias del entorno de Cartagena. Contiene además enclaves peridotíticos y granulíticos procedentes del manto. Son comunes los depósitos de cineritas, aglomerados y coladas. Su interés principal es por pertenecer a las últimas emisiones volcánicas de la Cordillera Bética y de las más recientes de la Península Ibérica.

Cabezo de la Viuda (Cartagena). Pequeño cerro volcánico Plio-Cuaternario, formado por una colada de basalto que reposa sobre un nivel de piroclastos, todo ello discordante sobre una serie alternante de argilitas, limolitas y areniscas amarillentas marinas del Tortonense superior. Presenta estructuras características de las rocas volcánicas, como la fluidal, disyunción columnar, vacuolar, etc. Es interesante la gran abundancia de enclaves o xenolitos, de peridotitas, de rocas metamórficas y también de rocas sedimentarias miocenas. Además, posee magníficas condiciones de observación y extraordinario interés científico y didáctico.

Cabezo del Fraile (Cartagena). Buen ejemplo de dique de riolitas, correspondiente a la etapa magmática calcoalcalina finimiocena.

Arrecifes del Rellano (Molina de Segura). Son cinco edificios arrecifales del Tortonense superior, con ejemplos de interrelación de arrecifes con la sedimentación terrígena. Hay una buena diversidad fenotípica de los

corales dominantes (*Porites lobatosepta* y *Tarbellastraea eggenburgensis*) y un edificio con su morfología arrecifal perfectamente conservada.

Confluencia ramblas de las Canteras y Hortillo con el río Guadalentín (Lorca). De interés por la existencia de facies deltaicas y costeras del Tortonense superior-bajo (formaciones Peñones y Manilla), pero sobre todo por la presencia de arrecifes coralinos excepcionalmente conservados, con abundantes bancos de *Crassostrea crassissima*. Contiene numerosos espejos de fallas muy bien conservados que le confieren un gran interés didáctico. Además de interés para el estudio de los encajamientos y terrazas fluviales.

Calar de las Cuevas de Zaén (Moratalla). Los depósitos marinos y transicionales de las cuencas sinorogénicas del Mioceno medio afloran con unas sucesiones estratigráficas extraordinarias en el norte de Moratalla. Todo el Campo de San Juan hasta incluso Benízar, tienen un gran interés paleogeográfico y sedimentológico, ya que forman parte de la conexión entre el Atlántico y el Mediterráneo, el denominado Estrecho Norbético. El paraje del Calar de las Cuevas de Zaén, constituye la última fase del cierre de este estrecho, donde se ha conservado de una forma excepcional un abanico deltaico, y el último episodio transgresivo previo al cierre de este estrecho. Pero quizás este lugar de interés geológico es más conocido popularmente por las cavidades que coronan la ladera sur y oeste de este calar, unas geoformas visibles desde todo el Campo de San Juan y que sin duda deben ser conservadas y utilizadas con fines culturales y turísticos. La zona está rodeada de otros variados y numerosos Lugares de Interés Geológico: cañón submarino del puntal de Cárdenas, megaestratificaciones cruzadas de la Fuensanta-Cuerda del Manco, paleokarst y falla de la Hoya del Gato, formaciones kársticas del Carrascal de Bajil, etc.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE RELEVANCIA REGIONAL

Ciudad Encantada de Bolnuevo (Mazarrón). La erosión diferencial ha dado lugar a formas micóticas de gran belleza, muy conocidas. Paleontológicamente, destaca por ser la localidad tipo del braquiópodo *Maltaia pajaudi*, además de contener otra fauna marina somera del Plioceno (moluscos, equinodermos y crustáceos).

Monte Arabí (Yecla). Formado por calcarenitas marinas en el Estrecho Norbético, con importantes estratificaciones cruzadas y dos discordancias (Langhiense superior-Serravallense inferior y Serravallense superior-Tortonense inferior) generadas en el Mioceno inferior, útiles para explicar fases compresivas de la Cordillera Bética. De interés también por el olistostroma jurásico que posee y, por lo que más se conoce el lugar, es por su modelado eólico y kárstico, además de por sus pinturas rupestres. Es el primer Monumento Natural de la Región de Murcia, declarado en 2016.

Las Fuentes del Marqués (Caravaca de la Cruz). Uno de los mayores manantiales de la Región de Murcia, es la surgencia del subacuifero Gavilán, del acuifero de Caravaca. Posee formaciones de travertinos. Es muy visitado y está acondicionado para su uso recreativo.

Río Luchena (Lorca). En su cauce está la surgencia del acuifero Pericay-Luchena que recibe el nombre Ojos de Luchena. Posee un modelado kárstico variado (lapiaces, dolinas, ponors-sima y cuevas), así como un espectacular cañón, canchales y terrazas fluviales. También contiene interesantes isleos tectónicos.

Cala del Caballo (Cartagena). Magnífico ejemplo de ventana tectónica, donde la erosión del Alpujárride, ha permitido que aflore el Complejo Nevado-Filábride. Se encuentra fuertemente plegado y con mineralizaciones de baritina, siderita y hematites, existiendo una mina "La Gaviota" que explotaba dichos minerales. De interés geomorfológico por el carácter abrupto de esta costa acantilada determinada por fracturas y los enormes desprendimientos rocosos que se están produciendo.

Dolina de Inazares (Moratalla). Es la dolina más representativa de la Región de Murcia y posee un alto interés a nivel educativo, recreativo y turístico. Contiene en su entorno otras morfologías exokársticas (diferentes tipos de lapiaces), e importantes aspectos paleontológicos (yacimientos de cefalópodos del Jurásico inferior). Así como, litológicos, sedimentológicos y estratigráficos (calizas con sílex, calizas nodulosas del Jurásico inferior, *hard grounds*, etc.).

AGRADECIMIENTOS

A las fundaciones Séneca e Integra por haber financiado la divulgación del patrimonio geológico de la Región de Murcia. A la Consejería de Agricultura y Agua y a su Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, por promover y financiar la actualización del inventario de LIG de 2009. A Miguel Ángel Carrión Vilches, Jesús Robles Sánchez, Antonio Félix Carrillo López y Francisco Corbalán Martínez, por la dirección y colaboración técnica. A los revisores de este trabajo, Ángel Salazar Rincón y Esther Martín González. A todas las personas y entidades que han apostado por el Patrimonio Geológico.

REFERENCIAS

- Arana, R., Guillén-Mondéjar, F., Mancheño, M.A., Manteca, J.I., del Ramo, A., Rodríguez Estrella, T., de Santisteban, C. y Romero, G. 2009. *Actualización del inventario de lugares de interés geológico en la Región de Murcia*. Informe inédito. Consejería de Agricultura y Agua. 254 pp. En Región de Murcia Natural, 09/03/2018, <http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/lugares-de-interes-geologico>
- Cendrero, A. 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En: MOPTMA (ed.), *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Madrid, 17-38.

EL INVENTARIO OFICIAL DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE MURCIA. LA ACTUALIZACIÓN DE 2018

OFICIAL GEOSITES INVENTORY OF REGION OF MURCIA. 2018 UPDATING

F. Guillén-Mondéjar¹, G. Romero Sánchez¹, M^a A. Alías Linares¹, J. F. Rosillo Martínez¹, J. I. Manteca Martínez², C. de Santisteban Bové³, C.; J. J. Martínez Díaz⁴, B. Pérez Salgado⁴, L. Arrufat Milán¹, N. Torrente¹, A. Navarro Sequero⁵ y M. López Sandoval⁵

¹ Grupo de Investigación de Geología, Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología, Fac. Química, Univ. de Murcia. Campus de Espinardo, 30100-Murcia. mondejar@um.es

² Dpto. de Ingeniería Minera, Geología y Cartografía, Univ. Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52. 30203-Cartagena (Murcia). nacho.manteca@upct.es

³ Departament de Botànica i Geologia. Univ. de València. Avda. Dr. Moliner, 50, 46100-Burjassot (Valencia). Carlos.santisteban@uv.es

⁴ Dpto. de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología Fac. de CC. Geológicas Univ. Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais, 12, 28040 Madrid. jmdiaz@geo.ucm.es

⁵ Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente de la Región de Murcia. 30001 Murcia. martin.lopez@carm.es

RESUMEN

La Dirección General del Medio Natural (Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente) encargó en 2018 al grupo de Investigación de Geología de la Universidad de Murcia, la segunda actualización del inventario de lugares de interés geológico de la Región de Murcia. En esta ocasión se han catalogado 14 de los 150 lugares que se tienen inventariados. Ocho se consideran de interés internacional: los afloramientos volcánicos de rocas ultrapotásicas, de La Aljorra, Derramadores y Puebla de Mula, el dique ultrapotásico y la serie evaporítica y detrítica El Tale, las evaporitas y diatomitas del Río Chícamo, los travertinos sintectónicos de Carraclaca, la geodiversidad de la Puebla de Mula y el Barranco del Gredero con sus límites K/Pg y P/E. Dos de interés nacional: la corta Brunita y el yacimiento de ámbar de Hondares. Cuatro de interés regional: los basaltos del Cabezo Negro de los Pérez y de la Rambla de Peñas Blancas, el Estrecho de la Agualeja y el diapiro de Campules. Estos se suman a los 20 que se catalogaron en detalle en 2009. Por tanto, son ya 34 los lugares de los que se dispone información exhaustiva para su conservación, gestión y uso sostenible por parte de la administración competente en medio natural.

Palabras clave: actualización 2018, inventario, lugares de interés geológico, patrimonio geológico, Región de Murcia.

ABSTRACT

The second update of the inventory of geosite in Region of Murcia has been requested to the research group of Geology from University of Murcia by the General Direction of Natural Environment (Department of Employment, Universities, Business and Environment) in 2018. In this occasion, 14 places have been described out of the 150 places that were already inventoried. As a result of this work, eight places have been considered to have international interest: ultrapotassic volcanic rocks outcrops in

La Aljorra, Derramadores and Puebla de Mula. Ultrapotassic dike and the evaporitic and detrital series in El Tale; evaporitic rocks and diatomites in Río Chicamo; travertines in Carraclaca; geodiversity in Puebla de Mula and Barranco del Gredero where K/Pg and P/E limits are found. Two places have national interest: Brunita mine and amber deposit in Hondares. Finally, four places are considered to have regional interest: basalts in Cabezo Negro de los Pérez and in Rambla de Peñas Blancas; Estrecho de la Agualeja and Campules diapir. These 14 places are added to the 20 ones that were described in detail in 2009, so nowadays complete information of 34 places of geological interest is available for their conservation, management and sustainable use by the competent administration in natural environment.

Key words: *geoheritage, geosites, inventory, Region of Murcia, 2018 updating.*

JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍA

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, en su art. 9 (Título I, capítulo I: Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad) dice: “1. El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con la colaboración de las comunidades autónomas y de las instituciones y organizaciones de carácter científico, económico y social, elaborará y mantendrá actualizado un Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad... 2. El contenido y estructura del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se determinarán reglamentariamente, previa consulta con las comunidades autónomas, debiendo formar parte del mismo, al menos, la información relativa a:... 9.º El Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos al patrimonio natural y la biodiversidad. 10. Un Inventario de Lugares de Interés Geológico representativo, de al menos, las unidades y contextos geológicos recogidos en el Anexo VIII.” El desarrollo normativo de esta ley dio lugar al Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, en cuyo Capítulo II describe la estructura y el contenido del inventario, y en particular sobre los lugares de interés geológico en su anexo 5d. Esta normativa, obliga por tanto a que las comunidades autónomas, realicen sus inventarios de Lugares de Interés Geológico (LIG) y de usos y conocimientos tradicionales de la Geodiversidad.

La metodología seguida para las fichas y la descripción de detalle de la actualización de 2018 de los LIG de la Región de Murcia ha sido la que uno de los firmantes de este trabajo, Rosillo Martínez, ha diseñado para su tesis doctoral sobre el inventario de los lugares de interés geológico y conocimientos y usos tradicionales de la geodiversidad de la Comarca de Huéscar (Granada). Consiste en una adaptación de la metodología aplicada por Arana *et al.* (2009) y la que el Instituto Geológico y Minero de España propuso para el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Así se ha realizado una ficha extensa con los siguientes apartados: 1. Datos generales: Identificación (Código, autores, confidencialidad) y breve descripción. 2. Interés patrimonial: por su contenido geológico, por su influencia (representatividad, rareza, belleza, elementos en museos o centros de investigación, inclusión en catálogos de LIG u en conocimientos y usos tradicionales de la geodiversidad), grado de conocimiento científico, capacidad de uso (científico, didáctico y/o turístico/recreativo, condiciones de observación, accesos, dificultad del itinerario, aparcamiento, alojamientos, restaurantes, limitaciones de uso, etc.), otros elementos que complementan su interés natural y cultural (conocimientos y usos tradicionales de la geodiversidad, otros elementos geológicos o no geológicos), fotografías más relevantes. 4. Situación Geográfica y delimitación: datos geográficos, descripción de accesos, delimitación en fotografía aérea (de los contenidos geológicos y propuesta tampón). 4. Situación y descripción geológicas: contexto geológico según anexo VIII de la Ley 42/2007, unidad geológica de la Región de Murcia según Arana *et al.*, 2009, edad geológica y mapa geológico, descripción de la diversidad geológica y su patrimonio geológico. 5. Estado de conservación, vulnerabilidad y protección: condiciones de conservación (favorable, con alteraciones, alterado, degradado, fuertemente degradado), causas de su buena conservación o deterioro, susceptibilidad a la degradación (fragilidad, amenazas naturales y antrópicas actuales o potenciales, nivel actual de protección (titularidad de la propiedad del suelo, catalogación del suelos en el Plan General de Ordenación Urbana, figuras de protección, protección física). 6. Recomendaciones para la conservación, gestión y uso: propuestas para la protección administrativa, accesibilidad, protección, aparcamiento, observación, mejora ambiental, musealización y uso. Actividades incompatibles y prioridad

de protección. 7. Bibliografía específica sobre el patrimonio geológico y otros estudios científicos. 8. Anexo con tablas de valoración cuantitativa según la metodología IELIG (García Cortés *et al.*, 2014). Además de esta ficha extensa el informe contiene fichas sintéticas y los datos necesarios para su aplicación programa QGIS. A continuación, se describen sucintamente los 14 LIG que se han estudiado en esta actualización de 2018 (tabla 1):

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE RELEVANCIA INTERNACIONAL

Volcán de rocas ultrapotásicas de La Aljorra (Cartagena). Se trata de un afloramiento volcánico de rocas lamproíticas. Además de su interés por la rareza de estas rocas en el planeta Tierra, es el único afloramiento en el Campo de Cartagena. También posee otros valores patrimoniales, como tres tipos diferentes de emisiones volcánicas, una rica mineralogía y suelos infrecuentes en la Región de Murcia.

Dique de rocas ultrapotásicas de Derramadores (Fortuna). Es un excelente dique de rocas lamproíticas, fortunitas. Presenta una excepcional exposición de las rocas volcánicas y de su aureola de metamorfismo, con presencia de peperitas que permiten correlacionar y datar las formaciones sedimentarias de la cuenca de Fortuna. Contiene una paragénesis mineral muy específica útil para explicar el contexto geodinámico anómalo de estas rocas.

Dique de rocas ultrapotásicas y serie evaporítica y detrítica de El Tale (Abanilla). Se trata del mejor ejemplo de dique volcánico de rocas lamproíticas de la Región de Murcia. Estas rocas fueron descritas por primera vez por Adán de Yarza en 1895 con el nombre de fortunitas. Posee la secuencia completa evaporítica de la cuenca de Fortuna y la mejor representación de la unidad de yesos del Tortonense inferior. La unidad detrítica de la Loma del Tale es el último episodio de sedimentación de la cuenca. Además, es de interés didáctico por su diversidad geomorfológica y edáfica.

Evaporitas y diatomitas del Río Chicamo (Abanilla). Contiene las evidencias de dos estadios de desecación en el Corredor Bético. El primero durante el Tortonense tardío y está controlado tectónicamente. El segundo en el Messiniense y tiene su origen en el cierre de la conexión entre el Mediterráneo y el Atlántico. Los afloramientos del Río Chicamo, en el paraje del Tale, contienen, en una superficie reducida, la mejor serie con el registro de estas dos desecaciones, y en ellos se ha definido la unidad denominada "Ciclos Chicamo", formada por intercalaciones de yesos y margas, con niveles de diatomitas, y las capas Wichmann.

Travertinos sintectónicos de Carralaca (Lorca). Afloramiento de travertinos dispuestos sobre dos ramas activas de la Falla de Alhama de Murcia, que los deforma con una estructura de pliegue en caja. La relación genética sintectónica entre la actividad paleosísmica de la falla y las características geométricas y de facies travertínicas es excepcionalmente clara y didáctica. Los restos arqueológicos de los Baños de Carralaca dentro del afloramiento otorgan un interés añadido al lugar.

Dique de rocas ultrapotásicas de Puebla de Mula (Mula). Dique volcánico de rocas lamproíticas de tipo fortunitas de casi un kilómetro. Presenta una excelente exposición de las rocas volcánicas y de la aureola de metamorfismo. Contiene una paragénesis mineral muy específica, entre la que destacan los grandes fenocristales de flogopita.

Geodiversidad de la Puebla y Baños de Mula (Mula). Incluye la formación Pliego (Oligoceno) que tiene una didáctica discordancia con las facies de la cuenca neógeno-cuaternaria. Destaca por el interés hidrogeológico termal de los Baños y el paleoambiente fluvio-palustre cuaternario; con extensos y variados depósitos de travertinos y yacimientos de moluscos continentales. Interés didáctico por su elevada diversidad geomorfológica, con grandes cárcavas, mesas y muelas. Los cauces del río Mula y sus afluentes, la rambla de Perea y río Pliego, poseen varios niveles de terrazas, zonas húmedas con una alta biodiversidad y yacimientos paleontológicos de equinodermos y lamelibranquios. Este LIG es un ejemplo de la tectónica activa y riesgos geológicos. Atesora importantes yacimientos arqueológicos como el castillo árabe de Alcalá o el poblado del cerro de La Almagra, donde se sitúa la cantera de travertino rojo que utilizaron los romanos en edificios de Cartago Nova, como en el teatro.

Límites K/Pg y P/E del Barranco del Gredero (Caravaca de la Cruz). La sección estratigráfica del límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg) es una de las más completas y mejor expuestas del mundo. Conocida como la "Capa Negra". Fue en este corte, a finales de los años 70, donde Smit y Hertogen reconocieron la famosa anomalía de iridio

al mismo tiempo que fue localizada y estudiada en Gubbio (Italia). Este LIG fue el precursor de la teoría de un impacto meteorítico sobre la Tierra hace unos 66 Ma. Destacar también la presencia en este LIG del Máximo Térmico del límite Paleoceno/Eoceno (MTPE), caracterizado por una extinción de menor envergadura, así como la Formación Gredero.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE RELEVANCIA NACIONAL

Corta Brunita y laguna ácida (Cartagena-La Unión). Antigua mina a cielo abierto donde se explotó una mineralización estratiforme de sulfuros, formada por reemplazamiento hidrotermal de mármoles triásicos. La mineralización corresponde al llamado “manto piritoso”, en el que predomina la piritita acompañada de esfalerita, galena, pirrotina y, localmente, calcopirita. La excavación alcanzó más de 30 metros bajo el nivel freático, por lo cual en la actualidad una gran parte de la misma se encuentra bajo el nivel del agua (lago de mina). El agua en contacto con el mineral descompone los sulfuros metálicos, especialmente la piritita, dando lugar a la formación de sulfatos y de ácido sulfúrico, motivo por el cual las aguas de esta laguna son muy ácidas, con un pH de 2,6. Esta antigua corta minera constituye un excelente ejemplo de lago ácido de mina y de los procesos de lixiviación ácida ligados a la minería. Además, presenta un gran interés científico como ejemplo de ambiente extremófilo con actividad biótica, comparable a otros casos similares, como ocurre en el distrito minero de Ríotinto, en Huelva. Por otra parte, en las zonas de oxidación se ha desarrollado una serie de minerales secundarios, verdaderas rarezas mineralógicas, como los fosfatos de hierro, vivianita y ludlamita, y el silicato de hierro, cronstedtita.

Ámbar del Barranco de Hondares (Moratalla). Es el afloramiento de ámbar más meridional de la península Ibérica y por tanto complementa a los yacimientos de ámbar españoles. Es del Cretácico inferior (Albiense) y se encuentra en niveles de techo de una formación de arenas y lutitas asociado a restos carbonosos o lignitosos. El punto principal donde el ámbar más abunda, en el mismo cauce del barranco, se encuentra excavado, en pequeñas minas, que le confieren a este LIG también un interés minero e histórico.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE RELEVANCIA REGIONAL

Cabezo negro de los Pérez (Cartagena). Es la estructura volcánica más compleja dentro del campo volcánico basáltico de Cartagena, pues se observan dos etapas eruptivas sucesivas y similares con una formación piroclástica inicial, seguida de una colada de lavas basálticas.

Colada basáltica de la Rambla de Peñas Blancas (Cartagena). Importante por situación estratigráfica entre aluviones y sobre paleosuelos rojos del Pleistoceno. La erosión del río de Peñas Blancas las ha exhumado dejando una didáctica exposición.

Estrecho de la Agualeja (Aledo). Sinergia de los procesos geológicos ocurridos durante el Tortoniense superior (medios marinos profundos, arrecifes coralinos, playas y deltas) con los procesos geomorfológicos recientes. El agua ha dado lugar a uno de los desfiladeros más bonitos y conocidos de la Región de Murcia. Pero también este LIG es útil para la geología ambiental, pues en él existen importantes riesgos geológicos, avenidas y desprendimientos, e importantes impactos en su Gea.

Diapiro de Campules (Fortuna). Estructura antiforme, alargada y con núcleo de facies Keuper. Buen ejemplo de diapirismo desarrollado sinsedimentariamente en el margen norte de la cuenca tortoniense de Fortuna. Afecta a los materiales del substrato subbético (mesozoicos y del Cenozoico inferior), y a los depósitos marinos someros del Tortoniense. En relación con éstos, el Diapiro constituyó un alto fondo, soporte de construcciones arrecifales y, además, condicionó la formación de discordancias intraformacionales. La erosión de esta estructura en el Plioceno y Pleistoceno ha generado relieves tan variadas como: escarpes de falla, pendientes y depósitos de glaciares, lapiazes en yesos, precipitados kársticos de calcita flotante, *piping* y estructuras de abrasión fluvial en roca (regueros y pilancones).

NOMBRE DEL LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO	CONTENIDOS GEOLÓGICOS (P-PRINCIPAL, RESTO SECUNDARIOS)	CAPACIDAD DE USO (0 A 10)	PRIORIDAD PROTECCIÓN
INTERÉS INTERNACIONAL			
Volcán de rocas ultrapotásicas de La Aljorra (Cartagena)	Petrológico-Geoquímico (P). Mineralógico (S). Edafológico (S).	Científico (10) Didáctico (7)	Alta
Dique de rocas ultrapotásicas de Derramadores (Fortuna)	Petrológico-Geoquímico (P), Mineralógico (P), Historia de la Geología (P). Estratigráfico (S). Sedimentológico (S). Geomorfológico (S). Geología Ambiental (S)	Científico (10) Didáctico (10) Tur/Rec. (7)	Alta
Dique de rocas ultrapotásicas y serie evaporítica y detrítica de El Tale (Abanilla)	Petrológico-Geoquímico (P), Mineralógico (P), Historia de la Geología (P). Estratigráfico (P). Sedimentológico (P), Geomorfológico (S). Paleontológico (S). Edafológico (S)	Científico (10) Didáctico (10) Tur/Rec. (7)	Baja
Evaporitas y diatomitas del Río Chicamo (Abanilla)	Estratigráfico (P). Sedimentológico (P). Geoquímico (P). Magnetoestratigráfico (P). Geología Regional (S). Recursos geológicos (S).	Científico (10) Didáctico (8) Tur/Rec. (5)	Alta
Travertinos sintectónicos de Carralaca (Lorca)	Tectónico (P). Petrológico-Geoquímico (S). Geomorfológico (S).	Científico (10) Didáctico (9) Tur/Rec. (3)	Alta
Dique de rocas ultrapotásicas de Puebla de Mula	Petrológico-Geoquímico (P). Mineralógico (P). Historia de la Geología (S). Estratigráfico (S). Sedimentológico (S). Geomorfológico (S).	Científico (10) Didáctico (10) Tur/Rec. (7)	Alta
Geodiversidad de la Puebla y Baños de Mula	Estratigráfico (P). Sedimentológico (P). Geomorfológico (P). Paleontológico (P). Tectónico (P). Minero-Metalogenético (P). Petrológico-Geoquímico (S). Hidrogeológico (P). Edificios singulares por la roca de construcción-LIG urbanos (P). Riesgos Geológicos (S).	Científico (10) Didáctico (10) Tur/Rec. (10)	Alta

Límites K/Pg y P/E del Barranco del Gredero (Caravaca de la Cruz)	Estratigráfico (P). Sedimentológico (S). Petroológico-Geoquímico (S). Mineralógico (S). Paleontológico (S).	Científico (10) Didáctico (6) Tur/Rec. (5)	Alta
INTERÉS NACIONAL			
Corta Brunita y laguna ácida (Cartagena-La Unión)	Minero-metalogenético (P). Mineralógico (P). Hidrogeológico (P). Geoquímico (P). Geología ambiental (P), paisajístico (S).	Didáctico (9) Científico (8) Tur/Rec. (7)	Baja
Ámbar del Barranco de Hondares (Moratalla)	Paleontológico (P). Sedimentológico (S). Estratigráfico (S). Minero (S). Histórico (S).	Científico (6) Didáctico (6) Tur/Rec. (5)	Media
INTERÉS REGIONAL			
CABEZO NEGRO DE LOS PÉREZ (Cartagena)	Petroológico-Geoquímico (P). Mineralógico (P). Sedimentológico (S). Geomorfológico (S).	Científico (9) Didáctico (9) Tur/Rec. (7)	Baja
Colada Basáltica de la Rambla de Peñas Blancas (Cartagena)	Petroológico-Geoquímico (P). Mineralógico (P). Estratigráfico (S). Geomorfológico (S).	Científico (9) Didáctico (8) Tur/Rec. (7)	Baja
Estrecho de la Agualeja (Aledo)	Estratigráfico (P). Sedimentológico (P). Geomorfológico (P). Paleontológico (S). Hidrogeológico (S).	Científico (10) Didáctico (10) Tur/Rec. (10)	Alta
Diapiro de Campules (Fortuna)	Estratigráfico (P). Geomorfológico (P). Tectónico (P). Historia de la Geología (S). Edafológico (S).	Científico (7) Didáctico (8) Tur/Rec. (8)	Media

Tabla 1. Síntesis de algunas valoraciones realizadas por los autores de cada LIG.

AGRADECIMIENTOS

Esta actualización ha sido financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y la Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

A los revisores de este trabajo, Ángel Salazar Rincón y Esther Martín González.

REFERENCIAS

- Arana, R., Guillén-Mondéjar, F., Mancheño, M.A., Manteca, J.I., del Ramo, A., Rodríguez Estrella, T., de Santisteban, C. y Romero, G. 2009. *Actualización del inventario de lugares de interés geológico en la Región de Murcia*. Informe inédito. Consejería de Agricultura y Agua. 254 pp. En Región de Murcia Natural, 09/03/2018, <http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/lugares-de-interes-geologico>
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. 2014. Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España, 64 pp., 30/10/17, <http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20V16%20Web.pdf>.
- Guillén-Mondéjar, F., Romero Sánchez, G., Alías Linares, M^a A., Rosillo Martínez, J.F., Manteca Martínez, J. I., de Santisteban Bové, C., Martínez Díaz, J. J., Pérez Salgado, B., Arrufat Milán, L., Navarro Sequero, A. y López Sandoval, M. 2018. *Actualización del inventario de Lugares de Interés Geológico de la Región de Murcia 2018*. Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente. 337 pp. En: Región de Murcia Natural, 09/03/2018, <http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/lugares-de-interes-geologico>

PROPUESTA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO PARA LA COSTA DEL MUNICIPIO DE AGAETE (NO DE GRAN CANARIA)

GEOSITES APPROACH AT THE COAST OF THE MUNICIPALITY OF AGAETE (NW OF GRAN CANARIA)

L. Arencibia-Pérez y J. Mangas

IOCAG, Instituto de Oceanografía y Cambio Global, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Edificio de CC. Básicas, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria. jose.mangas@ulpgc.es

RESUMEN

En este trabajo se proponen cuatro lugares de interés geológico (LIG) en la costa del municipio de Agaete (NO de Gran Canaria). De norte a sur son: Punta Gorda, La Caleta-Bco. de Agaete, Puerto de Las Nieves y La Laja del Risco. Estos LIG se encuentran protegidos dentro del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) y en la Zona de Servidumbre de Protección de 200 m tierra adentro. En ellos se han definido materiales, morfologías y estructuras, volcánicas y sedimentarias, pertenecientes a diferentes formaciones geológicas desde el Mioceno hasta la actualidad. Estos tienen importancia municipal y, potencialmente insular, y su futura valorización permitirá su catalogación como LIG para la mejor gestión, geoconservación y fomento del geoturismo en estos espacios costeros. Aunque se han realizado varios proyectos de investigación sobre patrimonio geológico en la isla de Gran Canaria, este es el primer trabajo de patrimonio geológico que se realiza en este municipio.

Palabras clave: Agaete, costa, geodiversidad, LIG, patrimonio geológico

ABSTRACT

In this communication four geosites have been proposed on the coast of the municipality of Agaete (NW of Gran Canaria). From north to south, these are: Punta Gorda, La Caleta-Bco. de Agaete, Puerto de Las Nieves y La Laja del Risco. These geosites are protected by the Maritime-Terrestrial Public Domain and in a protected area of 200 m inland. Volcanic and sedimentary materials, morphologies and structures from different geological formations have been defined corresponding to various geological eras from the Miocene until present day. They present local significance and could potentially present importance in an insular scale. Their characterization will permit a better management, geoconservation and promote geotourism in these coastal areas. It is a pioneer approach for the geological heritage of this locality.

Key words: geological heritage, geosite, geodiversity, coast, Agaete.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de patrimonio geológico y de geodiversidad se han incrementado en los últimos años, tanto en España como en otras partes del mundo (Carcavilla *et al.*, 2007, García-Cortés *et al.*, 2008). Las áreas donde se encuentra definido el patrimonio geológico se conocen como Lugares de Interés Geológico (LIG) y, tanto a nivel nacional como a nivel europeo, se están llevando a cabo numerosos proyectos para su inventario, valoración, gestión, protección y divulgación, con vistas a elaborar estrategias de geoconservación y geoturismo.

El área objeto de este estudio es la costa del municipio de Agaete situado en el NO de Gran Canaria (Figura 1). Este municipio tiene una superficie de 45,49 km² y una orografía abrupta que va, en pocos kilómetros, desde la franja costera hasta alturas en torno a 1.500 m en la cumbre del macizo de Tamadaba. La costa de Agaete tiene una longitud de aproximadamente 9 km desde el Bco. del Juncal al norte, lindando con el municipio de Gáldar, hasta la playa del Cuervo al sur, lindando con el municipio de Artenara. Es una costa rocosa con acantilados irregulares de decenas de metros y paleoacantilados de más de 1.000 m de altitud. Estas geoformas acantiladas constituyen unos cortes geológicos excepcionales. El área de estudio es la franja costera que va desde la línea de bajamar hasta la Zona de Servidumbre de Protección (unos 200 m lineales tierra adentro). El objeto de investigación es caracterizar la diversidad de elementos geológicos destacados en esta franja litoral, y proponer los principales lugares de interés geológico, una vez aplicada la metodología propuesta por el IELIG.

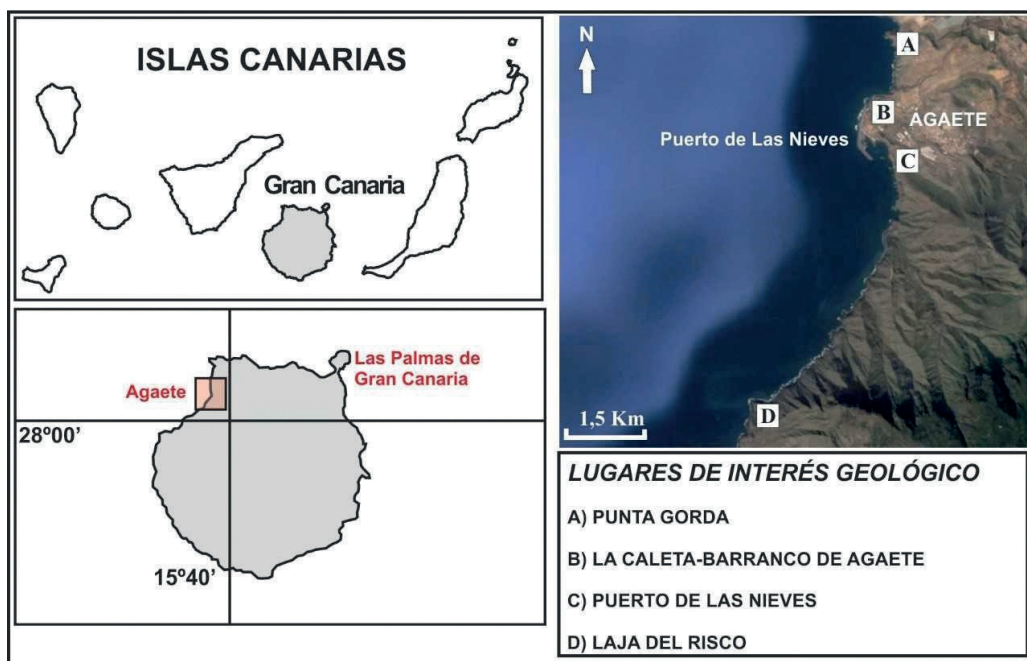


Figura 1. Situación geográfica de Agaete en el NO de Gran Canaria y localización de los cuatro LIG definidos en este estudio.

ANTECEDENTES

Se han efectuado numerosos estudios de patrimonio geológico desde los años setenta por parte del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y, en un principio, se realizó algún inventario de Puntos de Interés Geológico (PIG)

dentro del plan MAGNA. Actualmente se está completando el Inventario Nacional de Lugares de Interés Geológico, de acuerdo con la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Por otro lado, en 1992 se publicó la hoja geológica de Gran Canaria a escala 1:100.000, donde se describían unos 10 PIG, no existiendo ninguno en la hoja de Agaete (1:25.000). Por otra parte, se han definido LIG de importancia internacional (geosites) en la isla de Gran Canaria (García-Cortés *et al.*, 2008) y hay tesis de máster universitarias donde se han estudiado los LIG de la costa de Arucas y Las Palmas de Gran Canaria (Déniz-González y Mangas, 2010, 2012). Por otra parte, hay investigaciones geológicas puntuales del municipio como, por ejemplo, las investigaciones de los depósitos de tsunami (Pérez-Torrado *et al.*, 2006), sobre erupciones volcánicas holocenas (Rodríguez-González *et al.*, 2009), o minerales de zeolitas en basaltos miocenos (Rodríguez *et al.*, 2012).

MARCO GEOLÓGICO

La isla de Gran Canaria se ha construido a partir de tres ciclos magmáticos independientes: ciclo 1 o Antiguo (etapas de construcción en escudo y declive alcalino) que incluye la formación del estratovolcán mioceno (14,5 a 7,3 Ma) con la emisión subaérea de materiales magmáticos ultramáficos, máficos y félsicos, y la caldera de colapso de Tejeda (14,1 Ma); el ciclo 2 o Roque Nublo durante el Plioceno, con la formación del estratovolcán Roque Nublo (5,5-2,8 Ma) y la emisión de materiales ígneos máficos y félsicos; y el ciclo 3 o Post-Roque Nublo que incluye todas las erupciones pliocuaternarias, principalmente máficas, asociadas a erupciones fisurales y estrombolianas (3,8 Ma-actualidad). Estos dos ciclos últimos forman parte de la etapa de rejuvenecimiento volcánico insular. Por otra parte, entre los ciclos 1 y 2, hubo un periodo de inactividad volcánica donde funcionaba una red de barrancos que dio lugar a depósitos aluviales de areniscas y conglomerados, y que constituye la Formación Detrítica de Las Palmas. Igualmente, hay otros depósitos, morfologías y estructuras sedimentarias de distinta índole y envergadura a lo largo de todo el crecimiento insular.

La costa, principalmente acantilada, del municipio de Agaete está dominada principalmente por materiales y morfologías del ciclo 1, relacionados con la formación del volcán en escudo mioceno y la caldera de Tejeda. Estos edificios volcánicos dieron lugar a apilamientos lávicos de basaltos y traquibasaltos, a coladas lávicas e ignimbritas de traquitas y riolitas, y a intrusiones de un domo fonolítico y varios diques máficos y félsicos. También en el litoral aparecen materiales del ciclo Post-Roque Nublo, que se caracterizan aquí por varios flujos lávicos máficos escoriáceos, discordantes con los apilamientos miocenos, y se ha reconocido un depósito hidromagmático. Depósitos sedimentarios pliocuaternarios (aluviones, paleosuelos, coluviones y tsunamitas) aparecen entre estos materiales volcánicos o sobre ellos. Por último, encauzadas por el Bco. de Agaete, se encuentran una colada escoriácea del edificio volcánico holoceno de Los Berrazales que llega hasta el mar formando una isla baja. Además de estos materiales miocenos, pliocenos y cuaternarios, existen hoy en día playas de cantos y arena, depósitos aluviales de fondos de barranco, coluviones en las laderas y bloques caídos en la base de los acantilados. Por consiguiente, la costa acantilada de Agaete presenta en pocos kilómetros una elevada variedad de elementos geológicos de la construcción insular.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO EN LA COSTA DE AGAETE

A partir de la bibliografía consultada y del trabajo realizado en el campo, se han establecido cuatro LIG a lo largo de la costa del municipio de Agaete. El primero, al norte, es el LIG de "Punta Gorda" que comprende el afloramiento costero de un domo fonolítico endógeno que intruye en el apilamiento de basaltos miocenos (Figura 2A), generando una brecha de emplazamiento, disyunciones columnares en la parte central y un diaclasado irregular. También hay depósitos discordantes de piroclastos de dispersión, que forman parte del cono de Montaña Morisca, parcialmente desmantelado y con numerosas incisiones, que cubren tanto al domo fonolítico como a las coladas basálticas miocenas. Por último, en la ladera del cono de Montaña Morisca existe una cueva-habitacional aborígen denominada Cueva del Moro.

El siguiente LIG, hacia el sur, es el de “La Caleta-Barranco de Agaete” (Figura 2B) y es el que presenta una mayor geodiversidad. Así, se observan apilamientos de basaltos miocenos formando los acantilados, junto con la intrusión de diques máficos y en su plataforma litoral volcánica se han formado pasillos de erosión y bajas marinas. Particularmente, en estos basaltos olivínico-piroxénicos aparecen vacuolas de tamaño centimétrico y fisuras que están rellenas de cristales de zeolitas, carbonato cálcico, óxidos de hierro-manganeso, entre otros minerales (Rodríguez *et al.*, 2012). Otros materiales volcánicos que se encuentran en este LIG son del ciclo Post-Roque Nublo (depósitos hidromagmáticos, almagres y flujos lávicos escoriáceos con disyunciones) y la colada escoriácea holocena del edificio Los Berrazales que alcanza el mar formando piscinas naturales (Rodríguez-González *et al.*, 2009). Igualmente, en la parte alta de la ladera sur del barranco de La Caleta se hallan los depósitos conglomeráticos, heterométricos y heterogéneos, con fauna fósil asociados al tsunami generado por el megadeslizamiento gravitacional del Pleistoceno medio de Güímar (Tenerife), y que se disponen sobre las lavas máficas del ciclo Post-Roque Nublo (Pérez-Torrado *et al.*, 2006). En la desembocadura del barranco de La Caleta aparece una cascada de varios metros, producida por la intrusión de un dique máfico. Por último, en este LIG se encuentran los frentes de la cantera, ahora abandonada, que en su momento estuvo activa para la construcción del muelle de Agaete y cuya materia prima eran los materiales volcánicos Post-Roque Nublo y unas eolianitas cuaternarias, cartografiadas en el mapa geológico de Agaete (Balcells *et al.*, 1990).

El tercer LIG, denominado “Puerto de Las Nieves” (Figura 2C) está constituido por un acantilado con apilamientos de rocas volcánicas miocenas y cuaternarias, que recorren la costa hasta el resto erosivo del Dedo de Dios, con una playa de cantos y arenas, algunos coluviones adosados al cantil, bloques caídos por gravedad y la plataforma litoral volcánica conteniendo diversas bajas sumergidas. Estos basaltos olivínico-piroxénicos miocenos aparecen en la base del acantilado, son flujos pahoe-hoe y aparecen alterados (olivinos iddingsitizados) con zeolitas y carbonatos en fracturas y huecos. Depósitos conglomeráticos aluviales torrenciales, conteniendo arenas, gravas y bloques redondeados, junto con un nivel de almagre aparecen intercalados entre el apilamiento lávico de basaltos miocenos y las coladas escoriáceas plio-cuaternarias del ciclo Post-Roque Nublo que se encuentran a techo. Además, a lo largo del acantilado se observan varios diques máficos miocenos y pliocuaternarios que cortan los apilamientos volcánicos. Por último, el resto erosivo del Dedo de Dios está constituido por apilamientos lávicos y diques máficos miocenos, y se formó como retroceso del acantilado.

El último LIG es el saliente de la “Laja del Risco” (figura 2D) y tiene un carácter paisajístico puesto que desde él se puede ver toda la costa de Agaete, desde el domo de Punta Gorda al norte, hasta la playa del Risco (Agaete) y Punta de las Arenas (Artenara) al sur. Además, indicar que este LIG se encuentra dentro de un espacio protegido, el Parque Natural de Tamadaba. Los materiales, formas y estructuras que se aprecian desde esta punta son muy variados y llamativos, y forman parte de los acantilados actuales activos y de los paleoacantilados que son la cicatriz de un deslizamiento gravitacional gigante. Así, se observa en la pared acantilada de casi mil metros de altura cientos de flujos lávicos miocenos, intruidos por diques máficos y félsicos, en las partes bajas y medias, y el paredón culmina con varias ignimbritas traquiriolíticas miocenas más potentes. También se ve el domo fonolítico del Punta Gorda en el extremo norte; el LIG del Puerto de Las Nieves en la zona intermedia; la playa de Guayedra con el planchón discordante de basaltos pliocuaternarios post-Roque Nublo en la ladera sur del barranco de Guayedra. Localmente, se aprecia algún nivel de almagre rojizo entre las lavas miocenas; varias playas de cantos de difícil acceso, y algunos conos de coluviones, parcialmente erosionados por la acción del mar y las aguas superficiales. Por último, se distingue hacia el sur un paisaje acantilado con la misma geodiversidad y la playa del Risco.

DISCUSIÓN

Los estudios de geodiversidad y patrimonio geológico llevados a cabo en la isla de Gran Canaria son escasos y, actualmente, se están realizando el inventario de LIG a nivel insular por parte del IGME. Los estudios previos efectuados en la cartografía geológica del Plan MAGNA a escala 1:100.000 (Balcells *et al.*, 1992) enumeran 10 LIG de importancia insular. Igualmente, el inventario de LIG de importancia europea (García-Cortés *et al.*, 2008) de la isla citan dos geosites. En estos casos, no se definen ningún LIG en el municipio de Agaete. Por consiguiente, nuestro estudio es original y novedoso, al determinar cuatro LIG costeros en este municipio. Los acantilados de Agaete son ventanas

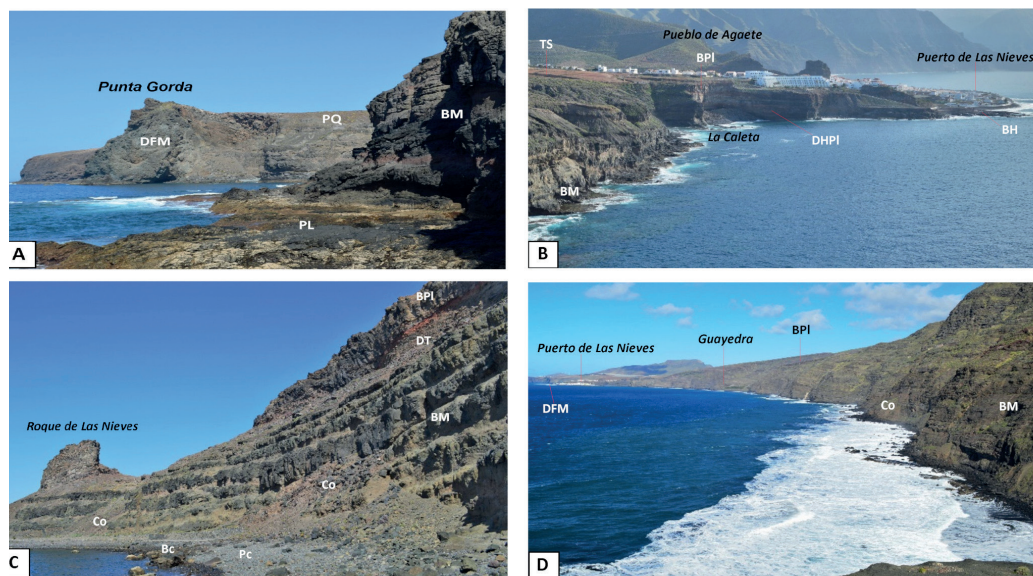


Figura 2. LIG de la costa de Agaete: A) Punta Gorda, B) La Caleta - Bco. de Agaete, C) Puerto de las Nieves; y D) La Laja del Risco. Leyenda: BM - basaltos miocenos; DFM - domo fonolítico mioceno; DHPI - depósitos hidromagméticos pleistocenos; BPI - basaltos pleistocenos; BH - basaltos holocenos; TS - tsunamitas; Co - coluviones; Bc- bloques caídos; Pc - playa de cantos.; PQ - piroclastos cuaternarios; PL - plataforma litoral.

geológicas espectaculares, puesto que en ellos se pueden distinguir una elevada variedad de elementos geológicos (materiales, morfologías y estructuras junto con formaciones geológicas) representativos de la historia geológica de Gran Canaria, algunos de ellos singulares como, por ejemplo, los apilamientos volcánicos del estratovolcán mioceno (formación basáltica y formación traquiriolítica), la intrusión de diques máficos y félsicos, un domo fonolítico mioceno y, sobre todo, las tsunamitas de la Caleta. En este sentido, los cuatro LIG definidos en este trabajo tienen importancia municipal y posiblemente insular, similares a los determinados en las costas de Arucas y Las Palmas de Gran Canaria (Déniz-González y Mangas, 2009, 2010). Actualmente, se está realizando el inventario y la valoración de estos cuatro LIG, según el documento IELIG 2018 y, con los resultados se pretende divulgar el patrimonio geológico municipal y establecer estrategias de geoconservación y geoturismo. Por último, esta investigación es parte de un Trabajo de Fin de Grado de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Este tipo de estudios universitarios resultan ser herramientas útiles en la caracterización del patrimonio geológico local.

CONCLUSIÓN

Se ha llevado a cabo la investigación en la franja costera del municipio de Agaete para determinar los elementos geológicos que constituyen su elevada variedad geológica (materiales, morfologías, estructuras y formaciones). En este sentido, se han establecido cuatro LIG de importancia municipal e insular (Punta Gorda, La Caleta - Bco. de Agaete, Puerto de Las Nieves y Laja del Risco) que contienen elevados valores geológicos, representativos de la historia geológica de la isla desde el mioceno hasta la actualidad, tanto en sus etapas constructivas (magmáticas y sedimentarias) como erosivas. La geomorfología costera de Agaete está representada por acantilados y paleoacantilados de más de 1.000 m, que constituyen cortes geológicos excepcionales para observar el patrimonio geológico, y que están protegido por la Ley de protección y uso sostenible del litoral 2/2013 y que modifica la Ley de Costas de 1988.

REFERENCIAS

- Balcells, R., Barrera, J.L. y Gómez, J.A. 1990. *Mapa geológico de España, escala 1:25.000, 1101-I-II, Agaete*. Segunda Edición. Madrid. Instituto Geológico y Minero, Memoria 54 pp.
- Balcells, R., Barrera, J.L. y Gómez, J.A. 1992. *Mapa Geológico de España, escala 1:100.000, 21-21/21-22, Isla de Gran Canaria*. Primera edición. Madrid. Instituto Geológico y Minero, Memoria 323 pp.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*, Instituto Geológico y Minero España, 378 pp.
- Déniz-González, I. y Mangas J. 2010. Inventario y valoración de los Lugares de Interés Geológico en la Costa de Arucas (N de Gran Canaria). En Florido, P. (ed.) *Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero*, Instituto Geológico y Minero, 75-89.
- Déniz-González, I. y Mangas, J. 2012. Lugares de interés geológico en la costa de Las Palmas de Gran Canaria (Islas Canarias): Inventario y valoración, *Geotemas*, 13, 1253-1256
- García-Cortés, A., Águeda-Villar, J. y Palacio, J. 2008. *Contextos geológicos españoles: Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*, Instituto Geológico y Minero, 235 pp.
- IGME 2018. *Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Versión 19. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 61 pp.
- Pérez-Torrado, F.J., Paris, R., Cabrera, M.C., Schneider, J.L., Wassmer, P, Carracedo, J.C. y Rodríguez-Santana, A. 2006. Tsunami deposits related to flank collapse in oceanic volcanoes: The Agaete Valley evidence, Gran Canaria, Canary Islands. *Marine Geology*, 227 (1–2), 135-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2005.11.008>
- Rodríguez-González, A. 2009. *El vulcanismo holoceno de Gran Canaria: Aplicación de un sistema de información geográfico*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 162 pp.
- Rodríguez, A., Ramos, G., Bello, J.; Ruano, J. y Mangas, J. 2012. Datos preliminares sobre las zeolitas asociadas a los basaltos vacuolares miocenos de Montaña Blanca (Agaete, Gran Canaria). *Geotemas*, 13, 1092-1095

GEOTURISMO

**PROPUESTA DE GEO-RUTA POR LA FOSA DEL CHORRILLO:
FUENTES, HERVIDEROS Y VOLCANES (CAMPO DE CALATRAVA,
CIUDAD REAL, ESPAÑA)**

***PROPOSAL OF A GEO-ROUTE THROUGH THE FOSA DEL CHORRILLO: SOURCES,
HOTS SPRINGS AND VOLCANOES
(CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL, SPAIN)***

E. Escobar^{1 2}, R. Becerra-Ramírez^{1 2} M.E. González^{1 2} y R.U. Gosálvez¹

¹ Geovol. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Camilo José Cela, s/n, Ciudad Real, España. estela.escobar@uclm.es, rafael.becerra@uclm.es, elena.gonzalez@uclm.es, rafaelu.gosalvez@uclm.es

² Instituto Volcanológico de Canarias (Involcan), Hotel Taoro, s/n, 38400, Puerto de La Cruz, Tenerife, España

RESUMEN

La Fosa del Chorrillo es una fosa tectónica por donde circula el río Jabalón (afluente del río Guadiana por el margen izquierdo). Se ubica en la región volcánica Campo de Calatrava, en la provincia de Ciudad Real. Dicha depresión tectónica se debe a las orogenias varisca y alpina y se caracteriza por una intensa fracturación, lo que ha dado como resultado una variada presencia volcánica, así como una característica muy singular en el Campo de Calatrava: los popularmente llamados "hervideros". La geo-ruta propuesta recoge tanto los principales edificios volcánicos como los hervideros y fuentes agrias de la zona de estudio. Igualmente nos vemos en la obligación de poner de manifiesto el abandono que sufren estos baños termales, algunos de ellos de gran reconocimiento internacional como los Baños de Fuensanta.

Palabras clave: fosa tectónica, fracturación, hervideros, orogenias, volcánico.

ABSTRACT

The fosa del Chorrillo is a tectonic fossa through which flows the river Jabalon (tributary of the Guadiana River by the left margin). It is located in the volcanic region of Campo de Calatrava, in the province of Ciudad Real. This tectonic depression is due to the Orogenias Varisca and Alpina and is characterized by an intense fracturing, which has resulted in a varied volcanic presence, as well as a very unique feature in the Campo de Calatrava: the popularly called "Hervideros". The proposed geo-route collects both the main volcanic buildings and the hervideros and sour sources of the study area. We are also obliged to highlight the abandonment suffered by these hots springs, some of them of great international recognition like the Baths of Fuensanta.

Key words: fracturing hervideros, orogenias, tectonic fossa, volcanic.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El Campo de Calatrava se corresponde con un umbral paleozoico, abombado en su extremo occidental y compartimentado por la presencia de fracturas de desgarre y fosas tectónicas generadas en las orogenias varisca y alpina.

Sobre la mayor parte de los materiales paleozoicos ubicados en depresiones silíceas, y en discordancia con ellos, se depositan sedimentos continentales datados de finales del Terciario (Neógeno) y en el Cuaternario. Estos materiales rellenan depresiones estructurales plegadas, configuradas como una serie de fosas tectónicas esculpidas sobre el basamento varisco, quedando todo el conjunto controlado por fracturas de direcciones ENE-WSW, NNW-SSE y E-W (Gallardo Millán, 2006).

El origen de estas fosas se debe a etapas distensivas que aparecen tras las principales fases de compresión béticas y a fases compresivas débiles debidas a la neotectónica, esfuerzos que han reactivado fallas profundas que son las responsables de la formación de estas depresiones tectónicas (Crespo Zamorano, 1992; Rincón Calero, 1999; Gallardo Millán, 2006).

En este marco se ha desarrollado un volcanismo de edad reciente (Mioceno superior-Holoceno) que ha introducido morfologías características, dando lugar a uno de los paisajes más singulares de la península ibérica. El volcanismo está relacionado con el fallamiento extensional, actuando las fallas como conductos preferentes para la circulación de los fluidos hidrotermales que dieron lugar a los yacimientos de manganeso cobaltífero (Crespo Zamorano, 1992; Crespo y Lunar 1997). Existe una actividad geotérmica remanente en el área como lo demuestra la existencia de los llamados hervideros (término local para designar las fuentes termales de baja temperatura que burbujan debido a la presencia de CO₂).

En cuanto al origen del volcanismo calatravo, no hay un acuerdo en la comunidad científica, aunque la mayoría de los autores coinciden en que está relacionado con el choque-roce de las placas euroasiática y africana en el ámbito de la Península Ibérica y, en concreto, con el levantamiento de las Cordilleras Béticas por la orogenia alpina (López Ruíz *et al.*, 1993).

ELEMENTOS Y PARADAS DE LA GEO-RUTA

La geo-ruta propuesta discurre por la denominada "depresión o fosa del Chorrillo". Se trata de una fosa tectónica alargada en la dirección NNW-SSE, de un kilómetro aproximadamente de anchura máxima y algo más de nueve de longitud. Presenta una gran actividad volcánica en la que nos vamos a encontrar fuentes, hervideros, volcanes magmáticos y *maares* de gran importancia y relevancia en el contexto nacional. Las paradas previstas seguirán la fractura NW-SE tomando como referencia el río Jabalón y la carretera paralela a él, la CM-4111 (Figura 1).

Señalados como a y b de la figura 1 aparecen ubicados dos hervideros que actualmente se encuentran en total abandono y en fincas agrícolas privadas por lo que no es posible su visita. La "a" corresponde a los Hervideros de la Fuensanta (Código LIG: CI22, IGME,31/12/2015), unos de los baños más emblemáticos e importantes del Campo de Calatrava y de gran reconocimiento nacional e internacional, llegando a ser premiado en 1878 en la Exposición Universal de París y en la mineralogía de Madrid por su esplendor (Casero Nieto y Martínez Pérez 1983) y calidad terapéutica. Actualmente se encuentra en estado lamentable (Figura 2.1). En iguales condiciones se encuentra los Baños de San Cristóbal (Figura 2.2). Aunque no estaría dentro de las visitas de la geo-ruta, hemos visto indispensable mencionarlos dentro del contexto espacial de la actividad geotermal de la Fosa del Chorrillo.

Fuente del Gallego (1), Mina de Manganeso (2) y los Baños y fuente del Chorrillo (3)

Iniciaremos la geo-ruta saliendo de Ciudad Real hacia el SE por la carretera CM-4111, dirección a Aldea del Rey. Antes de llegar al km14, tomaremos un camino que sale a nuestra izquierda. Se trata de una antigua cañada denominada en los mapas topográficos como camino de la Virgen de los Santos, acondicionada para la Ruta de D. Quijote, que comunica con Pozuelo de Calatrava siendo el municipio al que pertenecen estos tres elementos.

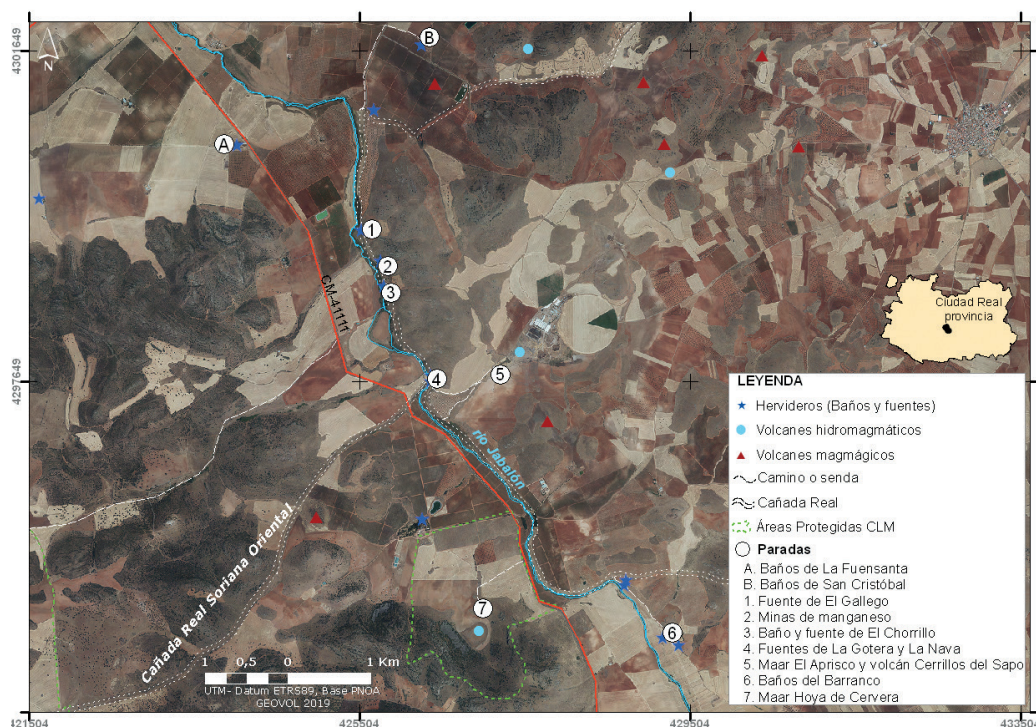


Figura 1. Mapa de la Geo-ruta propuesta. Principales elementos de interés y paradas.

Cruzaremos el río Jabalón donde aparece una bifurcación. En primer lugar, nos dirigiremos hacia la izquierda para poder parar en la Fuente del Gallego una de las surgencias de agua agria existente en esta zona y muy visitadas por los lugareños.

Posteriormente, volveremos al cruce y seguiremos por el camino que sale a la derecha donde nos vamos a encontrar el corte correspondiente a las Minas de Manganese (Mn), mineralizaciones manganésíferas que han sido objeto de explotaciones intermitentes desde el siglo pasado hasta 1963. Estas mineralizaciones son consecuencia de la conjunción de procesos endógenos y sedimentarios, generándose mediante el acopio de oxihidróxidos de hierro proporcionados por aguas cargadas de dichas sustancias. La actividad hidrotermal y geotermal ha actuado lixivando el hierro contenido en el sustrato paleozoico, facilitando su acumulación y posterior precipitación. Un último elemento que parece haber sido importante para el desarrollo de estos procesos de encostramiento está relacionado con las condiciones climáticas imperantes, pudiendo atribuirse a un paleoclima mediterráneo extremo. Los cuerpos mineralizados que se han originado son de morfología diversa, pudiendo agruparse en costras, diseminaciones, filoncillos y capas de wad y de pisolitos (Crespo Zamorano, 1992; Poblete Piedrabuena, 1994).

Situados por debajo de la Mina de Manganese divisamos los Baños y Fuente del Chorrillo. El descubrimiento de estos manantiales coincide con la época en la que se realizaron explotaciones mineras en la zona. Pedro María Rubio en el Tratado Completo de las Fuentes minerales de España en 1853, los describe de la siguiente manera: "son dos fuentes que nacen a unos 80 pies (22 metros) sobre el nivel del río y a unos 29 pies (8 metros) de distancia una de otra, formando cada una un pocillo de agua cuya superficie ofrece innumerables y vistosas burbujas gaseosas" Actualmente consta de una fuente agria apta para el consumo, cubierta por un pequeño bombo (actualmente ha sido reconducido y se le ha colocado un grifo para el mayor y mejor aprovechamiento) y la piscina característica (Escobar y González, 2010) (Figura 2.3).

Las aguas están clasificadas como bicarbonatadas sódicas, ricas en magnesio, calcio y potasio y con temperaturas que oscilan entre los 18° y 21° C.

Fuente La Gotera y Fuente la Nava (4)

Ambas fuentes son ampliamente conocidas en la comarca. Se trata de exutorios de aguas ricas en óxidos de hierro y manganeso. La Fuente de la Gotera se encuentra situada en la orilla derecha de río Jabalón. En la actualidad sólo se mantiene el manantial en zonas muy bajas y próximas al río. En los bancos de cuarcitas en lo que nace se observa claramente el antiguo recorrido del agua y la magnitud de este. Se ve la roca desgastada y pulida por el paso del agua y con coloraciones negruzcas por los depósitos de óxidos (Figura 2.4).

A unos 150 m de la Fuente de la Gotera se sitúa la Fuente La Nava (Figura 2.5) también de aguas ferruginosas y con una temperatura de 17-18°C, localizada en las inmediaciones de un antiguo puente de posible origen romano, denominado Puente del Alguacil; sin embargo, urge la necesidad de limpieza y acondicionamiento del manantial para su potenciación.



Figura 2.1. Baños de la Fuensanta; 2. Baños de San Cristóbal; 3. Baños del Chorrillo; 4. Fuente de la Gotera; 5. Fuente la Nava.

Maar del Aprisco o la Nava y Cerrillos del Sapo o Valdeparaíso (5)

El maar del Aprisco o la Nava constituye una amplia depresión explosiva abierta en una erupción freatomagmática. El anillo de tobas forma un claro reborde, desigualmente conservado.

Por su parte, el volcán Cerrillos del Sapo se levanta sobre el borde oriental del maar del Aprisco. Se genera en una erupción estromboliana con pulsos efusivos muy puntuales. Desarrolla un cono de piroclastos de planta irregular y emite coladas que se adaptan a la topografía previa a la erupción encauzándose por pequeños barrancos. En la cima se hallan resto de escorias soldadas que delatan la presencia de una boca de emisión, pero se encuentra muy desdibujada y sin reflejo morfológico (Becerra, 2013).



Figura 3. Baños Barranco Chico.



Figura 4. Cráter del Maar de la Hoya de Cervera

Baños de Barranco Chico (6)

A la altura de la Encomienda de Cervera, siguiendo la línea del río Jabalón, nos disponemos a visitar el siguiente hervidero, el único, que tengamos noticias, que sigue siendo utilizado por las gentes del lugar. Actualmente se ha restaurado y re-inagurado siendo apto para el uso público (23 de febrero del 2019 <https://www.lanzadigital.com/provincia/aldea-del-rey-ha-inaugurado-los-banos-de-barranco-el-almacen-municipal-y-el-nuevo-parque-infantil/>). Los baños del Barranco, localizados en el término municipal de Aldea del Rey, se componían de dos hervideros: Barranco Grande y Barranco Chico. Desgraciadamente, Barranco Grande se encuentra en total deterioro, desaparecido el recinto e invadido por juncos y carrizos, haciendo muy difícil su acceso. La piscina de Barranco Chico se construye en 1973 debido a la afluencia de visitantes (Escobar, 2016). Sus aguas son ferruginosas, ricas en gas carbónico, manganeso y la temperatura es de 17°C (Figura 3).

Maar La Hoya de Cervera (7)

Se trata de un cráter freatomagmático de 1000 m de eje mayor y 140 m de profundidad máxima. Dibuja un gran arco abierto al norte, siendo por este rebaje topográfico por donde se desplazan las oleadas piroclásticas que se emplazan formando un gran abanico que enlaza con las terrazas del río Jabalón. Las oleadas piroclásticas de Cervera tienen carácter masivo, y en el valle del Jabalón se superponen a los flujos piroclásticos procedentes del volcán del Aprisco o la Nava.

El maar de la Hoya de Cervera ha sido declarado por la Junta de Comunidades de Castilla-la Mancha, Monumento Natural. La visita a estos parajes en distintas épocas del año nos permite captar los cambios en el paisaje vinculados al mayor o menor grado de humedad y por tanto a la formación de las lagunas temporales que rellenan los fondos crátericos (Figura 4).

CONCLUSIONES

En la geo-ruta propuesta se pone de manifiesto la importante actividad volcánica y geotermal de la Fosa del Chorrillo. Aunque solo se trata una cuarta parte de los elementos del entorno debido a que muchos hervideros se encuentran en estado de total abandono y en fincas privadas como varios edificios volcánicos, queda reflejado el interés científico-didáctico de la misma. Las geo-rutas como los itinerarios tanto geoturísticos como didácticos, son unas herramientas indispensables y juegan un papel destacado en el aprendizaje, conocimiento y valoración de elementos geológico-geomorfológicos.

REFERENCIAS

- Becerra, R. 2013. *Geomorfología y geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis Doctoral, UCLM, Ciudad Real, 818 pp.
- Casero Nieto J.A. y Martínez Pérez F. 1983: Balneario hervideros de Fuensanta. *Cuadernos de Estudios Manchegos*, 14:299-309.
- Crespo Zamorano, A. 1992. *Geología, mineralogía y génesis de los yacimientos de manganeso cobaltífero del Campo de Calatrava (Ciudad Real)*. Tesis doctoral. UCM. Madrid. 389 pp.
- Crespo, A. y Lunar, R. 1997. Yacimientos de manganeso cobaltífero del Campo de Calatrava (Ciudad Real). In: Higuera, P.; Sánchez, C. (eds). *XVII Reunión Científica de la SEM. Itinerarios Geológicos*. Edita: U.C.L.M. pp. 55-88.
- Escobar, E. y González, E. 2010. Itinerario por los hervideros o cultura de los baños: recurso didáctico para el estudio y conservación del paisaje volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España) En: Marrón-Gaite, M.J. y Lázaro, M.L. (Eds.) *Geografía, Educación y Formación del Profesorado en el Marco del Espacio Europeo de Educación Superior*. (I), 287- 298.
- Escobar Lahoz, E. 2016. *Aprovechamiento de los recursos volcánicos: Mediterráneo central (Italia peninsular), Mediterráneo occidental (Campo de Calatrava) y Entorno atlántico (Islas Canarias)*. Tesis Doctoral, UCLM, Ciudad Real 1278 pp.
- Gallardo Millán, J.L. 2006. Efectos tectónicos recientes en el Campo de Calatrava deducidos de los datos paleomagnéticos del volcanismo neógeno. *Geogaceta*, 39,35-38.
- IGME, 02/02/2019, <http://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=CI221>
- López Ruiz, J. L., Cebriá, J.M., Doblas, M., Oyarzun R., Hoyos M., Martín C. 1993. Cenozoic intra-plate volcanism related to extensional tectonics at Calatrava, central Iberia. *Journal of the Geological Society*, 150, 915-922.
- Poblete Piedrabuena M.A. 1994. Las últimas manifestaciones asociadas al vulcanismo del Campo de Calatrava (Ciudad Real): Los manantiales termales. *Cuadernos de Sección, Historia*, 20,187-201.
- Rincón Calero, P.J. 1999. *Análisis de la deformación incidente durante el período neotectónico en el antepaís bético (España Central): implicaciones morfoestructurales y origen del volcanismo reciente del Campo de Calatrava (contrastación con otros entornos ígneos)*. Tesis Doctoral. UCM. Madrid.

PROPUESTA DE ITINERARIO GEOTURÍSTICO POR EL MAAR DE HOYA LARGA. RELIEVE RUINIFORME EN EL ANILLO DE TOBAS. CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL, ESPAÑA

PROPOSAL OF GEOTOURISTIC ITINERARY IN THE HOYA LARGA MAAR. RUINIFORM RELIEF ON THE TUFF RING. CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL, SPAIN

M.E. González ¹⁻², R. Becerra ¹⁻², E. Escobar ¹⁻², R.U. Gosálvez, M. Serrano ¹, M. Moreno¹

¹ Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Letras, A/ Camilo José Cela s/n, 130071 Ciudad Real.

² Instituto Volcanológico de Canarias INVOLCAN, C/ Álvaro Martín nº 2, 38400 La Laguna,
elena.gonzalez@uclm.es

RESUMEN

Al sur del Macizo de Calatrava se localiza una alineación de depresiones freatomagmáticas con orientación NW/ SE, de la que forman parte los maars de Las Carboneras, Los Lomillos, Hoya Nivel y Hoya Larga. Las potentes erupciones desarrollaron flujos piroclásticos que dieron forma a anillos de tobas bien desarrollados y adaptados puntualmente a las paredes rocosas generadas en los procesos explosivos y a la topografía serrana previa a la erupción. Se trata de depósitos potentes, intensamente litificados y consolidados, afectados por agrietamientos postdeposicionales lo que ha contribuido junto a una posición, en algunos casos eminente, al desarrollo de procesos erosivos que han desmantelado sectores enteros de los mismos, dando lugar a la aparición de un relieve ruiniforme de notable interés geológico, geomorfológico y paisajístico, circunstancias que deben ponerse en valor a la hora de la potenciación del relieve volcánico de la zona y del diseño de itinerarios didácticos, divulgativos y geoturísticos como es el caso de Hoya Larga.

Palabras clave: anillo de tobas, Campo de Calatrava, geoturismo, itinerario geológico, maar.

ABSTRACT

To the south of the Calatrava Massif there is an alignment of phreatomagmatic depressions with NW / SE orientation, of which the maars of Las Carboneras, Los Lomillos and Hoya Larga. The powerful eruptions developed pyroclastic flows that gave shape to rings of well-developed tuff ring and adapted to rock walls generated in the explosive processes and mountain topography prior to the eruption. These are powerful deposits, intensively litified and consolidated, affected by postdepositional cracks, which has contributed, along with a position, in some cases eminent, to the development of erosive processes that have dismantled entire sectors thereof, leading to the appearance of a ruiniform relief of remarkable interest, geological, geomorphological and landscaping, circumstances that should be put

in value at the time of the enhancement of the volcanic relief of the area and the design of educational, informative and geotouristic itineraries such as case of Hoya Larga.

Key words: *Campo de Calatrava, geotourisme, geological itinerary, maar, tuff ring.*

INTRODUCCIÓN

El Macizo de Calatrava se localiza al SE de la región volcánica (Figura 1). Forma el cierre periclinal del anticlinal del Tirteafuera intensamente deformado en la segunda fase varisca. La presencia de agua acumulada a diferente profundidad, en función de la intensa fracturación de la zona, ha facilitado, el desencadenamiento de erupciones freatomagmáticas que han desarrollado un elevado número de edificios tipo *maar*, localizados tanto en el centro del macizo montañoso como en su periferia. Al sur, sobre fracturas de dirección NW-SE, y NE-SW, se alinean el doble cráter freatomagmático de Las Carboneras y los de Los Lomillos, Hoya Nivel y Hoya de La Encina, conocido también como maar de Hoya Larga, y otros de menor entidad geomorfológica y paisajística (Figura 2). Estos *maares* tienen diámetros que oscilan entre 1000 y 2000 m y profundidades que alcanzan 80 metros (González, 1997).

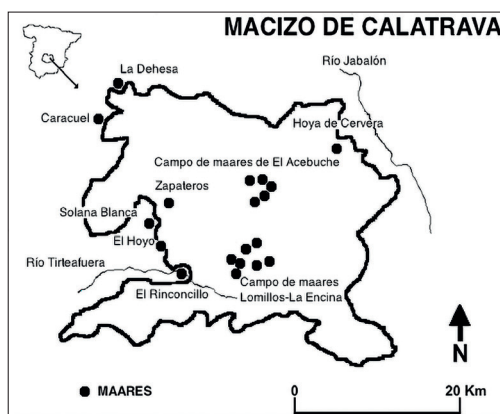


Figura 1. Situación del área de trabajo .

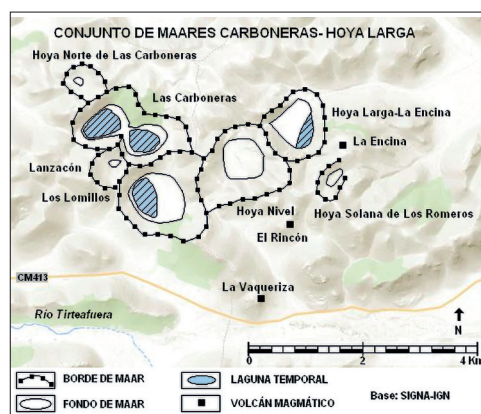


Figura 2. Esquema geomorfológico de los maares .

Todos ellos se encuentran protegidos bajo la figura de Monumento Natural del Macizo Volcánico de Calatrava, según decreto 91/2008 de 24 de junio y forman parte de los elementos estratégicos en el proyecto de solicitud de un Geoparque que contenga las formas y formaciones volcánicas del Campo de Calatrava, puesto en marcha por la Universidad de Castilla-La Mancha y la Diputación Provincial de Ciudad Real.

Los paisajes volcánicos se han constituido como una atracción singular para el viajero que desea visitar territorios volcánicos activos o no. Sigurdsson y Lopes (2000) estiman que "...los volcanes son un tema fascinante para gente de todas las edades". El paisaje volcánico calatravo es, sin duda, uno de los aspectos diferenciadores de esta comarca, hasta tal punto que forman parte del patrimonio natural y cultural de este territorio y se configuran como señas de identidad del mismo, ofreciendo unos elementos paisajísticos y unas formas y formaciones nada monótonas, especialmente en las áreas montañosas en las que los volcanes rompen la uniformidad de la línea de cumbres con destacados resaltes o profundas hondonadas que con condiciones climatológicas adecuadas albergan lagunas de notable interés biogeográfico (Becerra *et al.*, 2017; Gosálvez, 2011). En este contexto integramos el elemento geomorfológico objeto de este trabajo (Figura 3) como resultado de los procesos: constructivos volcánicos y dismanteladores erosivos que han tenido lugar a lo largo del Pleistoceno-Holoceno en este área. Proponemos, por su indudable interés científico, el diseño de un itinerario geoturístico, didáctico y divulgativo por este entorno.

MARCO GEOLÓGICO

El *maar* de Hoya Larga junto con el cerro de La Encina forman un conjunto volcánico que se localiza en el extremo NW de una pequeña fosa tectónica sobre los crestones cuarcíticos de su borde meridional. Fases eruptivas efusivo-estrombolianas alternan con otras de naturaleza freatomagmática y dan lugar a la apertura de un amplio cráter de explosión y a la formación de un edificio magmático integrado por acumulaciones de piroclastos y la emisión de largas coladas fluidas. Hoya Larga tiene forma subcircular con unas dimensiones de 2000 m de diámetro mayor y una profundidad máxima de 130 m.



Figura 3. Relieve ruiniforme desarrollado en el anillo de tobas del *maar* de Hoya Larga.

El volcán de La Encina se levanta sobre una hilada de cuarcita a lo largo de una fisura E/W de 900 m de longitud. Su cono y la dirección de sus coladas se adaptan a la topografía serrana, siendo notable la disimetría de sus laderas. Las fuentes de lava emitidas formaron un cejo de *spatter* que configuró la formación de un arco cratérico abierto al sur (González, 1997).

ITINERARIO GEOTURÍSTICO

El itinerario propuesto (Figura 4) está destinado al viajero que busca en el turismo de naturaleza una manera de conocer y comprender el paisaje de un territorio en el que la presencia humana haya causado el menor impacto posible, aunque en el mismo no se puedan obviar las huellas de esa presencia (González *et al.*, 2017). Otros itinerarios de similares características se han diseñado y puesto en práctica en la región volcánica (Escobar y González, 2010; Escobar *et al.*, 2017; González *et al.*, 2017; Moreno, 2016) dentro de los trabajos que sobre esta temática desarrolla el Grupo de Investigación GEOVOL-UCLM. El recorrido que consta de 5 paradas se inicia en la confluencia de la carretera CM-413 (saliendo de Argamasilla de Calatrava con dirección a Aldea del Rey) con el camino del Arroyo del Buitre, cubre una distancia de 11 km -ida y vuelta-, su dificultad es baja y puede hacerse a pie, a caballo, en bicicleta y en vehículo todo terreno o similar. Discurre a través de caminos rurales -camino del Buitre y camino de Los Arrieros- que comunican la mencionada carretera con fincas rústicas y parcelas de cultivo. Aunque la parada principal sea la número 4, antes de llegar a ella, se han establecido otras 3 que nos van a permitir la observación de los volcanes de La Vaqueriza, El Rincón

o La Colmenilla y el *Maar* de Los Lomillos, siendo la número 5 la que completa el recorrido y nos permite apreciar las diferencias en la morfología del anillo de tobas de Hoya Larga y el cono de La Encina. A los visitantes se les debería facilitar, en los puntos de información turística, una pequeña guía de campo con las características detalladas de cada uno de los puntos de observación del recorrido. También sería deseable la instalación de paneles explicativos. Todo ello con cargo a proyectos de I+D+i o a Contratos de Investigación Universidad-Instituciones. Las mejores épocas del año para realizar la ruta son la primavera y el otoño atendiendo a las características climáticas de este espacio.

Parada nº 1. Volcán La Vaqueriza

Volcán basáltico monogénico construido en erupciones estrombolianas donde se han combinado pulsos explosivos con otros efusivos. Presenta un cono abierto en herradura (Becerra, 2013) basculado al sur, siguiendo la topografía de piedemonte previa a la erupción. La colada emitida discurre hacia el valle abriéndose en abanico y dando lugar a la formación de un amplio frente que confluye con otras coladas procedentes de volcanes situados al sur, en la crestería de la Sierra de Calatrava.

Parada nº 2. Volcán de El Rincón o La Colmenilla

Volcán basáltico monogénico, de carácter fisural, situado al NE del anterior, siguiendo el vallejo del Arroyo del Buitre. La topografía previa a la erupción hace que se repita la morfología básica que veíamos en La Vaqueriza: disimetría en las alturas de los flancos norte y sur, cráter en herradura abierto al SW y emisión de una pequeña colada de apenas 500 m de recorrido total.

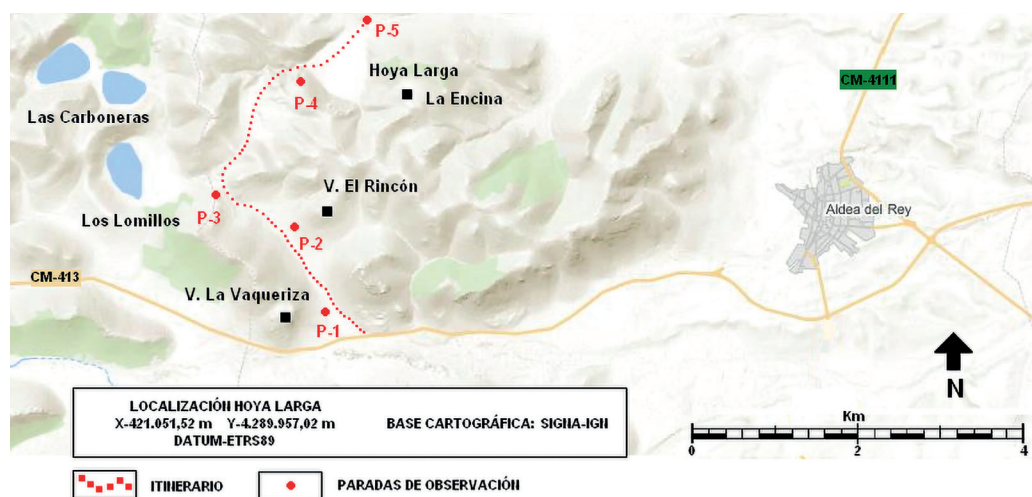


Figura 4. Itinerario Geoturístico.

Parada nº 3. Maar y laguna de Los Lomillos

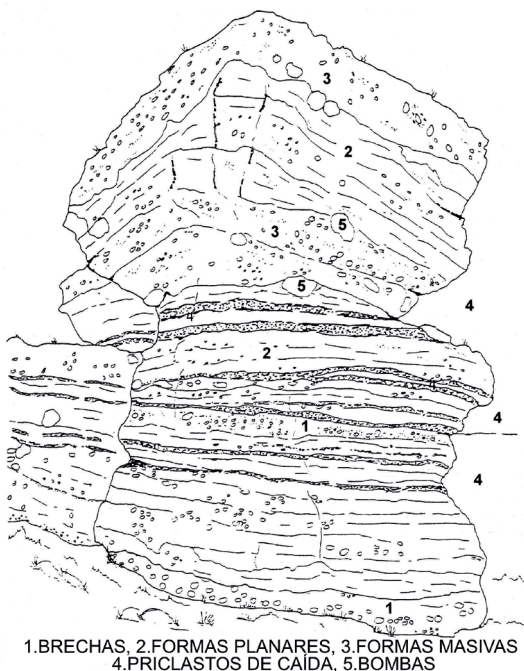
Maar que alberga una laguna temporal. No se puede acceder a él porque se encuentra dentro de una finca privada. Pese a esta circunstancia puede apreciarse, desde el punto de observación, el anillo de tobas y el fondo inundado tras época de lluvias. Con niveles adecuados de agua en el vaso lagunar, puede observarse la presencia de numerosas especies de aves como la focha común, el ánade azulón, zampullines, somormujos, y cigüeñuelas (Gosalvez, 2011).

Parada 4. Relieve ruiniforme en el anillo de tobas de Hoya Larga

La erupción freatomagmática que abre el *maar* de Hoya Larga no solo rompe un importante sector del cordal serrano sino parte de la ladera occidental del cono y las coladas de La Encina. Esta erupción desarrolla múltiples pulsaciones explosivas que dan lugar a la formación de flujos piroclásticos rasantes desarrollando un anillo de tobas

cuyos depósitos presentan diferencias de altitud de más de 36 metros entre los bordes N y S, siempre en función de la topografía previa y de la resultante del potente proceso explosivo. Así, en el lado norte, el anillo se encuentra perfectamente conservado sin que hayan incidido en él los fuertes procesos erosivos que afectan a su sector sur. El arco que debía separar Hoya Larga de Hoya Nivel, cuya potencia es de unos 10 metros, es el que ha soportado una erosión más intensa, quedando toda la parte superior del mismo afectada de un proceso ruiforme iniciado y potenciado a favor de las grietas de retracción que aún se observan en los restos del anillo (Figuras 5 a y b). De muro a techo, en la parte visible del relieve, se localiza (González, 1997) un depósito masivo, muy litificado, sobre el que se instala una brecha de explosión formada por materiales cuarcíticos y líticos accesorios basálticos. Sobre ella se emplaza un potente flujo piroclástico con formas de fondo planares y niveles de clastos alineados con capas alternantes de material muy fino y clastos tamaño grava.

A techo de este nivel aparece una capa carbonatada, de unos 10 cm de potencia media, sobre la que se deposita una nueva brecha de explosión y un depósito de piroclastos de caída, negros, de 5 cm de espesor. Se inician ahora secuencias alternantes de depósitos de brechas, oleadas basales y piroclastos de caída basálticos, finalizando con el emplazamiento de potentes flujos piroclásticos masivos con bombas sin huella de impacto y líticos cuarcíticos incorporados y reabajados durante el proceso de transporte adoptando formas redondeadas o facetadas. Desde este enclave se tiene una magnífica visión del conjunto de Hoya Larga y del cono de La Encina (Figura 6). A partir de este punto el camino cruza el fondo del *maar* para dirigirnos a la última parada del itinerario.



1.BRECHAS, 2.FORMAS PLANARES, 3.FORMAS MASIVAS
4.PICLASTOS DE CAÍDA, 5.BOMBAS

Figura 5 a y b. Morfoestructura labrada en los restos erosionados del depósito sur del anillo de tobas de Hoya Larga.

Parada nº 5. Borde norte del anillo de tobas y Cono de La Encina

El cono de La Encina se sitúa al NE de Hoya Larga. Becerra (2013) lo define como "uno de los volcanes de mayor tamaño del volcanismo calatravo, coronando el centro del Macizo de Calatrava". Se desarrolla en una erupción

eminentemente efusiva con pulsos de moderada a fuerte explosividad en los que se emiten piroclastos, cenizas, escorias y bombas, que conforman el cono disimétrico adaptado a la topografía de las cumbres serranas. La actividad efusiva con desarrollo de fuentes de lava se manifiesta en la formación de largas coladas que recorren las laderas cuarcíticas y se encauzan al norte y sur del edificio volcánico en los valles de los arroyos del Pozo de la Umría y Los Avisperos, uniéndose, en las proximidades de Aldea del Rey con las que vienen del volcán de Los Frailes y del Alguacil.



Figura 6. Maar de Hoya Larga y cono de La Encina.

CONCLUSIONES

Los territorios volcánicos son espacios de notable interés que atraen a un creciente número de viajeros interesados en contemplar un paisaje diferente. Dóniz (2014) estima que "Los paisajes volcánicos ... forman parte de patrimonio natural y cultural de la sociedad". El mayor peso que en la oferta turística alcanza el turismo de naturaleza es, sin duda, un incentivo para la extensión y mejora de políticas proteccionistas y un complemento necesario para la economía de los espacios rurales. Los itinerarios tanto geoturísticos como didácticos, las georrutas, se han mostrado como una herramienta valiosa para el aprendizaje y para el conocimiento y valoración de elementos geológico-geomorfológicos, máxime en un momento en el que las administraciones provinciales de Ciudad Real apuestan claramente por la elaboración de un proyecto de Geoparque para la Región Volcánica del Campo de Calatrava.

REFERENCIAS

- Becerra, R., Escobar, E., González, E., Dóniz, J., Becerra, M.C. 2017. Recursos para el Geoturismo en la Región Volcánica del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España central)" En: Carcavilla, L., Duque, J., Giménez, J., Hilario, A., Monge, M., Vegas, J., Rodríguez, A. (Eds.) Patrimonio Geológico, gestionando la parte biótica del Patrimonio Natural, 309-315.
- Becerra, R. 2013. *Geomorfología y geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica del Campo de Calatrava.*, Tesis Doctoral, UCLM, 818 pp. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/3606>
- Dóniz, F.J. 2014. Reflexiones en torno al turismo volcánico. El caso de las Islas Canarias, España. *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 12 (2), 467-478.
- Escobar, E. y González, E. 2010. Itinerario por los hervideros o cultura de los baños: recurso didáctico para el estudio y conservación del paisaje volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España) En: Marrón-Gaite, M.J.

- y Lázaro, M.L. (Eds.) *Geografía, Educación y Formación del Profesorado en el Marco del Espacio Europeo de Educación Superior. Vol I*, 287- 298.
- González, M.E. 1997. Secuencias eruptivas y formas de relieve en los volcanes del sector oriental del Campo de Calatrava. En: García, J.L. y González, E. (eds.) *Elementos del medio Natural en la provincia de Ciudad Real*, UCLM, Cuenca, 163-199.
- González, E., Becerra, R., Gosálvez, R., Escobar, E., Dóniz, F.J., Moreno, M., Becerra, M.C. 2017. Itinerario didáctico por el volcán Columba (Campo de Calatrava, España). En: Carcavilla, L., Duque, J., Giménez, J.; Hilario, A., Momge, M., Vegas, J., Rodríguez, A. (Eds.) *Patrimonio Geológico, gestionando la parte biótica del Patrimonio Natural*, 315-323.
- González, E., Becerra, R., Gosálvez, R., Escobar, E., Dóniz, F.J., 2017. Georruta por los volcanes de la alineación "Casas de Ciruela" (Campo de Calatrava, España). En: Carcavilla, L., Duque, J., Giménez, J.; Hilario, A., Momge, M., Vegas, J., Rodríguez, A. (Eds.) *Patrimonio Geológico, gestionando la parte biótica del Patrimonio Natural*, 323-329.
- Gosálvez, R.U. 2011. *Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica. Bases científicas para su gestión*. Tesis Doctoral, UCLM, 1.044 pp. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/3246>
- Moreno, M. 2016. *El paisaje del río Ojailén: aplicaciones didácticas de Geografía para alumnos de Educación Secundaria*. Tesis Doctoral, UCLM, 494 pp
- Sigurdsson, H. y Lopes-Gautier, R. 2000. Volcanoes and Tourism, In: Sigurdsson, H. (ed.). *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, San Diego 1283-1300.

LUGARES DE INTERÉS GEOTURÍSTICO DE TENERIFE (ISLAS CANARIAS, ESPAÑA) COMO ESTRATEGIA PARA POTENCIAR EL VOLCANOTURISMO

GEOTURISTIC SITES OF INTEREST IN TENERIFE (CANARY ISLANDS, SPAIN) AS A STRATEGY TO PROMOTE VOLCANOTURISM

F.J. Dóniz-Páez^{1,2}, W. Hernández² y M. Przeor²

¹ Grupo de Investigación Geopatrimonio y Geoturismo en Espacios Volcánicos (GeoTurVol)-Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna, Campus de Guajara s/n 38071, España. jdoniz@ull.es

² Instituto Volcanológico de Canarias (Involcan), La Laguna, Tenerife, España.
willian.hernandez.beca@iter.es monika.przeor.beca@iter.es

RESUMEN

El volcanoturismo es una modalidad del geoturismo que está adquiriendo mucha importancia a nivel mundial debido a la proximidad de los paisajes volcánicos a los principales centros emisores de turismo. Una de las grandes ventajas es que para su práctica no se precisa de un público especializado. En este sentido, Tenerife es un destino internacional consolidado y conocido, dispone de una oferta geoturística significativa en torno al Parque Nacional del Teide o la Cueva del Viento y muestra un paisaje volcánico muy diverso. Por estas razones se propone seleccionar y caracterizar 50 lugares de interés geoturístico en la isla que ofrezcan al visitante la geodiversidad y la variedad del patrimonio natural y cultural asociado con los volcanes tinerfeños, contribuyendo a diversificar más aun la oferta turística en la isla.

Palabras clave: España, geoturismo, Tenerife, volcanes, volcanoturismo.

ABSTRACT

Volcano-tourism is a form of geotourism that is acquiring increasing importance worldwide due to the proximity of volcanic landscapes to major emitting centers of tourism. One of the great advantages is that its practice does not require a specialized audience. In this sense, Tenerife is an international destination well known that has a significant geotourism offer around the El Teide National Park or the Cueva del Viento, showing very diverse volcanic landscape. For these reasons it is proposed to select and characterize 50 places of geoturistic sites of interest on the island. They offer to visitors the geodiversity and variety of natural and cultural heritage associated with Tenerife's volcanoes, helping to further diversify the tourist offer on the island.

Key words: geotourism, Spain, Tenerife Island, volcanoes, volcano-tourism.

INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO

Los destinos turísticos maduros de sol y playa vienen experimentando, desde hace años, modificaciones respecto al perfil del turista y a la concepción del espacio turístico. Unos y otros están asociados con una demanda exigente que no le basta con los modos tradicionales de la oferta. Con el objetivo de dar respuesta al estancamiento y declive de muchos de los destinos maduros (reducción de llegadas, disminución de pernoctaciones, menor gasto turístico, insatisfacción de la demanda, deterioro del espacio público y privado en el destino, etc.), los responsables turísticos están desarrollando e implementando cambios. Uno de los más importantes son los nuevos productos turísticos. Dentro de su diversidad se habla de tres tipos de nuevos productos: aquellos novedosos, de los que se presentan como alternativos a la oferta tradicional de ese destino o de los que utilizan los viejos recursos para darles nuevos usos.

Tenerife cuenta con uno de los destinos turísticos más importantes del mundo en relación con el número de plazas alojativas (>136800 en septiembre de 2018 según Istac) y con el número de visitantes que recibe (>5 millones en 2018 según Istac); a lo que debemos añadir los visitantes y excursionistas locales. A su vez, Tenerife cuenta con una gran variedad de nuevos productos y experiencias turísticas de los tres tipos descritos anteriormente (geoturismo, astroturismo, gastronómico, deportivo, salud, observación de aves, marinero, senderismo, buceo, observación cetáceos, etc.) asociados a la diversidad de atractivos que posee la isla. Por tanto, Tenerife cuenta con una oferta diversificada que daría respuesta a esa demanda cada vez más informada, exigente y activa, lo que convierte a la isla en un destino idóneo para la implantación de nuevos productos y experiencias turísticas.

Las razones para elegir el geoturismo volcánico en Tenerife se debe a: 1. Que la isla es un destino internacional consolidado y conocido al que llegan más de 5 millones de turistas anuales. 2. Que el paisaje volcánico tinerfeño es geodiverso y en él se pueden reconocer la práctica totalidad de formas y procesos eruptivos, siendo uno de los espacios más ricos desde el punto de vista del patrimonio geológico y geomorfológico volcánico. 3. Que Tenerife cuenta con una oferta geoturística en el Parque Nacional del Teide siendo el parque más visitado de Canarias y de España con un promedio de unos tres millones anuales de visitantes en los últimos 29 años (Dóniz-Páez y Becerra-Ramírez, 2019), pero también en otros lugares como el Barranco de Masca, el Macizo de Anaga o el tubo volcánico de La Cueva del Viento. 4. Que una gran parte del geopatrimonio insular no se está explotando turísticamente; y, 5. Que la práctica del geoturismo no requiere de un público especializado, lo que lo hace muy atractivo y factible al conjunto de turistas y visitantes.

En este sentido, el objetivo de esta comunicación es identificar, seleccionar y caracterizar lugares de interés geoturístico en la isla de Tenerife. Su finalidad es potenciar la geodiversidad, el patrimonio volcanológico de la isla y su conservación, con la finalidad de que sean la base para la creación de itinerarios geoturísticos que potencien el volcanoturismo tinerfeño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El geoturismo está adquiriendo mucho auge en los últimos años como se pone de manifiesto con la red mundial y europea de geoparques. Este concepto está aún en pleno debate científico (Ólafsdóttir y Tverijonaite, 2018), pero las diferentes concepciones sobre el geoturismo no son excluyentes entre sí. Por un lado, están los que señalan que el geoturismo se centra en la explotación de los atractivos geológicos y paisajísticos (Newsome y Dowling, 2010) pero más allá de una apreciación simplemente estética (Hose, 2008). Por otro lado, están los que defienden una concepción más integral del geoturismo y que lleva aparejado un desarrollo sostenible de las comunidades locales en donde se realiza con respeto a su cultura, tradiciones y costumbres (Stoke *et al.*, 2003; Millán, 2011). En ambos casos la práctica del geoturismo se consigue a través de múltiples recursos y uno de ellos es la selección de lugares de interés geoturístico para la creación de itinerarios y georutas. El volcanoturismo es un sector importante del geoturismo que se define como la exploración y el estudio de las formas y procesos geotérmicos de volcanes activos, dormidos o extintos, siempre que su patrimonio geológico y geomorfológico sea de interés para generar corrientes de visitantes (Sigurdsson and Lopes, 2010; Dóniz-Páez, 2012; Erfurt-Cooper and Cooper, 2014).

En la identificación y selección de los 50 lugares de interés geoturístico hemos optado por una visión más global del geoturismo, por lo que en cada uno de ellos se resaltan sus valores desde el punto de vista del patrimonio natural y cultural.

En este sentido, además del patrimonio geológico y geomorfológico se señalan aspectos relacionados con el paisaje vegetal, la importancia ornitológica, el legado cultural o las panorámicas (Tabla 1).

Nº	Lugar	Interés	Patrimonio natural	Patrimonio cultural
1	Punta del Hidalgo	G, E.	Acantilados, barrancos, lavas	Cultivos, muros
2	Vega de La Laguna -Jardina	G, P.	Macizo antiguo, barrancos	Cultivos, poblamiento
3	Playa de Benijo	G, E.	Macizo antiguo, playa	Terrazas de cultivo
4	Igüeste de San Andrés	E, Pe.	Lavas almohadilladas, barranco	Cultivos, muros, ganadería
5	Montaña de Taco	G, E	Cono volcánico, lavas aa	Cultivos, colmenas
6	Punta de Teno	G, T	Volcanes, lavas, cantil, playa	Cultivos, arqueología, muelle, faro
7	Valle del Palmar	G, E, P.	Volcanes, barrancos, depósitos	Cultivos, bancales, poblamiento
8	Teno Alto	G, P.	Macizo antiguo, volcanes	Paisaje rural, arqueología, hornos
9	Masca	G, E.	Macizo antiguo, barrancos, diques	Paisaje rural, arqueología, era
10	Erjos	G, E.	Depósitos, volcanes, agua, fauna	Tierras de préstamo, cultivos
11	Acantilados de los Gigantes	G, E, T.	Acantilados, conos enterrados, diques	Arqueología, mitos, muelle
12	Barranco de Erques	G.	Barrancos, pumitas, depósitos aluviales y coluviales	Paisaje rural, colmenas, arqueología
13	La Caleta	G, E.	Acantilado, duna fósil, playa, pumitas	Pueblo pesquero, bancales, turismo
14	Barranco del Infierno	G, E.	Macizo Adeje, Barranco, cascada	Cultivos, colmenas, mitos, senderos
15	Caldera del Rey	G, E.	Maar, hidromagmatismo, macizo	Paisaje rural, cuevas excavadas
16	Montaña de Guaza	G, Pe.	Domo, barrancos, vegetación	Paisaje rural, arqueología, canteras
17	Montaña Amarilla	G, E.	Anillo de tobas, duna fósil, cantil, playa	Canteras, bañismo, buceo
18	Montaña de los Erales	E, E.	Cono volcánico, freatomagmtismo	Arqueología, cultivos, cantera, eres
19	Montaña Roja	G.	Cono volcánico, duna fósil, sismitas, playa	Arqueología, bunkers, aeródromo
20	Montaña Pelada	G, E.	Anillo de tobas, cantil, duna fósil, playa	Bancales, senderos, bañismo
21	Playa de Tajao	G, P.	Ignimbritas, cantil, playa, barranco	Pueblo pesquero, muelle, bares
22	Abades	G, P.	Volcanes, lavas, cantil, playas	Cuevas excavadas, leprosería,
23	Rambla de los Caballos	G, E, P.	Barranco, cantil, playa	Cuevas guanches, paisaje rural
24	Playa de San Marcos	G, E.	Cantil, isla baja, playas, tubo volcánico	Arqueología, cultivos, turismo

Nº	Lugar	Interés	Patrimonio natural	Patrimonio cultural
25	Cueva del Viento	G, E	Tubo volcánico, lavas pahoehoe, fauna	Arqueología, paisaje rural
26	M. Blanca-Rajada	G, E.	Domos volcánicos, agujas-protusión	Arqueología, senderos
27	Montaña Majúa	G	Domo, fonolitas, pumitas, vegetación	Arqueología, sanatorio, colmenas
28	Teide-Pico Viejo	G, E, T.	Estratovolcanes, vegetación	Arqueología, extracción hielo
29	Roques de García	G, E, T.	Pitones, diques, lavas pahoehoe	Arqueología, turismo
30	Caldera de las Cañadas	G, E, T.	Caldera, lavas, depósitos aluviales y coluviales, barrancos	Arqueología, cañadas
31	Boca de Tauce-Chavao	G, E.	Pared de Las Cañadas, lavas, diques, tajinastes	Arqueología, pastores, senderos
32	Narices del Teide	G, T.	Volcanismo histórico, lavas, volcanes	Arqueología, turismo, senderos
33	Bollullo-Patos-Ancón	G, E.	Cantil, playa, barrancos, depósitos aluviales y coluviales	Cuevas guanches, cultivos, bañismo
34	Margarita de Piedra	G.	Lavas, disyunción, pinares, aves	Miradores
35	Corral del Niño	G, T.	Campo de volcanes, barrancos, Teide	Arqueología, colmenas, senderos
36	Tarta del Teide	E.	Pumitas, lapilli, freatomagmatismo	Turismo, panorámicas
37	Caldera de Pedro Gil	G, T.	Estratovolcán, volcanes, pinares	Camino peregrinación, miradores
38	Chimaque-Chipegue	G	Dorsal de Pedro Gil, valles, bosques pinar	Paisajes rurales y urbanos,
39	Playa de Samarines	G, P	Lavas, pumitas, barranco, playa, cantil	Arqueología, mitos, cultivos
40	Malpaís de Güímar	G.	Volcán, malpaís, arenas, matorral	Arqueología, cultivos, pozo, salinas
41	Talud de Garachico	G.	Cantil, lavas, barrancos, bosque	Cultivos, galerías, fiestas
42	Volcán de Garachico	G.	Volcán histórico, pinares, aves	Canales Vergara, senderos
43	Montaña de Bilma	G.	Volcán, lavas, lago de lava, vegetación	Asentamiento guanche, cultivos
44	Montañas Negras	G.	Conos volcánicos y campos de lava	Arqueología, paisaje rural
45	Volcán de Chinyero	G.	Volcán, lavas, hornitos, taludes, pinar	Arqueología, banales, era,
46	Hornitos de Cho-Joro	G.	Hornitos, lavas, pinar, aves	Arqueología, cruces, mitos
47	Boca Cangrejo	G.	Volcán, lavas, tubos volcánicos	Arqueología, crónicas, mitos
48	Montaña Cascajo	G.	Volcán, hornitos, lavas, pinares	Arqueología, ganadería, senderos
49	Montaña Samara	G.	Volcán, lavas, coneletes escoriáceos	Arqueología, garitas, senderos
50	Lavas de M. Reventada	G.	Lavas pahoehoe y aa, túmulos, tubos	Arqueología, eras, senderos

Tabla 1. Lugares de interés geoturístico de Tenerife. Las siglas de la columna interés significan:

G=geomorfológico; E= estratigráfico; P=petrológico; T=tectónico.



Figura 1. Ejemplo de ficha de los lugares de interés geoturístico de Tenerife.

Todos los lugares de interés geoturísticos corresponden al contexto geológico de edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias según el IGME. Con el objetivo de sintetizar la información y su mejor comprensión esta se presenta en formato ficha dividida en dos partes. En la primera está el número, nombre, contexto, municipio al que pertenece, coordenadas UTM, mapa de localización, conservación y usos, interés geoturístico, senderos que discurren por cada lugar y las referencias bibliográficas en las que se puede ampliar información. En la segunda parte está la descripción de cada lugar de interés geoturístico que incluye datos geológicos, geomorfológicos, paisaje vegetal, interés ornitológico, culturales y panorámicos y una selección de fotografías que contribuyen a resaltar el interés del lugar seleccionado (Figura 1).

El conjunto de los 50 lugares de interés geoturístico seleccionados representan la geodiversidad y el geopatrimonio volcánico de la isla de Tenerife desde el punto de vista topográfico, volcánico, geomorfológico y paisajístico. Topográficamente están representadas las dos vertientes (norte y sur) y los diferentes pisos altitudinales de la isla. Volcanológicamente los 50 lugares se distribuyen por todos los edificios y morfoestructuras volcánicas de Tenerife (volcanismo en escudo-macizos volcánicos antiguos, volcanismo de rift-dorsales y el complejo central Cañadas-Pico Viejo-Teide), representan tanto el volcanismo magmático como hidromagmático, basáltico y sálco y las diferentes dinámicas y comportamientos eruptivos (efusivas, explosivas y mixtas). Geomorfológicamente los lugares forman parte tanto de las formas y procesos del volcanismo directo (erupciones, campos de volcanes, campos de lavas, estratovolcanes, etc.) como de los procesos de erosión y acumulación (barrancos, acantilados, playas, dunas, taludes, etc.). Y, finalmente, desde el punto de vista del paisaje se ha intentado que los lugares de interés geoturístico estén presentes en todas las grandes unidades de paisaje definidas para Tenerife, resultado de la combinación de criterios topográficos, volcánicos, biogeográficos y culturales (paisajes de costa con playas y/o acantilados con vegetación xérica, barrancos encajados y abiertos con bosques de lauráceas y pinares, malpais y lajailes sin vegetación, volcanes y lavas con pinares, estratovolcanes de cumbres con matorral de alta montaña, etc., y sobre los que no se puede obviar todo el bagaje cultural de los mismos). Con el fin de que los lugares seleccionados sean accesibles se ha intentado incluirlos en los itinerarios, rutas y circuitos habituales para los turistas y visitantes en Tenerife.

La numeración de los lugares de interés geoturístico se ha establecido siguiendo criterios de operatividad, por ello se diferencian los lugares de los macizos de Anaga y Teno, luego las vertientes sur y norte de la isla, el valle de La Orotava, la dorsal de Pedro Gil y el valle de Güímar, el Edificio Central-Pico Viejo-Teide y, por último, la dorsal de Abeque. Aunque esto es solo una recomendación y es el visitante quien decide cómo realizar su visita.

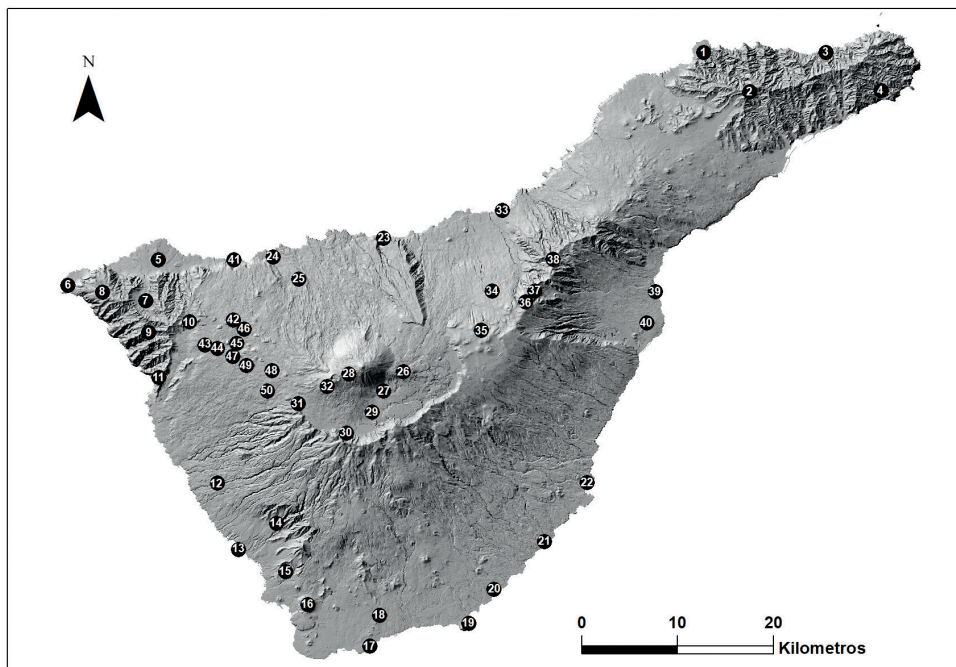


Figura 2. Distribución de los 50 lugares de interés geoturístico de Tenerife.

CONSIDERACIONES FINALES

Tenerife es una isla volcánicamente compleja, razón por la cual dispone de un patrimonio asociado al relieve volcánico muy diverso que además está relativamente bien conservado. La isla es un destino turístico internacionalmente consolidado y conocido que recibe varios millones de visitantes anuales. Estos y otros aspectos la convierten en lugar muy atractivo para implementar productos geoturísticos asociados con el volcanoturismo. Hasta ahora la oferta geoturística ha estado polarizada en unos espacios concretos (parque nacional, Cueva del Viento, etc.) o en torno a iniciativas que a pesar de su interés con la marca volcán no tuvieron el éxito esperado (Islas Canarias, una experiencia volcánica). En este sentido, lo que se propone es una selección de 50 lugares de interés geoturístico que pongan de manifiesto tanto la diversidad de formas y procesos volcánicos, como que también tengan en cuenta otros aspectos relacionados con el patrimonio natural (vegetación, fauna) y cultural de Tenerife. Es evidente que la propuesta que se hace va en torno a una concepción más integral y geográfica del geoturismo y que a la vez pretende potenciar y despolarizar la práctica del volcanoturismo en Tenerife.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación "*Fortalecimiento del tejido económico y empresarial ligado al sector turístico de Tenerife mediante la potenciación del volcano turismo*", financiado por el Cabildo Insular de Tenerife dentro de la estrategia Tenerife 2030.

REFERENCIAS

- Dóniz-Páez, J. 2012. *Turismo Volcánico. Canarias: Productos turísticos y propuesta de itinerarios volcánicos*. EAE, Madrid, 115 pp.
- Dóniz-Páez, J. y Becerra-Ramírez, R. 2019. Geoturismo volcánico en el Parque Nacional de Las Cañadas del Teide (Tenerife, Canarias, España). *Bloc de las Islas Canarias-Fundación Añazo Nova*, 9, 99-109.
- Erfurt-Cooper, P. 2014. *Volcanic tourist destinations. Geoheritage, geoparks and geotourism*. Springer, New York, 384 pp.
- Hose, A. 2008. Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future. *Geological Society*, 300(1), 37-6.
- ISTAC. Gobierno de Canarias, 20/01/2019, <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/>
- Millán, M. 2011. La función didáctica del geoturismo. Propuesta para la Región de Murcia. *Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas*, 4, 62-93.
- Newsome, D. and Dowling, R. 2010. *Geotourism: the tourism of geology and landscape*. Woodeaton Publishers, 258 pp.
- Ólafsdóttir, R. and Tverijonaite, E. 2018. Geotourism: a systematic literature review. *Geosciences*, 8(7), 234; doi. org/10.3390/geosciences8070234.
- Sigurdsson, H. and Lopes, R. 2000. Volcanoes and tourism. En: Sigurdsson, H. (Ed.). *Encyclopedia of volcanoes*. Academic Press, San Diego, 1283-1299.
- Stokes, A.M., Cook, S.D. and Drew, D. 2003. *Geotourism: The New Trend in Travel; Travel Industry America and National Geographic Traveler*. Travel Industry Association of America, Washington DC, 65 pp.

SELECCIÓN Y VALORACIÓN DE 20 LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE ARAGÓN COMO RECURSO TURÍSTICO

SELECTION AND VALUATION OF 20 SITES OF GEOLOGICAL INTEREST OF ARAGÓN AS A TOURIST RESOURCE

O. López y J. Lorente

Qeteo Patrimonio Cultural y Natural. Calle Gascón de Gotor, 7 Entlo. Dcha. 50006 Zaragoza. hola@qeteo.es.

RESUMEN

Las acciones de protección y divulgación sobre el patrimonio geológico aragonés quedan constatadas en el Decreto 274/2015 del Gobierno de Aragón. Por otro lado, el Plan Aragonés de Estrategia Turística 2016-2020 propone el turismo ligado al conocimiento como una tipología turística innovadora en esta comunidad autónoma. Ambos documentos avalan y apoyan firmemente aquellas acciones que fomenten el acercamiento de la Geología al público general a través del sector turístico. Desde Qeteo trabajamos para hacer realidad este hecho puesto que el patrimonio geológico aragonés representa, en gran medida, los diferentes paisajes de esta Comunidad Autónoma. La asociación de los conceptos lugar de interés geológico y recurso turístico es viable, aunque no para todo el patrimonio geológico catalogado. La valoración de 20 Lugares de Interés Geológico de Aragón como recurso turístico es un estudio en el que se plasma dicha viabilidad. De este modo, las instituciones competentes, en materia turística, tienen un primer inventario sobre el que continuar desarrollando el geoturismo en Aragón.

Palabras clave: Aragón, geoturismo, Lugares de Interés Geológico, Patrimonio geológico, recurso turístico.

ABSTRACT

The protection and spread actions on the geological heritage of Aragón are found in the decree 274/2015 of the Government of Aragon. On the other hand, the 2018-2020 Plan of Aragon tourist strategy proposes tourism linked to knowledge as an innovative tourist typology in this region. Both documents support those actions that encourage to share the geology with the general public through the tourism sector. Qeteo works to make this real since The Geological Heritage of Aragón represents the different landscapes of this Region. The Association of the concepts: site of geological interest and tourist resource is feasible, although is not for all the geological heritage cataloged. The valuation of 20 sites of geological interest in Aragón as a tourist resource, is a research in which this feasibility is proved. In this way, the competent institutions in tourism, have a first inventory to continue developing the geotourism in Aragón.

Key words: Aragón, Geological heritage, Geosites, Geotourism, tourist resource.

ANTECEDENTES

Desde hace algunas décadas se está hablando y publicando sobre el geoturismo y/o el turismo geológico y su relación con el patrimonio geológico.

Las instituciones competentes aragonesas (la Universidad de Zaragoza y el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón) tomaron las medidas pertinentes para aglutinar los lugares con características geológicas excepcionales en un catálogo y asegurar su conservación y protección. En este sentido, gracias a la aprobación del Decreto 274/2015 del Gobierno de Aragón, se formalizó el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón, estableciendo un régimen específico de protección. En él se expone de manera clara y concisa que el departamento competente adoptará e impulsará el desarrollo de acciones de educación ambiental, divulgación y sensibilización sobre los Lugares de Interés Geológico.

Por otro lado, el Plan Aragonés de Estrategia Turística 2016-2020 recoge y plasma la apuesta del presente Gobierno de Aragón por el turismo sostenible y de experiencias a través de la integración del conocimiento en la implementación de productos, nombrando la Geología como disciplina a tener en cuenta.

El patrimonio geológico se debe de considerar y valorar, al igual que el patrimonio cultural, como un elemento más del paisaje natural que define, inexorablemente, los diferentes territorios aragoneses, pudiendo así considerar algunos de los lugares de interés geológico como recursos turísticos para todos los públicos. Con el objetivo de colocar el patrimonio geológico en el plano turístico, se ha realizado este proyecto, seleccionando los 20 mejores lugares de interés geológico y turístico de todo el territorio aragonés.

CONCEPTOS RELEVANTES

Definición de recurso turístico

En una publicación de la Organización Mundial del Turismo (OMT), tomando como referencia la publicación *"World Resources and industries"* (Zimmerman, 1933), se define recurso turístico como *"todos los bienes y servicios que, por intermedio de la actividad del hombre y de los medios con que cuenta, hacen posible la actividad turística y satisfacen las necesidades de la demanda"* (Sancho, 1998).

En otra publicación de la OMT sobre el Modelo FAS (factores-atractores-sistemas de apoyo), se entiende por factor o recurso turístico *"aquellos elementos que por sí mismos o en combinación con otros pueden despertar el interés para visitar una determinada zona o región. Es decir, sería todo elemento capaz de generar desplazamientos turísticos"* (Fayos-Solá et al., 2003).

Definición de patrimonio geológico

Aunque existen varias definiciones de este término (Carcavilla et al., 2007) en este artículo se va a citar la incluida en el Decreto 274/2015 (Gobierno de Aragón, 2015) *"El Patrimonio Geológico es una parte indisoluble del Patrimonio Natural y está constituido por el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar el origen de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado presente y el origen y la evolución de la Vida"*.

METODOLOGÍA

La elaboración de este estudio se ha llevado a cabo tras desarrollar distintos tipos de acciones previas. Cada una de éstas se ha desarrollado siguiendo una metodología bien definida con el fin de obtener datos objetivos de los que extraer conclusiones lo más rigurosas posibles.

Selección de Lugares de Interés Geológico

Se ha tomado como punto de partida, por su importancia como marco legal de protección, el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón. Este decreto recopila 430 elementos divididos en cuatro tipologías: Puntos de Interés Geológicos (PIG), Áreas de Interés Geológico (AIG), Yacimientos Paleontológicos (YPA) e Itinerarios, puntos de observación y otros espacios de reconocimiento geológico.

Con el objetivo de reducir el número de lugares y obtener un listado más breve y manejable, se hizo un proceso de cribado, desestimando aquellos que:

- Correspondían a la tipología "Itinerarios, puntos de observación y otros espacios de reconocimiento geológico" por la propia naturaleza de los elementos.
- Representaban elementos geológicos demasiado específicos y/o difíciles de entender por el público general, como son aquellos que solamente tienen interés científico.

De esta manera el número total de lugares a tener en cuenta para la selección se redujo a 192. A partir de este listado se comenzó a trabajar en el proceso de selección de los 20 lugares con mayor interés turístico, midiendo características como la belleza, la singularidad, la accesibilidad y la distribución geográfica, ya que en cuestión de importancia geológica, los 192 lugares aportan información geológica interesante para el público en general.

Fichas de valoración

Se han diseñado dos tipos de fichas técnicas con el fin de poder valorar las características intrínsecas y extrínsecas adecuadas para obtener datos cuantificables referentes al interés geológico y al turístico de cada uno de los lugares seleccionados.

Fichas de valoración del interés geológico, didáctico y divulgativo:

En este apartado se han considerado las características que, desde el Instituto Geológico Minero de España (IGME), se proponen para evaluar aquellos elementos geológicos del paisaje que se presentan para ser Lugares de Interés Geológico, según el documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico "IELIG" (García-Cortés et al., 2014). Con los valores calculados según la metodología IELIG, se obtiene una calificación general del lugar según las siguientes puntuaciones:

- 0-3: Normal
- 3-5,6: Bueno
- 5,6-8,9: Muy bueno
- 8,9-10: Excepcional

VALOR	3	2	1	0
Singularidad	Único	Raro	Se encuentra a veces	Muy común
Atractivo	Excepcional	Muy bueno	Bueno	Normal
Estado de conservación	Excepcional	Bueno	Necesita alguna adecuación	Necesita total adecuación
Aprovechamiento actual	Muy extendido	Bastante extendido	Muy raro	En desuso
Accesibilidad	Muy buena	Normal	Cierta dificultad	Muy complicada
Conservación del entorno	Muy bueno	Bueno	Malo	Muy malo
Estacionalidad	Muy acentuada	3 estaciones	2 estaciones	1 estación

Tabla 1. Tabla de evaluación de los recursos naturales de Giné (2009).

Fichas de valoración del interés turístico:

La ficha de valoración turística se ha diseñado teniendo en cuenta la publicación de Giné (2009) "Técnicas e instrumentos para el análisis territorial. Planificación y gestión del espacio turístico" y las recomendaciones que se dieron desde el programa de desarrollo rural LEADER II plasmadas en la "Guía para Evaluar el Potencial Turístico" (Zimmer *et al.*, 1996). La ficha que propone Giné (tabla 1) para valorar turísticamente los recursos naturales se ha completado con algunas características importantes a tener en cuenta según la guía mencionada como, por ejemplo, la renta per cápita media del territorio donde se sitúa el lugar a evaluar o su densidad de población.

Al tener en cuenta características, como la demanda turística o el entorno socio-económico, se ha modificado la fórmula de obtención de valores numéricos según la tabla 2.

	Puntos	Valor Turístico		Puntos	Valor Turístico
Singularidad (S)			Conservación del entorno (C_e)		
Muy común	0	x1	Muy malo	0	x1
Se encuentra a veces	1		Malo	1	
Raro	2		Bueno	2	
Único	3		Muy bueno	3	
Atractivo (A)			Estacionalidad del recurso (E)		
Normal	0	x1	1 estación	0	x1
Bueno	1		2 estaciones	1	
Muy bueno	2		3 estaciones	2	
Excepcional	3		Muy acentuada	3	
Estado de conservación (C)			Demanda que puede atraer (D)		
Necesita total adecuación	0	x1	A muy pocos	0	x1
Necesita alguna adecuación	1		A algunos	1	
Bueno	2		A muchos	2	
Excepcional	3		A casi todos	3	
Aprovechamiento actual (U)			Entorno socioeconómico (E_s)		
En desuso	0	x1	Zona con índices de renta per cápita, educación y ocupación superiores a la media autonómica	0	x1
Muy raro	1		Zona con índices de renta, educación y ocupación similares a la media autonómica	1	
Bastante extendido	2		Zona con índices de renta, educación y ocupación inferiores a la media autonómica	2	
Muy extendido	3		Zona en declive socioeconómico	3	

Accesibilidad (A_c)			SUMA $27\sum T$
Muy complicada	0	x1	VALOR $V_T = \sum T * 10/27$
Cierta dificultad	1		
Normal	2		
Muy buena	3		

Tabla 2. Tabla de evaluación de los recursos geológicos, modificada de Giné (2009).

De acuerdo con esta tabla de cálculo, el valor puede expresarse en forma de algoritmo, mediante la siguiente expresión:

$$VT = [(S + A + C + U + A_c + C_e + E + D + E_g) * 10] / 27$$

Para determinar la calificación general del valor turístico del lugar de interés geológico, se han adaptado las puntuaciones a la calificación de la metodología IELIG (tabla 3).

Calificación	$\sum T$	V_T
Normal	0-7	0-3
Bueno	8-14	3-5,6
Muy Bueno	15-23	5,6-8,9
Excepcional	24-27	8,9-10

Tabla 3. Tabla de evaluación de los recursos geológicos, modificada de Giné (2009).

Clasificación de los 20 mejores LIG con interés turístico de Aragón

Teniendo en cuenta los valores obtenidos para cada LIG, se ha observado que los resultados no son concluyentes para ordenar los Lugares de Interés Geológico del 20 al 1. Por ello se ha desarrollado una fórmula que otorga un mayor peso a la valoración turística frente a la valoración científica puesto que este estudio tiene como finalidad exponer la potencialidad turística (PT) de cada lugar (tabla 4).

$$PT = [(V_T \times 80) + (V_C \times 20)] / 100$$

RESULTADOS

Tras aplicar la metodología propuesta en el apartado anterior para calcular la potencialidad turística, se ha realizado una clasificación de los 20 Lugares de Interés Geológico, para determinar los cinco con mayor interés turístico de Aragón (tabla 4).

TOP	NOMBRE	IC	IT	PT
1º	Mallos de Riglos	8,4	8,9	8,8
2º	Pitón volcánico y paisaje glaciar del Pérmico de Anayet	8,8	8,5	8,56
3º	Laguna de Gallocanta	7,0	8,9	8,52
4º	Río de bloques del Tremedal	7,8	8,5	8,36
5º	Grutas de Cristal	6,0	8,9	8,32
6º	Badlands de Jubierre	5,8	8,9	8,28
7º	Circo y valle glaciar de Ordesa	6,9	8,5	8,18
8º	Yacimiento de Las Cerradicas	6,4	8,5	8,08
9º	Ródeno de Almohaja y Peracense	5,9	8,5	7,98
10º	Parque Geológico de Aliaga	7,3	8,1	7,94
11º	Sima de San Pedro	7,3	8,1	7,94
12º	Complejo endorreico de Sástago y Saladas de Bujaraloz	6,6	8,1	7,8
13º	Hoz y nacimiento del río Pitarque	7,3	7,8	7,7
14º	Relieves de las Gúbies del Parrisal (El Parrisal de Beceite)	5,4	8,1	7,56
15º	Entorno glaciar de la Basa de la Mora	6,5	7,8	7,524
16º	Galacho de Juslibol y escarpes del Ebro	6,3	7,8	7,5
17º	Badlands de los Aguarales de Valpalmas	4,4	8,1	7,36
18º	Complejo Kárstico de la Ciudadela y Cuca Bellostas	5,6	7,4	7,04
19º	Estratos verticales del Castillo de Finestras (Muralla de Finestras)	5,9	7,0	6,78
20º	Circos glaciares del Pozo de San Miguel, San Gaudioso y de Morca	5,4	6,7	6,44

Tabla 4. Tabla de clasificación de los 20 mejores Lugares de Interés Geológico de Aragón según el potencial turístico. IC: interés científico; IT: interés turístico; PT: potencial turístico.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos indican que todos los Lugares de Interés Geológico seleccionados tienen una valoración geológica que oscila entre alta y muy alta, siendo muy buena y excepcional para la valoración turística. Los 20 lugares tienen un alto potencial turístico y sería interesante integrarlos en la estrategia turística de cada territorio.

Los Lugares de Interés Geológico seleccionados pueden ser visitados sin dificultad en cualquier época del año, a excepción de los cuatro ubicados en zonas de alta montaña (Circo y valle glaciar de Ordesa, Circo de San Miguel, Pitón volcánico del Anayet y Entorno glaciar de Basa de la Mora). Esto hace que sean recursos turísticos que ayuden a desestacionalizar el turismo de algunos territorios.

Los Lugares de Interés Geológico que se encuentran en territorios que no son destinos turísticos consolidados, o son poco conocidos a nivel nacional, pueden ayudar a estas zonas a aumentar su oferta a través de estos recursos turísticos diferentes y llamativos, atrayendo más tipos de turistas.

El tándem Turismo-Geología contribuye a complementar los productos turísticos de los destinos, a crear nuevos productos y destinos y a mejorar las experiencias turísticas de Aragón.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación no hubiera sido posible sin el apoyo de la Sociedad de Promoción y Gestión del Turismo Aragonés, por lo que nos gustaría expresar el más profundo agradecimiento a todo el equipo de Aragón turismo y de forma muy particular a José Luis Galar por la confianza e interés que ha mostrado.

REFERENCIAS

- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán, J.J. 2007. Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. *Cuadernos del Museo Geominero*, 7, 360 pp.
- Cendrero, A. 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En MOPTMA. *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid. 112 pp.
- Fayos-Solá, E., Fuentes, L. y Muñoz, A. 2003. *Estructura y funcionamiento de los destinos turísticos: el modelo FAS*. Organización Mundial del Turismo (OMT).
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. 2014. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Propuesta para la actualización metodológica*. Versión 5/12/2014. Instituto Geológico y Minero de España, 1-64.
- Giné, H. 2009. *Técnicas e instrumentos para el análisis territorial, planificación y gestión del espacio turístico*. Documento inédito. 22 págs., Universidad de Zaragoza.
- Gobierno de Aragón. 2015. Decreto 274/2015, de 29 de septiembre. del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón y se establece su régimen de protección. Fuente: <http://www.boa.aragon.es>
- Sancho, A. 1998. *Introducción al turismo*. Organización Mundial del Turismo (OMT). Madrid, 393 pp.
- Zimmer, P., Grassmann, S., Champetier, Y., Borchgrave, C., Hildwein-Scheele, A. y Janot, J.L. 1996. Seminario LEADER del 10 al 13 de enero de 1996. Sierra de Gata (Extremadura, España). Pág. 43. Fuente: <https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2017/01/267-evaluar-el-potencial-turistico-de-un-territorio.pdf>.
- Zimmerman, E. 1993. *World resources and industries*. New York, 842 pp.

**PATRIMONIO GEOLÓGICO, GEOPARQUES
Y DESARROLLO LOCAL. INTEGRACIÓN
CON OTROS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO
NATURAL Y CULTURAL**

RUTA VOLCÁNICA EN EL GEOPARQUE MUDIAL UNESCO DE EL HIERRO (CANARIAS, ESPAÑA): GEOZONA DE ORCHILLA

VOLCANIC ROUTE IN EL HIERRO UNESCO GLOBAL GEOPARK (CANARY ISLANDS, SPAIN): ORCHILLA GEOZONE

J. Dóniz-Páez^{1,2,3}, R. Becerra-Ramírez^{2,3,4} y L. Anceaume Chinea⁵

¹ Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna, Campus de Guajara s/n 38071, La Laguna, Tenerife, España. jdoniz@ull.es

² Grupo de Investigación Geopatrimonio y Geoturismo en Espacios Volcánicos-Universidad de La Laguna

³ Instituto Volcanológico de Canarias (Involcan), La Laguna, Tenerife, España

⁴ Geovol-Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.

Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Camilo José Cela, s/n, Ciudad Real, España.

Rafael.becerra@uclm.es

⁵ Geoparque de El Hierro. Cabildo de El Hierro, Consejería Medio Ambiente, C/ Trinista nº 1, 38900, Valverde, El Hierro, lancehaume@elhierro.es

RESUMEN

Los geoparques tienen entre sus objetivos fomentar el turismo asociado con el patrimonio geológico. El geoturismo en los geoparques se desarrolla a partir de múltiples actividades como las georutas. En esta comunicación se propone una ruta volcánica por la geozona terrestre número siete del geoparque de El Hierro. La elección de Orchilla se debe a la riqueza de su patrimonio natural y cultural y a la buena accesibilidad de la misma. La ruta volcánica cuenta con ocho paradas, un recorrido total de 9,5 km, 464 m de desnivel y se puede realizar en coche y a pie. A lo largo del itinerario se pueden observar la diversidad asociada al patrimonio natural (conos volcánicos, coneletes escoriáceos, hornitos, lavas pahoehe, aa y en bloques, túmulos, tubos volcánicos, canales de lava, barrancos, acantilados, abanicos aluviales, etc.) y cultural de este paisaje volcánico reciente de El Hierro.

Palabras clave: España, Geoparque Mundial Unesco de El Hierro, geo-ruta, geoturismo, volcanes.

ABSTRACT

The aim of geoparks is to promote the tourism linked with the geoheritage. The geotourism in geoparks is developed through lots of activities such as georoutes. In this communication it is proposed a volcanic georoute along terrestrial geozone n.7 of El Hierro Geopark. The selection of Orchilla is due to the richness of its natural and cultural heritage and the easy accessibility to it. The volcanic georoute has eight stops, a total path of 9.5 km, a 464 m ramp and it can be done by car or on foot. Along the itinerary it can be observed the diversity linked to the natural heritage (cinder cones, spatter cones, hornitos, pahoehe, aa and blocky lavas, tumulus, lava tubes and channels, gullies, ravines, cliffs, alluvial fans, etc.) and cultural one of this recent volcanic landscape of El Hierro.

Key words: Spain, El Hierro Unesco global geopark, georoute, geotourism, volcanoes.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La importancia territorial y socioeconómica del turismo lo convierten en fundamental para el desarrollo de los lugares y de las sociedades donde tiene lugar. El fenómeno turístico se ha generalizado social y espacialmente (Vera *et al.*, 2011) convirtiéndose, en las últimas décadas, en un campo de estudio interdisciplinar donde los diferentes profesionales pueden volcar el carácter práctico de sus disciplinas científicas. La oferta turística tradicional de El Hierro ha estado centrada en el buceo y el senderismo. La erupción submarina que tuvo lugar entre 2011 y 2012 en el Mar de las Calmas paralizó temporalmente la principal actividad turística de la isla, por lo que fue clave para que los diferentes actores turísticos tomaran conciencia de la vulnerabilidad de El Hierro ante un fenómeno como este. En este sentido, se podría considerar que la erupción volcánica fue clave en la decisión de presentar la candidatura de la isla como geoparque.

El Hierro se declaró geoparque el 23 de septiembre de 2014, convirtiéndose en el primero de Canarias, siendo el objetivo profundizar en un modelo turístico sostenible diferenciado basado en la explotación de los atractivos naturales y culturales con los que cuenta la isla. La declaración de El Hierro y parte de su mar como geoparque contribuiría a crear nuevas experiencias y productos geoturísticos que integraran medio ambiente, sostenibilidad, energías limpias, agricultura ecológica e investigación científica basada, sobre todo, en el volcanismo (<http://elhierrogeoparque.es/>).

Dentro de los geoparques las actividades geoturísticas pueden ser variadas en relación con el tipo de recursos-atractivos y espacios turísticos que dispongan (Dóniz-Páez, 2016). De entre ellas, la creación de itinerarios geoturísticos que valoren, visibilicen y contribuyan a conservar el patrimonio de los mismos son fundamentales. Al igual que en otros geoparques, en el de El Hierro se han desarrollado diversas geoexperiencias que realzan y ponen de manifiesto la geodiversidad y la geoconservación del patrimonio geológico de la isla (<http://elhierrogeoparque.es/>). Acorde con esto, el objetivo de esta comunicación es crear una ruta por los volcanes de una de las geozonas terrestres definidas en el geoparque.

La elección de la geozona El Faro-Orchilla-flujos de lava (GZH-07) está en relación con dos aspectos fundamentales. Por un lado, que se trata de unos de los paisajes volcánicos recientes más diversos de la isla donde se reconocen interesantes imbricaciones entre los procesos eruptivos y los de desmantelamiento torrencial y marino (Becerra-Ramírez *et al.*, 2007; 2010; Dóniz-Páez y Becerra-Ramírez, 2008). La diversidad de esta geozona está asociada con la presencia de erupciones basálticas monogénicas complejas en donde se pueden identificar diferentes tipos de edificios volcánicos (conos de cinder, coneletes escoriáceos, hornitos, etc.), coladas de lavas pahoehoe, aa, en bloques y con bolas de acreción, acantilados fósiles y activos, playas, barrancos e importantes abanicos aluviales. Por otro lado, en esta geozona la impronta cultural asociada con el patrimonio volcánico es más que evidente a través del uso de los tubos volcánicos y jameos por parte del ser humano para residencias o cabañas de ganado, las canteras de extracción del lapilli, diversas infraestructuras asociadas con el uso del agua y, sobre todo, la presencia del Faro de Orchilla y el Monumento al Meridiano 0, que constituyen dos iconos de la imagen turística de El Hierro. Además, en esta zona se inicia el sendero GR-131 que recorre Canarias. Por todo ello, el propio geoparque señala que los interesantes valores locales de esta geozona pueden ser objeto de usos científicos, didácticos y turísticos.

LA GEOZONA DE ORCHILLA

La geozona objeto de estudio se localiza en la parte occidental de la isla. El paisaje de este sector se caracteriza por el predominio del volcanismo basáltico monogénico reciente y los matorrales de tabaibas propios de las costas canarias. En la geozona se reconocen más de una decena de volcanes de morfología anular, abiertos en herradura, múltiples y montañas de lapilli, varios coneletes escoriáceos y más de 20 hornitos, que siguen orientaciones preferentemente NE-SO (Becerril *et al.*, 2016). Desde ellos se emiten coladas de lava de escaso recorrido y de morfologías superficiales variadas (pahoehoe, aa, bloques, con bolas de acreción, etc.) que saltan un cantil previo fosilizándolo y generando una isla baja, por lo que corresponde al volcanismo postcantil de edad pleistocena y holocena (Carracedo, 2008). Asociados al clima semiárido, las lluvias torrenciales aprovechan algunos canales lávicos para arrastrar materiales más antiguos de La Dehesa y generar importantes abanicos aluviales. Estos son, junto con el volcanismo, las formas del

relieve más características de esta geozona. El uso antrópico de este sector queda relegado a un pastoreo muy puntual ya desaparecido y del que quedan algunas cabañas de piedra; pero también se pueden observar las canalizaciones de agua y algún pequeño estanque, aunque destacan el Faro de Orchilla y el Monumento al Meridiano 0.

METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo diversas campañas de trabajo de campo en la geozona GZH-07 del geoparque con el objetivo de recopilar información detallada del patrimonio volcánico con interés geoturístico. Se seleccionaron las ocho paradas sobre una base cartográfica del modelo de sombras del IDE-Canarias (<https://visor.grafcan.es/visorweb/>) y el sistema de proyección WGS84 con coordenadas geográficas. Para la localización geográfica exacta se utilizó un sistema de posicionamiento global (GPS) de mano. Una vez localizadas y georreferenciadas las ocho paradas se identificaron los recursos geoturísticos (formas y procesos volcánicos, vegetación y usos antrópicos) de cada una de ellas y se eligieron aquéllos más representativos del patrimonio volcánico natural y cultural en cada parada y que en conjunto mostraran la diversidad de este espacio. Una vez obtenidos los datos se elaboró el mapa de la distribución de cada una de las paradas y el recorrido del itinerario utilizando el software ArcMap 10.3.1, con licencia de la UCLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El itinerario volcánico cuenta con recorrido total de 9,5 km dividido en dos partes (Figura 1). El itinerario principal discurre por la carretera convencional HI-503 de La Montaña que va hacia el santuario de la Virgen de Los Reyes en La Dehesa y continúa por el desvío hacia el Faro de Orchilla con una longitud de 6,5 km. El itinerario secundario se desvía en la parada cinco en el volcán de Orchilla por la pista HI-504 y se dirige al Monumento del Meridiano 0, es un recorrido de ida y vuelta de unos 3 km. La cota máxima es de 464 metros en la parada uno y la mínima 0 metros en la parada ocho que es el embarcadero de La Laja de Orchilla. Aunque todo el recorrido se puede hacer en coche, se recomienda que desde la parada cinco hasta alcanzar la seis del Monumento al Meridiano 0 y su regreso se haga a pie dado las dificultades que puede tener para el tráfico rodado, puesto que discurre por los depósitos de los abanicos aluviales.

La geozona El Faro-Orchilla es uno de los mejores ejemplos del volcanismo magmático basáltico monogénico reciente del geoparque de El Hierro (Figura 2). La singularidad de este sector es que, aunque las formas y procesos directos asociados al volcanismo son los protagonistas indiscutibles del paisaje, también se pueden reconocer importantes procesos y formas asociadas con la erosión y acumulación. Dentro de los primeros, la diversidad asociada a este tipo de volcanismo queda reflejada tanto en la variedad de tipos de edificios volcánicos (conos de cinder, coneletes, hornitos) y en sus formas (anulares, abiertos en herradura, acumulaciones de piroclastos, etc.); como en el tipo de morfología superficial de las coladas de lava emitidas (pahoehoe, en losas, aa, en bloques, etc.) y todo el cortejo de formas mayores y menores asociadas a las mismas (tubos, jameos, túmulos, canales, muros de enfriamiento, etc.). Dentro de los segundos, destacan la presencia de un acantilado fósil y otro activo e importantes abanicos aluviales. Estos últimos se forman a partir del arrastre de materiales basálticos de la zona de La Dehesa aprovechando los canales de lava reciente durante los episodios de lluvia torrencial propios del clima semiárido de esta geozona. Estos abanicos aluviales que pueden alcanzar longitudes de más de 1,5 km se superponen sobre las coladas de lavas pahoehoe y aa sepultándolas y aportando suficientes finos para que se instale el matorral de costa, generando un mosaico paisajístico muy interesante (Figura 2). A su vez, la buena accesibilidad a la zona y la existencia de dos importantes recursos turísticos vinculados con el patrimonio cultural herreño (Faro Orchilla-Monumento Meridiano 0), contribuyen a realzar el valor de un itinerario turístico por esta geozona.

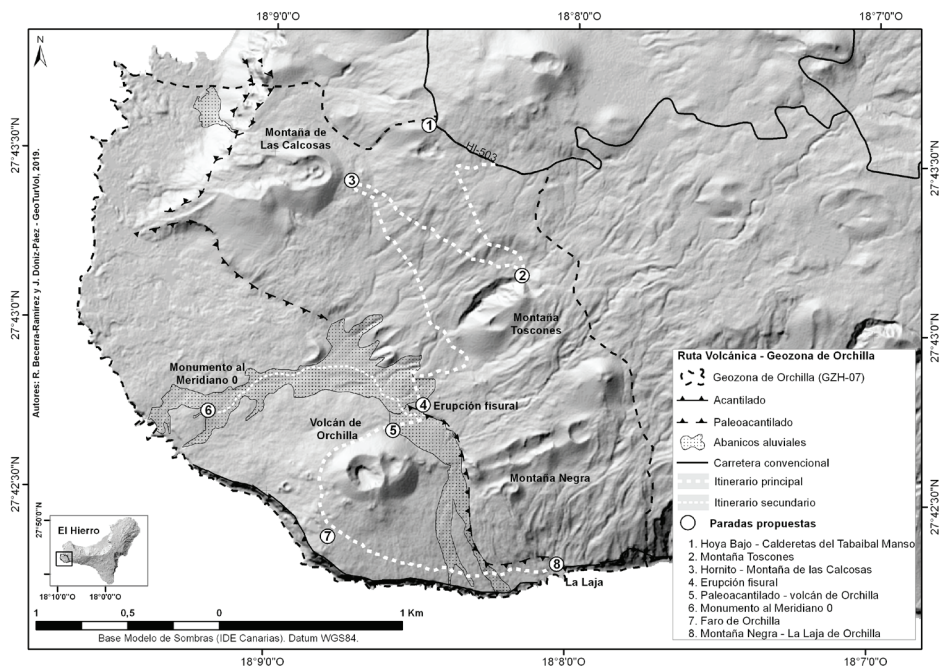


Figura 1. Geo-ruta volcánica de Orchilla.

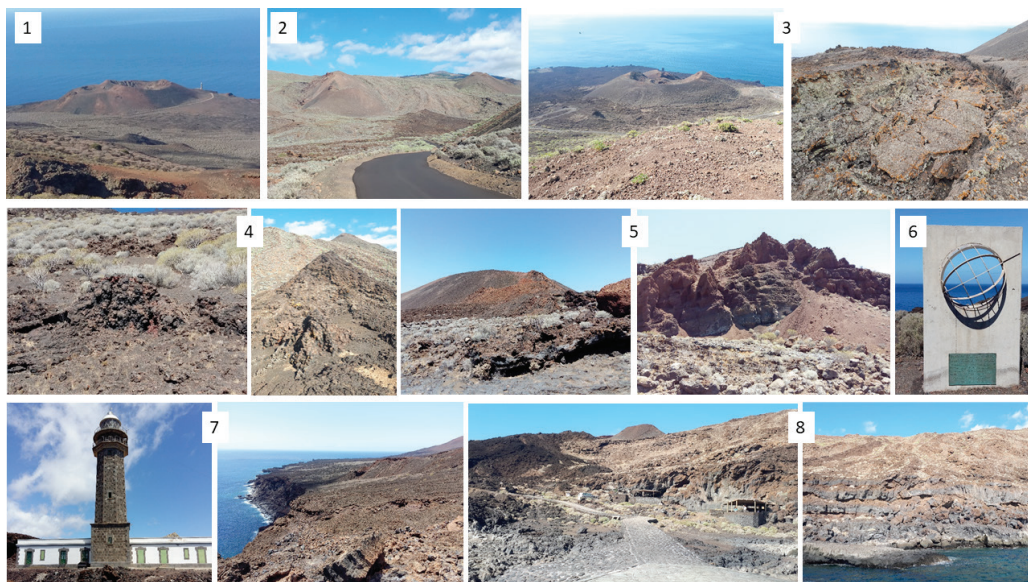


Figura 2. Principales atractivos de la ruta volcánica de Orchilla. Los números hacen referencia a cada una de las paradas del itinerario. 1=panorámica de la geozona. 2=volcán M. Toscones y paleoacantilado cubierto por flujos de lava y depósitos torrenciales. 3=volcán M. Calcosas y charcas de lava pahoehoe. 4=hornitos volcánicos. 5=volcán Orchilla y paleoacantilado sobre materiales piroclásticos. 6=monumento Meridiano 0. 7=Faro de Orchilla e isla baja y cantil actual. 8=zona recreativa Las Lajas, coladas de lava de Montaña Negra y acantilado actual de la geozona.

Parada	Patrimonio natural	Patrimonio cultural
1-Hoya Bajo-Calderetas Tabaibal Manso	Geomorfología de la geozona, volcanismo reciente y matorral de costa	Camino de la Virgen, Faro Orchilla, canteras, senderos
2-Montaña Toscones	Volcanes, cráteres, lavas, barrancos, taludes, matorrales de calcosas y tabaibas margas	Aljibe
3-Hornito-Montaña Calcosas	Conos volcánicos, conos volcánicos anidados, hornitos, coneletes, cráteres, lavas pahoehoe y aa, charcas de lava, tubos volcánicos, jameos, canales de lava, barrancos, tabaibales, aves	Cabañas en jameos
4-Erupción fisural	Hornitos y coladas de lava pahoehoe con tubos, jameos y canales, lapilli, barrancos matorrales de costa	Restos de una instalación telefónica dentro de los jameos
5-Paleoacantilado-Volcán Orchilla	Ruptura de pendiente, cono volcánico, coneletes, escoriáceos, hornitos, coluviones, abanicos aluviales, comunidades rupícolas sobre lavas recientes	Canteras, senderos, señales de madera
6-Monumento Meridiano 0	Abanicos aluviales, conos volcánicos, coladas de lava aa, acantilados, matorral de tabaibas y salados	Monumento Meridiano 0
7-Faro Orchilla	Lavas pahoehoe, tubos volcánicos, canales de lava, jameos, conos volcánicos, coneletes escoriáceos, acantilado, panorámica del Julan, Mar Calmas, cetáceos	Faro de Orchilla, cabañas, muros de piedra seca, gorona, senderos, cruz
8-Montaña Negra-La Laja de Orchilla	Conos volcánicos, coladas de lava aa, tubos y canales de lava costa rocosa, plataforma de abrasión, panorámicas del Julan y acantilados	Embarcadero, zona de ocio

Tabla 1. Paradas e interés geoturístico de la ruta volcánica.

CONSIDERACIONES FINALES

La ruta volcánica propuesta en la geozona de Orchilla es la primera que se propone de este tipo para el Geoparque Mundial Unesco de El Hierro. La misma tiene como objetivo resaltar el patrimonio volcánico natural y cultural de interés geoturístico de este lugar del geoparque herreño. La elección de esta geozona se debe a la diversidad de las formas volcánicas directas (conos volcánicos y coladas de lava), las de erosión y acumulación (barrancos, acantilados, depósitos, playas, etc.) y al patrimonio cultural vinculado con el uso en una región históricamente inhóspita de clima semiárido. A ello debemos sumar la buena accesibilidad actual, la existencia de varios senderos homologados, la presencia de una zona de baño y de ocio (Las Lajas) y dos de los iconos turísticos más significativos de El Hierro (Faro de Orchilla y el Meridiano 0).

REFERENCIAS

- Becerra-Ramírez, R., Guillén, C. y Dóniz-Páez, J. 2007. Erupción basáltica fisural al NE del volcán monogénico de Orchilla, El Hierro, Canarias. Caracteres Geomorfológicos. En: Lario, J. y Silva, P. (Eds.), *Contribuciones al estudio del período Cuaternario*. AEQUA, Ávila, 133-134.
- Becerra-Ramírez, R., Dóniz, J. y Guillén, C. 2010. Geomorfología de los volcanes de Orchilla y de la erupción fisural del NE (El Hierro, Islas Canarias). En: González, E., Escobar, E., Becerra-Ramírez, R., Gosálvez, R., Dóniz, J. (Eds.), *Aportaciones Recientes en Volcanología, 2005-2008*. Centro de Estudios Calatravos, Ciudad Real, 141-150.

- Becerril, L., Galve, J., Morales, J., Romero, C., Sánchez, N., Martí, J. & Galindo, I. 2016. Volcano-structure of El Hierro (Canary Islands), *Journal of Maps*, 12, 43-52.
- Carracedo, J. 2008. *Los volcanes de las islas Canarias. IV. La Palma, La Gomera. El Hierro*. Rueda, Madrid, 213 pp.
- Dóniz-Páez, J. 2016. Geoturismo en los geoparques europeos: atractivos, espacios y nuevos productos y experiencias turísticas. *VI jornadas de Innovación de la Universidad de La Laguna*, La Laguna, 137-154.
- Dóniz-Páez, J. y Becerra-Ramírez, R. 2008. Estudio geomorfológico del volcán basáltico monogénico de Orchilla (El Hierro, Canarias). En: Benavente, J. y Gracia, F. (Eds.), *Trabajos de Geomorfología en España, 2006-2008*. SEG y Universidad de Cádiz, Cádiz, 33-36.
- European Geoparks Network, 20/01/2019, <http://www.europeangeoparks.org/>.
- Geoparque de El Hierro, Cabildo de El Hierro, 20/01/2019, <http://elhierrogeoparque.es/>.
- IDE-Canarias, 20/01/19/, <https://visor.grafcan.es/visorweb/>.
- Vera Rebollo, J., López, F., Marchena, M. y Antón, S. 2011. *Análisis territorial del turismo y planificación de destinos turísticos*. Valencia, Tirant lo Blanch, 473 pp.

GEOTURISMO EN LOS GEOPARQUES MUNDIALES UNESCO VOLCÁNICOS CANARIOS: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA EN EL AULA

GEOTOURISM IN CANARIAN VOLCANIC GLOBAL UNESCO GEOPARKS: A DIDACTIC EXPERIENCE IN CLASSROOM

J. Dóniz-Páez

Grupo de Investigación Geopatrimonio y Geoturismo en Espacios Volcánicos (GeoTurVol)-Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna, Campus de Guajara s/n 38071, La Laguna, Tenerife, España.
Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN). jdoniz@ull.es

RESUMEN

Se presentan los resultados del proyecto de innovación docente desarrollado en la asignatura de Planificación y Gestión Territorial de Destinos Turísticos (PGTDT) del Grado de Turismo de la Universidad de La Laguna (Tenerife). Los objetivos es conseguir que los alumnos adquirieran el conocimiento práctico de PGTDT a través del geoturismo en los geoparques mundiales UNESCO canarios y generar un material docente digital que sirva como materia para cursos posteriores. La metodología empleada consistió en una ficha por geosito en la que se recogió información sobre las características, la localización, los atractivos, los espacios, la jerarquía y los productos geoturísticos de cada uno. Los principales resultados muestran que los 77 geositos terrestres (28 de El Hierro y 49 de Lanzarote) poseen una gran variedad de atractivos y espacios turísticos y que cuentan con varias actividades de ocio asociadas con el geoturismo. Los estudiantes valoraron bien el proyecto de innovación educativa como herramienta docente.

Palabras clave: Canarias, geoparques, geositos, geoturismo, innovación docente.

ABSTRACT

This work presents the results of the project of teaching innovation in the subject Planning and Territorial Management of Tourist Destinations of the Degree of Tourism at the University of La Laguna (Tenerife). The aim is that the students acquire practical knowledge of the subject through the geotourism in Canarian global UNESCO geoparks. The methodology used is a file were selected the geosites and their resources, touristic places, touristic potential and geotourist products. We have selected 77 terrestrial geosites located in the El Hierro (28) and the Lanzarote (49) geoparks. These geosites show the diversity resources, of touristic places and they have a great offer associate with geotourism. The students said the teaching materials are positive in their educational process.

Key words: Canary Islands, geoparks, geosites, geotourism, teaching materials.

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación expone los resultados del proyecto de innovación docente (PID) “*Las prácticas de aula basada en la investigación: geopatrimonio, geoturismo y geoparques en Canarias*” desarrollado durante el curso académico 2017-2018. Este proyecto asociado con los geoparques se viene desarrollando durante cuatro cursos académicos (2014-2015, 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019). En el primer año el proyecto se tituló “*El geoturismo en la web de la European Geoparks Network como ejemplo de nuevos productos y experiencias turísticas en la planificación y gestión territorial de los destinos turísticos*”, en el segundo curso “*La vuelta al mundo en 80 geoparques: geodiversidad, patrimonio geomorfológico, riesgos naturales y geoturismo*” y en el curso académico vigente “*Las prácticas de aula a partir de la resolución de problemas: geoturismo en los geoparques españoles*” (Dóniz-Páez *et al.*, 2018). En todos los casos los PID se han desarrollado en la asignatura de Geografía Humana de Planificación y Gestión Territorial de Destinos Turísticos (PGTDT). Esta asignatura es de seis créditos y se imparte en el 2º cuatrimestre del 3º curso del Grado de Turismo de la Universidad de La Laguna. Este se oferta en dos campus separados: el de La Laguna en el norte de Tenerife y el de Adeje en el sur de la isla. En el primero la docencia teórica y práctica es presencial mientras que en el de Adeje las prácticas son presenciales pero la docencia teórica se desarrolla por videoconferencia. Los resultados expuestos corresponden a la parte práctica de la sede de La Laguna.

La elección del geoturismo como hilo conductor para desarrollar el PID está en relación tanto con la propia línea de investigación del docente, como con los contenidos teóricos de la asignatura. El profesor es el coordinador del grupo de investigación “*Geopatrimonio y Geoturismo en Espacios Volcánicos GeoTurVol*” de la Universidad de La Laguna, cuyo objetivo principal es investigar la geodiversidad y el geopatrimonio en paisajes volcánicos como base para la creación de productos geoturísticos. A su vez, dentro del contenido de la asignatura hay un bloque temático dedicado a las nuevas tendencias en materia de turismo y el geoturismo se presenta como un nuevo producto y experiencia turística en auge.

El PID tenía dos objetivos fundamentales. Uno, poner de manifiesto como a través del empleo de la herramienta docente de la investigación y aplicada a los geoparques canarios los alumnos/as pueden desarrollar y adquirir la totalidad de los contenidos prácticos de PGTDT. Dos, evidenciar el acierto del uso de este tipo de innovaciones educativas a través de la valoración que los alumnos hacen del PID en general, de la adquisición de los contenidos y del aprendizaje práctico de la materia, de la participación individual y la del grupo en el mismo y de cómo ha sido estructurado y desarrollado el PID por parte del profesor.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el PID está basada en la elaboración de una ficha que ya se viene desarrollando en proyectos de innovación en cursos anteriores (Dóniz-Páez, 2016 y Becerra-Ramírez *et al.*, 2017) y que se ha demostrado como efectiva para este tipo de proyectos educativos. Esta recoge información sobre los geositos de los geoparques de El Hierro y Lanzarote y Archipiélago Chinijo (Figura 1). Los ítems de la ficha se pueden agrupar en cuatro bloques. 1-Nombre, fecha de declaración, logotipo y web del geoparque. 2-Localización, mapa y coordenadas y breve descripción del geosito. 3-Aspectos geoturísticos donde se incluye: a-clasificación de los recursos turísticos según la OEA de 1978 y que los agrupa en cinco categorías: atractivos naturales; patrimonio histórico y museos; folclore y manifestaciones de la cultura tradicional; realizaciones técnicas o artísticas contemporáneas y acontecimientos programados (Navarro, 2015); b-jerarquía del geosito (López-Olivares *et al.*, 2009); c-tipología de espacios turísticos en el geosito o en sus inmediaciones (litorales, rurales, urbanos, de montaña, naturales protegidos y corporativos) (Vera *et al.*, 2011); d-productos geoturísticos existentes o potenciales vinculados con el geosito y e-estadísticas del número de visitantes al geosito o al geoparque; y 4-un apartado para observaciones, datos de interés, fotografías y referencias bibliográficas.

Por último, con el fin de valorar si las aplicaciones de estas metodologías de innovación educativa son positivas en la adquisición de los contenidos y el aprendizaje práctico, al final del cuatrimestre se les pasó una encuesta anónima con seis preguntas más un apartado de observaciones. Esta se desarrolló en el aula y se realizó una vez puestas las notas para que los alumnos no creyeran que su valoración podía condicionar la calificación obtenida. Las cuestiones

estaban referidas a cómo valoraban el proyecto en general, cómo contribuía este a la materia práctica de la asignatura y al aprendizaje práctico de ellos, cómo valoraban su trabajo individual y grupal en el proyecto y cómo lo había desarrollado el profesor. Las respuestas eran cualitativas (sí, no y no lo sé) y cuantitativas según la siguiente escala: muy mal (0-2), mal (3-4), bien (5-8) y muy bien (9-10).

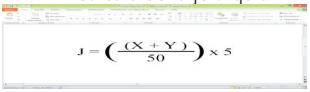
LAS PRÁCTICAS DE AULA BASADA EN LA INVESTIGACIÓN: GEOPATRIMONIO, GEOTURISMO Y GEOPARQUES EN CANARIAS				
Nombre del geoparque: Fecha declaración: Web:				Logotipo
Descripción breve del geosito:				
Localización (continente, país y región) de geosición: Coordenadas geográficas del geosito:				
Mapa del geosito:				
1-Geoturismo:				
1.1-Clasificación recursos-atractivos turísticos según la OEA:				
Categoría	Tipo	Subtipo 1	Subtipo 2	Nombre
1.2-Cálculo de la jerarquía 		Factores internos: Factores externos:		
1.3- Tipología de espacios turísticos (litoral, rural, urbano, montaña-espacios protegidos, corporativo)				Descripción breve
1.4-Productos geoturísticos				
1.5-Nº de visitantes, procedencia y periodo del año de mayor frecuentación				
Observaciones:				
Datos de interés:				
Fotografías:				
Bibliografía:				

Figura 1. Modelo simplificado de ficha de trabajo usado en el PID.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1: los geoparques: atractivos turísticos, jerarquía y los productos geoturísticos

En el planeta hay, hasta 2018, 140 geoparques mundiales UNESCO repartidos por casi todos los continentes, pero con un predominio de ellos en Europa y Asia y estando poco representados en África y América. Los geositios

son áreas que forman parte del patrimonio geológico de una región natural que muestran, de manera continua en el espacio, una o varias características consideradas de importancia en su historia geológica (Carcavilla, 2012). El objetivo de los geoparques es desarrollar una estrategia de explotación sostenible de la geodiversidad y el geopatrimonio de un territorio a través del desarrollo de un proyecto socioeconómico local que garantice la geoconservación (Carcavilla *et al.*, 2007). Esta estrategia de desarrollo territorial y sostenible debe estar basada en actividades científicas, educativas y turísticas (Carcavilla, 2012). Es aquí donde cobra verdadera importancia nuestro proyecto de innovación puesto que combina la investigación científica para identificar y/o proponer productos geoturísticos en el marco de una institución educativa como es la universidad pública.

El proyecto de innovación abarcó los geoparques mundiales UNESCO de Canarias y concretamente sus geositos. El primero de ellos es el de El Hierro que fue declarado en 2014 y el otro es el de Lanzarote y Archipiélago Chinijo que lo es desde 2015. Los dos geoparques seleccionados poseen en total 77 geositos terrestres, de estos 28 (36.36%) corresponde al Hierro y 49 (63.64%) a Lanzarote (elhierrogeoparque.es; geoparquelandzarote.org/). Los alumnos en grupo seleccionaron los geositos terrestres de ambos geoparques.

Acorde con el objetivo uno se hizo la correlación entre los contenidos de los cinco bloques temáticos de la asignatura y los trabajos prácticos para cumplimentar la ficha de cada uno de los geositos de cada uno de los geoparques (Tabla 1). El objeto era demostrar que a través del empleo de un único ítem (geositos) se pueden adquirir la totalidad de los contenidos prácticos de los diferentes bloques temáticos de PGTD. Esto evita la proliferación de ejercicios prácticos y su dispersión temática. Este hecho evidencia que la evaluación continua a lo largo del cuatrimestre es una buena estrategia metodológica para que los alumnos/as reciban la totalidad de los contenidos prácticos de la asignatura y para adquirir competencias y resultados de aprendizaje prácticos.

Temas de la asignatura PGTD	Actividades realizadas
Tema 1. Marco conceptual y fundamentos de la Ordenación del Territorio	Identificación de geositos y selección de los mismos dentro del geoparque
Tema 2. Los objetos de la ordenación territorial de áreas turísticas: la definición del sistema turístico	Identificación, inventario y clasificación de los recursos turísticos
Tema 3. Técnicas e instrumentos de planificación y gestión territorial del desarrollo turístico sostenible	Cálculo de la jerarquía de cada geosito para determinar su potencial turístico
Tema 4. El proceso metodológico general de formulación e implementación de planes de ordenación	Fase una sobre la identificación del potencial turístico de un destino
Tema 5. Nuevas tendencias en materia de planificación territorial de destinos turísticos maduros	Identificación de productos geoturísticos reales y/o potenciales

Tabla 1. Correlación entre los bloques temáticos de PGTD y las actividades realizadas dentro del PID de geoparques canarios.

Los principales resultados obtenidos a partir del vaciado de las fichas es que tanto en el geoparque de El Hierro como en el de Lanzarote los geositos muestran la diversidad del patrimonio natural y cultural de ambas islas. En este sentido, al identificar y clasificar los atractivos turísticos de los geositos se aprecia que están representadas todas las categorías que propone la OEA incluidos una gran variedad de tipos y subtipos. Por su parte, el cálculo de la jerarquía agrupa a los geositos, en su mayoría, en los niveles uno y dos, es decir, que se trata de recursos con un potencial limitado de alcance local. Sin embargo, existen algunos geositos dentro del geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, asociados con la erupción volcánica de Timanfaya de 1730-1736, que alcanzan valores de jerarquía de cuatro,

por lo que se trataría de recursos únicos en el conjunto de España. Esto está relacionado con que esta erupción está catalogada como la segunda más importante del mundo en su estilo (Carracedo *et al.*, 1994). En relación con la tipología de espacios turísticos están representadas todas las definidas en la literatura científica (litorales, rurales, montaña-ENP, urbano y corporativos). Y en cuanto a los productos geoturísticos es donde se muestra una mayor diversidad, en este sentido, además del geoturismo volcánico, se puede practicar el turismo paleontológico, arqueológico, gastronómico, enológico, deportivo, salud, etc.

Todo ello pone de manifiesto que las figuras de Geoparque Mundial UNESCO y el geoturismo pueden contribuir a diversificar la oferta turística de las dos islas. En el caso de El Hierro profundizando en otros recursos más allá del buceo y el senderismo, ya que la erupción volcánica de 2011-2012 evidenció que haber polarizado la oferta turística en el submarinismo puede suponer graves consecuencias económicas para la isla si esta se ve afectada. Para Lanzarote, el geoturismo puede contribuir a descentralizar la afluencia de los recursos más visitados como el Parque Nacional de Timanfaya o La Geria y poner dentro del mercado geoturístico otros muy relevantes pero que hasta hace poco eran desconocidos.

Objetivo 2: las valoraciones del proyecto de innovación educativa

De los 83 alumnos matriculados en la sede de La Laguna se acogieron al PID 73 (87,9%) y de ellos el 100% superó los créditos prácticos de PGTDt que supone el 50% de la carga de la asignatura. La calificación obtenida en las prácticas estaría en relación con la nota obtenida en el proyecto de innovación, por lo que estas se reducen y se pone en marcha la evaluación continua. Estos buenos resultados fueron apoyados con la valoración que hacen los alumnos del proyecto en general, de cómo valoran tanto su participación individual y grupal en el PID como la del docente y de si han adquirido los contenidos y el aprendizaje práctico de la asignatura (Tabla 2).

Items	Muy mal	Mal	Bien	Muy bien
Valoración general del PID	-	-	57,5%	42,5%
Labor individual del alumno en el PID	-	-	56%	44%
Labor grupal del alumno en el PID	-	-	31,5%	68,5%
Labor profesor en el PID	-	-	26%	74%
Items	No lo se		No	Si
PID adquieren contenidos prácticos de PGTDt	1,2%		6,8%	92%
PID adquieren aprendizaje práctico de PGTDt	2,75%		2,75%	94,5%

Tabla 2. Valoración del PID por parte de los alumnos. Elaboración propia.

CONSIDERACIONES FINALES

Los Geoparques Mundiales UNESCO y el geoturismo se muestran como recursos válidos para aplicar metodologías docentes innovadoras en el aula. La diversidad y complejidad turística de los geositiros, que podrían ser abordados desde múltiples disciplinas, los convierte en ideales para aplicar herramientas docentes innovadoras como la investigación en el aula. En este sentido, dentro de PGTDt estos han sido el hilo conductor para que los alumnos/as hayan adquirido la totalidad del contenido y resultados de aprendizaje prácticos de los cinco bloques temáticos de la asignatura. El estudio e investigación de los geositiros han permitido al alumnado conocer la diversidad de recursos y atractivos que disponen y cuáles de ellos son turísticos, la variedad de espacios turísticos que los componen, su potencialidad turística y qué tipo de productos geoturísticos se están desarrollando en torno a los mismos. Con ello se ha logrado reducir el número de

prácticas y su desconexión al aplicar la evaluación continua solo con un mismo ítem. Todos estos aspectos han quedado recogidos en las buenas valoraciones que el alumnado hace del PID, donde se acogieron el 87,9% de los alumnos/as matriculados en la sede de la Laguna y de estos el 100% aprobó la parte práctica de la asignatura.

AGRADECIMIENTOS

Vicerrectorado de Docencia de la Universidad de La Laguna por la concesión del proyecto de innovación educativa para el curso 2017-2018. A los alumnos/as del 3^{er} curso del Grado de Turismo (2017-2018) de la Universidad de La Laguna sin los que no hubiese sido posible desarrollar el proyecto.

REFERENCIAS

- Becerra-Ramírez, R., Dóniz-Páez, J. y González, E. 2017. Proyecto de Innovación Educativa Interuniversitaria (ULL-UCLM) en Geografía: *La vuelta al mundo en 80 geoparques: geodiversidad, patrimonio geomorfológico, riesgos naturales y geoturismo*. II Jornada de Innovación Docente-Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, 40-41.
- Carcavilla, L. 2012. *Proyecto Geosites: aportación española al patrimonio geológico mundial*. Madrid, IGME, 231 pp.
- Carcavilla L, López-Martínez J. y Durán J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 360 pp.
- Carracedo, J., Badiola, E. and Soler, V. 1994. The 1730-1736 eruption of Lanzarote, Canary Islands: a long, high-magnitude basaltic fissure eruption, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 35(3), p. 195-204.
- Dóniz-Páez, J. 2016. Geoturismo en los geoparques europeos: atractivos, espacios y nuevos productos y experiencias turísticas. *VI Jornadas de Innovación de la Universidad de La Laguna*, La Laguna 137-154.
- Dóniz-Páez, J. Becerra, R. y González, E. 2018. La vuelta al mundo en 80 geoparques: geodiversidad, geopatrimonio, geoconservación y geoturismo. *VIII Jornadas de Innovación Educativa en el ámbito de ULL*, La Laguna, 81-90.
- Geoparque de El Hierro, Cabildo de El Hierro, 20/01/2019, <http://elhierrogeoparque.es/>
- Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, Cabildo de Lanzarote 20/01/2019, <http://www.geoparquelanzarote.org/>
- López-Olivares, D., Ferreres, J. y Abdelouahab, O. 2009. Estudio comparado de la potencialidad de los recursos turísticos en los parques de Sierra de Espadán (España) y Talassemtane (Marruecos). *Cuadernos de Turismo*, 24, 91-109.
- Navarro, D. 2015. Recursos turísticos y atractivos turísticos: conceptualización, clasificación y valoración. *Cuadernos de Turismo*, 35, 335-357.
- Vera Rebollo, J., López, F., Marchena, M. y Antón, S. 2011. *Análisis territorial del turismo y planificación de destinos turísticos*. Valencia, Tirant lo Blanch, 473 pp.

ITINERARIO GEOTURÍSTICO EN EL GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO DE EL HIERRO (CANARIAS, ESPAÑA) COMO ESTRATEGIA DE DIVERSIFICACIÓN DE SU OFERTA TURÍSTICA

GEOTURISTIC ITINERARY IN EL HIERRO UNESCO GLOBAL GEOPARK (CANARY ISLANDS, SPAIN) DIVERSIFICATION OF ITS TOURIST OFFER

FJ. Dóniz-Páez^{1,2}, N. Herrera-Ramos³ y M. Toledo-Martín³

¹ Grupo de Investigación Geopatrimonio y Geoturismo en Espacios Volcánicos (GeoTurVol)-
Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna, Campus de Guajara s/n 38071,
España. jdoniz@ull.es

² Instituto Volcanológico de Canarias (Involcan), La Laguna, Tenerife, España

³ Graduadas en Turismo, Universidad de la Laguna.

RESUMEN

El geoturismo es una modalidad reciente centrada en los valores paisajísticos del relieve y que tiene en cuenta toda la diversidad de atractivos de la gea (playas, gastronomía, fiestas, etc.). El Hierro es la isla geológicamente más reciente de Canarias y muestra una gran geodiversidad y patrimonio asociado al relieve que la ha convertido en geoparque desde 2014, siendo el primero de Canarias. Su principal oferta de ocio es el buceo y el senderismo. El objetivo de este trabajo es proponer un itinerario geoturístico por el geoparque acorde con el perfil del visitante de la isla que practica un turismo responsable y sostenible. Para ello, se ha dividido la isla en seis geozonas y se han inventariado y clasificado los recursos de estas según Cicatur-OEA y se han seleccionado los más representativos para el diseño de nueve geo-rutas. La propuesta de itinerario sintetiza la amplia geodiversidad isleña y contribuye a diversificar su oferta turística, enmarcándose dentro de las estrategias del geoparque de poner en valor los recursos con los que cuenta y su uso público en general.

Palabras clave: España, Geoparque de El Hierro, geo-rutas, geoturismo, volcanes.

ABSTRACT: *Geotourism, a recent modality focused on the landscapes values of the relief (beaches, gastronomy, festivities, etc.). El Hierro is the youngest island from the Canarian archipelago and it shows a wide geodiversity and geoheritage, reason why it was declared geopark in 2014, becoming the first one in the Canaries. Its main leisure offer is diving and hiking. The main objective of this work is proposing a geotourist itinerary through the geopark according to the socio-economic profile from the visitors, people who practice a responsible and sustainable tourism. As an attempt to do that, the island has been divided into six different geozones, making an inventory and classifying its resources according to the Cicatur-OEA; choosing the most representative ones for the design nine geo-routes. The itinerary proposal synthesizes the wide geodiversity from the island and contributes to diversify its tourist offer.*

Key words: Spain, El Hierro geopark, geo-routes, geotourism, volcanoes.

INTRODUCCIÓN

La diversificación de la oferta turística es un hecho que cada vez se constata más en los destinos que se han centrado tradicionalmente en un reducido número de actividades. Es evidente que la proliferación de nuevos productos y experiencias turísticas está relacionada con una demanda cada vez más informada y exigente que no se conforma con participar de manera pasiva en el consumo turístico, sino que encuentra mucho más atractiva una oferta variada donde se hace un consumo activo de los recursos disponibles. En este sentido, el geoturismo se presenta como una modalidad turística en la que turistas y visitantes se convierten en los protagonistas de su experiencia y donde los recursos naturales y culturales asociados con el relieve constituyen el principal atractivo para desplazarse a los destinos.

Teniendo en cuenta lo dicho el objetivo general de la comunicación es proponer un itinerario geoturístico en coche por el geoparque de El Hierro similar al que ya existen en otros geoparques (Galindo *et al.*, 2017), pero con la particularidad de que consta de varias geo-rutas. El itinerario tendrá en cuenta el patrimonio geomorfológico, la conservación del mismo y que contribuya a diversificar la oferta de ocio de la isla que está polarizada casi exclusivamente en el buceo y el senderismo.

ÁREA DE ESTUDIO

La isla de El Hierro es la más pequeña, geológicamente más joven y geográficamente más occidental de Canarias. La superficie total es de 268,71 km² y cuenta con una población de 10798 habitantes (Istac, 2018). La isla es de génesis volcánica y los afloramientos más antiguos son de apenas hace un millón de años, por lo que se trata de una estructura completamente reciente formada a partir de los volcanes Tiñor, El Golfo y el volcanismo de los Rifts (Carracedo, 2008). La última erupción ocurrió entre 2011-2012 bajo las aguas del Mar de Las Calmas en el sur de El Hierro. Aun así, la isla ha estado sometida a los procesos de erosión y acumulación dando lugar a paisajes geomorfológicos muy significativos.

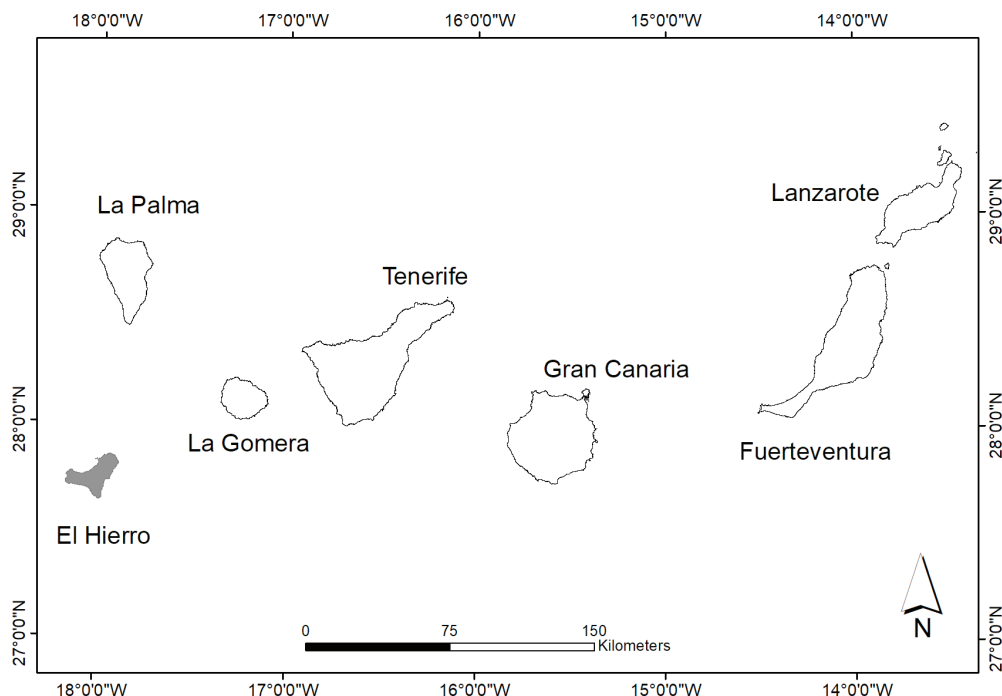


Figura 1. Localización de la isla de El Hierro

El volcanismo reciente, la diversidad de materiales eruptivos, el clima oceánico y semiárido en el litoral y el diferente efecto del poblamiento, han determinado que El Hierro sea una isla en la que es posible reconocer casi intactas muchas de las estructuras geológicas-geomorfológicas. Este hecho determina su elevada geodiversidad, su importante geopatrimonio, su gran geoconservación y sus enormes posibilidades para el desarrollo del geoturismo (González *et al.*, 2015; Dóniz-Páez *et al.*, 2011, 2015, 2016, 2018). En este sentido, no es de extrañar que, en proporción a su tamaño, sea la isla con mayor superficie protegida del Archipiélago, con 58% de su territorio. Al mismo tiempo, es Reserva de la Biosfera, cuenta con una de las pocas Reservas Marinas de España y fue en septiembre de 2014 el primer geoparque declarado de Canarias.

METODOLOGÍA

La metodología consistió en realizar trabajo de campo en el geoparque de El Hierro para delimitar las geozonas, identificar, seleccionar y caracterizar los recursos y proponer el itinerario geoturístico. Para la clasificación de los recursos en cada una de las zonas se ha seguido la propuesta del Centro Interamericano de Capacitación Turística y la Organización de los Estados Americanos (Cicatur-OEA). Este los agrupa en cinco grandes categorías que a su vez se dividen en tipos y subtipos. Las grandes categorías son: sitios naturales; patrimonio histórico y museos; folclore y manifestaciones de la cultura tradicional; realizaciones técnicas o artísticas contemporáneas y acontecimientos programados (Navarro, 2015). La elección de la propuesta de identificación y clasificación de Cicatur-OEA responde a que, bajo nuestro punto de vista, se trata de una de las clasificaciones más completas para sistematizar la diversidad de recursos de un espacio geográfico concreto. Ahora bien, el gran número de atractivos que engloba también la convierte en una de las más complejas (Navarro, 2015). Además, creemos que está acorde con un concepto más amplio del geoturismo que no solo se centre en la explotación de los valores estéticos y escénicos del relieve, sino que incluya la diversidad de las manifestaciones culturales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este itinerario se ha tomado como base la división que realizó Fernández-Pello (1986) para los paisajes naturales de El Hierro: El Golfo, El Julan y el vértice nororiental. A partir de estas tres unidades de paisaje con una gran impronta geomorfológica se propone una nueva división espacial que viene dada por un criterio morfológico y por la distribución geográfica de los recursos elegidos para diseñar el itinerario. La finalidad es que el usuario haga tanto una gestión eficiente del tiempo, como un uso inteligente de la infraestructura viaria. Siguiendo el planteamiento anterior se ha dividido la isla en seis geozonas con una gran impronta geomorfológica (Figura 2).

La tabla 1 muestra la diversidad de recursos en cada una de las geozonas. Como se puede observar la única categoría que está presente en las seis son los sitios naturales (100%), seguidos de los museos y manifestaciones culturales que lo están en cinco de las seis (83,33%), los acontecimientos programados (50%), el folclore y las manifestaciones de la cultura tradicional (33,33%) y, por último, las realizaciones técnicas y artísticas contemporáneas que sólo están presentes en la geozona uno (16,67%). Esta distribución es, en cierto modo, esperable puesto que el geoturismo se centra mayoritariamente en los valores paisajísticos del relieve que se manifiestan especialmente en entornos geoconservados.

Para la propuesta de itinerario geoturístico se ha tenido en cuenta, además de otros aspectos del perfil socioeconómico, la estancia media del turista que visita El Hierro. Esta es de unos 12 días y se excluyen el de llegada y el de ida, por lo que para el diseño del itinerario se contabilizan diez días completos. A su vez, teniendo en cuenta que el tercer factor en importancia que motiva la elección de la isla, según la encuesta de gasto turístico del Istac, es la búsqueda de un emplazamiento para el relax y el descanso, se propone realizar el itinerario solo en horario de mañana. Esto propicia la combinación entre visitas y tiempo para el descanso. Por lo tanto, se pretende que siempre que sea posible se finalice en las proximidades de zonas de baño con equipamientos, infraestructuras costeras y servicios (bares, terrazas, paseos, etc.). Acorde con estos datos se proponen nueve geo-rutas diarias que en conjunto conforman el itinerario geoturístico por el geoparque de El Hierro objeto de esta comunicación. Sin duda, este itinerario contribuye

- **Geo-ruta 3:** El Pinar, el Centro de Interpretación Geológica y del Geoparque y la cueva de Don Justo (solo la entrada). Para disfrutar del resto del día, se terminará en el pueblo de La Restinga donde se pueden encontrar buenos restaurantes de pescado y su playa de arena volcánica.
- **Geo-ruta 4:** el Lajial, cuya ruta es de 3 a 4 horas y Tacorón, donde pueden terminar el día bañándose en sus piscinas naturales con impresionantes vistas a las rocas volcánicas que forman esta cala o a la inmensidad de un mar en calma.
- **Geo-ruta 5:** centro de Interpretación Árbol de Garoé, Ventejís, Isora (pasando por el pueblo de San Andrés) donde verán la central quesera, el Centro de Interpretación de Reserva de la Biosfera y el mirador de Isora; y, por último, el mirador de Las Playas. El turista puede terminar la geo-ruta de este día en la Hoya del Morcillo, primera zona recreativa de la isla donde se puede desconectar en plena naturaleza.
- **Geo-ruta 6:** se comenzará la ruta de este día con el Roque de la Bonanza, Las Playas y el parador nacional de turismo. Por último, se visitará el Tamaduste y su sendero litoral y finalizar dándose un baño en su playa de aguas cristalinas y de arena volcánica negra y roja.
- **Geo-ruta 7:** centro etnográfico Casa de las Quinteras en Valverde, el Pozo de las Calcosas y finalizar con un baño en el Charco Manso.
- **Geo-ruta 8:** miradores de la isla que no pueden pasar inadvertidos. Se empezaría con el mirador de Malpaso, punto más alto de la isla, seguidamente se encuentra el mirador de La Llanía con vistas hacia El Golfo y punto de paso para el mirador de Fireba. Por último, se visitaría el mirador de la Peña no sin antes hacer una parada en el mirador de Jinama que queda en el mismo trayecto.
- **Geo-ruta 9:** comenzaría en Las Puntas donde se ofrecen unas espectaculares vistas a los Roques del Salmor y se puede disfrutar de un paseo litoral hasta la zona de baño de La Maceta, a lo largo del mismo el visitante podrá disfrutar de uno de los paisajes rurales más impresionantes de El Hierro (parcelas y goronas). La siguiente parada estaría concentrada en el ecomuseo de Guinea, el centro de recuperación del lagarto gigante de El Hierro, el tubo volcánico de Guinea y la fuga de Gorreta. Finalizada la visita, no hay que olvidar pasar por el pueblo de Tigaday donde se pueden encontrar buenos restaurantes, tiendas y una escultura conmemorativa de la celebración anual del tradicional carnaval de los carneros. Por último, se terminaría en El Charco Azul disfrutando de una tarde relajante con baños en el mar.

El último día de estancia en el geoparque se dedicará a las actividades de turismo activo más emblemáticas de la isla de El Hierro: el buceo, el senderismo y el parapente. Las actividades de buceo están relacionadas con el hecho de que la isla cuente desde 1996 con una de las pocas Reservas Marinas de todo el territorio español. Esta se encuentra localizada en la zona suroccidental de la isla, concretamente en el Mar de las Calmas y dispone de unas 750 hectáreas de extensión. Tras la erupción submarina de El Hierro el buceo se paralizó, pero en la actualidad la presencia del volcán es un reclamo más para los amantes de este deporte. El Hierro cuenta con una increíble variedad paisajística que puede ser descubierta atravesando la diversidad de senderos de los que dispone: GR-131 (Camino de la Virgen), GR-131a (Sendero del Meridiano 0), PR-EH 11 (Camino de Jinama), PR- EH 11 (Ruta del Agua), entre otros. Por último, hay que hacer especial mención al parapente, siendo sin duda la Cumbre de Dos Hermanas el mejor lugar para practicarlo debido a su fácil acceso, a las buenas condiciones meteorológicas y a las impresionantes vistas al Valle de El Golfo.

CONSIDERACIONES FINALES

La isla de El Hierro turísticamente se ha diferenciado del turismo de sol y playa más habitual en Canarias. Siempre ha apostado por un turismo mucho más responsable y respetuoso con el patrimonio natural y cultural que posee. Avalan este hecho su oferta tradicional polarizada casi exclusivamente en el buceo y el senderismo y las diferentes figuras de protección y gestión de la misma (ENPs, Reserva Marina, Reservas de la Biosfera, sostenibilidad, etc.). Sin embargo, a raíz de la erupción submarina del año 2011-2012 en el Mar de Las Calmas se paralizó temporalmente la oferta de ocio vinculada con el buceo y la propia pesca. Este hecho motivó a los diferentes actores públicos y privados implicados en el turismo herreño a buscar alternativas para diversificar su oferta turística. Fue entonces cuando se planteó, entre otras estrategias, la posibilidad de

que la isla fuese geoparque y se implementaran nuevos productos y experiencias turísticas asociadas con el geoturismo. En este sentido, las diferentes geo-rutas en coche que componen el itinerario que se propone es una medida más para contribuir a la estrategia de diversificación turística que está realizando El Hierro desde que fue declarada geoparque.

REFERENCIAS

- Carracedo, J. 2008. *Los volcanes de las islas Canarias. IV. La Palma, La Gomera. El Hierro*. Rueda, Madrid, 213 pp.
- Dóniz-Páez, J., Becerra-Ramírez, R., González, E., Guillén, C. and Escobar, E. 2011. Geomorphosites and Geotourism in volcanic landscapes: The example of La Corona del Lajial Cinder cone (El Hierro, Canary Islands, Spain). *Geojournal of Tourism and Geosites*, IV (2), vol. 8, 185-197.
- Dóniz-Páez, J., Becerra, R., González, E., Escobar, E. and Gosálvez, R. 2015. Geomorphosites and geotourism in volcanic geoparks (El Hierro, Canary Islands, Spain), *Conferencia Internacional Fogo eruption*, Cabo Verde, 26.
- Dóniz-Páez, J., Becerra-Ramírez, R. and González-Cárdenas, E. 2016. Geotourist itineraries along the El Hierro volcanic geopark (Canary, Spain). *Cities on Volcanoes 9*, Puerto Varas, Chile.
- Fernández-Pello Martín, L. 1986. *Los paisajes naturales de la isla de El Hierro*. Cabildo de El Hierro, Santa Cruz de Tenerife, 264 pp.
- Galindo, I. Vegas, J., Díaz, G., Romero, C., Sánchez, N. y Mateo, E. 2017. Geo-rutas en coche por el patrimonio geológico del geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo. En: Carcavilla, L., Duque-Macías, J. Giménez, J., Hilario, A., Monge-Ganuzas, M., Vegas, J. y Rodríguez, A. (Eds.). *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. IGME, Madrid, 275-281.
- González, E., Dóniz-Páez, J., Becerra-Ramírez, R., Escobar, E., Gosálvez, R. y Becerra-Ramírez, M.C. 2015. *Itinerarios didácticos y geopatrimoniales por la isla de El Hierro*. GEOVOL-UCLM. Ciudad Real, 272 pp.
- Navarro, D. 2015. Recursos turísticos y atractivos turísticos: conceptualización, clasificación y valoración. *Cuadernos de Turismo*, 35, 335-357.

LA GESTIÓN DE LA GEODIVERSIDAD MEDIANTE SU INTEGRACIÓN CON OTROS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL: APLICACIÓN A LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MENORCA

GEODIVERSITY MANAGEMENT AND ITS INTEGRATION WITH OTHER NATURAL AND CULTURAL HERITAGE ELEMENTS: AN APPLICATION IN BIOSPHERE RESERVE OF MENORCA

A. Rodríguez¹ y F. de Pablo²

¹ Geoservei. C/ Himàlaia, 37 (07703) Maó (Menorca). a.rodriguez@geoservei.com

² Consell Insular de Menorca. Departamento de Medio Ambiente y Reserva de Biosfera.
Plaza de la Biosfera, 5 (07703) Maó (Menorca). felix.depablo@cime.es

RESUMEN

Bajo el amparo de la Reserva de la Biosfera, Menorca trabaja desde el año 2013 en promover el conocimiento y garantizar la protección de la geodiversidad insular, mediante un proyecto que tiene como objetivo primordial sensibilizar a la población local sobre la presencia de un patrimonio geológico de alto valor en la isla. En los últimos años, buena parte de las actividades desarrolladas para lograr tal objetivo han dado un giro y se han centrado en divulgar las relaciones existentes entre la geodiversidad, la biodiversidad, la historia y la cultura tradicional, con la geología como pretexto central. Este planteamiento busca ser coherente con los principios y valores de conservación y desarrollo que propugnan las Reservas de la Biosfera. El enfoque propuesto está recibiendo una excelente acogida, permitiendo la implicación de un equipo de trabajo multidisciplinar en el proyecto y alcanzando un mayor poder de convocatoria, que permite la participación de un público más amplio en las actividades organizadas.

Palabras clave: divulgación, geodiversidad, integración, patrimonio natural y cultural, Reserva de la Biosfera.

Abstract: *Under coverage of Biosphere Reserve, since 2013, Menorca is working in promoting knowledge and ensuring the protection of the insular geodiversity, with a project whose main objective is sensitizing the local population about the presence of a high valuable geological heritage on the island. In recent years, a large part of the developed activities to achieve this aim have shifted and have focused on disseminating the relationships between geodiversity, biodiversity, history and traditional culture, with geology as a central pretext. This approach seeks to be consistent with the principles and values of conservation and development advocated by the Biosphere Reserve. The proposed approach is having an excellent reception, allowing the involvement of a multidisciplinary team in this project and they really pull in the crowds, which allows the participation of a wider audience in the organized activities.*

Key words: *Biosphere Reserve, disseminate, geodiversity, integration, natural and cultural heritage.*

ANTECEDENTES

Desde el año 2013 la Agencia Menorca Reserva de la Biosfera, una organización especializada sin personalidad jurídica propia, dependiente del Consell Insular de Menorca y adscrita al Departamento de Medio Ambiente y Reserva de la Biosfera de esta institución, desarrolla una intensa labor que ha permitido alcanzar notables avances en la valorización de la geodiversidad insular. Las directrices del modelo de gestión de la geodiversidad propuestas hasta el momento se han centrado esencialmente en su conservación, promoviendo básicamente el conocimiento entre la sociedad local, y dejando al margen el fomento de actividades geoturísticas.

De este modo, la actuación más significativa fue la creación de un centro de interpretación de la geología de Menorca, ya que además de disponer de una exposición permanente sobre las características geológicas insulares, actúa como eje del proyecto, al centralizar el desarrollo de actividades educativas, culturales y lúdicas, con la finalidad de fomentar el conocimiento y difundir el valor geológico de la isla (Rodríguez *et al.*, 2015). Además, este centro realiza una importante labor en la recuperación de patrimonio geológico mueble que se encuentre infrutilizado o infravalorado (Rodríguez *et al.*, 2017).

Las actuaciones divulgativas, didácticas y lúdicas que se impulsan abarcan desde la creación de unidades didácticas, a actividades de ocio como rutas, concursos o talleres, dirigidos específicamente tanto a niñas y niños, como a adultos. También se realiza un notable esfuerzo en la edición de nuevo material impreso y audiovisual, y se procede a la instalación de elementos en el campo que den visibilidad al proyecto. Esto último, con extremo cuidado de no contribuir al exceso de carga visual por cartelería, ya existente en numerosas localizaciones del medio natural insular.

Se debe destacar también, los trabajos de inventario de LIG, centrados en un proceso dividido en dos fases y adaptado de la metodología desarrollada en el IELIG (García-Cortés *et al.*, 2014), al plantearse como una revisión de un listado preexistente. El documento resultante del proceso de participación consiguió mejoras sustanciales respecto a los numerosos listados elaborados anteriormente. Así, cabe destacar que se elaboró un inventario de consenso, siguiendo una metodología ya establecida, determinando la potencialidad de uso y delimitación geográfica de los LIG y actualizando e incorporando las descripciones justificativas de su interés, con un intenso trabajo de selección de referencias bibliográficas (Geoservei S.L., 2016; Rodríguez *et al.*, 2017).

Finalmente, se debe señalar el esfuerzo en la organización directa en la isla de dos congresos geológicos e indirecta en un tercero, durante tan solo dos años (2017 y 2018).

DIVULGACIÓN DE LA GEODIVERSIDAD A PARTIR DE SU INTEGRACIÓN CON OTROS ELEMENTOS

Las Reservas de la Biosfera tienen como objetivo primordial la armonización entre la conservación de la diversidad biológica y cultural, y el desarrollo social y económico, por lo que la integración de la población humana y sus actividades con la conservación son esenciales.

De esta forma, las Reservas de la Biosfera representan espacios donde la influencia de la actividad humana puede ser muy evidente en el paisaje, pero que a su vez ha respetado la integración del patrimonio natural con el histórico, artístico y arquitectónico.

El paisaje de un territorio es un reflejo de su historia. Su aspecto se modela por la acción de los agentes erosivos sobre el medio geológico, pero también contribuyen en él, y mucho, las actividades humanas que lo han poblado durante siglos. Así, tal y como señala Martínez-Jaraiz *et al.* (2017), algunos autores como Dudley (2008) y posteriormente Crofts y Gordon (2015) ya pusieron de manifiesto la fuerte conexión existente entre la geodiversidad, la biodiversidad, la cultura y el desarrollo.

La integración de todos estos elementos, con la geología como nexo central, está suponiendo una evolución en la estrategia de actuación para la valorización, uso y conservación de la geodiversidad menorquina y las medidas de gestión a planificar. Todo ello en consonancia con su declaración como Reserva de la Biosfera, que implica un compromiso por parte de la sociedad menorquina y de todos sus responsables políticos, por garantizar la conservación de su patrimonio natural como base para el desarrollo social y económico de su población.

PLANTEAMIENTO DE ACTUACIÓN

El desarrollo de un proyecto que pretende englobar elementos tan variados, con la finalidad de trabajar en la valorización de la geodiversidad, surge de una planificación previa. De este modo, aunque la relación de la geodiversidad con la biodiversidad o la historia pueda ser evidente en múltiples aspectos, únicamente se desarrollan aquellos vínculos de los cuales se disponga de suficiente bagaje de conocimientos e información.

Además, resulta clave la selección de un equipo de trabajo multidisciplinar, con conocimientos sobre geología y a su vez asesorados por geólogos. Así, para tal fin se deberían cumplir dos requisitos: que aquel aspecto con el cual se quiere establecer una relación con la geodiversidad sea suficientemente conocido en el territorio y tener disposición de investigadores que puedan implicarse con los objetivos establecidos.

LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA RESERVA DE BIOSFERA DE MENORCA

La incorporación de nuevos elementos relacionados con el medio natural y la cultura a la gestión de la geodiversidad en Menorca se ha estructurado a partir de cinco ejes:

Botánica:

La presencia de un grupo de trabajo mixto entre el *Institut Menorquí d'Estudis* y el *Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa* dedicado al estudio de la flora menorquina, su conservación y divulgación, ha significado un punto de partida para desarrollar actividades que permitan enlazar aspectos bióticos con la geología. En este caso, las relaciones se establecen entre la flora, la geología y los usos y manejos de la tierra que ha hecho históricamente el hombre. Menorca es una isla con una gran geodiversidad y en cada tipo de sustrato geológico se pueden reconocer o diferenciar elementos florísticos o comunidades vegetales que lo caracterizan, pero estas diferencias quedan enmascaradas cuando hay una intervención antrópica para el uso agrícola de las tierras.

Prehistoria:

La candidatura *Menorca Talayótica* a Patrimonio Mundial de la UNESCO ha significado un impulso para la actividad investigadora centrada en la Prehistoria menorquina. Mediante la colaboración con la *Associació Arqueologia i Patrimoni*, se ha trabajado en establecer vínculos entre los estudios arqueológicos acontecidos en la isla y la geodiversidad. Así, la geología representó un papel clave en la distribución de los asentamientos humanos prehistóricos en la isla, lo que a su vez condicionaría los materiales constructivos empleados o la elaboración de útiles líticos, como molinos manuales, percutores, morteros, cubetas o moldes de fundición metalúrgica. Lógicamente, la distribución geológica también tendría su influencia en la fabricación de cerámica o en la actividad minera prehistórica.

Etnología:

La Fundación Lítica realiza una encomiable labor de concienciación, recuperación y promoción de las canteras de *marès* de Menorca. Hasta el momento, raras veces se habían concebido estos espacios por su interés geológico, pero la colaboración de esta fundación en el proyecto los ha permitido presentar desde una perspectiva multidisciplinaria con la geodiversidad como protagonista. De este modo, la labor de Lítica, centrada en rescatar las canteras y darles nueva vida con intervenciones que fomentan su esencia laberíntica y de jardín, incorpora el valor de la geodiversidad. El patrimonio etnológico también es enlazado con la hidrogeología mediante la hidráulica tradicional, desarrollada históricamente en los profundos barrancos de la parte central meridional de la isla, o especialmente, con la densa retícula de muros de piedra en seco que envuelve toda la isla y construcciones ganaderas asociadas, que representan el máximo exponente de paisaje humanizado en consonancia con el medio natural de Menorca como Reserva de la Biosfera.

Cultura popular:

Los elementos geológicos de Menorca han inspirado numerosas historias populares que configuran y enriquecen el patrimonio cultural inmaterial de la isla. En numerosas ocasiones los elementos geológicos

identifican el territorio y se han interpretado a través de la imaginación para darles una explicación más o menos fantástica, manteniendo un vínculo vivo de la geología con la cultura popular. Muchas leyendas se crean a partir de la apariencia de una formación geológica, que por su configuración recuerdan a una figura humana o animal o incluso a una forma escultórica o arquitectónica creada por el hombre. Aunque esta relación es habitualmente evidente, surge la necesidad de recopilar y manifestar la presencia de la geodiversidad en las leyendas populares y la toponimia.

Geología aplicada:

Se ha estimado oportuno incluir mediante esta línea de trabajo aspectos relacionados con la gestión de espacios naturales, la obra civil y los recursos hídricos, donde la geología representa un papel desencadenante, pero que en ocasiones no es considerada adecuadamente. De este modo, aspectos geomorfológicos relacionados con la gestión de las playas o la restitución paisajística de parajes degradados, elementos geotécnicos que hacen hincapié esencialmente en los riesgos geológicos o hidrogeológicos enfocados al conocimiento de los acuíferos y sus problemáticas, también son incorporados con el fin de incidir en la necesidad de inculcar una mayor cultura geológica a la sociedad. Además, se está trabajando en el trazado de rutas geourbanas, introduciendo aspectos geológicos y dando un especial protagonismo a la paleontología. No se debe perder de vista que estos itinerarios, tienen un enorme potencial para el desarrollo de actividades educativas. Hay que tener en cuenta, que los centros educativos no disponen habitualmente de muestras de fósiles para realizar prácticas de identificación, ya que la recogida de ejemplares que no tenga fines científicos está prohibida en muchas comunidades autónomas y/o es considerada ilícita por muchas personas, por lo que su observación en las urbes representa una excelente alternativa (Colomer *et al.*, 2016).

La difusión de estos ejes en Menorca sigue a grandes rasgos los patrones habituales en la divulgación de la geología (Figura 1). Así, se programan salidas de campo conducidas por geólogos, pero también acompañados por investigadores y/o técnicos de otras disciplinas conocedores de la temática que acompaña a la geología en la excursión. Se edita material divulgativo, entre el cual, se debe destacar una guía de itinerarios naturales y culturales (Rodríguez *et al.*, 2018) publicada con motivo de la celebración del XX *Símpo*sio sobre Enseñanza de la Geología en la isla. También se organizan talleres, concursos de fotografía, y como actividad más innovadora, un espectáculo musical, donde música, narración e imagen se fusionan, para ofrecer una nueva visión de tres de las leyendas más populares de la isla.

CONCLUSIONES

Las Reservas de la Biosfera son espacios concebidos desde la integración, así, parece adecuado proponer actividades encaminadas a desarrollar una gestión que acople diferentes elementos del patrimonio natural y el desarrollo cultural. En todo caso, la buena acogida de este planteamiento en Menorca, lo hace extensible y recomendable a cualquier territorio que trabaje en un proyecto que pretenda poner en valor su geodiversidad. Así, las actividades que se han desarrollado en Menorca desde esta perspectiva están recibiendo una magnífica aceptación. Esta situación se asocia principalmente al hecho de alcanzar un mayor poder de convocatoria, que reúne, en parte, a un público que *a priori* pueda no estar interesado en la geodiversidad, pero sí en la materia con la que se enlaza, ampliando, por tanto, el alcance del mensaje. Además, permite incluir en el proyecto y despertar el interés de investigadores de otros ámbitos.

El interés mostrado, plantea el reto de seguir buscando nuevas asociaciones con la geodiversidad, siempre desde el rigor científico, y con el fin centrado en la divulgación del respeto hacia el entorno. Y aunque la divulgación y la educación han sido desde el primer momento el pilar de las actuaciones de geoconservación desarrolladas en Menorca, buscando la interiorización en el conjunto de la sociedad menorquina del hecho de formar parte de una Reserva de la Biosfera que tiene como particular interés un elevado grado de geodiversidad, se plantea el desafío de ampliar la estrategia de actuación a un proyecto geoturístico utilizando este mensaje integrador.



Figura 1: Extracto de un artículo donde se relacionan algunas leyendas populares con la geodiversidad (arriba); portada de la guía de itinerarios publicada con motivo de la celebración en la isla del XX Simposio sobre Enseñanza de la Geología y centrada especialmente en dilucidar conexiones entre la geología y otros elementos del medio natural y la cultura (abajo, izquierda); y salida de campo organizada con el objetivo de establecer vínculos entre el patrimonio etnológico, asociado a construcciones ganaderas, y la paleontología y la estratigrafía (abajo, derecha).

REFERENCIAS

- Colomer, M., Durán, H. y Puigcerver, M. 2016. Una nueva manera de utilizar los itinerarios urbanos en la enseñanza de la Geología: trabajo cooperativo mediante computación en la nube. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24.2, 202-2012.
- Crofts, R. y Gordon, J.E. 2015. Geoconservation in protected areas. En: Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. y Pulsford, I. (eds.), *Protected Area Governance and Management*. ANU Press, Canberra, 531-568.
- Dudley, N. 2008. *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. IUCN, Gland, 96 pp.
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. 2014. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, Versión 16, Madrid, 72 pp.
- Geoservei S.L. 2016. *Inventari de Llocs d'Interès Geològic de la Reserva de Biosfera de Menorca*. Informe inédito. Consell Insular de Menorca - Agència Menorca Reserva de Biosfera, 271 pp.
- Martínez-Jaraiz, C., Baquedano, C., García, R., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Monge-Ganuzas, M. 2017. Recomendaciones prácticas en relación a la gestión de la geodiversidad y el patrimonio geológico en la red de Reservas de la Biosfera. En: Carcavilla, L., Duque-Macías, J., Giménez, J., Hilario, M., Monge-Gamuzas, M., Vegas, J., y Rodríguez, A. (eds.), *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Cuadernos del Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 21, 143-148.

- Rodríguez, A., de Pablo, F., Marí, S., Solà, J., Juaneda, J. y Orfila, J.L. 2015. Valorización de la geodiversidad en el marco de la Reserva de la Biosfera de Menorca. En: Hilario, A., Mendia, M., Monge-Ganuzas, M., Fernández, E., Vegas, J. y Belmonte, A. (eds.), *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. Cuadernos del Museo Geominero. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 18, 293-298.
- Rodríguez, A., Gelabert, B. y de Pablo, F. (con la colaboración de Obrador, A. y Caritg, B.). 2017. Paisaje y Geología: un proyecto de geoconservación centrado en el geodiversidad insular. En: Carcavilla, L., Duque-Macías, J., Giménez, J., Hilario, M., Monge-Gamuzas, M., Vegas, J., y Rodríguez, A. (eds.). *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Cuadernos del Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 21, 477-499.
- Rodríguez, A., Pons, G.X. y de Pablo, F. (eds.). 2018. *Guía de geología de Menorca. Itinerarios naturales y culturales*. Col·lecció Menorca Reserva de Biosfera, 6. Consell Insular de Menorca - Agència Menorca Reserva de Biosfera, Institut Menorquí d'Estudis, 248 pp.

CONSERVACIÓN DE HUELLAS FÓSILES EN UN CONTEXTO EROSIVO. ACCIONES Y ESTRATEGIA EN EL FLYSCH DEL GEOPARQUE GLOBAL DE LA UNESCO DE LA COSTA VASCA

CONSERVATION OF TRACE FOSSILS IN AN EROSIVE GEOLOGICAL CONTEXT. SPECIFIC ACTIONS AND GENERAL STRATEGY IN THE BASQUE COAST UNESCO GLOBAL GEOPARK

A. Hilario^{1,2}, I. Mendiola², J. Zulaika² y L. Barriuso¹

¹ Geoparque Mundial de la UNESCO de Costa Vasca. Ifar Kalea ⁴. 20820 Deba. flysch@gipuzkoa.eus

² Dirección de Montes y Medio Natural. Diputación Foral de Gipuzkoa.

Gipuzkoa plaza s/n. 20004 Donostia.

RESUMEN

El flysch del Geoparque Mundial de la UNESCO de Costa Vasca es conocido internacionalmente por su valor estratigráfico. Caben destacar su excepcional continuidad estratigráfica y la presencia de límites geocronológicos muy destacados como el límite Cretácico/Paleógeno y Paleoceno/Eoceno, así como los dos estratotipos globales de la base del Selandiense y el Thanetiense. Las diferentes formaciones de tipo flyschoides que afloran a lo largo de los 13 km de acantilados del geoparque contienen además una cantidad y variedad de huellas fósiles muy relevante a nivel internacional. La erosión de los acantilados es un proceso natural que pone en peligro la conservación de muchas de estas huellas. En el presente trabajo se expone la estrategia de Geoconservación diseñada para hacer frente a una casuística bastante habitual en contextos erosivos activos con interés paleontológico y se muestran algunas de las acciones principales llevadas a cabo, tales como la realización de un inventario, la redacción de una normativa específica, las campañas de recogida, el rescate de piezas clave y la réplica de un ejemplar excepcional, así como las campañas de comunicación derivadas de estas acciones.

Palabras clave: erosión, flysch, geoconservación, icnofósil, réplica.

ABSTRACT:

Flysch succession of the Basque Coast Geopark is internationally recognized by its stratigraphic value. Among many others the continuity of the stratigraphic record and the presence of very relevant geochronological boundaries like the Cretaceous/Paleogene and the Paleocene/Eocene limits, as well as the Global stratotypes for Selandian and Thanetian stages has to be underlined. This extraordinary flysch succession that crops out along 13 km of big sea cliffs, contains also a big amount and variety of trace fossils of international significance. The active erosion of the cliffs is a clear threat for the conservation of these fossils. This paper aims to show the strategy for Geoconservation that has been designed to face this very common challenge in contexts of active erosion with a high paleontological value. Different specific actions have been undertaken and described in this paper: an inventory, a legal status, several rescue campaigns and a replica of an exceptional trace-fossil.

Key Words: *erosion, flysch, geoconservation, replica, trace-fossils.*

INTRODUCCIÓN

Contexto geográfico y geológico

El Geoparque de la Costa Vasca se sitúa en la costa guipuzcoana y está formado por los municipios de Zumaia, Deba y Mutriku. Desde el punto de vista geológico el geoparque se sitúa en la mitad septentrional de la Cuenca Vasco Cantábrica y alberga muchas de las características geológicas propias de este sector. El elemento geológico más destacado es el flysch que aflora ininterrumpidamente a lo largo de 13 km de acantilados. La formación completa comprende más de 5000 m de espesor sedimentario con un registro estratigráfico continuo que va desde el Albiense del flysch negro de la formación Ondarroa hasta el Ypresiense del flysch turbidítico de la formación Jaizkibel. El interés científico adquiere su máxima expresión en la playa de Algorri e Itzurun de Zumaia donde se pueden observar con mucha claridad límites geocronológicos referentes como el límite Cretácico/Paleogeno y Paleoceno/Eoceno, además de los estratotipos de límite del Selandiense y el Thanetiense (Pujalte *et al.*, 2016).

Las capas del flysch son además especialmente conocidas por contener un registro excepcional de huellas fósiles de origen marino profundo. Existen incluso holotipos como *Rotundusichnium zumayensis*, *Helminthoida zumayensis* o *Scolicia zumayensis* definidos por Gómez de Llerena y citados por Seilacher. (2008).

Marco de trabajo

Como consecuencia de la intensa actividad científica de las últimas décadas el flysch de Geoparkea goza actualmente de un reconocimiento muy importante que se plasma en lo siguientes hitos:

- En el año 2005 el ayuntamiento de Zumaia abrió el centro de interpretación de Algorri para la puesta en valor del flysch, con especial foco en la educación ambiental.
- En el año 2009 se declaró el Biotopo Protegido del Tramo Litoral Deba Zumaia cuyo objetivo primero es la conservación de su patrimonio geológico, incluyendo obviamente el patrimonio paleontológico. Existe por lo tanto una protección legal del afloramiento.
- En el año 2010 Geoparkea entró a formar parte de la Red Mundial de Geoparques (GGN) y actualmente se ha convertido en uno de los destinos turísticos principales de la Costa Vasca. Más de 150.000 personas visitan cada año este enclave.
- El inventario de Lugares de Interés Geológico del País Vasco incluye 14 LIG en el flysch de Geoparkea, cuatro de los cuales están directamente relacionados con la presencia de huellas fósiles relevantes (LIG 27, 28, 45 y 135).
- El límite Cretácico/Paleógeno está incluido en la lista del proyecto Global Geosites.
- La Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) definió en el año 2009 dos estratotipos de límite para la base del Selandiense y el Thanetiense.

DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

La alternancia de estratos blandos y duros del flysch favorece la erosión activa de los acantilados. Prácticamente a diario se producen pequeños desprendimientos que se acentúan y pueden ser de dimensiones importantes en época de lluvias y temporales de mar. Este proceso natural es una amenaza clara para la conservación de las huellas fósiles ya que una vez caídas se rompen en pedazos pequeños y son rápidamente removidas y desgastadas por el mar.

La estrategia de geoconservación está basada en las siguientes premisas:

- 1) La erosión es un fenómeno natural, pero diferente al que produjo el elemento de valor (los icnofósiles). Por lo tanto, se considera que la actuación está justificada.
- 2) No se pueden controlar todos los desprendimientos e intentar salvar los miles de icnofósiles que contiene el afloramiento. Esto sería materialmente imposible. Es necesario un inventario para priorizar y definir una estrategia de actuación.
- 3) La estrategia incluye la protección legal del afloramiento, pero esta protección no es suficiente, ya que no evitará la caída y consiguiente pérdida de los ejemplares. Se considera necesaria la adopción de medidas activas que eviten la pérdida de las huellas más relevantes. En el año 2011 el estrato que más *Rotundusichnium zumayensis* contenía se derrumbó, perdiendo así una parte importante de estos enigmáticos fósiles de gran interés simbólico y científico. (Figura. 1A)
- 4) Las huellas relevantes deben de mantenerse *in situ* tanto tiempo como sea posible y actuar solamente en caso inminente de caída y pérdida.
- 5) Las huellas que se recuperan se deben de utilizar con objetivos científicos y educativos.

ESTRATEGIA

Acorde a las premisas y los objetivos principales definidos en el apartado anterior estas son las medidas que conforman la estrategia de geoconservación:

Protección legal de todo el afloramiento

Los acantilados forman la zona de reserva del Biotopo Protegido del Tramo litoral Deba Zumaia. Este espacio natural fue declarado en el año 2009 (Decreto 34/2009) con el objetivo principal de salvaguardar el patrimonio geológico. El plan de gestión incluye un apartado de muestreos geológicos que prohíbe la obtención de cualquier muestra geológica si no se tiene un permiso específico del órgano gestor. Esta norma incluye también las muestras sueltas caídas a pie de acantilado. Los permisos se proporcionan exclusivamente para muestreos científicos o muestrarios educativos que vayan a ser expuestos o utilizados en el ámbito del geoparque. La protección legal del afloramiento es útil para evitar el expolio relacionado con el coleccionismo, pero no evita la caída y pérdida natural de los fósiles, que es a la postre, su amenaza principal.

Inventario y catalogación de las huellas de mayor interés

Ante la imposibilidad de conservar todos los icnofósiles se ha realizado un inventario de los ejemplares más relevantes con el objetivo de priorizar su conservación realizando un seguimiento periódico de su estado de conservación y del riesgo de caída. Los parámetros utilizados para la inclusión en esta lista han sido fundamentalmente dos:

- 1) Que tengan relevancia científica nacional o internacional. En este grupo se incluyen los holotipos y los ejemplares más singulares.
- 2) Que tengan interés didáctico para el geoparque.

Campañas de recogida anuales

Cada tres meses se realiza una visita de campo a los afloramientos seleccionados para analizar su evolución y una vez al año se organiza, junto con el centro de interpretación Algorri, una campaña de recogida de icnofósiles en la que se recogen únicamente los que están ya desprendidos del acantilado y que antes o después serían barridos

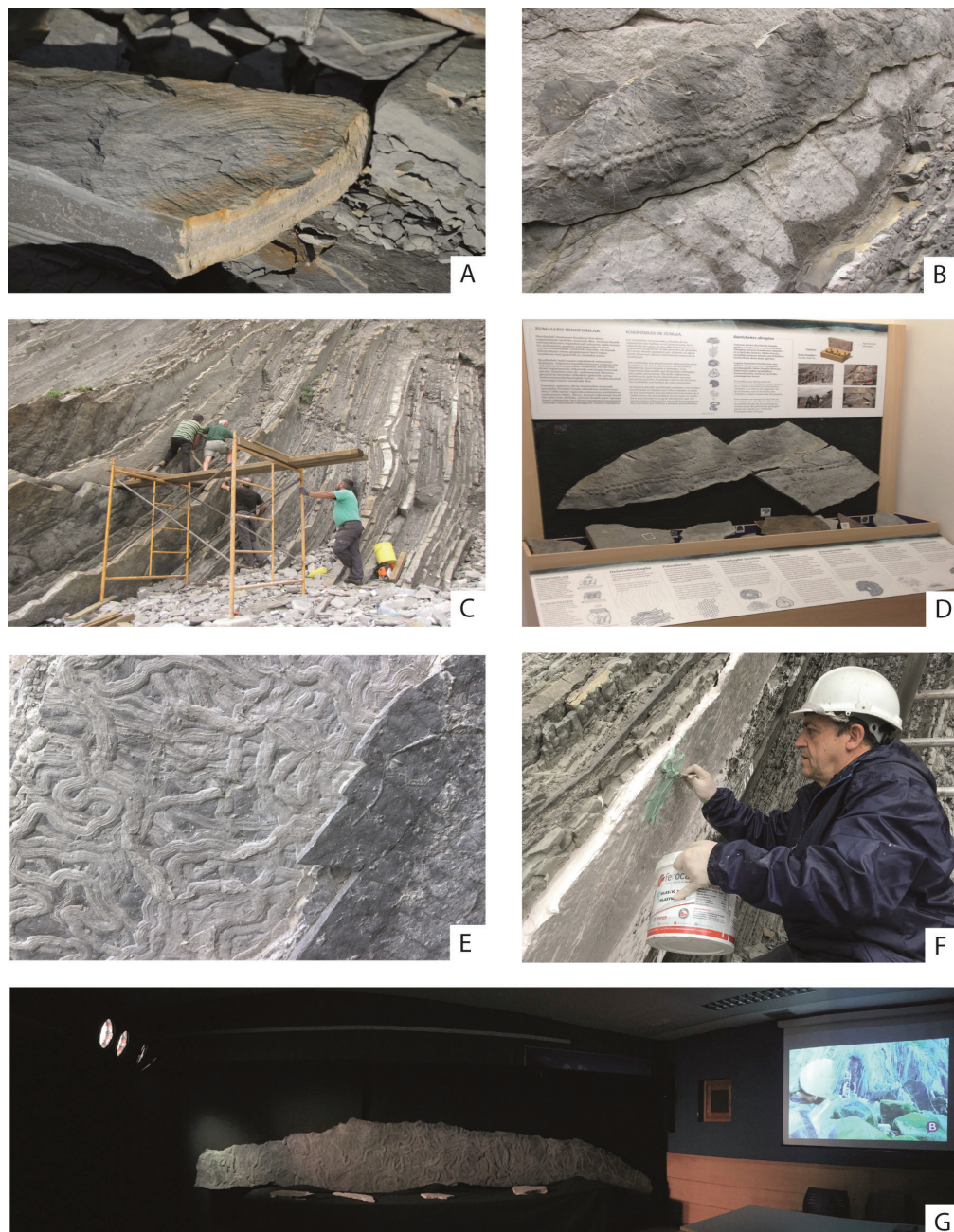


Figura 1. A) Muestra desprendida de *Rotundusichnium zumayensis*; B) Fracturación afectando al ejemplar de *Saerichnites abruptus*. C) Operación de rescate de *Saerichnites abruptus*; D) *Saerichnites abruptus* reconstruido y otras muestras de mano recogidas a pie de acantilado; E) Ejemplar de *Scolicia* con múltiples trazados de excepcional conservación; F) Eleuterio Baeza aplicando resinas sobre la huella para la ejecución del molde; G) Puesta en escena para la presentación de la réplica a medios de comunicación.

por el mar. Estas campañas sirven para ampliar la colección permanente del centro de interpretación utilizada como exposición y material educativo para los colegios (Figura 1D).

Rescate *in situ*

En el año 2004 el paleontólogo Juan Carlos Gutiérrez Marco descubrió en el flysch Eoceno de la playa Itzurun un estrato que contenía un tramo de unos 20 cm de un icnofósil muy poco habitual, un ejemplar de *Saerichnites abruptus*. Durante los siguientes años la erosión de las capas anteriores del flysch fue descubriendo que la huella, además de estar perfectamente conservada, tenía 1,5 metros de longitud y se convertía así en el ejemplar más grande jamás documentado. En el año 2010 el estrato que contenía el icnofósil se fracturó en 3 piezas y las diaclasas comenzaron a expandir su apertura. A esta problemática hay que añadirle el espesor de 20 cm del estrato y el peso superior a los 100 kg de la placa principal. El riesgo de caída y fragmentación por impacto era inminente (Figura 1B). En el año 2011 se decidió actuar y montar un andamiaje para rescatar el icnofósil del acantilado (Figura 1C). El ejemplar original fue reconstruido y actualmente se exhibe en el centro de interpretación de Algorri (Figura 1D).

Réplica *in situ*

Cerca del ejemplar anterior se encuentra un estrato arenoso fino con una gran mayor concentración de huellas fósiles de tipo *Scolia plana* (Figura 1E). Se trata de una huella relativamente común en el flysch del Geoparque de la Costa Vasca y a nivel internacional, pero la concentración y la excelente conservación de las huellas convierten a este ejemplar en un elemento de gran valor científico, y sobre todo, didáctico. Se trata de una placa de 6 m de longitud por 1 m de ancho con más de 50 huellas realizadas por un grupo de equínidos espatangoideos de manera más o menos simultánea. Las huellas muestran relieves positivos y negativos y rellenos con detalle milimétrico. Al contrario que en el caso anterior, la capa tiene unos 5 cm de grosor y está afectada con más incidencia por las fracturas del macizo rocoso. El ejemplar se sitúa a extraplomo en el muro de un estrato con un buzamiento de 80° y la cohesión de la marga superior sigue siendo suficientemente firme, de manera que el estrato entero no parece estar en riesgo de caída. Sin embargo, la apertura de las diaclasas después del lluvioso invierno del 2018 ponía en peligro la caída de fragmentos que desdibujarían el conjunto.

El rescate completo de la plancha entera era en este caso prácticamente imposible. La cohesión con la marga suprayacente era todavía demasiado dura y el ejercicio de una palanca podría provocar la rotura de la plancha en decenas de pedazos que no sería posible reconstruir. Por este motivo, se contactó con el museo Geominero del Instituto Geológico y Minero de España para monitorizar la evolución de las diaclasas. Tras un análisis exhaustivo se llegó a la conclusión de que el monitoreo era económicamente demasiado costoso y no ofrecía garantías que nos permitieran actuar antes de la caída. A pesar de las dificultades asociadas al extraplomo, la accesibilidad y las mareas se decidió que la realización de una réplica era la única actuación posible. Durante el mes de mayo de 2018 Eleuterio Baeza y su equipo consiguieron realizar un molde y una réplica de proporciones 1:1 y detalle milimétrico que actualmente se puede ver en el centro de interpretación de Algorri. (Figura 1F) (Baeza *et al.*, 2018).

La realización de réplicas se plantea como la mejor opción posible, ya que se consigue conservar la morfología de las huellas generando réplicas que pueden ser expuestas sin alterar el ejemplar original. Sin embargo, esta técnica tiene algunas limitaciones en cuanto al nivel de detalle y sobre todo en lo referente a la disposición de personal técnico con el conocimiento necesario para ejecutar *in situ* esta complicada labor.

Divulgación y comunicación

Un Geoparque Mundial de la UNESCO es un proyecto de desarrollo local basado en la identificación del territorio con la geología en todos sus ámbitos de actuación (Hilario y Alcalá, 2018). Por este motivo las actuaciones principales de conservación realizadas en el flysch han ido siempre acompañadas de acciones de divulgación y comunicación que buscan poner en valor el perfil científico y conservacionista del geoparque. Sirva como ejemplo el video editado sobre la realización del icnofósil y que actualmente ha tenido ya más de 3.000 espectadores en youtube (Geoparque de la Costa Vasca, Gorka Zabaleta, https://www.youtube.com/watch?v=s3_SlYVvyqg). En las presentaciones de los trabajos realizados participan representantes institucionales y científicos reconocidos que posteriormente imparten una conferencia sobre la materia, participan en coloquios o presentan una película relacionada con el tema. Como

consecuencia de esta labor las presentaciones del *Saerichnites* y *Scolicia* han dado lugar a más de un centenar de artículos de prensa con un impacto directo de varias decenas de miles de personas.

CONCLUSIONES

La conservación de elementos puntuales del patrimonio geológico en un contexto general de erosión activa es una casuística bastante común a la que los gestores deben de dar una solución. La experiencia del biotopo protegido del tramo litoral Deba Zumaia y el Geoparque Mundial de la UNESCO de la Costa Vasca apuesta por una estrategia ordenada que priorice objetivos, contemple normativa y acciones directas de prevención y busque, a través de diferentes campañas de divulgación, la participación de la población local.

AGRADECIMIENTOS

A Eleuterio Baeza y Silvia Menéndez, del Museo Geominero (IGME), por los trabajos realizados para la obtención de la réplica.

REFERENCIAS

- Baeza, E., Menéndez, S., Hilario, A., Torre, A., Manterola, I., Gacia, Z., Basurko, A., Azurmendi, M. y Zabaleta, G. 2018. Moldeo y vaciado de una gran superficie de icnitas del Eoceno del Flysch de Zumaia en el Geoparque de la Costa Vasca (Gipuzkoa). Yacimientos paleontológicos excepcionales de la península ibérica. *Cuadernos del Museo Geominero*, 27: 391-398.
- Hilario, A. y Alcalá, L. 2018. Patrimonio paleontológico y Geoparques. El caso del Geoparque Mundial de la UNESCO de Costa Vasca. En: A. Badiola, A. Gómez-Olivencia, X. Pereda (eds). *Registro fósil de los Pirineos occidentales. Bienes de interés paleontológico y geológico. Proyección social*. Eusko Jaurilaritza-Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz. 257-268.
- Pujalte, V., Orue-Etxebarria, X., Apellaniz, E., Caballero, F. y Hilario, A. (eds.) 2016. *The upper Maastrichtian, Paleocene and lowermost Ypresian of the Zumaia section (Basque Basin, western Pyrenees)*. 2nd edition. Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia, Donostia-San Sebastián, 150 p.
- Seilacher, A. 2008. *Fossil Art. An exhibition of the Geologisches Institut Tuebingen University, Germany*. CBM publishing, Laasby, Danmark, 101 pp.
- Geoparque de la Costa Vasca, Gorka Zabaleta, https://www.youtube.com/watch?v=s3_SlYVvyqg.

PROYECTO DE GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO EN GRAN CANARIA

GRAN CANARIA UNESCO GLOBAL GEOPARK PROYECT

R. Brandon¹

¹ Consejería de Medio Ambiente y Emergencias del Cabildo
de Gran Canaria. rbrandonf@grancanaria.com

RESUMEN

La geología de Gran Canaria ha sido objeto de estudio desde la llegada a Canarias de los primeros naturalistas hasta nuestros días. Pero además del interés científico, la geología ha influido en la sociedad isleña desde épocas prehispánicas hasta nuestros días, condicionando la cultura aborigen o proporcionando espectaculares paisajes para atraer a turistas de todo el mundo. En este trabajo se presentan los argumentos que sirven de base para la propuesta de Gran Canaria como Geoparque Mundial de la UNESCO, así como el logotipo que se ha creado en función de los valores geológicos que representan su patrimonio geológico de relevancia internacional. Este reconocimiento favorecería la puesta en valor y reconocimiento del patrimonio geológico insular, siendo una gran oportunidad para modificar el modelo de turismo de “sol y playa” dominante en la isla, y orientarlo hacia un turismo de naturaleza, más sostenible.

Palabras clave: geoparque, Gran Canaria, UNESCO, Patrimonio geológico, turismo sostenible.

ABSTRACT

The geology of Gran Canaria has been the object of study since the arrival in the Canary Islands of the first naturalists up to the present day. However, in addition to scientific information, geology has influenced the island's society from pre-Hispanic times to our days, conditioning aboriginal culture or landscapes of interest to attract tourists from around the world. This paper presents the arguments that serve as the basis for the proposal of Gran Canaria as a UNESCO Global Geopark, as well as the logo that has been created based on the geological values that represent its geoheritage of international relevance. This recognition favors the enhancement and recognition of the island's geoheritage, being a great opportunity to modify the model of “sun and beach” tourism dominant on the island, and guide it towards a nature tourism, more sustainable.

Key words: geopark, Gran Canaria, UNESCO, geoheritage, sustainable tourism.

INTRODUCCIÓN

Ante el éxito de la iniciativa de los Geoparques y el continuo crecimiento de la Red Europea y la Red Mundial, la UNESCO aprobó, en noviembre de 2015, el Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y Geoparques (PICGG), con el fin de mejorar el tratamiento de los desafíos sociales de las ciencias de la Tierra y de dotar de un estatus internacional a una red preexistente de espacios de relevancia geológica. Este nuevo programa comprende el antiguo Programa Internacional de Ciencias de la Tierra (PICG) y los Geoparques Mundiales de la UNESCO (GMU), con lugares de interés geológico de relevancia internacional y que promueven el desarrollo local sostenible. Este Programa de la UNESCO para apoyar los Geoparques responde a la fuerte necesidad, expresada por numerosos países, de que exista un marco internacional para la conservación y aumento del valor del patrimonio de la Tierra, sus paisajes y formaciones geológicas, testigos clave de la historia de nuestro planeta.

En Canarias se han declarado dos GMU: el GMU de El Hierro, en septiembre de 2014, y el GMU de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, en abril de 2015. El Hierro fue seleccionado por su riqueza geológica, belleza paisajística o los programas medioambientales, entre otras características (<http://elhierrogeoparque.es/>). También se contemplaba la experiencia adquirida en la isla en materia sismovolcánica tras la erupción de 2011, el desarrollo del sector primario y el haber sido el primer territorio a nivel internacional, capaz de autoabastecerse de energía eléctrica, a partir de fuentes renovables con el proyecto de Gorona del Viento (creación de un sistema hidro-eólico de abastecimiento de energía para toda la isla).

El GMU de Lanzarote y Archipiélago Chinijo fue seleccionado por tener un patrimonio geológico de relevancia internacional, con gran valor y buena conservación, así como que la isla ofrece la posibilidad de estudiar la interacción de más de 15 millones de años entre los procesos volcánicos y los erosivos y sedimentarios, tanto en ambiente continental como marino (Galindo *et al.*, 2014). Todo ello, unido a que es un destino turístico internacional dotado de infraestructuras excelentes que han sido aprovechadas para poner en valor y divulgar la geología (<http://www.geoparquelanzarote.org/>).

Desde la Consejería de Medio Ambiente y Emergencias del Cabildo de Gran Canaria, se están dando los primeros pasos en la dirección de presentar la candidatura a GMU para Gran Canaria. Con este fin, se ha comenzado a revisar el conocimiento del patrimonio geológico de esta isla, se ha solicitado ayuda e información al Comité Español de Geoparques y se prevé presentar la Candidatura del Proyecto ante la UNESCO en un futuro próximo. En este trabajo se presentan los estudios previos a la solicitud formal y se justifica por qué Gran Canaria debería ser reconocida como un nuevo GMU.

¿POR QUÉ OTRO GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO EN CANARIAS?

La isla de Gran Canaria es una de las islas centrales del archipiélago canario (Figura 1). Tiene morfología prácticamente circular de 45 km de diámetro, una superficie de 1560 km² y una altitud máxima de 1949 m snm. Geológicamente presenta unos materiales aflorantes con edades comprendidas entre el Mioceno superior y la actualidad. En este período de tiempo se han sucedido varios episodios magmáticos, con alternancias de períodos erosivos que han dado origen al paisaje actual. En su evolución se distinguen tres episodios volcánicos principales (Guillou *et al.*, 2004): (I) el desarrollo del volcán en escudo de Tejeda entre 14,5 y 7,3 Ma; (II) la formación del estratovolcán Roque Nublo entre 5,6 y 2,9 Ma y; (III) el volcanismo fisural (3,6 Ma-actualidad) que ha dado lugar a la formación de un campo volcánico en el sector noreste insular. Entre estos episodios han tenido lugar intensos períodos de erosión y sedimentación.

Esta geología es representativa a nivel internacional del crecimiento y evolución de una isla volcánica madura, en la que se han desarrollado varios complejos volcánicos centrales. La intensa erosión que ha sufrido la isla, con una red de barrancos muy encajados, permite observar uno de los mejores ejemplos de complejo de diques cónicos, coetáneos con el origen de la Caldera de Tejeda; así como espectaculares roques asociados a la evolución del gran estratovolcán Roque Nublo. De hecho, tanto las morfologías y *cone-sheet* de la Caldera de Tejeda, como el Roque Nublo han sido incluidos en el listado de lugares de interés geológico de relevancia internacional para España, elaborado durante el proyecto *Global Geosites* (García Cortés, 2008; Barrera, 2009; Carcavilla y Palacio Suárez-Valgrande, 2010).

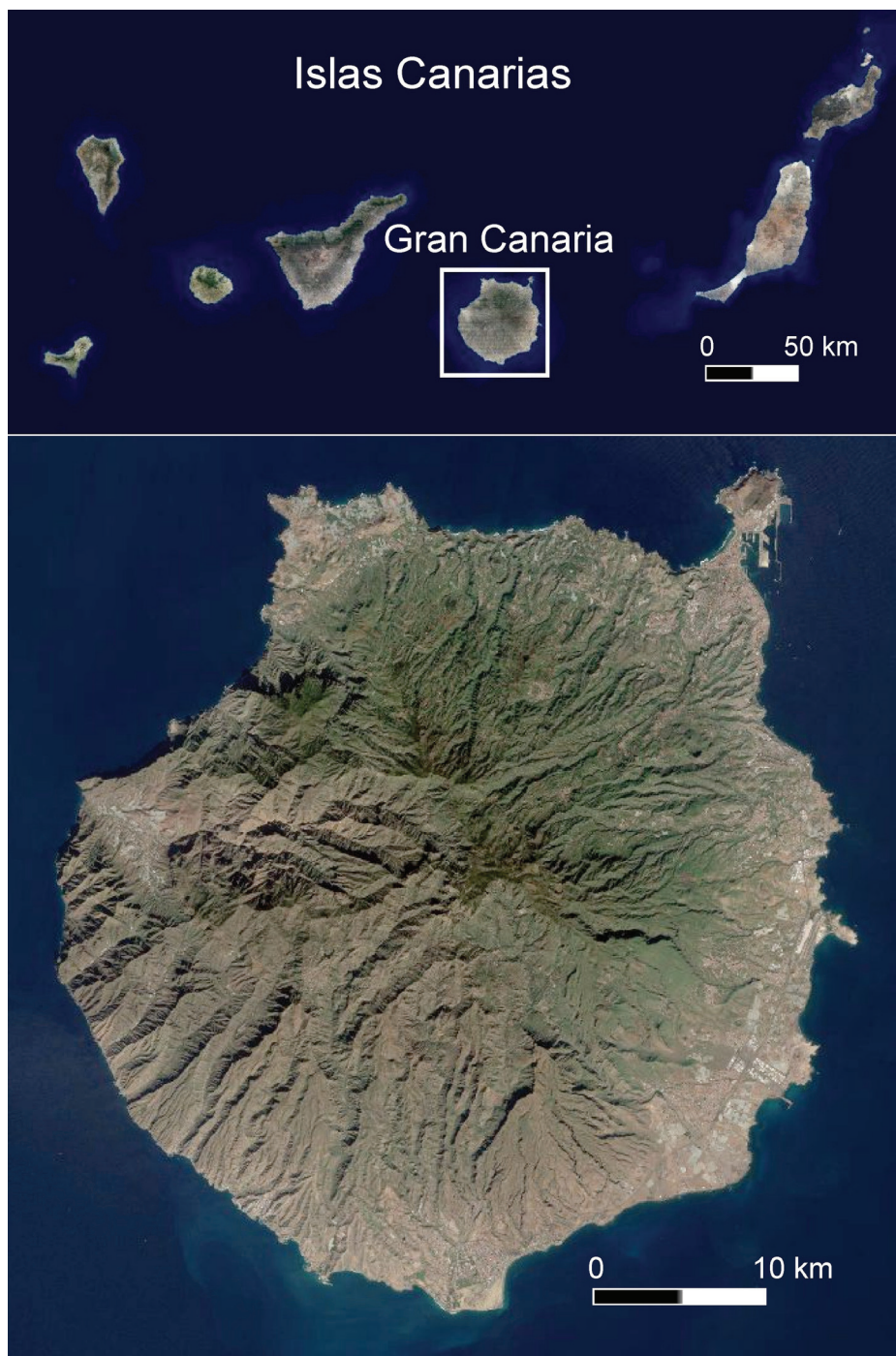


Figura 1: Fotografía de satélite con la localización de Gran Canaria (Fuente: IDE Canarias).

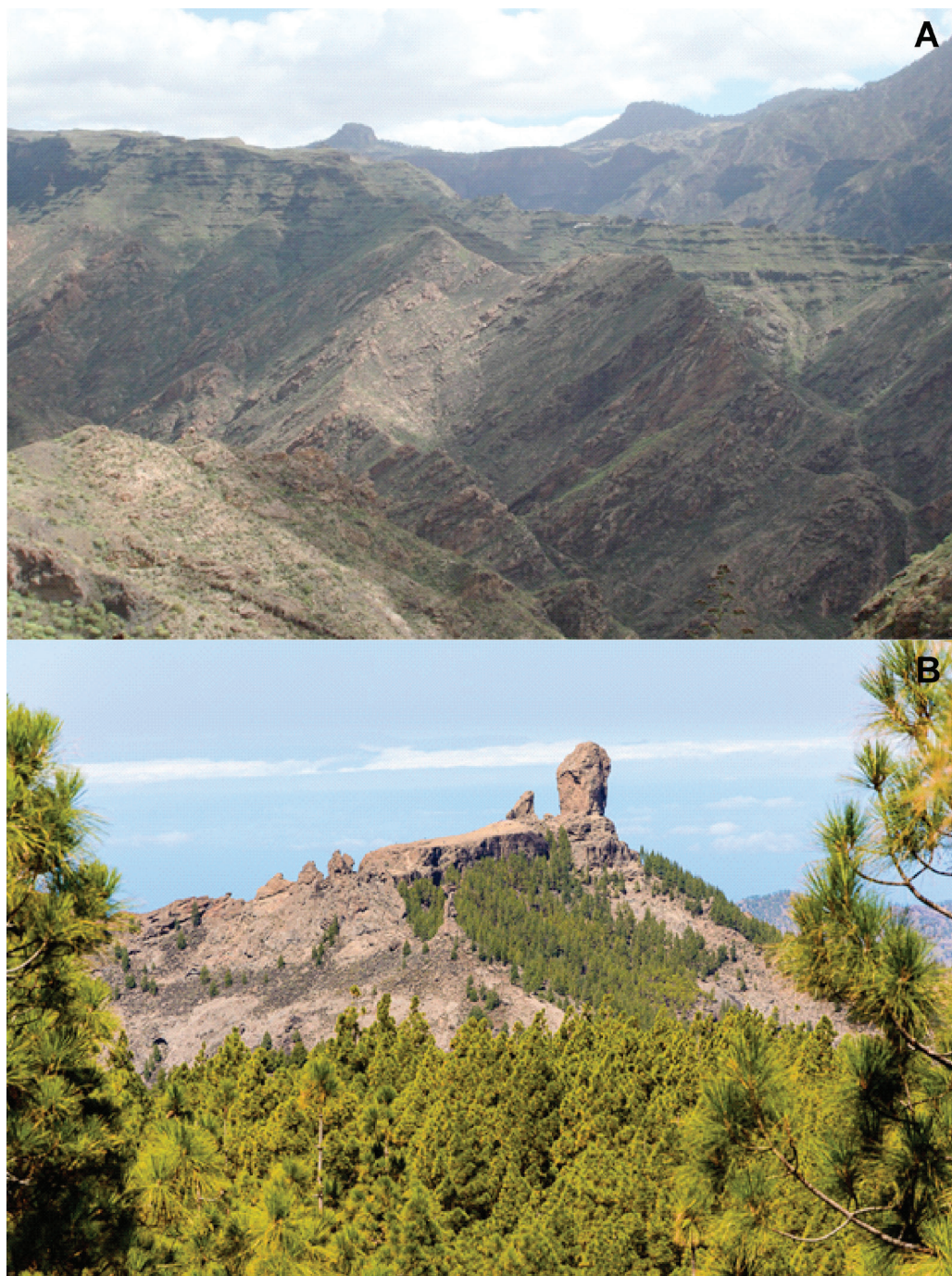


Figura 2: Vista parcial del complejo de diques cónicos de Tejedá (A) y Roque Nublo (B).

Estas formas geológicas espectaculares, tienen un alto valor científico y han despertado el interés desde el Siglo XIX, por parte de grandes naturalistas como Alexander Von Humboldt o Leopold Von Buch (los considerados “padres” de la geología y vulcanología moderna); pero también han influido profundamente en la sociedad, la civilización y la diversidad cultural de Gran Canaria, con su hábitat troglodita, con los espacios sagrados en zonas de montaña (Risco Caído, Almogarenas de Bentayga, Necrópolis, etc.). De hecho, constituyen un claro ejemplo de cómo la geología ha incidido en el grado de desarrollo de una sociedad humana. En este sentido, la isla cuenta con diferentes centros turísticos y de interpretación que ponen en relación la geología y el ser humano (Centros de Interpretación del Bentayga, Guayadeque, Degollada de Becerra, Lugarejos, y algunos en fase final de construcción como el de Risco Caído).

En la actualidad, el principal motor económico de Gran Canaria es el turismo (34% del PIB de Canarias), orientado hacia un turismo de sol y playa, muy poco sostenible. La posible declaración como Geoparque Mundial de la Isla de Gran Canaria, junto al resto de figuras de la Unesco (Reserva de la Biosfera, Patrimonio de la Humanidad de Risco Caído, etc.), puede suponer un impulso definitivo hacia un cambio de modelo turístico mucho más sostenible con el medio ambiente, con la identidad de la población local y con los valores geológicos, culturales y etnográficos de la isla. Asimismo, puede suponer un incremento de la colaboración entre las diferentes administraciones públicas insulares con la población local, así como con las instituciones educativas y de investigación, en el diseño y funcionamiento del propio Geoparque, ya que este tipo de proyectos debe nacer con el impulso de las diferentes administraciones, pero sólo saldrán adelante con el impulso y el apoyo decidido de la población local. No puede ser percibido como un proyecto ajeno a la misma e impuesto por la administración, sino que debe servir para cambiar el paradigma de conocimiento y patrimonio de los valores ambientales de la propia población y el empoderamiento de la misma como principal motor de un nuevo tipo de gobernanza sobre el territorio del Geoparque.

LÍMITES Y LOGOTIPO

Los LIG de relevancia internacional se localizan en el sector centro-oeste de la isla. Sin embargo, existen otros LIG de gran interés y valor científico, turístico y educativo que ayudarían a comprender la evolución geológica de la isla. Además, el Geoparque debe tener en cuenta todo el entorno geográfico de la región, y no sólo incluir los LIG. Por eso, se ha previsto delimitar como futuro Geoparque, todo el territorio insular de Gran Canaria, añadiendo zonas marinas con reconocido valor geológico submarino, estando en fase de estudio la inclusión de varias zonas, poco conocidas en la zona oeste de la isla.

El logotipo del proyecto GMU de Gran Canaria ha sido diseñado teniendo en cuenta los dos LIG de relevancia internacional de la isla, así como su pasado cultural y etnográfico. De esta forma se ha unido la imagen paisajística de la gran Caldera de Tejeda y de los emblemáticos Roques Bentayga y Nublo, con su formación geológica con valor internacional. A estos símbolos geológicos se les ha sumado un símbolo etnográfico, la “pintadera”, que es un símbolo en espiral de la población prehispánica, que simboliza el círculo de la vida. Así se representa en el logotipo la interacción del ser humano con el patrimonio geológico de relevancia internacional insular (Figura 3).

CONCLUSIONES

El Proyecto de GMU de Gran Canaria se justifica porque la isla es una completa y espectacular muestra de estructuras, depósitos, rocas y morfologías volcánicas características de una isla volcánica oceánica madura, que no se encuentran reunidas en otras regiones del planeta, con elementos vulcanológicos de gran interés a nivel mundial como espectaculares depósitos de corrientes de densidad piroclásticas asociados a erupciones plinianas o peleanas, calderas volcánicas de colapso y/o erosión, y el denominado “*cone sheet*” o formación de diques cónicos sálicos concéntricos, localizados en el interior de la Caldera de Tejeda, que pocas veces se manifiestan con la claridad que lo hacen en Gran Canaria; de ahí el enorme valor que posee este conjunto, no sólo como singularidad del Archipiélago Canario, sino del vulcanismo internacional. También son muy destacables otros LIG, como los materiales sedimentarios y yacimientos paleontológicos únicos en Canarias y a nivel mundial, que complementan el inventario que ofrece este Geoparque.



Figura 3 Logotipo del proyecto Geoparque Mundial UNESCO de Gran Canaria.

La declaración como GMU supondría para Gran Canaria una gran oportunidad para la diversificación hacia un turismo más sostenible, la puesta en valor y protección eficaz de los valores geológicos, paleontológicos y culturales; en un marco ideal de gestión para mejorar la cooperación entre autoridades públicas, comunidades locales e inversiones privadas, así como a las instituciones educativas y de investigación, involucradas en el diseño y funcionamiento del propio Geoparque.

REFERENCIAS

- Barrera, J.L. 2009. *Volcanic edifices and morphologies of the Canary Islands*. En: *Spanish geological frameworks and geosites. An approach to Spanish geological heritage of international relevance*. Ed. García-Cortés, A., Águeda Villar, J., Palacio Suárez-Valgrande, J. y Salvador González, C.I. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 146-156.
- Carcavilla, L. y Palacio Suárez-Valgrande, J. 2010. *Proyecto Geosites. Aportación española al patrimonio geológico mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 231 pp.
- Galindo, I., Romero, C., Sánchez, N. y Vegas, J. 2014. *Realización de estudios científico- técnicos sobre el aprovechamiento de los recursos volcánicos de Lanzarote*. Instituto Geológico y Minero de España. Cabildo de Lanzarote. Informe Técnico inédito, Centro de Documentación del IGME. 256 pp.
- García-Cortés, A., Águeda Villar, J., Palacio Suárez-Valgrande, J. y Salvador González, C.I. 2008. *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 235 pp.
- Guillou, H., Pérez-Torrado, F.J., Hansen, A.R., Carracedo, J.C. y Gimeno, D. 2004. The Plio-Quaternary volcanic evolution of Gran Canaria based on new K-Ar ages and magnetostratigraphy. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 135, 221-246.

**CUSTODIA DEL TERRITORIO, LEGISLACIÓN,
CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO
GEOLÓGICO. PATRIMONIO GEOLÓGICO
EN ÁREAS PROTEGIDAS**

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE ESTRATEGIAS SOBRE GEODIVERSIDAD Y PATRIMONIO GEOLÓGICO. CASO DE ESTUDIO: LA ESTRATEGIA DE GEODIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO 2020

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE EVALUATION AND FOLLOW-UP OF STRATEGIES ON GEODIVERSITY AND GEOHERITAGE. CASE STUDY: THE STRATEGY OF GEODIVERSITY OF THE BASQUE COUNTRY 2020

M. Monge-Ganuzas¹, D. Fernández³, M. García², G. Arana¹, S. Iraurgi³,
B. Casas⁴, I. López⁴, G. Baraia-Etxaburu³.

¹Dirección de Patrimonio Natural y Cambio Climático del Gobierno Vasco. Ekoetxea Urdaibai, 48350 BUSTURIA (Bizkaia, País Vasco). manu-monge@euskadi.eus; Donostia-San Sebastián, 1 01010 VITORIA-GASTEIZ (Araba, País Vasco). gorka-arana@euskadi.eus

²Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Alameda Urkijo 36, 6º Planta (Bizkaia, País Vasco) maria.garcia@ihobe.eus

³Kualitate Lantaldea, S.L. Diputación, 2 2º derecha 48009 BILBAO (Bizkaia, País Vasco). kualitate@kualitate.com

⁴Ekobideak Coop. Zitek Leioa. Módulo 5. Edificio de Rectorado. Campus de Bizkaia, 48940 LEIOA, (Bizkaia, País Vasco). ekobideak@gmail.com

RESUMEN

Se presenta una propuesta metodológica para la evaluación y seguimiento de estrategias sobre geodiversidad y patrimonio geológico. Para ello, se describe el ejemplo piloto de la Estrategia de Geodiversidad de la CAPV 2020, aprobada por el Gobierno Vasco en 2014. Tras el trabajo realizado durante el periodo 2015-2018, y tal como se recoge en su modelo de gestión, se presenta la propuesta metodológica para el seguimiento de las acciones y para una evaluación intermedia de la misma, con el objetivo de determinar el grado de cumplimiento de las actuaciones previstas y definir posibles medidas correctoras a implementar. Para desarrollar este proceso evaluador, el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda de Gobierno Vasco ha puesto en marcha diferentes herramientas, donde destacan un grupo de trabajo técnico formado por el personal responsable y/o participante en el desarrollo de las acciones definidas en la Estrategia y un análisis cuantitativo y cualitativo del desarrollo de las mismas.

Palabras clave: estrategia, evaluación, geodiversidad, País Vasco, propuesta metodológica.

ABSTRACT:

A methodological approach to the evaluation and follow-up of strategies on geodiversity and geological heritage is presented on the basis of the pilot example of the Strategy of Geodiversity of the Basque Country 2020 approved

by the Basque Government in 2014. Following the work carried out during the period 2015-2018, as it is reflected in its management model, it is presented the methodological approach to the monitoring of the actions and a mid-term evaluation of the objectives that compose this planning with the aim of determining the degree of compliance of the planned measures and define possible corrective measures to be implemented. To develop this evaluation process, the Department of Environment, Spatial Planning and Housing of the Basque Country has launched several tools, such as a Technical Working Group formed by the personnel responsible and/or participant for the development of actions defined by the Strategy and a quantitative and qualitative analysis of their degree of development.

Key words: Basque Country, evaluation, geodiversity, methodological proposal, strategy.

INTRODUCCIÓN

Desde la Comisión Europea, se considera que la política ambiental contribuye a mejorar la calidad de la vida de las personas. Sin embargo, para que ésta se aplique de manera eficaz, es indispensable que sea evaluada de manera continuada (Bañón y Martínez, 2003).

Así, la Comisión Europea, ha puesto en marcha el proceso denominado *The Environmental Implementation Review (EIR)* (Comisión Europea, 24/04/2019) como instrumento de mejora de la implantación de la política ambiental. El objetivo de este proceso es identificar las dificultades en la aplicación de la política ambiental y estimular el intercambio de buenas prácticas.

Siguiendo este modelo en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), se asume también la necesidad de incorporar procedimientos de evaluación en sus procesos planificadores (Gobierno Vasco, 24/04/2019). En este contexto, se entiende por *evaluar*, el conocer el grado de eficacia de las medidas de planificación adoptadas por la Administración Pública (Esteban, 2005).

En el caso de estudio presentado, las medidas planificadoras establecidas mediante la Estrategia de Geodiversidad de la CAPV; 2020 (EGCAPV2020). La información procedente del proceso evaluador permite a las Administraciones analizar las decisiones tomadas, orientar las futuras e incorporar lo aprendido a las políticas permanentemente. La evaluación también sirve para propiciar una mayor transparencia de la gestión pública y, asimismo, posibilita la puesta a disposición ante la sociedad de los resultados de las políticas públicas de una manera ordenada y valorada (Gobierno Vasco, 24/04/2019).

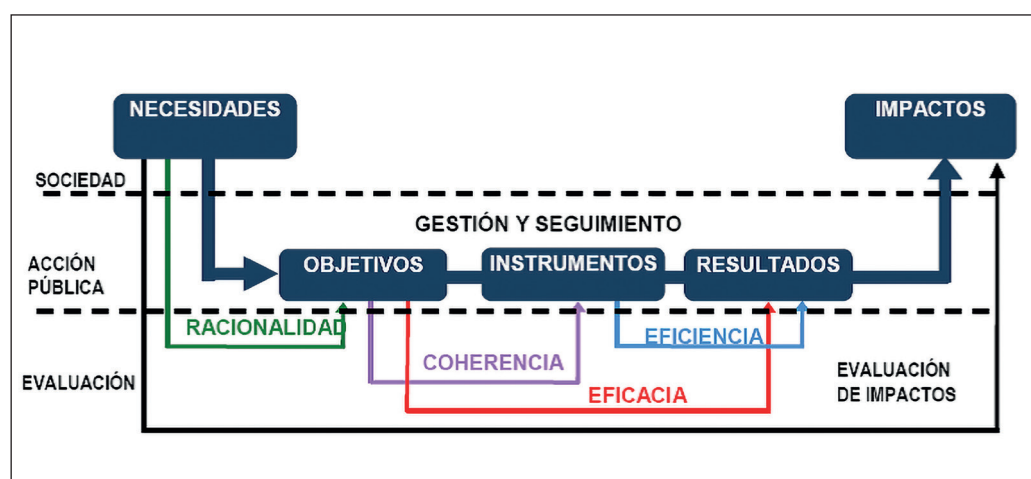


Figura 1. Guía para la evaluación de políticas públicas. Elaboración propia.

En definitiva, se puede afirmar que la evaluación es un cauce para la mejora de la calidad democrática (Bañón y Martínez, 2003), debido a que profundiza en la efectividad de la intervención pública. Además, sirve como herramienta para identificar la validez de las políticas públicas, ofrece a la sociedad un reflejo del quehacer de los responsables políticos y de sus compromisos y refuerza el control de las responsabilidades públicas (Figura 1).

La EGCAPV2020 pretende garantizar la conservación y protección del patrimonio geológico y la geodiversidad de la CAPV, promocionar su utilización sostenible y fomentar la educación y la formación para su conservación y el uso respetuoso, así como su difusión en marcos internacionales (Orden de 26 de junio de 2014, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial).

Este documento planificador recoge la necesidad del trabajo compartido entre todos los agentes involucrados. De esta forma, se trata de poner de manifiesto que la gestión de la geodiversidad y del patrimonio geológico es una responsabilidad compartida que implica y beneficia a toda la ciudadanía y sus órganos de gobierno.

El caso de estudio que se presenta constituye un ejemplo de la aplicación de esta metodología evaluadora a la EGCAPV2020. Históricamente, distintos agentes han desarrollado acciones para la promoción y conservación de distintos lugares de interés geológico (LIG) de la CAPV. Sin embargo, hasta la aprobación de la EGCAPV2020, no se disponía de un marco planificador, ni de una evaluación periódica integral de la labor realizada.

MÉTODOS

Evaluación intermedia

La EGCAPV2020 establece la obligación de realizar un informe de evaluación periódica de seguimiento con, al menos, el grado de cumplimiento de las actuaciones, la evaluación de las actuaciones por objetivos, y la propuesta de medidas correctoras y análisis de potenciales nuevas líneas.

Alcanzado el ecuador del periodo de vigencia de la EGCAPV2020 en 2019, se plantea la realización de una evaluación intermedia que contemple el análisis crítico del conjunto de la información de objetivos, líneas estratégicas y acciones de la misma.

Es importante tener en consideración que, al tratarse de la primera estrategia de geodiversidad del País Vasco que considera el territorio de manera integral y con un carácter, en parte, exploratorio o piloto, la obtención de una evaluación intermedia resulta imprescindible para valorar si el enfoque estratégico (los objetivos), las mecánicas de intervención (acciones), y el sistema de gestión (coordinación de responsables, dotación de presupuestos...) son adecuados y pertinentes, y así, si procediera, estar en disposición de realizar los ajustes necesarios.

La metodología empleada para la evaluación intermedia tiene como objetivo confeccionar un documento evaluador que refleje los resultados obtenidos, identifique dificultades y éxitos y plantee mejoras a la EGCAPV2020.

Las técnicas a emplear

Se propone que el proceso evaluador se lleve a cabo mediante la creación de un Grupo de Trabajo Líder (GTL), tal como establecen Ajangiz et al. (2013), constituido por el Gobierno Vasco (Vice-Consejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco) y una Secretaría Técnica (ST) (las empresas Kualitate Lantaldea y Ekobideak). El GTL debe desarrollar los siguientes pasos para la evaluación:

1. **Identificación de responsables-participantes.** En cualquier proceso de evaluación de una política pública el primer paso es determinar la/s entidad/es y persona/s responsable/s y los agentes participantes en el desarrollo y cumplimiento de las diferentes acciones que desarrollan dicha planificación. En el caso analizado, se ha constatado que existe una amplia diversidad de agentes implicados de forma directa o indirecta en la gestión de la geodiversidad y el patrimonio geológico del País Vasco (Figura 2). Las actuaciones de estos agentes tienen impacto en las propias acciones de la EGCAPV2020. Teniendo en cuenta su relevancia, la evaluación genera espacios de diálogo y transferencia de conocimiento entre estos agentes para conocer su actividad en el ámbito de la Estrategia, sus percepciones y sus recomendaciones de mejora.



Figura 2. Mapa de agentes participantes en la Estrategia de Geodiversidad de la CAPV 2020 (EGCAPV2020). Elaboración propia.

2. **Selección de las herramientas de recogida de información.** La correcta selección de herramientas y el diseño de los mecanismos para la recogida de información en los procesos evaluadores son un elemento clave para alcanzar la eficiencia y efectividad en el proceso de captación de los datos fundamentales que luego serán utilizados para desarrollar la evaluación.

Para esta labor, se plantea una triangulación metodológica clásica en ciencias sociales, que combina las fuentes de datos y los métodos de investigación a través de técnicas cuantitativas (cuestionario) con técnicas cualitativas (grupos de trabajo y entrevistas en profundidad (Betrián *et al.*, 2013).

La técnica cuantitativa a utilizar es la elaboración de fichas evaluadoras relativas a cada acción prevista por la Estrategia objeto de análisis. Estas fichas deben ser cumplimentadas por parte de las entidades/personas responsables de la implementación de cada una de las acciones y deben integrar contenidos para conocer tanto el nivel de desarrollo de las medidas, como las posibles desviaciones de la ejecución y sus causas, la inversión económica y los resultados documentados de los avances.

La técnica cualitativa a utilizar se estructura en torno a una reunión técnica interdepartamental en Gobierno Vasco con un doble objetivo: 1. Recoger in situ los primeros avances de la EGCAPV2020; 2. Reflexionar sobre los Retos de Futuro – enfoque Estrategia Geodiversidad 2030.

El proceso planteado presenta, además, un valor añadido; en la medida en que, en ocasiones, se hace complicado que Departamentos ajenos al de Medio Ambiente consideren la gestión de la geodiversidad y el patrimonio geológico como algo común a toda la Administración, una dinámica participativa de este tipo permite poner en valor la contribución positiva de la EGCAPV2020 a los objetivos sectoriales de otros Departamentos de Gobierno, como Turismo, Cultura o Educación.

Así, se facilita la percepción de la Estrategia como una estrategia conjunta, consensuada y multidisciplinar. Es importante señalar, además, que estas plataformas interdepartamentales son claves para sumar capacidades, que generan espacios de confianza, y que fomentan sinergias que sirven para compartir recursos y trabajo técnico.

También es necesario destacar el carácter innovador de las técnicas de dinamización planteadas en esta plataforma colaborativa, en las que se emplean herramientas creativas, técnicas para la toma de decisiones,

que sirven para minimizar las resistencias de los agentes y favorecer el surgimiento de iniciativas públicas de carácter pionero.

Como complemento a la actividad evaluadora, se plantea el desarrollo de entrevistas en profundidad (Steinar, 2011) con los principales responsables de acciones de la Estrategia. El objetivo de estas entrevistas será conocer las causas del nivel de desarrollo, los principales frenos de la estrategia y las nuevas acciones a desarrollar en los próximos años desde sus entidades.

3. Análisis de contenidos. El análisis de la información recopilada marcará y estructurará los entregables que se elaboran como resultante final del proceso de trabajo.

Tal y como está planteada la metodología del proceso evaluador, se recogen dos tipos de información, por un lado, los datos cuantitativos de implantación, y por otro, los contenidos cualitativos extraídos de las entrevistas, el GTL y de las fichas de evaluación:

- Análisis de datos: a partir del tratamiento estadístico de los datos cuantitativos recopilados en las fichas de evaluación intermedia. Estos resultados permiten conocer el grado de desarrollo general de la EGCAPV2020, así como de cada uno de los objetivos y acciones (porcentaje de acciones ejecutadas).
- Análisis de contenidos: a partir de las opiniones de los agentes participantes en el proceso de evaluación. La clave de esta información reside en las explicaciones que se proporcionan sobre el nivel de desarrollo de las acciones y la identificación de los motivos de éxito o de necesidad de mejora. Esta información resulta útil para aplicar medidas correctoras que permitan incrementar el grado de ejecución de la EGCAPV2020.
- El hecho de trabajar con los agentes en la evaluación permite obtener recomendaciones que posibilitarán innovar durante la segunda mitad del periodo de vigencia de la Estrategia: se formulan nuevas acciones a desarrollar, se identifican nuevos agentes a integrar en las acciones y se plantean nuevas fórmulas de desarrollo de las acciones a partir de experiencias conocidas en otros lugares.

4. Entregables. Son los materiales finales del proceso y resultan claves para poner en valor el trabajo realizado, facilitar su difusión y ser útiles para la toma de decisiones:

1. Informe de seguimiento y evaluación del grado de avance de la EGCAPV2020: Documento comprensible para personas no expertas.
2. Definición del plan de acción 2019-2020: Resultado de las aportaciones de ajuste y mejora de la EGCAPV2020.
3. Fichas de las iniciativas emblemáticas: iniciativas clave seleccionadas por su carácter tractor, estratégico, de alto impacto, determinando sus responsables, sus acciones, su cronograma, presupuesto y los objetivos previstos a alcanzar en 2020.
4. Informe metodológico: documento que presenta las distintas fases y tareas desarrolladas en el proyecto en un sentido cronológico, así como el análisis de las principales dificultades afrontadas, los puntos críticos y los factores de éxito identificados.
5. Elaboración de una presentación que facilite la divulgación de la EGCAPV2020 y del proceso evaluador.

CONCLUSIONES

Mediante el proceso planteado se pretende generar un modelo evaluador estandarizado extrapolable a las planificaciones sobre geodiversidad y patrimonio geológico, permitiendo así el desarrollo de análisis comparativos y evolutivos de las políticas públicas en este ámbito.

Para este objetivo se ha utilizado la metodología definida desde la Comisión Europea, *The Environmental Implementation Review (EIR)*, como instrumento de mejora de la implantación de la política ambiental y mecanismo para impulsar y promover la necesaria coordinación entre las Administraciones Públicas y entre éstas y la sociedad.

REFERENCIAS

- Ajangiz, R., Blas, A., Suso, A. 2013. *Los nudos de la participación*. Innobasque – Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, 115 pp.
- Bañón I., Martínez, R. (eds), 2002. *La evaluación de la acción y de las políticas públicas*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 250 pp.
- Betrián, E., Galitó, N., García N., Jové G., Maraculla, M., 2013. La Triangulación Múltiple como Estrategia Metodológica. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11(4), 5-24.
- Comisión Europea, 24/04/2019, http://ec.europa.eu/environment/eir/index_en.htm
- Gobierno Vasco, 24/04/2019, http://www.lehendakaritza.ejgv.euskadi.eus/contenidos/noticia/coordinacion/es_planific/adjuntos/manual_orientaciones_c_c.pdf
- Gobierno Vasco, 2014. *Estrategia de Geodiversidad de la CAPV 2020*. Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, 71 pp.
- Esteban, M., 2005. La evaluación y la mejora de la gestión pública: una reflexión. *Revista española de control externo*, 7 (20), 35-60.
- Steinar, K., 2011. *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Editorial Morata, Madrid, 200 pp.
- Orden de 26 de junio de 2014, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial por la que se aprueba la "Estrategia de Geodiversidad de la Comunidad Autónoma del País Vasco, 2020". 4 p.

LOS IMPACTOS DEL BOOM TURÍSTICO EN LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA SANTA (GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO DE LANZAROTE Y ARCHIPIÉLAGO CHINIJO)

IMPACTS OF THE TOURIST BOOM IN THE GEOHERITAGE OF LA SANTA (LANZAROTE AND CHINIJO ISLANDS UNESCO GLOBAL GEOPARK)

I. Galindo¹, E. Martín-González², D. González³, C. Romero⁴, N. Sánchez¹, J.J. Coello-Bravo² y J. Vegas⁵

¹ Unidad Territorial de Canarias, Instituto Geológico y Minero de España (IGME). i.galindo@igme.es, n.sanchez@igme.es

² Museo de Ciencias Naturales, OAMC. mmartin@museosdetenerife.org; jcoello@museosdetenerife.org

³ Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. davidglezjo@gmail.com

⁴ Departamento de Geografía, Universidad de La Laguna. mcromeroruiz@gmail.es

⁵ Área de Patrimonio Geológico y Minero, Instituto Geológico y Minero de España (IGME). j.vegas@igme.es

RESUMEN

A partir de los años 60 del siglo XX Canarias sufrió un gran cambio en su modelo económico, pasando del tipo basado en la agricultura al modelo turístico. Se produjo un abandono generalizado de las tierras de cultivo, la pesca y las salinas y se comenzaron a construir infraestructuras hoteleras localizadas principalmente en las zonas costeras. Una de las zonas afectadas por este desarrollo turístico en la isla de Lanzarote fueron las marismas del Río y la Isleta de La Santa, donde se localizaban unas salinas. Recientemente, La Isleta de La Santa ha sido incluida en el inventario de patrimonio geológico del Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y Archipiélago Chinijo, por contener un yacimiento paleontológico de gran valor científico. Trabajos de campo, estudios paleontológicos y técnicas fotogramétricas han sido empleados para estimar la evolución de la zona costera de La Isleta de La Santa y cómo el desarrollo turístico ha influido en el actual estado de conservación degradado de este patrimonio geológico.

Palabras clave: geoconservación, Geoparque Mundial UNESCO, Lanzarote, lugar de interés geológico, patrimonio paleontológico.

ABSTRACT

In the 1960s, the Canary Islands underwent a major change in their economic model, moving from the model based on agriculture to the tourist model. There was a generalized abandonment of farmland, fishing and salt mines, and hotel infrastructures were started, located mainly in the coastal areas. One of the areas affected by this tourism development in Lanzarote Island were the marshes of the islet of La Santa, where some salt mines were located. Recently, the El Río marshes and La Isleta in La Santa has been included as a geosite in the inventory of geoheritage of the UNESCO Global Geopark of Lanzarote and Chinijo Islands, because it contains a paleontological site of great scientific value. Field work, paleontological studies and photogrammetric techniques have been used to estimate the

evolution of the coastal area of the La Santa and how tourism development has influenced the current degraded state of conservation of this geoh Heritage.

Key words: geoconservation, geosite, Lanzarote, paleontological heritage, UNESCO Global Geopark.

INTRODUCCIÓN

La Isleta de La Santa se encuentra en la costa noreste de la isla de Lanzarote (Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y archipiélago Chinijo, Islas Canarias; Figura 1). Tiene una superficie superior a 821.000 m² y está separada de la isla por la laguna de El Río, aunque permanece conectada por dos pequeños istmos. La Isleta está formada por lavas basálticas de tipo aa del Pleistoceno, cubiertas en algunas zonas por mantos eólicos (Cueto Pascual *et al.*, 2004). En la zona litoral, sobre la plataforma, se localizan algunas playas de cantos y retazos del yacimiento paleontológico de La Santa. Este yacimiento, incluido como lugar de interés geológico (LIG) en el inventario de patrimonio geológico del Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y Archipiélago Chinijo (Galindo *et al.*, 2014, 2019; Martín-González *et al.*, 2019), corresponde al Último Interglaciario (estadio isotópico MIS5e) y está formado por depósitos marinos (areniscas y brechas) que contienen abundantes fósiles indicadores de aguas tropicales, como corales de la especie *Siderastraea radians*, así como numerosos fósiles de gasterópodos, bivalvos, equinodermos, algas calcáreas, etc. (Meco, 2003; Meco *et al.*, 2007, 2008; Muhs, Meco y Simmons, 2014).

A pesar de que se trata de una localidad de referencia para los estudios paleoclimáticos del Cuaternario, este yacimiento está tan deteriorado que se podría decir que casi se ha perdido (Galindo *et al.*, 2019). Gran parte del yacimiento está sepultado por escombros y por una carretera que pasa por encima del mismo. Además, el expolio y la dinámica litoral natural también han afectado a la conservación de este yacimiento paleontológico.

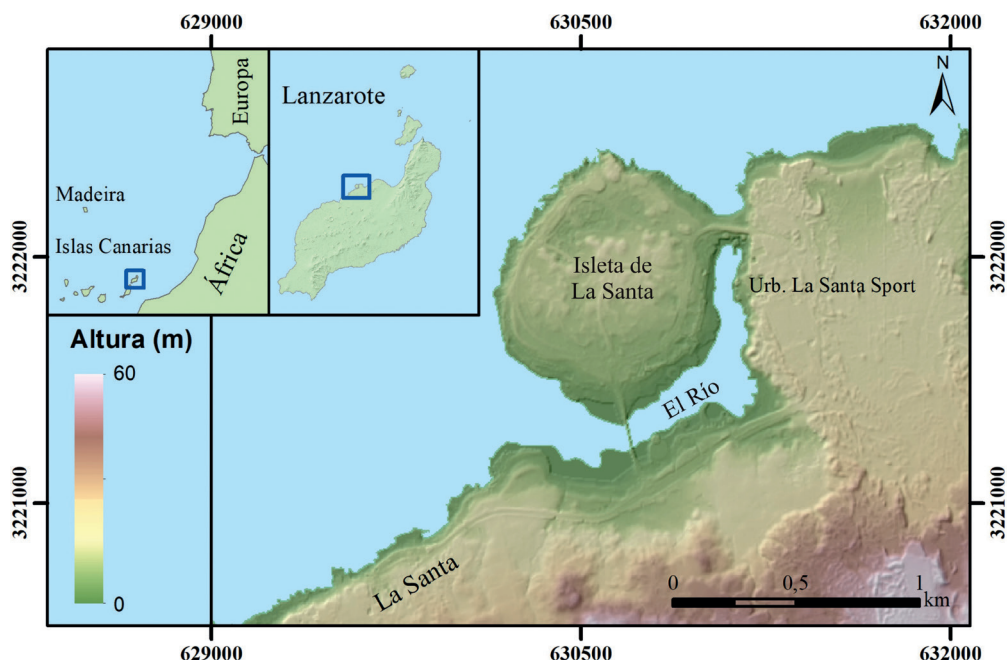


Figura 1. Localización del LIG del yacimiento de La Santa. Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y archipiélago Chinijo.

LAS SALINAS Y LA URBANIZACIÓN DE LA SANTA SPORT

El análisis de las fotos aéreas de la zona, disponibles desde 1966 hasta la actualidad (GRAFCAN, IGN), muestra la existencia de unas salinas al SE del Río (Figura 2A). Estas salinas, construidas en torno a 1920, aprovechaban la geografía marismeña de La Isleta (Luengo y Marín, 1994). Al no haber ningún obstáculo entre los dos extremos de El Río éstos se conectaban y se inundaban en periodos de pleamar y episodios de tormenta. A principios de los años setenta se abandonan las salinas y comienza el dragado del Río para crear la laguna, que inunda parcialmente la superficie de las salinas (Figura 2B). En la foto aérea de 1978, se observa el comienzo de la construcción de la urbanización “La Santa Sport” y la proliferación de carreteras en La Isleta, así como la construcción de dos pasos artificiales que unen La Isleta con el resto de la isla. Además, cabe destacar la ampliación de un escarpe subvertical en la costa, al norte de la urbanización. En las fotografías posteriores se observan únicamente ampliaciones graduales de la urbanización en su zona sur (Figuras 2C y 2D).

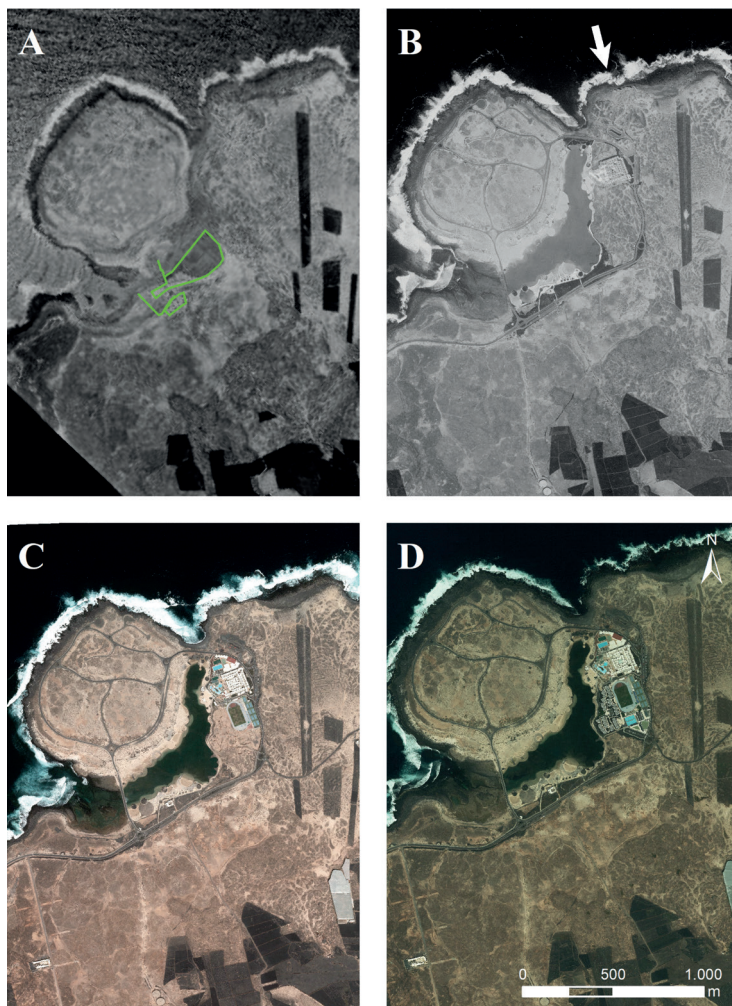


Figura 2. Fotos aéreas del LIG de La Santa (GRAFCAN e IGN -Fototeca-): A) año 1966, la línea verde indica la localización de las salinas; B) año 1978; C) año 2012; D) año 2015. La flecha blanca en B indica la localización del escarpe modificado.

EL ANTROPOCENO DE LA SANTA

El estudio de los depósitos que forman el escarpe en la zona norte entre 1966 y 1978 permite identificar un depósito que se atribuye al Antropoceno, siendo una brecha heterométrica y heteromítica formada por diversos elementos de origen antrópico (madera, plástico, cemento) y cantos y bloques redondeados y subangulosos de composición variada (aunque predominan los basaltos), en una matriz arenosa gruesa (Figura 3). En la tanatocenosis de este depósito dominan los ejemplares correspondientes a dos especies de moluscos, una de bivalvo (*Loripes orbiculatus*) y otra de gasterópodo (*Cerithium lividulum*). La primera habita fondos poco profundos y detrítico-fangosos, mientras que *Cerithium* puede también vivir en fondos rocosos, siendo especies abundantes actualmente. Junto a ellas también destacan otros taxones malacológicos como *Ovatella aequalis* o *Prunum olivaeformis*, también característicos de este tipo de fondos someros. Mezclados con las conchas actuales aparecen especies pertenecientes al episodio MIS5e (Último Máximo Interglacial), como el gasterópodo *Persististrombus latus* o el coral *Siderastrea radians*. Asimismo, en las muestras analizadas podemos constatar la presencia de conchas de gasterópodos terrestres (*Parmacella*, *Theba*) y de trazas fósiles de insectos del género *Rebuffoichnus*. Cabe resaltar, además, la excepcional conservación de las conchas que mantienen la ornamentación y color originales, observándose una alta proporción de ejemplares de bivalvos articulados (Figura 3B).

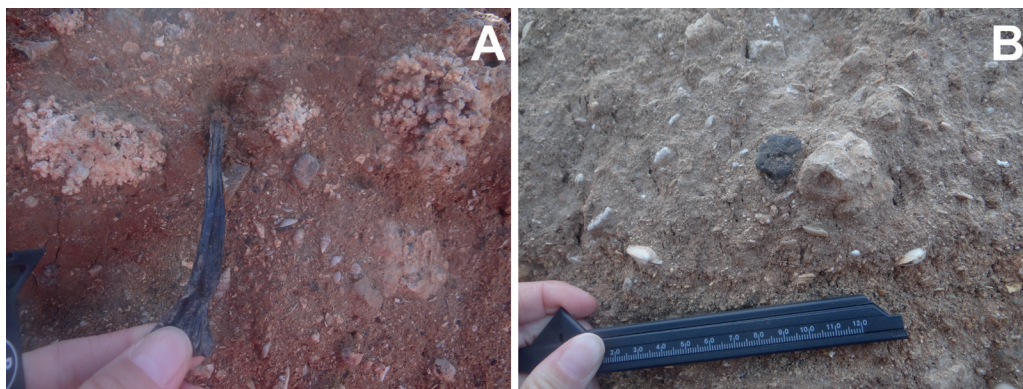


Figura 3. Detalles del depósito antropoceno de La Santa con fragmentos de plástico (A) y bivalvos articulados (B).

La observación de fauna malacológica en el depósito antropoceno con abundantes bivalvos articulados, que estarían vivos en el momento de su acumulación, demuestra que el enterramiento fue rápido. Interpretamos que este depósito procede de los sedimentos que fueron dragados del fondo de El Río. Hecho que se corrobora con la aparición del nuevo escarpe en la costa norte. La mezcla de elementos de diferentes ambientes y edades, incluyendo fósiles sueltos y fragmentos del depósito del episodio MIS5e, sugiere que este depósito debía extenderse bajo las arenas que formaban las marismas en la bocana del Río.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estado de conservación del patrimonio geológico es una variable que se valora semicuantitativamente en cinco niveles (de acuerdo con el R.D. 556/2011, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad): 1. Fuertemente degradado: Implica la práctica destrucción u ocultación de los aspectos que hacían singular al LIG o de sus aplicaciones sin posibilidad de restauración; 2. Degradado: El LIG muestra alteraciones importantes, aunque conserva cierto valor o interés o es posible su restauración; 3. Alterado: Diversos deterioros y alteraciones, lo que afecta parcialmente al valor o interés del rasgo; 4. Favorable pero con alteraciones: No se presenta

en su estado original por alteraciones físicas o químicas, pero esto no afecta de manera determinante al valor o interés del elemento; y 5. Favorable: El LIG en cuestión se encuentra bien conservado y los valores y aplicaciones que le confieren singularidad permanecen intactos. Esta variable puede estimar de forma cualitativa para un momento temporal fijo, pero hay algunos LIG en los que su estado de conservación evoluciona en el tiempo. Este hecho sobre todo se manifiesta en aquellos que han sufrido algún tipo de impacto antrópico o están sometidos a procesos geológicos activos en muy corto espacio de tiempo (Vegas *et al.*, 2015). En el LIG del yacimiento paleontológico de la Santa se ha realizado un análisis temporal de la variable “estado de conservación” a partir de los datos históricos y el análisis de fotografías aéreas que demuestran que este LIG ha sido sometido a una fuerte actividad antrópica debida al urbanismo, que ha modificado su valor científico y las características intrínsecas de los tipos de interés paleontológico y geomorfológico (Figura 4).

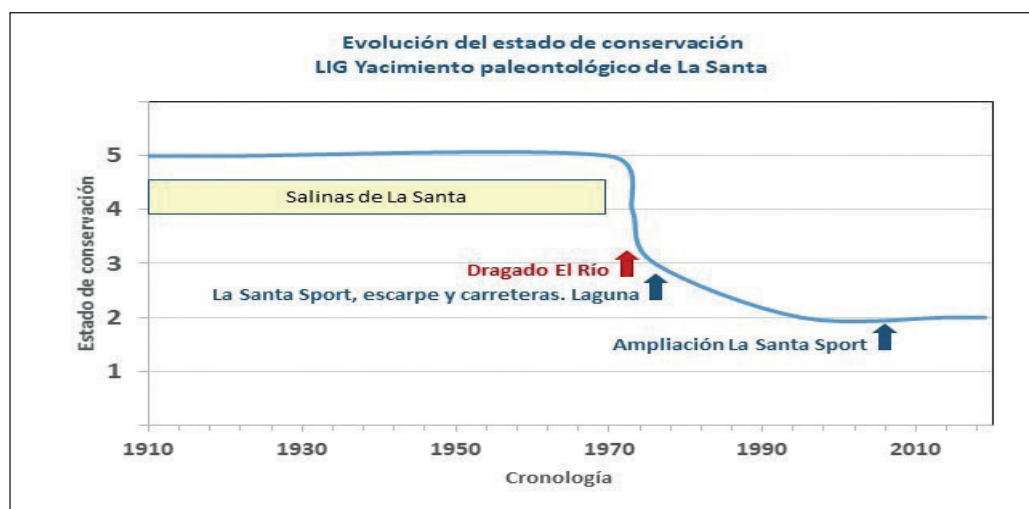


Figura 4. Evolución del estado de conservación del LIG del yacimiento paleontológico de la Santa (Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y archipiélago Chinijo) para el periodo 1920 – 2019. Estado de conservación del patrimonio geológico: 5, Favorable; 4, Favorable, pero con alteraciones; 3, Alterado; 2, Degradado; 1, Fuertemente degradado.

La fuerte transformación urbanística de esta zona del litoral de Lanzarote en las décadas finales del s. XX y su ampliación en el s. XXI ha influido de forma drástica en el estado de conservación del LIG yacimiento paleontológico de la Santa, teniendo en la actualidad un nivel 2, en la categoría de “degradado”. Sin embargo, en la actualidad sería inasumible la restauración de este LIG para alcanzar un mejor estado de conservación, debido a las licencias urbanísticas y a la pérdida irreparable de los elementos paleontológicos que ya han desaparecido en este LIG. El interés geomorfológico, en cambio, aún puede reconocerse en el estado actual. Se recomienda no ampliar la zona urbanizada ni realizar movimientos del terreno sin consultar al Cabildo de Lanzarote (Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y archipiélago Chinijo y Consejería de Medioambiente) para garantizar la preservación de los elementos patrimoniales que aún se conservan.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, a través del proyecto ProID2017010159, “Lugares de interés geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación (LIGCANARIAS)”, cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020.

REFERENCIAS

- Cueto Pascual, L.A., Balcells Herrera, R., Gómez Sainz de Aja, J.A., Barrera Morate, J.L., Ruiz García, M.T., Brändle, J.L. y Hoyos, M. 2004. *Mapa geológico de España Escala 1:25.000. Hoja y Memoria nº 1.080 III. Soo*. 69 pp.
- Galindo, I., Romero, C., Sánchez, N. y Vegas, J. 2014. *Realización de estudios científico- técnicos sobre el aprovechamiento de los recursos volcánicos de Lanzarote. Instituto Geológico y Minero de España. Cabildo de Lanzarote*. Informe Técnico inédito, Centro de Documentación del IGME. 256 pp.
- Galindo, I., Vegas, J., Romero, C., Llorente, M., Martín-González, E., Rubio, J.C., Díaz, G.A., Mangas, J., Mateo, E. y Sánchez, N. 2019. Geoheritage Inventory of the Lanzarote and Chinijo Islands UNESCO Global Geopark. En: *Lanzarote and Chinijo Islands Geopark: from Earth to Space* (Eds: Mateo, E., Martínez-Frías, J., Vegas, J.). Springer Nature Switzerland AG, En prensa.
- Luengo, A. y Marín, C. 1994. *El Jardín de la Sal*. Gobierno de Canarias-MaB-Insula-UNESCO, Tenerife, 245 pp.
- Martín-González, E., Galindo, I., Romero, C., Sánchez, N. y Vegas, J. 2019. Evaluation of geoconservation in geosites of palaeontological interest from Lanzarote and Chinijo Islands UNESCO Global Geopark. En: *Lanzarote and Chinijo Islands Geopark: from Earth to Space* (Eds: Mateo, E., Martínez-Frías, J., Vegas, J.). Springer Nature Switzerland AG, En prensa.
- Meco, J. 2003. *Paleoclimatología de Lanzarote y La Graciosa (yacimientos paleontológicos)*. Servicio de Patrimonio Histórico del Cabildo de Lanzarote, 83 pp.
- Meco, J., Scaillet, S., Guillou, H., Lomoschitz, A., Carlos Carracedo, J., Ballester, J., Betancort, J.F. y Cilleros, A. 2007. Evidence for long-term uplift on the Canary Islands from emergent Mio-Pliocene littoral deposits. *Global Planetary Changes*, 57, 222–234.
- Meco, J., Betancort, F., Ballester, J., Fontugne, M., Guillou, H., Scaillet, S., Losmoschitz, A., Cilleros, A., Carracedo, J.C., Petit-Maire, N., González Ramos, J.A., Perera, N., Soler, E., Medina, P., Montesinos, M. y Meco, J.M. 2008. *Historia Geológica del Clima en Canarias*. Ed. J. Meco. 296 pp.
- Muhs, D.R., Meco, J. y Simmons, K.R. 2014. Uranium-series ages of corals, sea level history, and palaeozoogeography, Canary Islands, Spain: An exploratory study for two Quaternary interglacial periods. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 394, 99–118.
- Vegas, J., Mata, P., Sánchez-España, J., Morellón, M., Salazar, A., Rodríguez, J.A., Valero-Garcés, B. y Carcavilla, L. 2015. Evolución del estado de conservación de lugares de interés geológico sometidos a modificaciones antrópicas. *Cuadernos del Museo Geominero*, 18, 221-226.

PROPUESTA DE DESARROLLO DE UN PALEOPARQUE EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE ANAGA (TENERIFE, ISLAS CANARIAS)

PALEOPARK DEVELOPEMENT PROPOSAL IN ANAGA BIOSPHERE RESERVE (TENERIFE, CANARY ISLAND)

C. Castillo Ruiz¹, P. Cruzado-Caballero², C. Jimenez-Gomis¹, J. Núñez¹, M.C. Alfayate¹,
A. Ahijado¹, J. L. Saorín³, I. Sánchez Berriel⁴ y C.R. Sánchez⁵

¹ Sección de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez,
San Cristobal de La laguna, Tenerife, España, ccruiz@ull.edu.es, cjimenezgomis@gmail.com

² Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología-CONICET-UNRN, Av. General Roca 1242,
General Roca, Río Negro, Argentina, pccaballero@unrn.edu.ar

³ Departamento de Expresión Gráfica en Arquitectura e Ingeniería, Universidad de La Laguna,
Av. Astrofísico Francisco Sánchez, San Cristobal de La laguna, Tenerife, España,

⁴ Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas, Universidad de La Laguna,
Av. Astrofísico Francisco Sánchez, San Cristobal de La laguna, Tenerife, España, isanchez@ull.edu.es

⁵ Departamento de Psicología Clínica, Psicobiología y Metodología de la Facultad de Ciencias de la Salud,
Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, San Cristobal de La laguna, Tenerife, España, crslopez@ull.es

RESUMEN

En este trabajo se presenta la propuesta de creación de un Paleoparque como figura de protección versátil para la conservación *in situ* de la información paleontológica de los yacimientos localizados en la Reserva de la Biosfera del Macizo de Anaga, en el norte de Tenerife (Islas Canarias). El registro fósil del archipiélago canario tiene una gran relevancia y una naturaleza excepcional debido a su conservación en un contexto geológico y paleobiológico de islas oceánicas, volcánicas activas y de reciente emersión (Neógeno y Cuaternario). El registro fósil de Anaga está constituido, principalmente, por yacimientos de origen marino y terrestre de edad Cuaternaria con un gran potencial cultural, educativo, turístico y científico (presencia de fósiles guía e información paleobiológica, tafonómica, geológica, paleoclimatológica y geomorfológica). Con la iniciativa *Paleoparque Anaga*, se prevé contar con una reserva de datos paleontológicos y geohistóricos muy útiles, entre otras cosas, para la conservación de la biodiversidad. Igualmente se espera contribuir al desarrollo del Plan de Acción de la Reserva de la Biosfera del Macizo de Anaga al revalorizar los recursos paleontológicos, y fomentar el desarrollo económico y humano sostenible de la zona desde un punto de vista sociocultural al crear nuevos recursos culturales a partir de tecnología 3D.

Palabras clave: geobiodiversidad, Islas Canarias, paleoparque, patrimonio paleontológico, Reserva de la Biosfera del Macizo de Anaga.

ABSTRACT

In this work, it is presented a proposal to set up a Paleopark as a versatile protection figure, to preserve in situ the unique palaeontological information found in the palaeontological sites located in the Macizo de Anaga

Biosphere Reserve (Tenerife, Canary Islands). The canarian fossil record is exceptional in nature and greatly relevant due to its conservation in a geological and palaeobiological context of recent oceanic and (active) volcanic islands (Neogene and Quaternary). Anaga's fossil record is mainly constituted by Quaternary marine and terrestrial fossil sites, having a great cultural, educational, touristic and scientific potential (presence of index fossils, palaeobiological, taphonomic, geological, palaeoclimatological and geomorphological information). With the initiative Anaga PaleoPark, we envisage to count on a palaeontological reserve with geohistorical data really useful in Biodiversity Conservation. Furthermore, it will contribute to the development of the Macizo de Anaga Biosphere Reserve Action Plan, reassessing the palaeontological resources and encouraging economic and human development of the area sustainable from a sociocultural point of view, by creating new cultural resources with 3D methodologies.

Key words: *Canary Island, geobiodiversity, palaeopark, palaeontological heritage, Macizo de Anaga Biosphere Reserve.*

INTRODUCCIÓN

La iniciativa "Paleoparque" de la Asociación Paleontológica Internacional (IPA) surgió en 1996 en el 30º Congreso Geológico Internacional, como forma de identificar y proteger yacimientos paleontológicos importantes que estuvieran en peligro de extinción. Posteriormente se amplió el concepto para incluir "todos los lugares de interés paleontológico, preservados o no, independientemente de su tamaño o su inclusión en otras figuras de protección" (Lipps, 2009). Esta iniciativa surge en respuesta a la necesidad de conservar los recursos paleontológicos del planeta Tierra, al estar estos bajo amenaza constante de desaparición y ser una fuente de información paleontológica única y finita (Jablonski y Shunin, 2015). El primero de los objetivos de esta iniciativa es identificar recursos paleontológicos significativos, estando definidos a un nivel tanto privado, local, regional, como nacional o internacional.

Con respecto al registro fósil de Canarias se considera un recurso excepcional y único en el ámbito español (nacional) por su conservación en un contexto geográfico y geológico de islas oceánicas y volcánicas activas recientes. La mayoría de los yacimientos paleontológicos pertenecen al Neógeno y Cuaternario, pero también afloran restos fósiles marinos asociados a la fase submarina de las islas (Martín González *et al.*, 2009) durante el Mesozoico y el Paleógeno (Carracedo y Troll, 2016).

Dicho patrimonio se regula mediante el sistema legal de activos paleontológicos enmarcados dentro de las leyes 4/1999, de 15 de marzo, sobre el Patrimonio Histórico de Canarias (Capítulo II, Artículo 72) y la ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias. En la Ley 4/1999 se considera que el patrimonio paleontológico está formado por los bienes muebles (yacimientos) e inmuebles (fósiles) que tienen elementos representativos de la evolución de todos los seres vivos, así como los componentes geológicos y paleoambientales de la cultura. La figura de protección para aquellos yacimientos paleontológicos más relevantes (Bienes de Interés Cultural: BIC), es la de Zona Paleontológica y el Catálogo de Bienes Muebles, para los fósiles de los yacimientos declarados BIC. Esta ley promueve la realización de Cartas Paleontológicas Municipales. Por otro lado, la ley 4/2017 del 13 de julio nombra suelo rústico de protección cultural para la preservación de yacimientos paleontológicos, y bajo esta se podrá declarar espacios protegidos a aquellos que contengan yacimientos paleontológicos de interés científico. Estas figuras de protección han sido aplicadas a unos pocos yacimientos paleontológicos de Canarias (Martín-González *et al.*, 2009).

Desde el inicio del siglo XXI se ha popularizado el uso de la tecnología 3D para el estudio de los recursos paleontológicos (yacimientos y fósiles) y la creación de diferentes repositorios digitales con un fin científico, educativo y de conservación. El uso de las diferentes técnicas de digitalización conforma las bases de una nueva disciplina llamada Paleontología Virtual (Rahman *et al.*, 2014). Desde el ámbito de la innovación educativa y de la divulgación científica en Canarias se están realizando modelos 3D de fósiles marinos representativos del Cuaternario y se ha iniciado la digitalización 3D a partir de la técnica de fotogrametría de los yacimientos de Anaga.

En este trabajo se propone la creación de un inventario de lugares de interés paleontológico de la Reserva de la Biosfera de Anaga, que debería ser incluido dentro del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), desarrollado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Igualmente, a partir de dicho inventario, se

propone la creación y desarrollo de un Paleoparque como figura de revalorización y conservación versátil del patrimonio paleontológico de Canarias, con el propósito de:

- 1) dar a conocer a la sociedad canaria el valor de los recursos paleontológicos para resolver problemas del presente,
- 2) contribuir a un enriquecimiento cultural y al desarrollo económico sostenible,
- 3) involucrar a la sociedad en su conservación y
- 4) poner en marcha medidas de conservación y protección digitales.

ÁREA DE ESTUDIO

Las Islas Canarias son un archipiélago volcánico situado en el océano Atlántico a unos 95 km de la costa noroeste de África. Las edades de las islas van desde hace unos 20 Ma de Fuerteventura (Mioceno, Carracedo y Troll, 2016) a los 1,1 Ma del Hierro (Pleistoceno, Carracedo y Troll, 2016). El área de estudio, el Macizo de Anaga, se sitúa en la zona nordeste de la isla de Tenerife con una extensión de 15.489,01 ha terrestres y una altitud máxima de 1.024 msnm (Roque Cruz de Taborno). Es una de las zonas más antiguas de la isla, junto con los Macizos de Teno y Adeje, con unos 3-6 Ma (Carracedo y Troll, 2016). Este macizo fue declarado Reserva de la Biosfera en el año 2015 en las que se engloban los municipios de Santa Cruz de Tenerife, San Cristóbal de La Laguna y Tegueste.

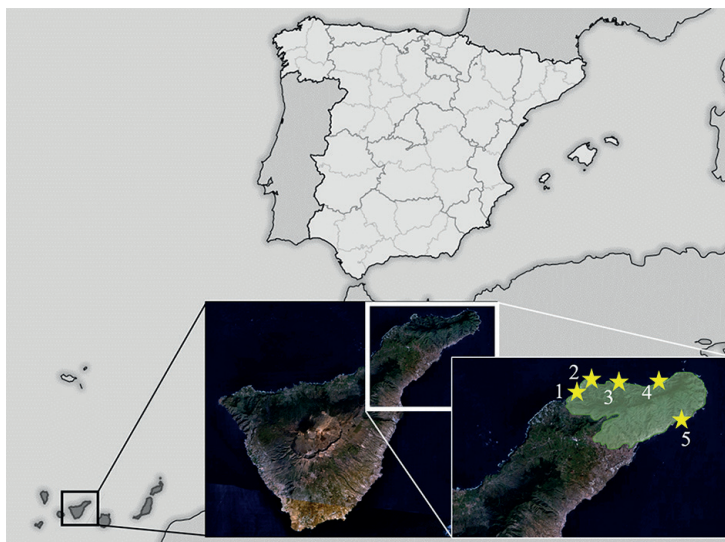


Figura 1. Reserva de la Biosfera del Macizo de Anaga. Yacimientos de: 1) Mancha de la Laja, 2) Punta del Hidalgo, 3) Tachero, 4) Costa del Draguillo y 5) Igueste de San Andrés.

PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE ANAGA

Dada la naturaleza volcánica de la isla, una gran parte del patrimonio paleontológico se encuentra en tubos volcánicos y paleodunas, pero también hay numerosos yacimientos de origen marino, como por ejemplo las plataformas marinas de Igueste de San Andrés (Figura 2 A-B) o de la Punta del Hidalgo (Figura 2 C-D). Los yacimientos marinos

contienen especies de moluscos que no se encuentran en la actualidad en las islas, como *Codokia eburnea*, *Acanthina dontelei*, entre otros (García-Talavera *et al.*, 1989). Además, sobre los niveles marinos en ocasiones se encuentran niveles de paleosuelos, paleodunas y/o grandes masas de depósitos terrestres testigos de eventos de desmantelamiento de Anaga. En estos sedimentos terrestres encontramos fósiles de vertebrados (*Canariomys* y *Gallotia*), de invertebrados (gasterópodos terrestres endémicos) (Taboada Carvalho, 2017) y trazas fósiles de insectos (León Hernández, 2018).

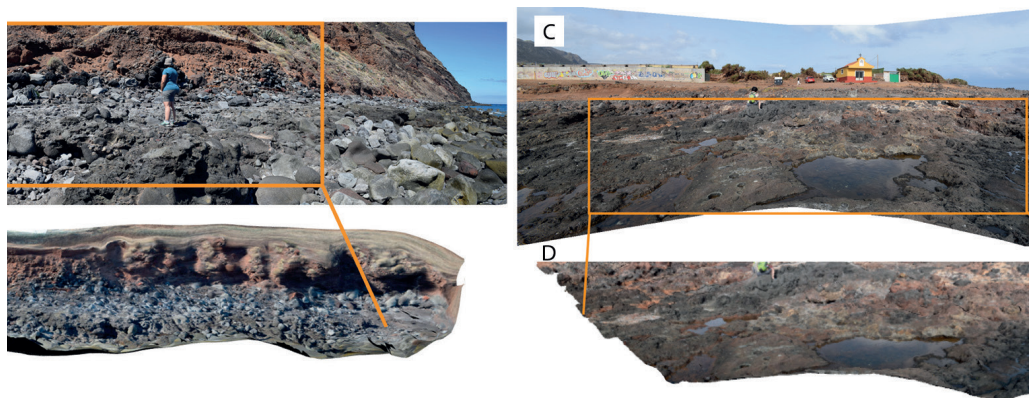


Figura 2. A-B, yacimiento Igueste de San Andrés; C-D, yacimiento Punta del Hidalgo; A y B, vistas panorámicas; B y D, modelos 3D.

Los yacimientos terrestres tipo paleodunas, como La Mancha de la Laja (Figura 3), tienen un elevado interés científico en el ámbito de la conservación de ecosistemas terrestres (Taboada Carvalho, 2017). Este yacimiento presenta el registro más antiguo en Tenerife de gasterópodos terrestres endémicos como los del género *Napaeus*. Las paleodunas se conservan debido a que fueron sepultadas por coladas volcánicas recientes. y Otros afloramientos como la Cantera de Milán y Jóver, que actualmente están en estudio, se han propuesto para formar parte de la Reserva de la Biosfera de Anaga, por aportar información de las variaciones espaciales de la fauna y flora en el área durante el Pleistoceno (Taboada Carvalho, 2017).

PALEOPARQUE ANAGA

Los yacimientos paleontológicos marinos y terrestres de Anaga tienen un alto valor patrimonial; constituyen las evidencias reales de los organismos y ecosistemas del Cuaternario, que vivieron en un contexto geológico y geográfico cambiante (Carolina *et al.*, 2001). Su valiosa información geohistórica es útil para la conservación de la biodiversidad y la geodiversidad. Por otro lado, los yacimientos presentan características que los adecuan para un uso sociocultural o socioeconómico, como puede ser una localización cercana a poblaciones y su accesibilidad. Lamentablemente algunas de estas características son a la vez origen de deterioro (acumulación de escombros, construcciones, vandalismo, etc.). A las causas de peligro de deterioro hay que sumar la reducida extensión de algunos afloramientos y el efecto de la erosión natural que en algunos casos se ve intensificada por la proximidad a la costa.

La propuesta de creación del *Paleoparque Anaga* pretende contribuir a la consecución de las funciones del espacio protegido que supone la península de Anaga, dentro del Plan de Acción de la Reserva de la Biosfera del Macizo de Anaga como, a) la conservación del patrimonio natural de la zona (flora y fauna) y b) el fomento del desarrollo económico y humano sostenible desde el punto de vista sociocultural. Sus yacimientos tienen un gran potencial educativo y turístico muy interesante de fomentar, para lo cual previamente es necesario realizar ciertas actuaciones que mejoren el acceso a los mismos, puesta de paneles interpretativos, creación de rutas paleontológicas y de material digital, lo que contribuirá al desarrollo sostenible de las áreas en las que se encuentra, y por extensión, la isla de Tenerife. Esta puesta en valor de los recursos paleontológicos permitirá diversificar el turismo y favorecer el crecimiento económico del archipiélago, tal y como ha ocurrido en otras regiones (Ávila *et al.*, 2018).

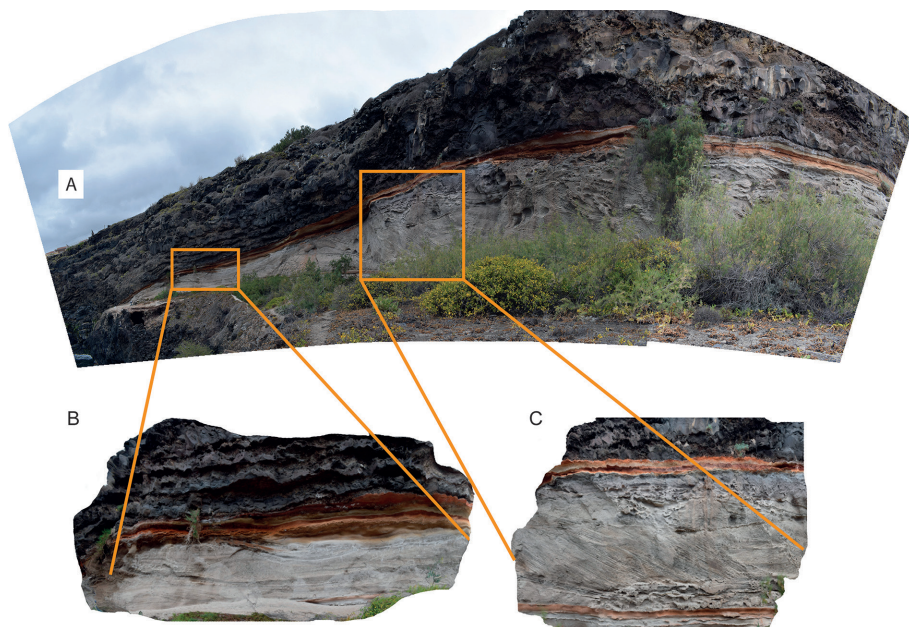


Figura 3. A-C, yacimiento Mancha de La Laja; A, vista panorámica; B-C, modelos 3D.

CONCLUSIONES

Se considera que es necesario aplicar todas las figuras de protección posibles, incluida la de Paleoparque, para conservar y revalorizar el patrimonio paleontológico de las Islas Canarias y más concretamente los yacimientos localizados en la Reserva de la Biosfera de Anaga, incluyendo las paleodunas de Milán y Jöver. Dicha propuesta se basa en varias razones entre las que destacamos: a) el paleoparque se adapta fácilmente a todas las situaciones (grado de protección, de estudio, etc.) y todas las escalas de manejo del territorio; b) es útil para el reconocimiento y valoración por parte de la comunidad local de su rico y variado patrimonio paleontológico, y de la importancia de su implicación en la gestión del mismo; c) se pone de manifiesto la potencialidad del patrimonio paleontológico en la consolidación del turismo cultural y de naturaleza; y d) ofrece la posibilidad de una alternativa atractiva y de calidad al turismo, siendo un valor añadido y atractivo para las empresas vinculadas al sector base de la economía en Canarias.

La iniciativa paleoparque de la Asociación Internacional de Paleontología, también es interesante en el contexto insular canario, porque internacionaliza los recursos paleontológicos (un recurso transversal que se incluye en la base de datos global de paleoparques), los acerca a la sociedad (identificando los yacimientos apropiados para la educación pública) y a los gestores que los administran, y le da protagonismo a los paleontólogos locales (aficionados y profesionales) que tienen gran experiencia sobre el terreno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de las actividades de los grupos de Investigación de la ULL "Estudio de la Fauna Fósil y Actual de Canarias" y "Crecimiento submarino y emersión de las Islas Canarias: estudio geológico de los Complejos Basales" y está financiado por los proyectos 2017REC20 (Fundación CajaCanarias y la Fundación Bancaria "La Caixa") y CGL2016-75062-P (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte).

REFERENCIAS

- Ávila, S.P., Ramalho, R.S., Habermann, J.M. y Titschack, J. 2018. The marine fossil record at Santa Maria Island (Azores). En: Kueppers, U and Beier, C (eds.), *Volcanoes of the Azores*. Springer, Berlin, Heidelberg, 155-196.
- Carracedo, J.C. y Troll, V. R. 2016. *The Geology of the Canary Islands*. Ed. Elsevier. 621 pp.
- Castillo, C., Martín González, E. y Martín Oval, M. 2001. Valoración del Patrimonio Paleontológico de Canarias: propuesta de Puntos de Especial Interés paleontológico. *Revista Española de Paleontología*, n.º extraordinario, 105-116.
- García-Talavera, F., Paredes Gil, R., Martín Oval, M. 1989. *Catálogo-Inventario Yacimientos Paleontológicos, Provincia de Santa Cruz de Tenerife*. Ed. Instituto de Estudios Canarios, 76 pp.
- Jablonski, D. y Shubin, N. H. 2015. The future of the fossil record: Paleontology in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(16), 4852-4858.
- León Hernández, V. 2018. *Paleobiología de trazas fósiles de insectos en Tenerife*. Trabajo fin de grado. Universidad de La Laguna, 31 pp.
- Lipps, J. H. 2009. PaleoParks. En: Lipps J.H. & Granier B.R.C. (eds.), *PaleoParks: the protection and conservation of fossil sites worldwide*. Université de Bretagne occidentale Département des sciences de la terre, 1-10.
- Martín-González, E., Castillo, C., y García-Talavera, F. 2009. Yacimientos paleontológicos de las islas Canarias declarados bienes de Interés Cultural. *Vieraea: Folia Scientiarum Biologiarum Canariensium*, 37, 127-140.
- Rahman, I. A., y Smith, S. Y. 2014. Virtual paleontology: computer-aided analysis of fossil form and function. *Journal of Paleontology*, 88 (4), 633-635.
- Taboada Carvalho, E. 2017. *Paleo-Biodiversidad de gasterópodos terrestres en sitios de interés de la Reserva de la Biosfera de Anaga*. Trabajo fin de máster. Universidad de La Laguna, 44 pp.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN LA ANTÁRTIDA: AVANCES RECIENTES Y PERSPECTIVAS

CONSERVATION OF GEOLOGICAL HERITAGE IN ANTARCTICA: RECENT ADVANCES AND PERSPECTIVES

L. Carcavilla¹, J. López-Martínez² y E. Díaz-Martínez¹

¹ Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid. l.carcavilla@igme.es

² Universidad Autónoma de Madrid. Carretera de Colmenar, km 15, 28049, Madrid

RESUMEN

La Antártida posee un rico patrimonio geológico y, sin embargo, su estudio y conservación no han sido afrontados de manera sistemática. Por ello, un grupo de trabajo internacional dentro del *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR) ha abordado este tema e identificado unas líneas de actuación para desarrollarlas a corto y medio plazo. La conservación del patrimonio geológico de la Antártida posee numerosas singularidades, como que más del 99,8% de la superficie está cubierta por hielo, la relativa escasez de amenazas antrópicas al no existir población permanente y al estar prohibida la actividad minera. Además, todo el territorio antártico cuenta con un régimen de protección general. Bajo estas circunstancias, se han identificado como acciones prioritarias el diseño de una metodología para la realización del inventario, la redacción de un código de conducta para el trabajo geológico de campo y recomendar la reducción del sobremuestreo. Para la realización del inventario, se ha elegido la metodología propuesta por el proyecto *Global Geosites*, pero con adaptaciones a la Antártida. El presente trabajo muestra las líneas de trabajo a desarrollar, cómo se plantea la geoconservación en el territorio antártico y los avances esperables en el futuro.

Palabras clave: Antártida, geoconservación, patrimonio geológico, proyecto Global Geosites, SCAR.

ABSTRACT

Antarctica has a rich geological heritage, but its study and conservation has not been yet systematically addressed. An international working group under the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) has identified some lines of work to be developed in the short and medium term. The conservation of the geological heritage of Antarctica has many singularities, such as an ice cover exceeding 99.8% of the surface, the relative scarcity of anthropic threats due to the lack of permanent population and because mining is prohibited. In addition, the entire Antarctic territory has a general protection regime. Under these circumstances, priority actions have been identified to design a methodology for carrying out the inventory, to draft a code of conduct for geological field work and recommend to reduce oversampling. The methodology chosen for the inventory has been that of the Global Geosites Project, with adaptations to the Antarctic circumstances. The present work shows the lines of work to be developed, how geoconservation is considered in the Antarctic, and the expected advances for the future.

Key words: Antarctica, geoconservation, geological heritage, Global Geosites Project, SCAR.

INTRODUCCIÓN

El continente antártico tiene unos 14 millones de km² de superficie y se sitúa en el polo sur del planeta. Más del 99,8% de su superficie está cubierta por hielo que, en algunos puntos, supera los 4500 metros de espesor. Es el continente más remoto, elevado, frío y seco. Por todo ello, la Antártida es un excelente laboratorio natural en el que, cada año, varios miles de investigadores y de personal de apoyo desarrollan una intensa labor utilizando las casi cien estaciones científicas existentes. Al personal científico y de apoyo logístico se han unido en los últimos tiempos unos 40000 visitantes turísticos cada año, no existiendo población humana permanente ni nativa. Hasta hace unos 160 millones de años, la Antártida estuvo unida a Australia, África, India y América del Sur, formando el supercontinente Gondwana, que se fragmentó y dispersó para dar lugar a la actual distribución de esos continentes. Esta larga evolución geológica hace que la Antártida sea una pieza clave para el conocimiento de la evolución geodinámica global y su efecto en el clima.

Por otro lado, la Antártida cuenta con una regulación administrativa especial a través del Tratado Antártico y, en lo que se refiere a la protección medioambiental, por el conocido como Protocolo de Madrid. Esta situación asigna un régimen genérico de protección a todo el territorio antártico.

Las particularidades mencionadas hacen que los numerosos elementos geológicos singulares existentes en la Antártida estén relativamente poco amenazados. Sin embargo, el incremento del turismo, la propia labor de los científicos y la necesidad de instalar infraestructuras científicas o de apoyo, podrían amenazar a algunos afloramientos valiosos. En este trabajo se muestran de forma sintética los avances recientes y las iniciativas desarrolladas hasta la fecha y todavía en curso para la identificación y protección del patrimonio geológico antártico, así como el contexto normativo en que se enmarca y el papel de los órganos involucrados.

REGULACIÓN AMBIENTAL EN LA ANTÁRTIDA

El Tratado Antártico, firmado en 1959 y en vigor desde 1961, es el instrumento legal por el cual se gobierna el área situada al sur de la latitud 60°S, que incluye el continente, las islas y el océano Antártico. En la actualidad, el Tratado está reconocido por 53 países que representan aproximadamente al 65% de la población mundial, aunque sólo 29 países (entre ellos España, desde 1988) poseen la consideración de Partes Consultivas, que les otorga capacidad decisoria. Entre otros aspectos, el Tratado considera todo su territorio “una reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia” y prohíbe las pruebas nucleares y las actividades militares. También establece una protección ambiental para todo el territorio a través del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente, conocido como Protocolo de Madrid, firmado en 1991 y con entrada en vigor en 1998, que actualmente han firmado 37 países. Dicho Protocolo incluye una moratoria de 50 años desde su entrada en vigor para la explotación de minerales en la Antártida. Incluye también 6 anexos, de los cuales los de más interés para la geoconservación son el I y el V (Tabla 1). El primero establece la obligación de realizar evaluaciones de impacto ambiental de las actividades. Las de impacto reducido son evaluadas por los diferentes países, y aquellas que vayan a tener un impacto mayor que el “leve o transitorio” deben ser analizadas mediante una Evaluación Ambiental Global, que debe resolver el Comité de Protección Ambiental, existente desde la entrada en vigor del Protocolo de Madrid, estando estos aspectos contemplados en el Anexo I del Protocolo (CPA, 2005).

Por su parte, el Anexo V se refiere a las áreas protegidas antárticas, que son de tres tipos diferentes. Las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP, o ASPA por sus siglas en inglés) son áreas terrestres o marinas con valores naturales o científicos excepcionales, en los que se encuentra restringido el acceso humano excepto para fines científicos. Bajo esta figura de protección se encuentran áreas con colonias importantes de diversas especies, con coberturas de vegetación excepcionales, o con yacimientos de fósiles, debido a su alto valor científico. Por su parte, las Zonas Antárticas Especialmente Administradas (ZAEA, o ASMA por sus siglas en inglés) buscan el ordenamiento de las actividades que confluyen en un mismo espacio, para ayudar a su planificación y coordinación, evitar posibles conflictos, mejorar la cooperación entre las partes y reducir al mínimo los impactos ambientales. Un ejemplo de ZAEA, que a su vez contiene varias ZAEP, es la Isla Decepción que, debido a su accesibilidad e interés científico y paisajístico, es el

enclave más visitado de la Antártida. Por último, también se consideran los Sitios y Monumentos Históricos, con objeto de preservar el patrimonio histórico antártico. En su mayoría se refieren a restos de actividad humana relacionados con las expediciones antárticas del siglo XIX y principios del siglo XX.

	ANEXO	CONTENIDO
I	Evaluación de impacto ambiental	Describe aspectos esenciales para la EIA en los ambientes antárticos
II	Conservación de la fauna y flora antártica	Describe cómo protegerlas, restricciones y aspectos relacionados con la introducción de especies
III	Almacenamiento y gestión de residuos	Establece sistemas de gestión y almacenamiento, así como las restricciones al uso de materiales potencialmente contaminantes
IV	Prevención de la contaminación marina	Prohíbe la descarga de ciertos materiales por los barcos que operan en la zona del tratado
V	Áreas protegidas	Regula la protección y gestión de las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP), Zonas Antárticas Especialmente Administradas (ZAEA) y Sitios y Monumentos Históricos
VI	Responsabilidad civil en emergencias ambientales	Describe los procedimientos relacionados con la actuación en caso de daño ambiental

Tabla 1. Anexos del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente. Los más relacionados con la geoconservación son el I y el V.

PARTICULARIDADES DE LA GEOCONSERVACIÓN EN LA ANTÁRTIDA

Las particulares características de la Antártida respecto a otras zonas del mundo hacen que sea un caso especial en lo que se refiere a la geoconservación. Desde el punto de vista geográfico, deben tenerse en cuenta las enormes dimensiones del territorio y la escasez de áreas desprovistas de hielo que, además, presentan una considerable dispersión.

En el ámbito legal, la ausencia de legislaciones nacionales que regulen la protección se compensa con la existencia del Tratado Antártico y el Protocolo de Madrid. En relación con las ZAEP, su definición contempla que entre los elementos para declararlas podrán incluirse enclaves relevantes para mostrar la historia, estructura y componentes de la corteza terrestre, incluyendo rocas, fósiles y masas de hielo resultado de procesos actuales o pasados. Los criterios a seguir para considerarlos serán los de representatividad, diversidad, particularidad y grado de interconexiones, e interés científico, mientras que la vulnerabilidad y riesgo ante impactos y amenazas antrópicas también debe tenerse en cuenta (CPA, 2000). Bajo estos parámetros, las ZAEP y las ZAEA son herramientas útiles para la conservación del patrimonio geológico, ya que se asimilan bastante a lo que podrían ser las habituales figuras de protección ambiental en otras regiones. Así, de manera implícita, el Protocolo de Madrid impide la destrucción de afloramientos geológicos singulares y es, probablemente, la herramienta más eficaz para la geoconservación. De hecho, existen ya áreas protegidas cuyo objetivo de conservación son elementos geológicos (Hughes *et al.*, 2016).

En relación con las amenazas antrópicas para la conservación, a pesar de que no haya población nativa ni residentes permanentes, últimamente visitan la Antártida alrededor de 40000 turistas al año, y unas 4000 personas más entre científicos y personal de apoyo (IAATO, 2019). Aunque pueda parecer una cifra relativamente baja, en comparación con la presión humana en áreas protegidas de otros continentes, hay que tener en cuenta la elevada fragilidad del medio y que gran parte de la actividad antrópica en la Antártida se concentra en unos pocos lugares fácilmente accesibles, especialmente en la costa. Por otro lado, la labor científica a menudo provoca sobremuestreos de rocas, fósiles y minerales, afectando a la conservación de los afloramientos. Además, esta situación puede ir en aumento si se incrementa el número de grupos y de países que actúan en la Antártida. De esta manera, el sobremuestreo es una de las preocupaciones del Comité de Protección Ambiental y una de las principales amenazas relacionadas con la geoconservación en la Antártida (Hughes *et al.*, 2016).

En relación con el patrimonio geológico, no existe ningún inventario sistemático realizado ni para el conjunto del continente ni para zonas concretas. Tan solo algunas publicaciones han destacado el interés patrimonial de afloramientos concretos, pero sin un trabajo sistemático que incluya su comparación con otras zonas. Tampoco es fácil encontrar especialistas que puedan tener un conocimiento global del continente en todas las disciplinas relacionadas con las Ciencias de la Tierra, de manera que se hace necesario compartimentar el estudio del patrimonio geológico tanto desde el punto de vista geológico como geográfico.

LÍNEAS DE TRABAJO E INICIATIVAS EN CURSO

Consciente de que la geoconservación es un aspecto esencial en la Antártida y que ha sido escasamente abordada, el SCAR, cuya misión es promover y coordinar la investigación internacional en la Antártida y asesorar al Tratado Antártico en cuestiones científicas, acordó en 2016 establecer en su seno un Grupo de Trabajo en Patrimonio Geológico y Geoconservación (*SCAR Action Group on Geological Heritage and Geoconservation*, SCAR-AG-GHG). Los *Action Groups* del SCAR tienen por objeto analizar desde el punto de vista científico una problemática determinada y emitir un diagnóstico para que, finalmente, el SCAR lo presente a la consideración de las partes firmantes del Tratado Antártico. El SCAR-AG-GHG reúne a medio centenar de científicos que voluntariamente se sumaron a él. Tras realizar diversas reuniones (Kuala Lumpur en 2016, Davos en 2018, Madrid en 2018 y Cambridge en 2019), fueron identificadas una serie de acciones prioritarias:

- Analizar la eficacia y utilidad de las ZAEP y ZAEA para la geoconservación, revisando qué elementos geológicos de interés pueden estar ya amparados bajo su protección y de qué manera.
- En función de lo anterior, determinar si estas figuras son útiles para la geoconservación o si es necesario crear una figura nueva.
- Al mismo tiempo, equiparar las ZAEP y ZAEA con las categorías de las figuras de protección de la UICN (Dudley, 2008), de manera que se entienda mejor su significado y alcance.
- Establecer una metodología para la realización de un inventario sistemático del patrimonio geológico de relevancia internacional en la Antártida.
- Buscar soluciones al sobremuestreo.
- Analizar la susceptibilidad a la degradación del patrimonio geológico antártico.
- Establecer un protocolo para la adecuada incorporación del patrimonio geológico en las evaluaciones de impacto ambiental que establece el Protocolo de Madrid.

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Muchas de las acciones enumeradas en el epígrafe anterior están aún en desarrollo o apenas se ha comenzado a trabajar en ellas. Sin embargo, hay algunos aspectos importantes que se han identificado para poder empezar a trabajar, en especial en relación con el inventario, entre los que se encuentran:

- Utilizar una metodología específica para inventarios en zonas extensas.
- Analizar el valor científico por separado del grado de amenaza.
- Obviar (no considerar) aspectos relacionados con el potencial de uso didáctico y/o turístico, puesto que, entre otras razones, en la Antártida son de poca aplicación, dado que la mayoría de los lugares son muy remotos y/o inaccesibles.

Así, en relación con la metodología del inventario, se ha considerado que la más útil para un territorio que presenta las particularidades de la Antártida es la definida en el proyecto *Global Geosites*. Esta metodología, basada en la identificación de contextos geológicos y de los lugares concretos que los representan (Wimbledon, 1996) ha sido

propuesta también para realizar inventarios en territorios muy extensos (De Lima et al., 2010). Las ventajas que ofrece este sistema para un territorio como la Antártida son:

- Permite avanzar de forma sistemática en el desarrollo del inventario por fases (primero contextos geológicos y después los lugares representativos concretos o *geosites*), lo que facilita que la comunidad científica comprenda y adopte la metodología de trabajo y los objetivos del inventario (muchos científicos desconocen los fundamentos conceptuales y metodológicos de la geoconservación).
- Permite afrontar el inventario con aportaciones de muchos científicos, especialistas en temáticas distintas y con experiencia en países diferentes.
- Se centra en el aspecto científico y se puede abordar por disciplinas
- Sin embargo, para su aplicación se han tenido que realizar algunas adaptaciones metodológicas. En primer lugar, dadas las circunstancias mencionadas más arriba para la Antártida, se ha considerado que se podrán definir contextos (y también lugares en una fase posterior) en el fondo marino y bajo el hielo. Esto no suele ser así en otros países donde se ha aplicado la metodología del proyecto *Global Geosites*, pero en este caso se considera adecuado porque: (1) en ambos entornos hay elementos geológicos de relevancia, (2) el inventario sólo va a considerar el interés científico, independientemente de su accesibilidad, y (3) las ZAEP y ZAEAS contemplan la posibilidad de proteger lugares de ambos tipos. Un ejemplo representativo de este tipo de elementos geológicos singulares son los lagos subglaciares, de los que se han identificado más de 400 (Siegert et al., 2016), en algunos casos a más de tres mil metros de profundidad bajo el hielo y con extensiones considerables. Constituyen una singularidad que puede constituir un contexto geológico o formar parte de uno de ellos, ya que se trata de elementos típicamente antárticos con un registro geológico de gran interés y que, en algunos casos, puede ser muy vulnerable. En la actualidad se encuentra en fase de realización un primer listado de los contextos geológicos de relevancia internacional de la Antártida.

ACCIONES FUTURAS

A lo largo de 2019 se espera que la propuesta relativa a la geoconservación en la Antártida, emanada del SCAR-AG-GHG, sea presentada por el SCAR al Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico y que, a partir de ahí, se ponga en marcha la aplicación de la metodología correspondiente para desarrollar la identificación y posibles medidas de protección consideradas convenientes. El *XIII SCAR International Symposium on Antarctic Earth Sciences*, que se celebrará en julio de 2019 en Corea del Sur, permitirá presentar los avances más recientes en este tema a la comunidad antártica internacional del ámbito de las Ciencias de la Tierra. El papel de dicha comunidad, y el del SCAR como organización que la acoge, serán de gran importancia para el desarrollo futuro de los procedimientos relacionados con la geoconservación.

CONCLUSIONES

La Antártida posee un importante patrimonio geológico, cuya identificación y gestión presenta particularidades debido a las características del territorio y al contexto administrativo. Afrontar la geoconservación en un territorio tan extenso gestionado bajo acuerdos internacionales requiere establecer metodologías específicas adaptadas a la situación existente. Si bien, en términos generales, las amenazas a la conservación de este patrimonio geológico no son grandes, las medidas deben incluir soluciones a problemas como el sobremuestreo o la concentración de actividades en ciertos lugares, incluido el turismo. El *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR) está ocupándose de esta cuestión y actualmente elabora una propuesta de inventario basada en la adaptación al territorio antártico de la metodología del proyecto *Global Geosites*. La existencia del *SCAR Action Group on Geological Heritage and Geoconservation*, y las acciones desarrolladas por el mismo en los últimos años, están permitiendo avanzar en la adaptación al territorio antártico de metodologías apropiadas para la identificación y gestión del patrimonio geológico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto CTM2014-57119-R del Plan Nacional de I+D.

REFERENCIAS

- CPA 2000. *Directrices para la aplicación del marco para zonas protegidas fijado en el Artículo 3, Anexo V del Protocolo al Tratado Antártico sobre protección del medio ambiente*. 15 pp. https://www.ats.aq/documents/recatt/Att081_s.pdf
- CPA 2005. *Evaluación del impacto sobre el medio ambiente*. Anexo I al Protocolo al Tratado Antártico sobre protección del medio ambiente. Comité de Protección Ambiental. 3 pp. https://www.ats.aq/documents/cep/handbook/Annex_I_s.pdf
- De Lima, F.F., Brilha, J. B. & Salamuni, E. 2010. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage* 2: 91-99.
- Dudley, N. (Ed.) 2008. *Guidelines for applying protected area management categories*. IUCN, 86 p.
- Hughes, K., López-Martínez, J., Francis, J. E., Crame, J.A., Carcavilla, L., Shiraishi, K., Hokada, T. & Yamaguchi, A. (2016).w Antarctic geoconservation: a review of current systems and practices. *Environmental Conservation* 43: 97-108.
- IAATO 2019. International Association of Antarctica Tour Operators. *Antarctica key factors tourism 2017-2018*. 4 pp. <https://iaato.org/documents/10157/13091/IAATO+Fact+Sheet+2017-18.pdf>
- Siegert, M.J., Ross, N. & Le Brocq, A.M. 2016. Recent advances in understanding Antarctic subglacial lakes and hydrology. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 374: 2059, 1-12.
- Wimbleton, W.A.P. 1996. GEOSITES – a new IUGS initiative to compile a global comparative site inventory, an aid to international and national conservation activity. *Episodes* 19: 87-88.

PATRIMONIO GEOLÓGICO MUEBLE

LA COLECCIÓN SEROKA DEL MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA.

THE SEROKA COLLECTION OF THE MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA (NATURAL SCIENC E MUSEUM OF BARCELONA).

Y. Díaz-Acha¹ e I. Díaz-Ontiveros^{1,2}

¹Museu de Ciències Naturals de Barcelona. Departamento de Petrología. Edificio Martorell,
parque de la Ciutadella. 08003 Barcelona. ydiaz@bcn.cat

²Myrmex. Serveis tècnics a les ciències naturals SL, Ronda General Mitre 227, 08023
Barcelona. idiazont@gmail.com

RESUMEN

Si un coleccionista privado quiere que su colección perdure en el tiempo, que sea conservada en las mejores garantías y que haga una función social, una muy buena opción es la donación a un museo público. Este es el caso de la colección de rocas donada por Peter Seroka en 2014. El departamento de Petrología del Museu de Ciències Naturals de Barcelona hemos estado estudiando y documentando exhaustivamente esta colección desde su ingreso. Consta de 250 registros y para su estudio ha hecho falta realizar 87 láminas delgadas. Geográficamente, predominan las rocas de Alemania y de Europa, aunque contiene rocas de diferentes lugares del mundo. Litológicamente, más de la mitad de la colección son rocas de origen plutónico y volcánico. Gran parte de la colección tiene un alto interés científico dada su singularidad en la geodiversidad terrestre (son ejemplo la kimberlita de Udáchnaya, la rodbergita de la mina de Fen de Noruega y la komatiita de la India). Del estudio realizado destacamos 31 ejemplares procedentes de localidades tipo. A día de hoy la colección está disponible para la sociedad en unas condiciones y con una información de primer nivel.

Palabras clave: colección, geodiversidad, patrimonio mueble, petrología, Seroka.

ABSTRACT

If a private collector wants his collection to last over time, to be conserved in the best guarantees and to do a social function, is a good option to donate to a public museum. This is the case of the collection of rocks donated by Peter Seroka in 2014. The Department of Petrology of the Museu de Ciències Naturals de Barcelona has been studying and thoroughly documenting this collection since its entry. It consists of 250 records and it has been necessary to make 87 thin sections for its study. Geographically, the rocks of Germany and Europe predominate, although it contains rocks from different parts of the world. Lithologically more than half of the collection consists in rocks of plutonic and volcanic origin. Much of the collection has a high scientific interest due to its uniqueness in terrestrial geodiversity (for example the kimberlite of Udáchnaya, the rodbergite of the Fen mine in Norway and the komatiite of India). From the study conducted we highlight 31 specimens from typical locations. Today the collection is available to society in the best conditions and information.

Key words: *collection, geodiversity, moveable heritage, petrology, Seroka.*

INTRODUCCIÓN

El Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MCNB) es una institución con más de 130 años de historia que conserva un patrimonio mueble de más de tres millones de ejemplares en los ámbitos de la mineralogía, la petrología, la paleontología, la zoología y la botánica (Masriera, 2006).

La colección de petrología contiene más de 16300 registros de rocas de todas las clases, más de 6000 láminas delgadas para estudio en microscopio petrográfico y una colección de 33 grandes bloques pétreos expuestos en el exterior del Museo Martorell. Esta colección viene ampliándose y completándose desde 1888 con la noble finalidad de beneficiar a la sociedad a través de su estudio y conocimiento.

Las colecciones crecen fruto de las investigaciones científicas propias del Museo y a través de donaciones de colecciones, tanto científicas como creadas por coleccionistas aficionados. Este último es el caso de la donación del coleccionista Peter Seroka, que en 2014 ofreció al MCNB su colección de rocas. El Museo, desplegando la política de adquisiciones y el protocolo de donaciones aprobados institucionalmente, aceptó ingresar esta colección privada a razón de su riqueza en rocas provenientes de localidades tipo y de la presencia de rocas de alto interés científico, tanto por su diversidad litológica como por su escasez en la corteza terrestre.

Un buen camino para poner en valor una colección científica privada es a través de la donación a un museo público. Desde la llegada de la colección Seroka al MCNB, el departamento de Petrología hemos revisado, estudiado y documentado la colección en detalle para que esté disponible para la sociedad con una información de primer nivel y en un estado de conservación óptimo.

LA COLECCIÓN SEROKA

La colección Seroka, ingresada el 12 de marzo de 2014, consta de 250 registros y de 612 ejemplares, de los cuales 87 corresponden a láminas delgadas que se realizaron para su estudio. Las muestras se procesaron según Díaz-Ontiveros y Díaz-Acha (2016) garantizando su correcto marcado, almacenaje y conservación, así como una buena calidad documental.

Una vez terminado su estudio podemos afirmar que la colección tiene una representación geográfica bastante amplia (Figura 1) aunque, si categorizamos por número de registro, la mayoría son de Europa y un gran número es, concretamente, de Alemania (país de origen del donante).

Respecto a la distribución en la sistemática petrológica (Tabla 1) predominan las muestras ígneas y, en segundo lugar, las metamórficas. Las muestras de origen plutónico y volcánico suponen más de la mitad de la colección. Cabe destacar que la clasificación sistemática de cada muestra de la colección a su llegada al Museo ya era muy detallada y completa en la mayoría de los casos, constando en algunas etiquetas los porcentajes de abundancia de los minerales.

EJEMPLARES DESTACADOS

La parte sólida de la tierra es muy rica en variedades litológicas. Los factores internos y externos que pueden generar rocas son tantos que podemos encontrar rocas muy frecuentes (como el granito o las calizas) o rocas muy singulares y que solo se generan o generaron en contextos geológicos muy específicos. Esta variedad geológica es lo que denominamos geodiversidad y, aunque cualquier ejemplar de roca enriquece nuestros conocimientos sobre geodiversidad, es lógico pensar que aquellas que son escasas infieren un interés especial. Este es el caso de muchas de las rocas de la colección Seroka pero especialmente lo son la kimberlita de Udáchnaya, la rodbergita de la mina de Fen de Noruega y la komatiíta de la India (Figura 2, Tabla 2).

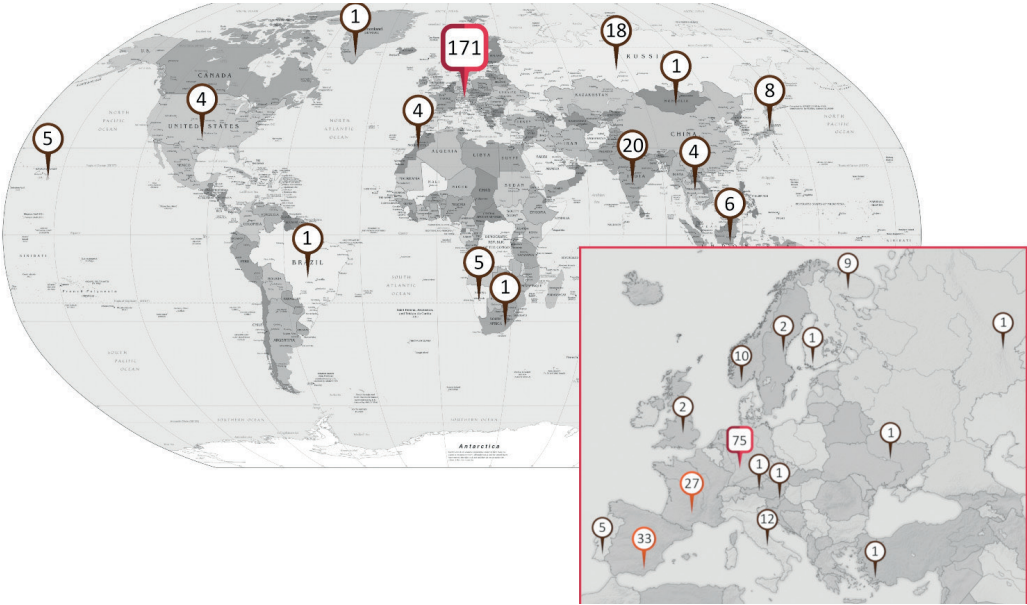


Figura 1. Localización de los ejemplares de la colección Seroka en el mapa del mundo. Se ha representado el total de muestras por país, excepto en Europa, dónde se han agrupado. En el detalle se ha desglosado las muestras pertenecientes a países del continente europeo. Las muestras de Rusia se han dividido en dos puntos, debido a su distribución.

Tipo de roca	Plutónicas	Volcánicas	Subvolcánicas	Lamproífas	Ultramáficas	Ofiolita	Foliadas	Monominerales	Granoblásticas	Hidrotermales	Pirometamórficas	De impacto	Indeterminadas	Carbonáticas	Detriticas	Orgánicas	Silíceas no detriticas	Superficiales
Nº	92	58	19	3	3	1	24	13	10	5	2	1	1	9	6	1	1	1
%	36.8	23.2	7.6	1.2	1.2	0.4	9.6	5.2	4	2	0.8	0.4	0.4	3.6	2.4	0.4	0.4	0.4
	ÍGNEAS 176 ej. – 70.4%						METAMÓRFICAS 56 ej. – 22.4%						SEDIMENTARIAS 18 ej. – 7.2%					

Tabla 1. Tabla resumen de la distribución de los ejemplares de la colección Seroka según su clasificación petrológica expresada en número de registros y porcentajes.

La kimberlita de Udáchnaya es una roca excepcional que proviene de una mina explotable. Partiendo de que el 80% de las kimberlitas son estériles en diamantes, y que del 20% restante solo el 3% son explotables, esto confiere un valor de excepcionalidad a la muestra de la colección. Por otro lado, las kimberlitas de esta localidad son de gran interés científico por ser considerada una roca en estado muy fresco (poco alterado).

Las komatiitas son rocas volcánicas que se generaron en un ambiente en el que podían cristalizar rocas con alto contenido en magnesio, debido a temperaturas muy elevadas que no se dan en los contextos actuales. Existen pocos lugares en el mundo en los que se pueda encontrar komatiitas, emplazadas en cratones, concretamente en lugares con arcos de islas fósiles. La muestra de la colección Seroka es de Kerala, situada en el cratón de la India.

El Complejo Fen en Telemark, Noruega, es una región conocida por un conjunto inusual de rocas ígneas. Esta rareza en sus minerales y rocas ha hecho que sea un lugar protegido. Una de esas rocas es la rodbergita, carbonatita (roca ígnea) de grano medio a fino, compuesta de carbonato y hematites

Nombre de la roca	Localidad	Nº registro
Rodbergita (Carbonatita)	Mina de hierro en Fen, Nodsjo, Telemark, NORUEGA	MGB PR-15738 (LD)
Kimberlita	Udáchnaya, República de Sajá-Yakutia, RUSIA	MGB PR-15857 (LD)
Komatiíta	Sur de Trivandrum, Kerala, INDIA	MGB PR-15874 (LD)

Tabla 2. Rocas especialmente relevantes de la colección Seroka. Junto al número de registro se indica con las siglas LD las muestras a las que se ha hecho lámina delgada.



Figura 2. De arriba abajo, y de izquierda a derecha: MGB PR-15857 (Kimberlita), MGB PR-15738 (Rodbergita), MGB PR-15961 (Uncompahgrita) y MGB PR-15874 (Komatiíta). Escala, 4 cm.

Por otro lado, resultado del estudio de la colección se han descrito 32 registros de rocas que provienen de 30 localidades tipo (tabla 3). La localidad tipo de una roca es aquel lugar concreto o zona geográfica donde se realizó la primera descripción científica de esa clase o variedad concreta de roca y de la cual deriva su nomenclatura. Son ejemplos de proximidad la verita de Vera (Almería) o la fortunita de Fortuna (Murcia). Cabe destacar que esta nomenclatura convive con la clasificación estandarizada siendo la verita y la fortunita dos variedades de lamproíta.

Por este motivo, y al ser unas rocas con nomenclatura tan singular, ha sido absolutamente necesario hacer láminas delgadas a 25 de los 32 registros (LD).

Nombre de la roca	Localidad	Nº registro
Afrikandita (Melilitonita)	Afrikanda, Península de Kola, RUSIA	MGB PR-15744 (LD)
Alnoíta (Lamprófidio)	Isla de Alnön, Westnorrländ, SUECIA	MGB PR-15780 (LD)
Boninita (Roca andesítica)	Islas Bonin o Ogasawara, JAPÓN	MGB PR-15812
Brandbergita (Aplita)	Brandberg, Uis, NAMIBIA	MGB PR-15909 (LD)
Cizlakita (Monzogabro cuarcífero)	Ceslak, cerca de Oplotnica, ESLOVENIA	MGB PR-15768 (LD)
Cuselita (Lamprófidio)	Jettenbach cerca de Kusel, ALEMANIA	MGB PR-15884 (LD)
Esterellita (Cuarzodiorita)	Cap Roux, Esterel, Saint-Raphaël, FRANCIA	MGB PR-15883 (LD)
Farsundita (Monzogranito)	Egersund, Farsund, NORUEGA	MGB PR-15850 (LD)
Fortunita (Lamproíta)	Fortuna, Murcia, ESPAÑA	MGB PR-15922 (LD)
Foyaíta (Sienita foidica)	Monte Foia, Monchique, PORTUGAL	MGB PR-15781
Hösbachita	Sternberg, Spessart, Hösbach, ALEMANIA	MGB PR-15798 (LD)
Jumillita (Lamproíta)	La Celia, Jumilla, Murcia, ESPAÑA	MGB PR-15882 (LD)
Kaulaíta (Basalto)	Kaula Gorge, Mauna Kea, Hawái, ESTADOS UNIDOS	MGB PR-15735 (LD)
Kentallenita (Monzonita)	Kentallen Quarry, Escocia, REINO UNIDO	MGB PR-15733 (LD)
Khibinita (Sienita foidica)	Mazizo Khibiny, península de Kola, RUSIA	MGB PR-15945
Larviquita (Roca sienítica)	Larvik, NORUEGA	MGB PR-15942
Lherzolita (Peridotita)	Lago de Lherz, Pirineos, Massat, FRANCIA	MGB PR-15939 (LD)
Lusitanita (Sienita alcalifeldespática)	Alter Pedroso, Alter do Chao, PORTUGAL	MGB PR-15748 (LD)
Miaskita (Monzosienita foidica)	Miask, Ilmen Mts, Ural Mts, RUSIA	MGB PR-15886 (LD)
Monzosienita nefelínica	Mt Monzoni, Alto Adige, Tirol, ITALIA	MGB PR-15758
Ouachitita (Lamprófidio)	Río Ouachita, Arkansas, ESTADOS UNIDOS	MGB PR-15963 (LD)
Pélé's Hair (Obsidiana)	Kilauea, Hawái, ESTADOS UNIDOS	MGB PR-15826
Predazzita (Mármol)	Predazzo, ITALIA	MGB PR-15797
Redwitzita (Lamprófidio)	Redwitzite, Marktredwitz, ALEMANIA	MGB PR-15921 (LD)
Ricolettita (Gabro)	Ricoletta, Monzoni, Dolomitas, ITALIA	MGB PR-15900 (LD)
Schriescheimita (Peridotita)	Odenwald, Schriesheim, ALEMANIA	MGB PR-15794 (LD) MGB PR-15848 (LD)
Spessartita (Lamprófidio)	Gailbach, Spessart, Asschaffenburg, ALEMANIA	MGB PR-15786 (LD) MGB PR-15919 (LD)
Unakita (Epidotita)	Unaka Mts, Carolina del Norte, ESTADOS UNIDOS	MGB PR-15903 (LD)
Uncompahgrita (Melilitonita)	Uncompahgre, Colorado, ESTADOS UNIDOS	MGB PR-15961 (LD)
Verita (Lamproíta)	Cabo de Gata, Vera, Almería, ESPAÑA	MGB PR-15818 (LD)

Tabla 3. Rocas de la colección Seroka pertenecientes a localidades tipo. Las siglas LD indican las muestras a las que se ha hecho lámina delgada.

Dentro del grupo de muestras con localidad tipo destacan, por su escasez en la corteza terrestre y, por tanto, por su interés en la geodiversidad del planeta, las dos melilitonitas (la afrikandita y la uncomphagrita, figura 2) y la boninita.

CONCLUSIONES

La colección de petrología del MCNB reúne una parte importante del patrimonio geológico mueble de la institución y gracias a las diferentes aportaciones pasadas y presentes contiene una buena representación de la geodiversidad de nuestro planeta, especialmente de la geología peninsular (Díaz-Ontiveros y Díaz-Acha, 2015). Con esta donación, la colección de petrología se ha visto enriquecida con 250 registros de ejemplares provenientes de todo el mundo, la mayoría con un alto interés científico (e incluso museístico) y con 32 de ellos procedentes de su localidad tipo. Litológicamente gran parte de los ejemplares corresponden a rocas ígneas.

Es importante destacar el beneficio de donar una colección científica privada a una institución pública. Las instituciones públicas garantizan tanto el acceso abierto a las colecciones como la conservación del patrimonio mueble, acción muy relevante reflejada en la resolución 6.08 del congreso Mundial de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza celebrado en 2016, en la que se incluye una moción sobre conservación del patrimonio geológico mueble.

El MCNB, y en este caso el departamento de Petrología, en su misión de conservar, facilitar el estudio y conocimiento del patrimonio mueble que salvaguarda, ha estudiado, documentado y dispuesto la colección Seroka (rocas y láminas delgadas) para que cualquier persona pueda consultarla y estudiarla en las mejores condiciones.

REFERENCIAS

- Díaz-Ontiveros, I. y Díaz-Acha, Y. 2016. Proceso de documentación e informatización de la colección de Petrología del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Aula, Museos y Colecciones*, 3, 77-91.
- Díaz-Ontiveros, I. y Díaz-Acha, Y. 2015. Resultado del inventario 2014 de la colección de Petrología del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. *XXI Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Madrid, 103.
- Masriera, A. 2006. *El Museu Martorell, 125 anys de Ciències Naturals (1878-2003)*. Monografies del Museu de Ciències Naturals, 3, Barcelona, 230 pp.

GEOMUSEO DE VALSECA. REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DE RECURSOS DEL MUSEO DE MINERALES, ROCAS Y FÓSILES DE VALSECA (SEGOVIA)

VALSECA GEO-MUSEUM. REDESIGN AND DEVELOPEMENT OF NEW RESOURCES AT THE MUSEUM OF MINERALS, ROCKS AND FOSSILS OF VALSECA (SEGOVIA, SPAIN)

N. Sacristán Arroyo, A. Arribas García y G. Lozano Otero

Asociación Geología de Segovia. geologiadesegovia@yahoo.es

RESUMEN

En el año 1996, el depósito de una colección particular de minerales, rocas y fósiles en las dependencias del ayuntamiento de Valseca (Segovia) inició el proyecto del primer museo geológico público de Castilla y León. El mantenimiento de la colección estuvo a cargo de la Asociación Segoviana de Aficionados a la Mineralogía (ASAM). Actualmente, aprovechando subvenciones provinciales, y con el trabajo de la Asociación Geología de Segovia, el antes denominado Museo Municipal de Minerales, Rocas y Fósiles de Valseca, se ha convertido en el Geomuseo de Valseca, con mayor cantidad y calidad de recursos divulgativos y didácticos, lo que permitirá también una mayor oferta de actividades. Se trata de impulsar definitivamente este importante proyecto para una provincia que no cuenta con otro similar, y que, por tanto, es un recurso único para la divulgación de esta parte del patrimonio natural. Además, desarrollarlo es de vital importancia para catalogar y proteger como se merece, este patrimonio geológico mueble que ha ido creciendo y enriqueciéndose a lo largo de estos más de 20 años.

Palabras clave: divulgación, geomuseo, patrimonio geológico mueble, Segovia, Valseca.

ABSTRACT

In 1996, the private collection of minerals, rocks and fossils stored at Valseca Town Council (Segovia) became the first public geological museum of Castile and León. The 'Association of Amateur to Mineralogy of Segovia (ASAM)' oversaw the upkeep of the collection. At present, thanks to grants awarded by the Province of Segovia and the work of the Geological Association of Segovia, the former 'Municipal Museum of Minerals, Rocks and Fossils of Valseca' has now become the 'Valseca Geo-Museum'. It currently keeps a vast amount of quality dissemination and didactic resources, which will allow a greater offer of educational activities. The aim is to promote this important initiative, unique in the province, which represents an exclusive resource for the dissemination of this element of natural heritage. In addition, its development is key to catalogue and protect, as it deserves, this movable geological heritage that has been growing and enriching for more than 20 years.

Key words: dissemination, geo-museum, movable geoheritage, Segovia, Valseca.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Segovia posee un rico patrimonio geológico en cuyo catálogo se incluyen varios ejemplos significativos de tipo mueble, todos ellos ubicados en la capital de provincia. La colección de la Academia de Artillería, el muestrario de mármoles de la Catedral, las rocas ornamentales de varios edificios y la colección del Instituto de Segunda Enseñanza de Segovia, componen el patrimonio mueble recogido en el catálogo (Díez-Herrero y Vegas, 2011; Geología de Segovia, web en línea). Sin embargo, a este patrimonio de importante valor histórico, ha de añadirse que en un municipio muy cercano a la capital se encuentran las muestras de minerales, rocas y fósiles que fueron motivo para crear el primer museo de geología en Castilla y León, de importante interés didáctico y divulgativo, y objeto del presente trabajo. Se trata de un museo único en la provincia, con piezas destacables de procedencia nacional e internacional, pero, sobre todo, representativas de la geodiversidad segoviana.

ANTECEDENTES DEL GEOMUSEO DE VALSECA

La Asociación Segoviana de Aficionados a la Mineralogía (ASAM), desde su creación en 1987, ha fomentado entre sus miembros, el conocimiento geológico y, de forma pionera, la protección del patrimonio geológico y minero (Díez-Herrero *et al.*, 2019, en este volumen). Destaca el listado de lugares de interés geológico de la provincia publicado en su revista Litos (Díez, 1991), o que entre sus más de 80 excursiones realizadas, un gran número tuvieron el objetivo de conocer el patrimonio geológico segoviano. En 1990, por iniciativa de varios de sus miembros y en colaboración con el ayuntamiento de Otero de Herreros, se elabora el anteproyecto para la creación del Aula de la Naturaleza “Daniel de Cortázar”. Pretendía dotar a la provincia de un recurso que, pese a su riqueza natural y en concreto geológica, no poseía. A pesar de que este proyecto no llegó a hacerse realidad, fue el germen del actual proyecto del Geomuseo de Valseca, pues en septiembre de 1996, el geólogo segoviano Andrés Díez Herrero depositaba de manera oficial, su colección de minerales, rocas y fósiles en el ayuntamiento de esta última localidad.

Por provenir esta colección, en buena medida, de las muchas excursiones por Segovia realizadas por la ASAM, contenía la riqueza geológica de esta provincia, y por tanto suponía un importante patrimonio geológico mueble de la misma, que la ASAM acordó mantener científicamente y ampliar para, con el tiempo, materializar la idea inicial o aproximarse lo más posible a ella. Primeramente se expuso una pequeña muestra de la colección en el edificio del propio ayuntamiento de Valseca. Unos años después, la construcción municipal de un nuevo local para fines socioculturales, permitió el traslado de la colección a la segunda planta de este inmueble, adquiriendo nuevos elementos expositivos para mostrar una buena parte de la amplia colección cedida. Nace así el Museo Municipal de Minerales, Rocas y Fósiles (M3RF) de Valseca (Segovia).

La colección se exhibía a lo largo de nueve vitrinas verticales. Las dos primeras contenían muestras de minerales procedentes de la provincia de Segovia, diferenciando en ésta, la sierra y los terrenos llanos. Otras tres vitrinas contenían minerales procedentes de otros lugares del mundo, ordenados según la sistemática mineral. Las dos últimas vitrinas estaban dedicadas a las rocas y a los fósiles, respectivamente. Los fondos no expuestos de la colección se guardaron en el almacenamiento inferior de las vitrinas verticales, en cajas de cartón sin criterio concreto de orden. La adquisición posterior de siete vitrinas horizontales, tipo mesa con cubierta de metacrilato, permitió dar cierto protagonismo en la exposición a piezas de la provincia: los minerales de Valseca, municipio donde se encuentra el museo; ejemplares de drusas de cuarzo, gneis y otras rocas de gran tamaño; destacables muestras fósiles de animales vertebrados; y fósiles marinos del Cretácico Superior.

A lo largo de los últimos años, el museo ha ido incorporando a sus fondos, piezas donadas por personas particulares (como una colección de fósiles de Francisco Ibáñez), ampliando así la colección inicial. A partir de 2014, además de visitas guiadas puntuales a la colección (a demanda), se comienzan a realizar en el museo actividades-talleres para niños y niñas por la asociación Geología de Segovia (GSg), con el objetivo de difundir la existencia del museo y divulgar la geología entre el público general, infantil y juvenil. La propia asociación se encargó en 2016 de otro de los impulsos al museo: aprovechando una subvención concedida por la Diputación Provincial, se incorporaron dos nuevas vitrinas horizontales de original contenido, una dedicada a las rocas de la provincia, cuyas muestras se

sitúan sobre un gran mapa geológico; y otra en la misma línea, donde se pueden apreciar las distintas tipologías de arenas (granulometría, color, composición, etc.), que posee nuestro país en función del área fuente de procedencia de las diferentes arenas. Además, se amplió la oferta de actividades del museo con el diseño de una ruta geológica por los alrededores del municipio (geo-ruta por El Berrocal de Valseca), autoguiada mediante códigos QR para dispositivos móviles.

GEOMUSEO DE VALSECA. ESPACIO PARA LA GEOLOGÍA

Gracias a una nueva subvención de la Diputación de Segovia en 2018, el museo se ha beneficiado de un nuevo impulso y ha pasado a denominarse Geomuseo de Valseca. Se adquirieron siete nuevas vitrinas verticales y se intervino sobre los elementos museográficos, tanto ejemplares expuestos, como aquellos que permanecen en los fondos del museo. Las modificaciones introducidas en los primeros se basan principalmente en cambios en los elementos expositivos, homogeneizando estéticamente el museo: rediseño de la exposición, cartelas, soportes, ampliación del material expuesto y reorganización de minerales en vitrina con criterios científicos. En lo referido a los ejemplares de los fondos no expuestos, se hacía necesaria su revisión y almacenamiento según los criterios científicos de los expuestos, su etiquetado y la realización de una base de datos a modo de inventario de la colección completa.

La organización del Geomuseo (Figura 1) está dividida en cuatro secciones, comenzando la visita con la sección de minerales, la más amplia. Tres vitrinas verticales recorren, por comarcas naturales, los minerales de la provincia de Segovia, que también aporta ejemplares a las vitrinas de sistemática mineral. Ésta última, ordena en otras ocho vitrinas (cuatro verticales y cuatro horizontales), los distintos grupos minerales según la clasificación de Strunz.

Cada vitrina posee una cartela (Figura 2) que ofrece la descripción de cada clase mineral y alguna curiosidad de la misma. Encabezando cada cartela, se describen propiedades de los minerales (hábito, brillo, color, etc.), de manera que la exposición introduzca al visitante a un lenguaje que le permita una comprensión integral. Para completar esta sección, un póster muestra la importancia de los minerales en las actividades humanas más cotidianas.

La transición de la sección de minerales a la de rocas, se realiza mediante la vitrina horizontal con las muestras de arenas de la colección, sobre el mapa geológico de España. Esta vitrina se explica mediante un póster. La sección de rocas, por su parte, posee cuatro vitrinas verticales, clasificadas según su génesis: rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias; separando las primeras en dos vitrinas, según sean plutónicas o volcánicas. Las cartelas de estas vitrinas reflejan una descripción sencilla de cada grupo de rocas y algunos conceptos importantes en petrología. En esta misma sección se ha situado la vitrina horizontal con las muestras de las distintas rocas de la provincia sobre el mapa geológico de la misma.



Figura 1: Plano de distribución de diferentes secciones de la exposición y sus correspondientes vitrinas en el Geomuseo de Valseca.

Junto a la sección de rocas se encuentra la dedicada a la etnogeología, es decir, a los oficios, tradiciones y costumbres relacionados con la geología, o que pueden explicarse a través de esta ciencia. Esta sección se explica en formato póster y exhibe en dos vitrinas, los oficios de cantería y minería de la provincia de Segovia, destacando la minería de Valseca en particular. Su exposición pretende conservar un patrimonio minero cedido al museo por D. Pedro de Frutos Hernando, que depositó en Valseca sus útiles de cantería del granito; y algunos de los instrumentos que D. Gregorio Criado utilizó mientras desempeñaba el oficio de minero, depositados en el museo por su familia.



Figura 2: Ejemplo de cartel de las vitrinas de la sección de minerales.

Antes de llegar a la última sección del Geomuseo, un poster de gran tamaño reproduce a escala (7 mm= 1 millón de años), la historia geológica de nuestro planeta, destacando en él la crónica geológica de Segovia. Este formato permite hacerse una idea de lo breve que es la historia del ser humano, apenas dentro de la última división, comparada con la de la Tierra (32 metros; justo comienza a la entrada del museo). Esta transición nos lleva a las tres vitrinas verticales y dos horizontales de la sección de fósiles. En las verticales se muestran fósiles clasificados según animales invertebrados, vertebrados y vegetales. Por su parte, las dos vitrinas horizontales muestran los fósiles de la provincia de Segovia, diferenciados según fósiles de vertebrados y fósiles marinos del Cretácico Superior. En las cartelas para cada grupo de fósiles, se describen de forma muy general, destacando alguna curiosidad y haciendo hincapié en algunas de las características de los mismos. Para completar el material de esta sección, un póster hace referencia a los icnofósiles, su formación, y cómo su estudio ofrece respuestas que van más allá del individuo y permite analizar comportamientos. Acompañando a este póster se muestran una placa de cuarcita de gran tamaño con crucianas y la reproducción de una huella de terópodo, (cortesía de la Fundación Patrimonio Paleontológico de la Rioja). Otro póster ilustra de forma sencilla, el proceso de fosilización. Por último, se ha colocado una vitrina horizontal de contenido variable, que se dedicará a las nuevas incorporaciones a la colección o piezas del mes seleccionadas, muestra del propósito de crecimiento y evolución del museo.

A todas estas mejoras expuestas, se suma la incorporación de una recepción a la entrada del Geomuseo, elementos de climatización, mejoras de seguridad contra incendios, y el aumento de elementos de iluminación, sustituyendo además los anteriores por otros de bajo consumo y que garanticen la conservación del material expuesto. Una biblioteca y un área de proyecciones, ya existentes y mejoradas en 2016, ofrecen la posibilidad de realizar actividades didáctico-divulgativas complementarias a las visitas al museo, o bien albergar otros eventos como conferencias, cursos, actividades infantiles, etc.

Además de las mejoras en el interior del Geomuseo, se ha incorporado señalización exterior y se han ampliado, de una a tres, las geo-rutas en el municipio de Valseca, siguiendo la línea de la que ya existía. Las cárcavas de la campiña, la minería histórica y los recursos naturales del lugar de San Medel, y El Berrocal de Valseca, son los tres recorridos ofrecidos. Las tres parten de un panel informativo común situado frente al Geomuseo y constituyen una alternativa más al visitante, complementando su oferta divulgativa con actividades de campo.

CONCLUSIONES

El Geomuseo de Valseca, en sus dos décadas de existencia se ha ido desarrollando a partir de diferentes impulsos económicos, que han permitido mejoras en sus elementos museográficos y la ampliación de su oferta de actividades complementarias a la visita. La última de ellas permitió la configuración actual del museo con la incorporación de siete nuevas vitrinas verticales, que, junto a los cambios realizados en los elementos expositivos, condujeron al rediseño de la exposición en cuatro secciones principales basadas en criterios científicos: minerales, rocas, etnogeología y fósiles. Tres geo-rutas autoguiadas implementadas a partir de la subvención, ampliaron la oferta de actividades complementarias a la visita del museo. En un futuro se pretende la edición de un catálogo digital de la colección del museo, o bien la publicación de su versión impresa.

El patrimonio geológico y minero mueble que es para la provincia de Segovia la colección de minerales, rocas y fósiles del Geomuseo de Valseca, exige que se siga trabajando para mostrarla de la manera que se merece, promover su puesta en valor, uso didáctico y divulgativo, y garantizar su protección.

AGRADECIMIENTOS

A Andrés Díez Herrero, por la semilla inicial y el trabajo a lo largo de la historia del museo. Al Ayuntamiento de Valseca, por creer en la geología como recurso. A la Excm. Diputación de Segovia, por apoyar los proyectos que han conducido al estado actual del museo. A las personas que con sus donaciones han completado la colección. Y a los geólogos de Segovia y miembros de la ASAM por su colaboración con el museo y sus actividades.

REFERENCIAS

- Díez, A. 1991. Puntos de interés Geológico de la Provincia de Segovia. *Litos*, 6, 31-33.
- Díez Herrero, A. y Vegas Salamanca, J. 2011. *De roca a roca. Descubre el patrimonio geológico de la ciudad de Segovia*. Concejalía de Turismo, Ayuntamiento de Segovia, Segovia, 95 pp.
- Díez-Herrero, A., Vegas, J., Lozano, G., Sacristán, N. y Gutiérrez-Pérez, I. 2019. 30 años de estudio del patrimonio geológico en Segovia (1989-2019): aportaciones y fracasos. *XIII Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España*, Santa Cruz de Tenerife, 6 pp.
- Geología de Segovia, Apadrina una roca. Última consulta 20/02/19. www.geologiadesegovia.info/apadrinaunaroca/

LLUÍS MARIÀ VIDAL, LA GEOLOGÍA DE LLEIDA Y EL MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA.

LLUÍS MARIÀ VIDAL, THE GEOLOGY OF LLEIDA AND THE MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA.

I. Díaz-Ontiveros^{1, 2}, M. Roquet¹ y Y. Díaz-Acha¹

¹Museu de Ciències Naturals de Barcelona. Departamento de Petrología. Edificio Martorell, Parc de la Ciutadella s/n 08003 Barcelona. ydiaz@bcn.cat, mroquetp@gmail.com

²Myrmex. Serveis tècnics a les ciències naturals SL, Ronda General Mitre 227, 08023 Barcelona . idiazont@gmail.com

RESUMEN

A finales del s. XIX el interés por el conocimiento de las ciencias naturales estaba en auge propiciando el estudio del territorio y la recolección de material natural. Lluís Marià Vidal, ingeniero de minas y apasionado de la geología, fue clave en el conocimiento de la geología de Cataluña. Resultado de sus estudios publicó múltiples obras y confeccionó una importante colección de ejemplares geológicos y arqueológicos. El Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MCNB) custodia el legado de su colección de rocas, minerales y fósiles. Una de sus primeras publicaciones fue "Geología de la Provincia de Lérida" (1875). Esta obra fue encargada por la Comisión del Mapa Geológico de España y en ella describe el patrimonio geológico y paleontológico de un área del centro de la provincia de Lleida que corresponde, en gran parte, a lo que hoy es el Geoparque de la Conca de Tremp-Montsec. De esta zona la colección de petrología (MCNB) tiene registradas 40 muestras de rocas, en su mayoría, carbones.

Palabras clave: geodiversidad, Lleida, patrimonio mueble, petrología, Vidal

ABSTRACT

At the end of the 19th century the interest in the knowledge of the natural sciences was booming propitiating the study of the territory and the collection of natural material. Lluís Marià Vidal was a mining engineer and passionate about geology and he was the key element in the knowledge of the geology of Catalonia. Result of his studies he published multiple works and he made an important collection of geological and archaeological specimens. The Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MCNB) guards the legacy of his collection of mineral, rocks and fossils. One of his first publications was "Geología de la Provincia de Lérida" (1875). This work was appointed by the Commission of the Geological Map of Spain and it describes the geological and paleontological heritage of an area in the center of Lleida province that corresponds, mostly, to what is now the Geopark of Conca de Tremp-Montsec. From this area, the petrology collection (MCNB) has registered 40 rock samples, mainly, carbons.

Key words: geodiversity, Lleida, moveable heritage, petrology, Vidal

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo XIX y principios del XX tuvo lugar un periodo de expansión económica a nivel mundial, en el que la historia natural se consolidó institucional y académicamente. En esta época donde premiaba el interés por la naturaleza, se produjo un aumento notorio de las colecciones de objetos naturales tanto particulares como institucionales. Esto se tradujo en la renovación y construcción de la mayoría de los museos de Historia Natural que conocemos hoy en día.

Coincidiendo con el auge del interés por la historia natural, en España, la geología experimenta una importante transformación. Las ciencias geológicas estaban en mano de los Ingenieros de Minas (IGME) debido a la precariedad de la geología universitaria.

En este contexto se sitúa el Museo Martorell, actualmente formando parte del Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MCNB). Desde su inauguración, en 1882, el Museo ha albergado colecciones de ciencias naturales. Fue durante el tiempo desde la inauguración hasta su establecimiento como Museo de Geología (1924) cuando la institución ingresó gran parte de las colecciones geológicas y paleontológicas, coincidiendo con un periodo muy fructífero en el cultivo de las ciencias naturales de Barcelona y Cataluña (Masriera, 2006). Una de las colecciones más destacables de esta época fue la recibida fruto del legado de Lluís Marià Vidal, en 1922.

LLUÍS MARIÀ VIDAL Y CARRERAS

Lluís Marià Vidal y Carreras fue un ilustre ingeniero de minas, geólogo y paleontólogo catalán. Destacó, desde finales del siglo XIX a principios del XX, por ser uno de los principales estudiosos de la geología y también de la prehistoria de Cataluña. Su prolífico trabajo fue conocido y respetado en el país y en el extranjero (Cazurro et al., 1924).

Nació en Barcelona, el 6 de octubre de 1842. Empezó Ingeniería Industrial en Barcelona, pero, debido a su pasión por la geología, acabó estudiando Ingeniería de Minas. En 1861 ingresó en Madrid en la Escuela de Minas y terminó los estudios en julio de 1866, ingresando posteriormente en el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado (Gómez-Alba, 1992). Sirvió en Teruel, Girona, Barcelona, Lleida y Tarragona y trabajó de ingeniero jefe de Minas en la provincia de Girona, Lleida y Barcelona. Alcanzó el cargo más alto, Inspector del Cuerpo de Minas, y fue destinado a la Dirección de la Comisión del Mapa Geológico de España. Ocupó cargos de responsabilidad y honoríficos en diferentes organismos de España y del extranjero. Falleció el 10 de enero de 1922 en Barcelona.

Lluís Marià Vidal fue vocal técnico de la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona entre los años 1910 y 1914 y continuó ligado a la misma como vocal honorario vitalicio hasta su muerte.

Esta estrecha vinculación propició que Vidal donara en legado a la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona la importante y numerosa colección geológica que había formado en vida. Esta colección y sus trabajos sobre la geología de Cataluña son, aún hoy, de obligada consulta.

LA COLECCIÓN VIDAL

Fruto de sus exploraciones geológicas y prehistóricas Lluís Marià Vidal reunió una valiosísima serie de colecciones, entre las cuales fósiles (especialmente interesantes los del Cretácico de Cataluña), objetos prehistóricos, rocas y minerales. En su testamento dejó las instrucciones para que su legado pasara a ser propiedad de la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona y quedara así en su tierra de origen como testimonio de sus estudios y para su futuro uso. El donativo se hizo efectivo en marzo de 1922 convirtiendo al Museo Martorell en un gran depósito público de las ciencias de la tierra en Cataluña.

En aquel momento la donación de Lluís Marià Vidal supuso para el Museo el ingreso de la colección de fósiles de Cataluña más rica y completa, ya que estaba asociada a sus publicaciones científicas. La colección de rocas y minerales también era interesante, aunque no tan numerosa. El archivo privado de Vidal (libretas de campo, manuscritos originales, etc.) fue depositado en el departamento de geología el Museo, entre 1917 y 1924, y finalmente fue traspasado al Museu Geològic del Seminari de Barcelona.

En la actualidad se conserva en el MCNB gran parte de la colección Vidal original: 5130 registros en la colección de Paleontología, 329 registros en la de Petrología y 617 registros en la de Mineralogía.

“GEOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA” (1875)

Lluís Marià Vidal dedicó buena parte de su vida al estudio de la geología de Lleida, siendo el pionero en los estudios paleontológicos del Cretácico superior de los Pirineos. Esta labor estaba estrechamente relacionada con su interés por ampliar el conocimiento geológico de las cuencas carboníferas de Cataluña. Uno de los grandes trabajos de Vidal, y de la historia de la geología y la paleontología catalana, fue la “Geología de la Provincia de Lérida” (Vidal, 1875), encargado por la Comisión del Mapa Geológico de España. La región estudiada corresponde a un polígono triangular invertido (PTI) con vértice en la confluencia de los ríos Segre y Noguera Pallaresa, y base el arco que une Gósol, la Seu d’Urgell, Sort y Erillcastell, abarcando así la cuenca de Tremp y el valle de la Seu d’Urgell junto con los valles colindantes. En el mapa de la figura 2A se ha dibujado el PTI definido por Vidal y el trazado de los dos perfiles geológicos que aparecen en la publicación. Estos dos cortes corresponden a los valles de los ríos Segre (desde la Seu d’Urgell a Camarassa) y Noguera Pallaresa (desde Sort a Camarassa).

GEOLOGÍA DEL PTI

Al norte de la zona de estudio de Lluís Marià Vidal se encuentra la zona Axial de los Pirineos, caracterizada por rocas metamórficas e ígneas paleozoicas plegadas durante la orogenia Alpina.

Al sur de la zona axial, coincidiendo con la zona de estudio, se sitúa el Prepirineo leridano, formado por estructuras tectónicas de edad mesozoica y cenozoica. Estas estructuras consisten en mantos de corrimiento que van de norte a sur, generando unas sierras perpendiculares que corresponden a las Sierras Marginales, la sierra del Montsec y la de Bóixols. Paralelamente al emplazamiento de estas láminas cabalgantes se formaron cuencas intramontañosas (Tremp, Àger, Oliana) donde se sedimentaron una gran cantidad de materiales rocosos y fósiles. A su vez, el levantamiento de los Pirineos y la erosión de estos se producía simultáneamente, lo que proporcionaba una gran cantidad de materiales para la sedimentación. La distribución y características de estos materiales estuvieron condicionadas por la evolución tectónica. Los materiales mesozoicos corresponden principalmente a rocas sedimentarias, algunas con un alto contenido fosilífero, tanto de origen marino o lacustre como continental.

El Cenozoico se caracteriza por una gran inestabilidad climática, donde los glaciares modelaron la topografía y se produjo el encajamiento generalizado de la red de drenaje de los afluentes del río Segre, generando prominentes desfiladeros que atraviesan las sierras (Congost de Monrebei, Terradets). En cuanto a los materiales de esta época destacan los depósitos cuaternarios de origen glacial, depósitos aluviales y torrenciales y acumulación de travertinos.

PATRIMONIO MUEBLE PETROLÓGICO DEL PTI EN EL MCNB

Durante el 2018 el departamento de Petrología del MCNB revisó, documentó y fotografió la totalidad de la colección Vidal de rocas según los estándares descritos en Díaz-Ontiveros y Díaz-Acha (2016). Esta revisión nos permitió tener el detalle de las muestras y poder realizar un estudio detallado de los ejemplares del área PTI.

La colección actual tiene 40 registros, correspondientes a 83 ejemplares, recolectados por Lluís Marià Vidal en la zona del PTI. Prácticamente la mitad de los registros corresponden a rocas sedimentarias (siendo el 25% muestras de carbones, como el de la Figura 1), un 35% pertenece a rocas ígneas y un 12% son rocas metamórficas. Además, existen dos registros correspondientes a minerales que están incluidos en la colección petrológica.

Se ha proyectado la situación de la que provienen estas muestras en el mapa (Figura 2B) intentando ser lo más preciso posible a partir de las anotaciones geográficas de la base de datos y contrastando con el mapa geológico de Cataluña. El resultado indica que la situación de los puntos de muestreo se halla más próxima a los valles y



Figura 1. Ejemplar de Hulla de Erillcastell (Pont de Suert) recolectada por Lluís Marià Vidal. MGB PR-5244

siguiendo el curso de los ríos. Se evidencia que la falta de medios de la época debió jugar un papel importante a la hora de llevar a cabo una campaña de estudio y recogida de rocas.

VIDAL VISIONARIO: PTI vs. GEOPARQUE CONCA DE TREMP-MONTSEC

Vidal ya en su tiempo supo reconocer el importante valor patrimonial de la zona del PTI. Interesado en primera instancia en el patrimonio minero del área, estudió, descubrió y fue cautivado por el patrimonio geológico y paleontológico. Considerado el primero en difundir sus riquezas geológicas, motivó la llegada de más científicos a la zona que, con el paso de los años, han consolidado los conocimientos sobre su geodiversidad y la calidad de los afloramientos, hasta la culminación en 2018 con la denominación de la Conca de Tremp-Montsec como Geoparque mundial de la UNESCO (www.projecte-geoparc-trempmontsec.com) (Figura 3).

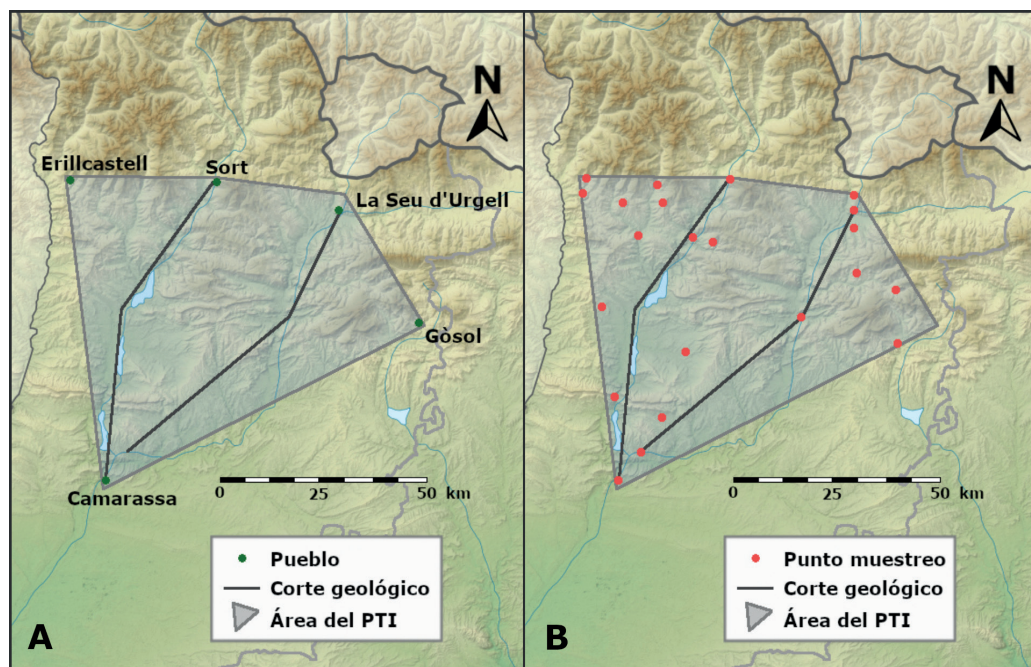


Figura 2. A) Mapa de la zona estudiada por Vidal en su publicación "Geología de la Provincia de Lérida" (1875). B) Mismo mapa con la situación de las muestras de roca que se conservan en la actualidad en el MCNB, recolectadas por Lluís Marià Vidal. Cartografía de base: © Sémhur / Wikimedia Commons / CC-BY-SA-3.0

CONCLUSIONES

Lluís Marià Vidal supuso un antes y un después en el estudio y conocimiento de la geología catalana. Concretamente en la zona de Lleida su tratado sobre la “Geología de la Provincia de Lérida” (1875) y la campaña de campo que llevó a cabo para este fin, supusieron el inicio de una época intensa de estudios y difusión del patrimonio geológico, paleontológico y minero de la zona por parte de muchos estudiosos que han culminado con la creación del Geoparque de la Conca de Tremp-Montsec. El estudio y documentación de los 83 ejemplares legadas por Vidal que están en el MCNB son una pequeña aportación más al conocimiento de la zona.

Este trabajo pretende poner énfasis en la necesidad de la conservación del patrimonio geológico mueble, especialmente de aquel asociado a estudios científicos, como una de las formas de preservar la geodiversidad del territorio y el conocimiento científico-histórico de nuestro entorno natural.

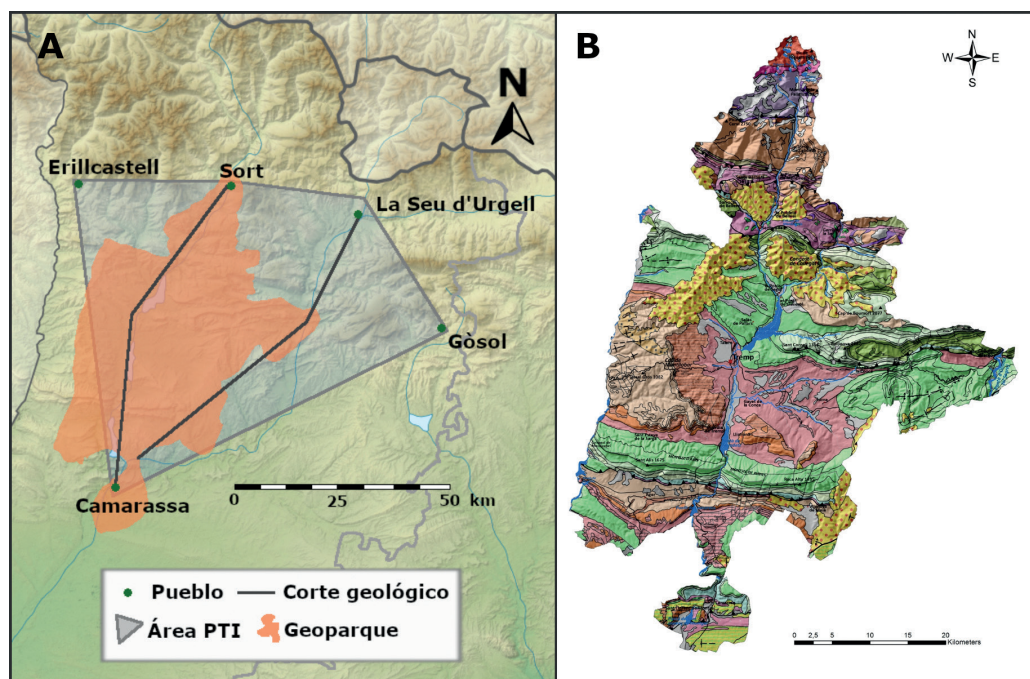


Figura 3. Mapa de situación de la zona estudiada por Vidal y su correlación con el límite del actual Geoparque de la Conca de Tremp-Montsec. Cartografía de base: ©Sémhur / Wikimedia Commons / CC-BY-SA-3.0 B) Mapa geológico del geoparque donde podemos percibir la geodiversidad de la zona a través de los diferentes colores, que corresponden a edades y litologías distintas (consultar leyenda en <http://www.projectegeoparcotrempmontsec.com/es/geologia/geologia-del-territorio/>). © Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2015)

REFERENCIAS

- Cazurro, M., San Miguel, M. y Pardillo, F. 1924. *El Ilmo. Señor D. Luis M.º Vidal Carreras. Ingeniero de Minas (1842-1922). Su vida, sus obras científicas y colecciones*. Publicaciones de la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona, Museu de Ciències Naturals, Barcelona, 56 pp.
- Díaz-Ontiveros, I. y Díaz-Acha, Y. 2016. Proceso de documentación e informatización de la colección de Petrología del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Aula, Museos y Colecciones*, 3, 77-91.

Geoparque Conca de Tremp - Montsec, 27/2/2019, <http://www.projectegeoparctrempmontsec.com/>

Gómez-Alba, J. 1992. *Luis Mariano Vidal 1842-1922. Selección de obras: Biografía*. Ed. Museu de Geologia, Ajuntament de Barcelona. Barcelona, 176 pp.

Masriera, A. 2006. *El Museu Martorell, 125 anys de Ciències Naturals (1878-2003)*. Monografies del Museu de Ciències Naturals, 3, Barcelona, 230 pp.

Vidal, L.M. 1875. Geología de la Provincia de Lérida. Región Central. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 2, 273-349.

LA COLECCIÓN DE MACROFORAMINÍFEROS JOSEP SERRA KIEL: REALZANDO LA DIMENSIÓN CIENTÍFICA DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO MUEBLE

THE JOSEP SERRA KIEL LARGER FORAMINIFERA COLLECTION: REMARKING THE SCIENTIFIC DIMENSION OF THE PALAEONTOLOGICAL HERITAGE

R. Robles-Salcedo^{1,3}, A. Gallardo², V. Vicedo¹

¹Departament de Paleontologia. Museu de Ciències Naturals de Barcelona. Edificio Martorell, parque de la Ciutadella. 08003 Barcelona. raquelroblesalcedo@gmail.com, vvicedov@bcn.cat.

²Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà. Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, C/Martí y Franqués s/n, 08028 Barcelona. alejandrogallardo@ub.edu

³Myrmex. Serveis tècnics a les ciències naturals SL, Ronda General Mitre 227, 08023 Barcelona.

RESUMEN

El Departamento de Paleontología del *Museu de Ciències Naturals de Barcelona* (MCNB) recibió el pasado 2018 parte de la colección personal micropaleontológica del Dr. Josep Serra Kiel, eminente investigador y profesor de la Universidad de Barcelona. Esta colección está compuesta de material geológico que contiene una gran diversidad de foraminíferos bentónicos complejos del Eoceno medio al Mioceno inferior de Dhofar (Omán) y de la Isla de Socotra (Yemen). Consta de 200 números de registros con material diverso, con más de 1.000 rocas, 456 láminas delgadas, y 32 levigados con los que se han realizado varios estudios científicos de impacto internacional y en los que se han llegado a identificar 92 especies distintas. El mayor exponente del valor científico de esta colección lo constituye el material tipo, ya que en dichos estudios se han descrito nueve especies nuevas y cinco géneros nuevos. La colección micropaleontológica del MCNB ha aumentado cualitativa y cuantitativamente con la donación J. Serra Kiel, reforzando su papel en el escenario del patrimonio paleontológico mueble por su gran utilidad en futuros estudios y proyectos geológicos y museológicos.

Palabras clave: colecciones, foraminíferos, J. Serra Kiel, micropaleontología, patrimonio paleontológico mueble.

ABSTRACT

In 2018 the Museu de Ciències Naturals de Barcelona received part of the personal micropalaeontological collection of Dr. Josep Serra-Kiel, who was an renowned researcher and professor at the Universitat de Barcelona (Spain). This collection is composed of geological material that contains a great diversity of larger foraminifera from the middle Eocene to the lower Miocene of Dhofar (Oman) and Socotra Island (Yemen). The collection has 200 register numbers of different type of materials, namely, 1000 rocks, 456 thin sections, and 32 levigated samples, that have been objective of several studies of international impact, which identified up to 92 different species. The most important and remarkable part of this collection is the type material, as 9 new species and 5 new genera have been described in those studies. The micropalaeontological collection of the MCNB has increased qualitatively and quantitatively with the donation of the J. Serra Kiel collection, strengthening its role in the the paleontological heritage scenario because of its usefulness in future geological and museological studies and projects

Key words: *collections, Foraminifera, J. Serra Kiel, micropalaeontology, movable palaeontological heritage.*

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el Departamento de Paleontología del *Museu de Ciències Naturals de Barcelona* (MCNB) ha estado recibiendo diferentes colecciones científicas procedentes de investigadores en activo. Son varios los grupos de organismos fósiles macroscópicos representados en dichas colecciones, esencialmente plantas e invertebrados (rudistas, equinodermos, etc.), pero también los hay microscópicos. Es el caso de una de las últimas colecciones adquiridas recientemente, la colección micropaleontológica personal del Dr. Josep Serra Kiel. El Dr. Serra Kiel, recientemente fallecido, fue un eminente micropaleontólogo y profesor de la Universidad de Barcelona que publicó en su prolífica carrera numerosos artículos de investigación sobre la bioestratigrafía basada en macroforaminíferos. Parte de la colección J. Serra Kiel, que llegó al MCNB en 2018, está compuesta de material geológico que contiene una gran diversidad de estos organismos unicelulares procedentes de las series del Eoceno medio al Mioceno inferior de Dhofar (Omán) y de la Isla de Socotra (Yemen). Los macroforaminíferos es un grupo no extinto característico de aguas cálidas y poco profundas, muy importante en términos de diversidad y abundancia a lo largo del registro geológico, desde el Pérmico hasta la actualidad (Hottinger, 1982). Con este material se han realizado diversos estudios científicos como la tesis del Dr. Alejandro Gallardo (2015) y publicaciones en revistas científicas como Gallardo *et al.* (2001), Leroy *et al.* (2012), Robinet *et al.* (2013) y Serra-Kiel *et al.* (2016) en los que se han descrito nuevos taxones. La colección es potencialmente fuente de futuros estudios científicos, como los bioestratigráficos y paleobiogeográficos, pero también de futuros proyectos museológicos.

GESTIÓN Y DOCUMENTACIÓN

La colección J. Serra Kiel se compone de 200 registros con material variado formado por muestras de roca coherente y disgregable (más de 1000 rocas, 456 láminas delgadas, y 32 levigados). Debido a esta gran variedad de material la gestión de este tipo de colecciones se torna más compleja, ya que para un único número de registro se puede tener el material original y las múltiples preparaciones derivadas, como son láminas delgadas de roca, secciones orientadas de individuos, levigados, etc (Figura 1). La complejidad que envuelve este tipo de colecciones aumenta por el pequeño tamaño de los especímenes paleontológicos que contienen. Localizar un ejemplar microscópico dentro de una lámina delgada es imperativo, pero resulta muy laborioso, ya que se necesita una lupa o microscopio para distinguirlo entre decenas o centenares de ejemplares. Es por ello que se estandarizó un protocolo de actuación en el MCNB para la gestión y documentación de este tipo de colecciones (Vicedo y Gallemí, 2012). Este protocolo, se ha estado siguiendo desde entonces en las colecciones micropaleontológicas del Departamento de Paleontología del MCNB.

DIMENSIÓN CIENTÍFICA DE LA COLECCIÓN

La colección científica J. Serra Kiel nos aporta nuevos datos para la correlación de las *Shallow Benthic Zones* de los depósitos del Paleoceno-Eoceno (Serra-Kiel *et al.* 1998a, b) y de las *Shallow Benthic* de los depósitos del Oligoceno-Mioceno (Cahuzac y Poignant, 1997) del dominio del Tethys. De este patrimonio paleontológico mueble se destaca la identificación de 92 especies de macroforaminíferos, entre ellos cinco nuevos géneros *Socotraella*, *Pseudoaccordiella*, *Rogerella*, *Macetadiscus* y *Omanodiscus* y nueve nuevas especies *Barattolites andhuri*, *Pseudoaccordiella ayaki*, *Pseudolituonella robineti*, *Rogerella aydimi*, *Socotraella ashawqi*, *Idalina grelauda*, *Idalina pignattii*, *Macetadiscus incolumnatus*, *Omanodiscus tenuissimus* (véase Figura 2 y Tabla 1).

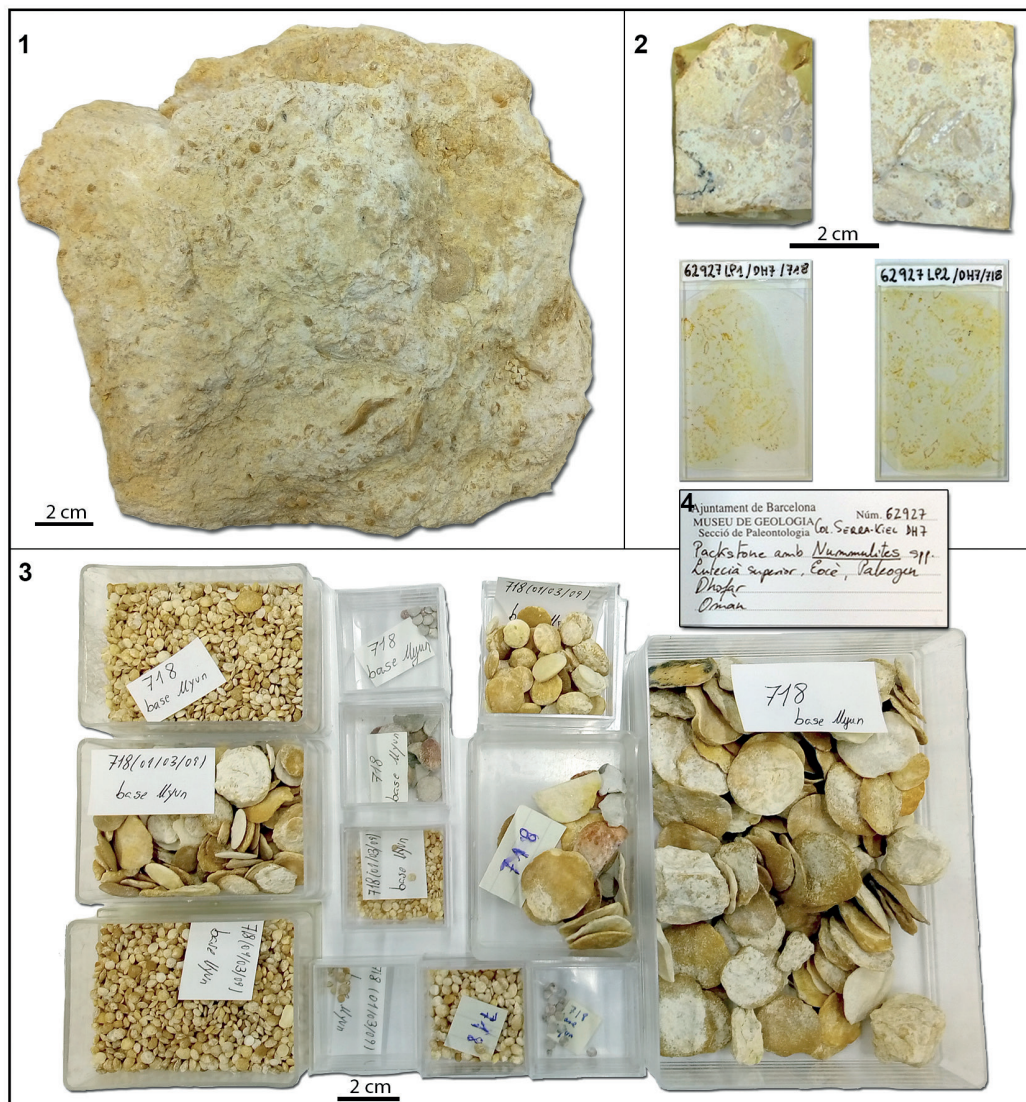


Figura 1. Preparaciones geológicas de la colección científica J. Serra Kiel. Para el número de registro MGB 62927. 1: Muestra de roca más o menos disgregable de la que proceden todas las preparaciones geológicas; 2: Arriba, tacos de la roca para la previa preparación de las láminas delgadas. Abajo, las láminas delgadas; 3: Cajitas con diferentes especímenes extraídos de la muestra principal por levigados (Fig. 1.1); 4: Etiqueta que contiene la información (descripción o identificación, edad, localidad geográfica, etc.) del número de registro.

La edad de estos taxones se distribuye en un rango cronológico entre el Luteciense (Eoceno medio) y el Aquitaniense (Mioceno inferior), encontrando una mayor diversidad de macroforaminíferos desde el Bartonense (Eoceno medio) hasta el Rupeliense (Oligoceno inferior).

GÉNERO, ESPÉCIE, AUTOR Y AÑO	NÚMERO DE REGISTRO	Serra-Kiel et al. (2016)	EDAD	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	LOCALIDAD TIPO	PAÍS
<i>Barattolites andhuri</i> Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016	MGB 62921 LP02.01	34.7	Luteciense inferior?- medio	Fm. Dammam	Aybut, Dhofar	Omán
<i>Pseudoaccordiella ayaki</i> Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016	MGB 63006 LP06.02	30.1	Priaboniense	Fm. Aydim	Wadi Ayak, Isla de Socotra	Yemen
<i>Pseudolituonella robineti</i> Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016	MGB 62935 LP05.01	33.1	Priaboniense	Fm. Aydim	Wadi Moosak, Dhofar	Omán
<i>Rogerella aydimi</i> Gallardo- García y Serra-Kiel, 2016	MGB 62972 LP05.01	38.1	Priaboniense	Fm. Aydim	Wadi Talqa, Dhofar	Omán
<i>Socotraella ashawqi</i> Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016	MGB 63034 LP23.02	39.1	Rupeliense	Fm. Ashawq	Sherubrub, Isla de Socotra	Yemen
<i>Idalina grelaudae</i> Gallardo- García y Serra-Kiel, 2016	MGB 63006 LP06.01	11.2	Priaboniense	Fm. Aydim	Wadi Ayak, Isla de Socotra	Yemen
<i>Idalina pignattii</i> Gallardo- García y Serra-Kiel, 2016	MGB 63034 LP14.01	13.3	Rupeliense	Fm. Ashawq	Sherubrub, Isla de Socotra	Yemen
<i>Macetadiscus incolumnatus</i> Hottinger, Serra-Kiel y Gallardo-García, 2016	MGB 62929 LP14.01	27.2	Luteciense superior	Fm. Dammam	Wadi Moosak, Dhofar	Omán
<i>Omanodiscus tenuissimus</i> Hottinger, Serra-Kiel y Gallardo-García, 2016	MGB 62929 LP22.02	29.2	Luteciense superior	Fm. Dammam	Wadi Moosak, Dhofar	Omán

Tabla 1. Taxones de los holotipos con el número de registro de MGB, las figuras de ellos en Serra-Kiel et al. (2016), edad, unidad litoestratigráfica y localidades tipo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A diferencia de otras colecciones paleontológicas, las colecciones de micropaleontología son bastante desconocidas para el público cuando nos referimos al patrimonio mueble de nuestro territorio. A nivel divulgativo, el pequeño tamaño de los componentes de estas colecciones limita su uso en los proyectos expositivos y museográficos. No obstante, el hecho de ser microscópicos nos proporciona una ventaja científica respecto de aquellos macroscópicos, y es la gran cantidad en la que los encontramos. Por lo tanto, el registro fósil de estos organismos suele ser más abundante y nos da una información bastante más continua y precisa para la comprensión de la historia geológica. Actualmente, además, gracias a las nuevas tecnologías como la microtomografía computarizada, que puede reproducir los microelementos tridimensionales a tamaño macroscópico con impresoras 3D, este mundo puede ser redescubierto en exposiciones para el público. El Departamento de Paleontología del MCNB ha empezado a trabajar en este proyecto que, en un futuro no muy lejano, podría dar visibilidad a la importancia que tiene el mundo microscópico, en este caso, el de los macroforaminíferos, a lo largo del registro fósil para el avance en el conocimiento de la historia de la Tierra.

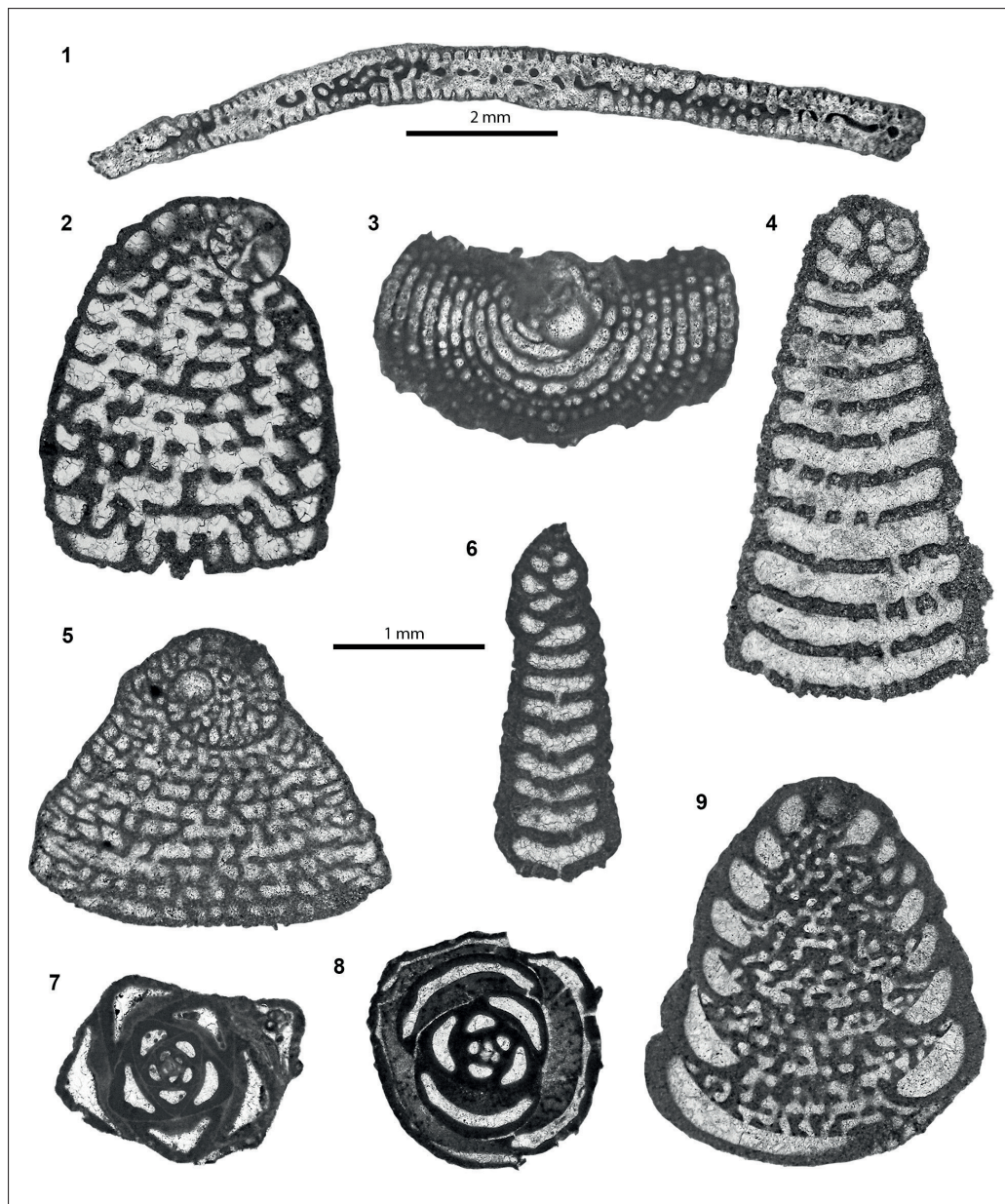


Figura 2. Holotipos de parte de la colección Serra-Kiel. 1: *Omanodiscus tenuissimus* Hottinger, Serra-Kiel y Gallardo-García, 2016; 2: *Barattolites andhuri* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016; 3: *Macetadiscus incolumnatus* Hottinger, Serra-Kiel y Gallardo-García, 2016; 4: *Pseudolituonella robineti* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016; 5: *Rogerella aydimi* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016; 6: *Socotraella ashawqi* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016; 7: *Idalina pignattii* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016; 8: *Idalina grelaudae* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016; 9: *Pseudoaccordiella ayaki* Gallardo-García y Serra-Kiel, 2016

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación “Bioestratigrafía y Paleobiogeografía del Tethys” que desarrolla el Departamento de Paleontología del MCNB. Muchas gracias por las revisiones realizadas por la revisora, Carolina Castillo Ruiz, y por los editores del volumen especial de comunicaciones de Cuadernos del Museo Geominero que han ayudado a mejorar este manuscrito.

REFERENCIAS

- Cahuzac, B. y Poignant, A. 1997. Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. *Bulletin de la Société Géologique de France* 168, 155–169.
- Gallardo, A., Serra-Kiel, J., Ferràndez-Cañadell, C., Razin, Ph., Roger, J., Boix, C. y Caus, E. 2001. Macroforaminíferos porcelanados del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior del Dhofar (Sultanato de Omán). In: Meléndez, G., Herrere, Z., Delvene, G. y Azanza, B. (eds), *Los fósiles y la paleogeografía*. Actas de las XVII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, Albarracín (Teruel). *Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza (SEPAZ)*, 5 (1), 83-89.
- Gallardo, A. 2015. *Middle Eocene-early Miocene larger foraminifera from Dhofar (Oman) and Socotra Island (Yemen)*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, Barcelona, 211 págs.
- Hottinger, L. 1982. Larger foraminifera, giant cells with a historical background. *Naturwis-Senschaften*, Berlin 69, 361–371.
- Leroy, S., Razin, P., Autin, J., Bache, F., d'Acremont, E., Watremez, L., Robinet, J., Baurion, C., Denèle, Y., Bellahsen, N., Lucazeau, F., Rolandone, F., Rouzo, S., Serra-Kiel, J., Robin, C., Guillocheau, F., Tiberi, C., Basuyau, C., Beslier, M.O., Ebinger, C., Stuart, G., Ahmed, A., Khanbari, K., Ganad, I., Clarens, P., Unternehr, P., Toubi, K. y Lazki, A. 2012. From rifting to oceanic spreading in the Gulf of Aden: a synthesis. *Arabian Journal of Geosciences*, 5, 859-901.
- Robinet, J., Razin, Ph., Serra-Kiel, J., Gallardo-García, A., Leroy, S., Roger, J. y Grelaud, C. 2013. The Paleogene pre-rift to syn-rift succession in the Dhofar margin (northern Gulf of Aden): Stratigraphy and depositional environments. *Tectonophysics*, 607, 1-16 <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2013.04.017>
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferràndez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. y Zakrevskaya, E. 1998a. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin de la Société Géologique de France* 169 (2), 281–299.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Drobne, K., Ferràndez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Tambareau, Y., Tosquella, J. y Zakrevskaya, E. 1998b. Larger benthic foraminifera (Paleogene). En: Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., De Graciansky, P.C. y Vail, P. (eds.), *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins. Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins*. Chart 3, SEPM, Special Publication no. 60, Appendix p. 767
- Serra-Kiel J., Gallardo-García, A., Razin, Ph., Robinet, J., Roger, J., Grelaud, C., Leroy, S y Robin, C. 2016. Middle Eocene-Early Miocene larger foraminifera from Dhofar (Oman) and Socotra Island (Yemen). *Arabian Journal of Geosciences*, 9 (5), 1-95.
- Vicedo, V. y Gallemí, J. 2012. Gestión documental de las colecciones de micropaleontología: informatización y acceso online. *XXVIII Jornadas SEP 2012, 1-6 de octubre Valencia-Sóller Homenaje a Guillem Colom Casasnovas (1900-1993), Libro de Resúmenes*, Sóller, 143-145.

SISTEMAS DE GESTION DE MUESTRAS RADIOACTIVAS Y TÓXICAS EN LA COLECCIÓN DE MINERALOGÍA DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE BARCELONA (MCNB)

MANAGEMENT SYSTEMS OF RADIOACTIVE AND TOXICS SAMPLES IN THE MINERALOGY COLLECTION OF NATURAL SCIENCE MUSEUM OF BARCELONA (MCNB)

S. Duque-Valero^{1,2}, M. Campeny¹ y E. Garcia-Franquesa¹

¹ Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Edifici Martorell, Parc de la Ciutadella s/n 08003
— Barcelona (Barcelona)

² Myrmex, Serveis tècnics a les ciències naturals SL, Ronda General Mitre 227, 08023
— Barcelona (Barcelona) / s_duque@hotmail.com

RESUMEN

Las colecciones de minerales, desde sus inicios, han albergado ejemplares que pueden presentar cierto riesgo para la salud y que, generalmente, han sido manipulados, por desconocimiento, sin ningún tipo de prevención. El avance del conocimiento en campos como la medicina, física, química o la misma mineralogía, ha puesto de manifiesto que este tipo de muestras pueden ser peligrosas si se está expuesto a ellas de forma prolongada y no se aplica ninguna medida de prevención que evite el contacto directo, inhalación o ingestión de partículas en cantidades significativas. Estas muestras son principalmente los minerales radioactivos y los considerados como tóxicos, entre los cuales se incluyen los asbestos y los que contienen elementos químicos como el arsénico, mercurio, cadmio y antimonio, entre otros. Con el objetivo de garantizar unas condiciones óptimas y seguras de almacenamiento, consulta y posible exposición de las muestras que presentan estas características, el MCNB ha creado unos protocolos de gestión de muestras radioactivas y tóxicas, para garantizar la total seguridad de trabajadores, científicos y visitantes durante los procesos de conservación, manipulación y posible exposición de este tipo de patrimonio mineralógico mueble.

Palabras clave: asbestos, colecciones, mineralogía, patrimonio mueble, radioactividad

ABSTRACT

Since the beginning of mineral collections, they contained specimens that may present potential health risks. Even so, due to ignorance, they were classically manipulated without any kind of prevention. The progress of knowledge in fields such as medicine, physics, chemistry or even mineralogy, has demonstrated that this type of samples can be dangerous during long exposition times and the lack of security measures to avoid the direct contact, inhalation or ingestion of particles. These samples are radioactive minerals and also toxic specimens; those include asbestos and minerals that contain chemical elements such as arsenic, mercury, cadmium or antimony. With the aim to ensure optimal and safe conditions, the MCNB has carried out management protocols to guarantee the total safety of workers, scientists and visitors during the conservation, manipulation and potential exhibition of this type of movable geoh heritage.

Key words: *asbestos, collections, mineralogy, movable geoheritage, radioactivity*

MINERALES RADIOACTIVOS Y TÓXICOS DE LA COLECCIÓN DEL MCNB

La colección de mineralogía del *Museu de Ciències Naturals de Barcelona* (MCNB) tiene como propósito la conservación del patrimonio mineralógico mueble, principalmente de la zona de Cataluña, pero también del resto de la península ibérica y de otros lugares de interés mineralógico y geológico del planeta.

El MCNB empieza a albergar colecciones de ciencias naturales desde el año 1882, entre las que se encuentran colecciones de mineralogía con muestras de minerales que, en la actualidad, se conoce que pueden presentar ciertos riesgos para la salud tanto de los trabajadores como de los visitantes al museo. Bajo esta premisa, el Departamento de Mineralogía del MCNB vio necesario establecer unos protocolos de gestión de estos ejemplares para garantizar la seguridad durante su conservación, manipulación y posible exposición. Se consideran minerales con cierta peligrosidad los siguientes grupos:

Minerales radioactivos

Los minerales radioactivos son minerales que contienen elementos inestables que de manera natural se desintegran, emitiendo durante este proceso partículas de alta energía conocidas como α y β además de radiación γ . Son elementos químicos de este tipo, por ejemplo, el uranio o el torio.

A esta emisión de partículas se le denomina radiación ionizante, y presenta cierto riesgo para la salud ya que al interaccionar con la materia viva puede generar alteraciones celulares. Por lo tanto, estos minerales presentan mayor o menor riesgo dependiendo del tipo de radiación ionizante que emitan. Las partículas α son las más inocuas puesto que sólo llegan a la superficie de la piel, pero pueden presentar problemas al ser respiradas o ingeridas. Las partículas β tienen mayor penetrabilidad y atraviesan la piel aunque pueden ser paradas con materiales como el papel de aluminio, mientras que la radiación γ solo se impide mediante el uso de una lámina de plomo y, por tanto, son potencialmente las más nocivas. Además, durante el proceso de degradación, estos minerales radioactivos emiten gas radón, un gas incoloro, inodoro, insípido y denso que puede provocar alteraciones en el tejido pulmonar al ser inhalado.

La colección de mineralogía del MCNB cuenta con más de 230 ejemplares considerados radioactivos (Figura 1), de los cuales 10 son ejemplares de localidades tipo (localidad donde se encontró y caracterizó por primera vez el mineral); dos de ellos, además, son minerales tipo, es decir, el primer mineral caracterizado de esta especie mineral. Estas muestras presentan una radiación entre los 0,32 $\mu\text{Sv/h}$ en el ejemplar menos radioactivo hasta los 296 $\mu\text{Sv/h}$ medido sobre la muestra en el más radioactivo.

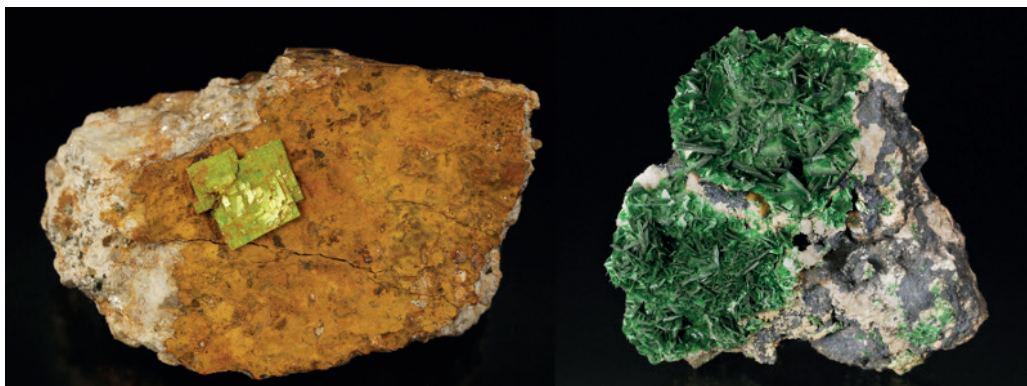


Figura1: Minerales radioactivos de la colección del MCNB. Izquierda: MGB 13996 Autunita de Mesquitela, Portugal (7 x 4 x 4,5 cm) con 1,94 $\mu\text{Sv/h}$ sobre la muestra. Derecha: MGB 11029 Torbernita de Musonoi, Rep. Democrática del Congo (7 x 7 x 3,5 cm) con 3,65 $\mu\text{Sv/h}$ sobre la muestra.

Minerales tóxicos

Los minerales tóxicos son minerales que al ser ingeridos, inhalados o al entrar en contacto con ellos pueden provocar, potencialmente, problemas de salud. Dentro de los minerales tóxicos se diferencian dos subgrupos: los asbestos y los minerales que contienen elementos químicos tóxicos.

Asbestos

Los asbestos son minerales del grupo de los inosilicatos y presentan cristalizaciones fibrosas muy características (Figura 2). Dentro de este grupo encontramos las especies que comúnmente se conocen con el sobrenombre de amianto.

Estas fibras tienden a desprenderse con facilidad, y en el caso de ser inhaladas, pueden causar enfermedades graves como la asbestosis o cáncer en sistema respiratorio, aunque no suelen tener ningún tipo de riesgo al entrar en contacto con la piel. Desde el año 1991 la extracción y manipulación de estos minerales está restringida a nivel mundial, y en España está prohibida, por el Real Decreto 783/2001, su comercialización y utilización a nivel industrial.

El MCNB conserva un centenar de ejemplares minerales del grupo de los asbestos entre los que se pueden encontrar especies minerales como: actinolita, tremolita, crisotilo y crocidolita. Además, cuatro de estos ejemplares pertenecen a localidades tipo.

Otros minerales tóxicos

Existen otros tipos de minerales que pueden ser un riesgo para la salud si se produce un contacto muy prolongado o la inhalación o ingestión accidental. Debe de tenerse en cuenta que el contacto mínimo no afecta al organismo, que solo en dosis significativas puede producirse mareo o dolor de cabeza y que en dosis muy elevadas pueden provocar fuertes vómitos e incluso la muerte.

En este caso se hace referencia, principalmente, a minerales que contienen arsénico, como por ejemplo el rejalgar, oropimente o la farmacolita; minerales de mercurio como el mismo mercurio nativo o el cinabrio y minerales antimonio como el antimonio nativo o la estibina.

La colección de mineralogía del MCNB cuenta con más de 500 ejemplares de especies minerales que pueden ser consideradas como tóxicas (Figura 3), y aunque sólo se preservan 2 ejemplares que pertenecen a localidades tipo, se conservan muestras de minas históricas, sobre todo a nivel peninsular como, por ejemplo, los ejemplares de cinabrio procedentes de Almadén (Ciudad Real).



Figura 2: Ejemplos de asbestos del MCNB. Izquierda: MGB-10025 Riebeckita, República de Sudáfrica (10 x 15 x 7 cm). Derecha: MGB 4876 Tremolita, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (36 x 2 x 3 cm).



Figura 3: Minerales con elementos tóxicos de la colección del MCNB. Izquierda: MGB 12195 Cinabrio de mina Almadén, Almadén, Ciudad Real (11,5 x 8 x 7,5 cm). Derecha: MGB 11923 Estibina de Saijo, Japón (8 x 8 x 2,2 cm).

PROCESO DE DOCUMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN

Debido a las características de estos minerales, el proceso de almacenamiento, conservación y documentación de los ejemplares requiere el seguimiento de unas medidas especiales, no solo para la conservación del mineral en sí, sino también para garantizar la seguridad de los técnicos que trabajarán en este proceso. Estas medidas hacen referencia principalmente a la información y prevención para evitar riesgos innecesarios y esta actuación se inscribe en el Plan de Prevención de Riesgos Laborales.

Material necesario

El material necesario para la manipulación de minerales radioactivos y que siempre están a disposición de los trabajadores consiste en: un detector Geiger, un delantal plomado, guantes de protección conforme la norma UNE-EN 421, mascarilla, gafas protección anti-X y dosímetro individual (García Franquesa, 2016b) que recoge la información sobre la dosis y tiempo de exposición, con el fin de proteger y poder controlar la radiación recibida por cada trabajador.

Para la manipulación en el caso de los asbestos, es necesario utilizar gafas de protección, mascarilla con filtro FFP2, guantes de látex desechables y bata desechable o bata de uso diario que se deberá lavar individualmente después de cada manipulación (García Franquesa, 2016a). Mientras que para la manipulación de otros minerales tóxicos sólo es necesario el uso de guantes y bata de trabajo estándar como medida de protección.

Documentación y conservación de ejemplares

El primer paso para la gestión de las muestras radiactivas y tóxicas es la documentación completa y la preparación efectiva para su conservación, con el fin de no tener que acceder a estos ejemplares de forma reiterada. Este proceso se lleva a cabo con el equipo anteriormente citado para cada caso y se documentará toda la información que precisa tener el mineral presente: identificación, medidas volumétricas, peso, medidas de radioactividad, si es preciso, y fotografía. El siguiente paso es proceder al encajado para su preservación, para ello primero se marca el ejemplar con el nº de registro correspondiente mediante una base de paraloid B-72 diluido en acetona al 10%, fondo de pintura acrílica, marqueje con tinta permanente y cobertura de protección con el mismo paraloid. Seguidamente se encaja con cajas de metacrilato transparente, utilizando espuma *foam* de polietileno y libre de ácidos para inmovilizar el ejemplar, se acompañan de etiquetas con la información básica del ejemplar plastificadas y etiquetas indicadoras de la peligrosidad del ejemplar que se colocan en la zona más visible del encajado (Figura 4). En el caso especial de los asbestos, el ejemplar se introduce en una bolsa hermética antes del encajado o se realiza un doble embolsado para una mayor seguridad (Horak *et al.*, 2016). Finalmente se procede a su ubicación.

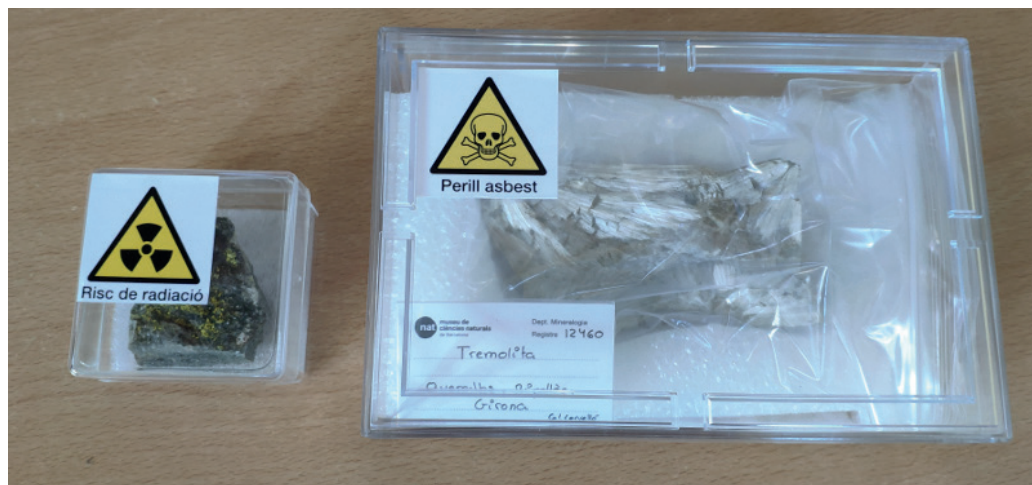


Figura 4: Ejemplo de encajado para la preservación de minerales radioactivos y asbestos del MCNB.

En el caso de los radioactivos, el MCNB cuenta con un armario cerrado especial para minerales radioactivos que contiene una plancha de plomo de 3mm y alrededor del cual se establece un perímetro de seguridad que se ha establecido a partir de las mediciones de radioactividad. Los asbestos, se encuentran todos ubicados en una misma vitrina también cerrada bajo llave y señalizada, mientras que el resto de minerales tóxicos se ubica en la zona de almacenaje y exposición habitual.

La informatización de los datos documentales actualmente se realiza en formato Microsoft Excel, pero el MCNB está desarrollando un programa de gestión de bases de datos (*PangeaDB*®) en el que se contempla la indicación mediante símbolos de peligrosidad a qué grupo de los mencionados pertenece cada ejemplar.

Protocolos de seguridad según el perfil de usuario

Durante la manipulación de ejemplares está totalmente prohibido comer o beber, pero esta indicación se hace mucho más necesaria cuando se trabaja en contacto o en la proximidad de este tipo de minerales. En el caso de radioactivos y asbestos, además, los espacios de almacenaje de estos materiales se encuentran fuera de los despachos de trabajo habituales y de la zona de circulación más frecuente de los trabajadores del edificio, y aparte de la señalización, son espacios que están restringidos y controlados por personal autorizado. En el caso de otros minerales tóxicos, aunque están almacenados en zonas comunes, su acceso y manipulación también está controlada.

Aún con estas normas básicas, el MCNB sigue unos protocolos de prevención y seguridad según el perfil de usuario que tiene acceso a estos minerales distinguiendo:

Perfil de conservador/Técnico de mineralogía

Este perfil hace referencia a los trabajadores de la colección de mineralogía y que realizan todo el proceso de documentación anteriormente descrito. Además, tienen el control de los accesos y manipulación de dichos ejemplares por lo que deben hacer uso de todo el material de protección necesario para cada tipo de mineral.

Respecto a los niveles de radiación, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) estipula que los trabajadores pueden recibir una dosis máxima anual de 20 mSv (Pascual y Gadea), una cifra que queda muy por encima a la recibida anualmente durante el trabajo que se realiza en la colección del museo.

Perfil de investigador/estudiante

Este perfil se contempla para los casos de exposición puntual a estos minerales. Están siempre bajo la supervisión del conservador o técnico de mineralogía, principalmente al manipular minerales radioactivos y asbestos. En el

momento de consultar los ejemplares con detenimiento se tendrá que hacer uso de los materiales necesarios para su manipulación.

Respecto los niveles de radiación, el INSHT estipula que este perfil puede recibir una dosis máxima anual de 6 mSv (Pascual y Gadea).

Perfil de visitante

En este caso no es necesario que la persona haga uso de ningún material de prevención, ya que es obligación del museo garantizar la vista de estos ejemplares sin que los visitantes corran ningún tipo de riesgo.

En el caso de minerales tóxicos, el riesgo se neutraliza exponiendo estos minerales de manera que el visitante no tenga acceso directo a ellos y no pueda manipular las muestras, evitando así, ingestiones accidentales. En el caso de los asbestos se deben exponer en urnas individuales, de modo que no sean un riesgo ni para el visitante ni para otros trabajadores del museo (personal de limpieza, vigilancia, etc...). El MCNB tomó la medida de no exponer los minerales radioactivos ni asbestos, pero se está trabajando en un proyecto expositivo que permita exponer estos minerales de forma segura y sin incrementar el valor de radiación anual de 2mSv que recibimos de manera natural. Dicha iniciativa pretende la exposición de asbestos utilizando urnas herméticas y de minerales radioactivos significativos, creando espacios revestidos de plomo para minerales con radiaciones más elevadas, controlando además el tiempo de exposición y la distancia de observación de los ejemplares.

CONCLUSIONES

Los museos tienen el deber de preservar y exponer el patrimonio mueble, y no deberían excluirse los minerales que presentan cierta peligrosidad. Para conservar y exponer dichos minerales con seguridad hay que seguir unos protocolos de gestión para evitar riesgos innecesarios tanto de los trabajadores como de los visitantes.

En el caso de los minerales radioactivos debe considerarse el tipo y cantidad de radioactividad que emite cada muestra tanto para su gestión como para su exposición, controlando el efecto que pueden producir mediante equipamiento y distancia de exposición. En el caso de los minerales con diferentes grados y tipos de toxicidad, su manipulación debe hacerse con el equipamiento destinado a este fin y haciéndolos inaccesibles al público y personal no especializado mediante vitrinas y/o urnas.

Así pues, el MCNB ha trabajado en elaborar y seguir unos protocolos de gestión de minerales radioactivos y tóxicos, de manera que actualmente se tienen totalmente controlados y ubicados estos ejemplares de la colección, tomando las medidas de seguridad de manipulación y almacenaje especiales para cada caso. Además, se está desarrollando una iniciativa para la exposición de estos minerales garantizando la seguridad tanto de sus trabajadores como de sus visitantes.

REFERENCIAS

- García Franquesa, E. 2016a. *Informe sobre les actuacions fetes amb els exemplars d'asbestos de la col·lecció de mineralogia*. Informe inédito. 12 páginas. Museu Ciències naturals de Barcelona.
- García Franquesa, E. 2016b. *Informe sobre les actuacions fetes amb els exemplars de minerals radioactius*. Informe inédito. 17 páginas. Museu Ciències naturals de Barcelona.
- Horak, J., Faithfull, J., Price, M. y Davidson, P. 2016. Identifying and managing asbestiform minerals in geological collections. *Journal of Natural Science Collections*. 3, 51-61.
- Pascual, A. y Gadea, E. Normativa NTP 614. *Radiaciones ionizantes: normas de protección*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, (14/02/2019), http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO MUEBLE DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE TENERIFE

MOVABLE GEOHERITAGE FROM TENERIFE NATURAL SCIENCES MUSEUM

E. Martín-González y J.J. Coello Bravo

Museo de Ciencias Naturales, Fuente Morales, 1. 38003 Santa Cruz de Tenerife.
mmartin@museosdetenerife.org; jcoello@museosdetenerife.org

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer la composición de las colecciones de fósiles, rocas y minerales del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, prácticamente desconocidas por la comunidad científica. Se hace un análisis de la historia de dichas colecciones, qué aspectos han influido en su composición y su estado de conservación actual.

Palabras clave: colecciones, conservación, museos, patrimonio geológico mueble, museos.

ABSTRACT

The objective of this paper is to present the composition of the collections of fossils, rocks and minerals from Tenerife Natural Sciences Museum, very unknown by the scientific community. An analysis of the history of these collections, which aspects have influenced its composition and its current conservation status.

Key words: collections, conservation, movable geological heritage, museums.

INTRODUCCIÓN

En 1874, el impresor y estudioso tinerfeño Anselmo J. Benítez fundó un museo privado en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife (Museo Villa Benítez), hoy desaparecido, con el objeto de mostrar sus colecciones de minerales, fósiles, conchas de invertebrados, grabados, objetos artísticos y restos arqueológicos. Estas colecciones fueron donadas al Cabildo de la isla por sus descendientes y constituyeron, junto con otras varias, la base de los fondos del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, creado en 1951.

El Museo de Ciencias Naturales de Tenerife cuenta con colecciones entomológicas, ictiológicas, planctónicas, malacológicas, aves, herbario y geológicas (fósiles, minerales, rocas y meteoritos). Estas colecciones se han ido incrementando a través de numerosas expediciones del personal investigador del museo y de otras instituciones científicas, no sólo a otras islas de Canarias, sino al resto de archipiélagos de la Macaronesia, así como al norte de África (Martín-González y García-Talavera, 2010). También se han producido algunas donaciones de instituciones

y particulares. El resultado es la actual colección de vertebrados e invertebrados tanto actuales como extintos, de todos los archipiélagos de la Macaronesia (Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde), que constituye un rico patrimonio científico de la evolución biológica en esta región biogeográfica. En lo que se refiere a la colección de minerales y rocas, se ha visto ampliada también por importantes donaciones de varios investigadores extranjeros, entre los que cabe destacar al geólogo austriaco Franz Ertl.

En los últimos diez años los trabajos se han centrado en el inventario y conservación de estas colecciones, si bien está pendiente aún su catalogación digital para hacerlas más accesibles a la comunidad científica y a la población en general.

COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA

La Colección de Paleontología del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife (TFMCFO) alberga un número aproximado de 37420 especímenes, que corresponden a unos 8450 registros. Como ya se ha mencionado, la base de esta colección son los ejemplares fósiles de la colección de Anselmo Benítez, que abarcan desde el Silúrico hasta el Neógeno europeo, unos 1200 registros. El principal valor de estos ejemplares iniciales procedentes de Europa es el didáctico y expositivo, puesto que muchos de ellos carecen de datos precisos de procedencia y no han sido revisados desde el punto de vista taxonómico.

La mayor parte de la colección está constituida por fósiles de Canarias (89%), seguido de Cabo Verde, Azores, Salvajes y Madeira. La mayoría de los fósiles marinos pertenecen al Neógeno y Cuaternario, que son los periodos en los que se ha producido el crecimiento subaéreo de los archipiélagos volcánicos macaronésicos. No obstante, en algunas islas, como es el caso de Fuerteventura (Canarias) o Maio (Cabo Verde) afloran depósitos sedimentarios de fondo oceánico de edad Mesozoica que contienen algas microscópicas, foraminíferos y ammonites (Robertson & Bernoulli, 1982). En la colección TFMCF se encuentran réplicas de los ejemplares de *Neocomites* sp. y *Partchiceras* sp. (Ammonoidea) procedentes de los yacimientos de Fuerteventura, cuyos originales están depositados en el Museo de Basilea (Suiza).

La colección contiene numerosos especímenes de invertebrados marinos de yacimientos costeros de gran interés paleontológico que han sido completamente destruidos por el desarrollo urbanístico del litoral, como es el caso de Playa de Las Américas (sur de Tenerife). Esta amplia representación de fósiles procedentes de yacimientos ya desaparecidos constituye uno de los principales valores patrimoniales de la colección paleontológica del museo.

Otro grupo muy bien representado en la colección TFMCF son los gasterópodos terrestres y las icnitas de insectos, con más de 500 ejemplares. Estos restos proceden, casi en su totalidad, de los depósitos dunares neógenos y cuaternarios existentes en Lanzarote, Fuerteventura, Tenerife, Gran Canaria y La Gomera. De esta subcolección destacan las muestras de dos especies de icnofósiles del género *Rebuffoichnus*, una de ellas nueva especie (*R. guanche*), colectadas por el equipo de Genise *et al.* (2013) en las islas orientales y que se encuentran en depósito en el museo (Figura 1).

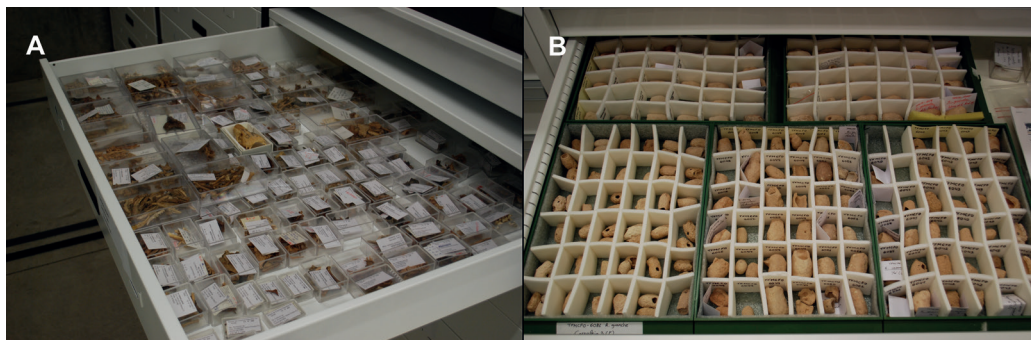


Figura 1. A. Aspecto de la colección de vertebrados fósiles de Canarias; B. Ejemplares de la subcolección de trazas fósiles de *Rebuffoichnus* depositada por Alonso-Zarza y colaboradores.

La colección de vertebrados fósiles, constituida por unos 5600 restos, tiene una especial relevancia, pues alberga restos de varias especies endémicas de aves, reptiles y mamíferos extintas de Canarias. Estos restos se han hallado fundamentalmente en el interior de cavidades volcánicas y también en depósitos calcareníticos de las islas. Entre ellos destacan por su rareza y extraordinario grado de conservación los huevos fósiles de Ratites del yacimiento plioceno de Órzola (Lanzarote) y de tortuga terrestre del género *Geochelone* del barranco de Los Molinos (Fuerteventura).

Por último, en la colección se conservan aproximadamente 300 restos fósiles de vegetales de Canarias. Cabe destacar, por su importancia científica, los restos vegetales del Mioceno de Gran Canaria, encontrados en materiales volcánicos, que aportan una valiosa información sobre la evolución de la flora insular.

Uno de los aspectos más relevantes de cualquier colección de ciencias naturales es la conservación de especímenes tipo. En este sentido, la colección paleontológica del Museo contiene 14 holotipos y dos neotipos (Tabla 1), aparte de numerosos paratipos.

La colección de paleontología del museo ha contribuido a la elaboración de numerosos trabajos de investigación y constituye la mayor y mejor conservada muestra de la paleontología de Canarias.

Clase	Código	Especie	Tipo
Gastropoda	TFMCFOTi-1	<i>Acanthina dontelei</i> García & Sánchez, 2002	holotipo
Gastropoda	TFMCFOTi-2	<i>Prunum augustiforis</i> (Rothpletz & Simonelli, 1890)	holotipo
Gastropoda	TFMCFOTi-3	<i>Napaeus lajaensis</i> Castillo, et al., 2006	holotipo
Gastropoda	TFMCFOTi-4	<i>Canariella molinae</i> Hutterer & Groh, 2008	paratipo
Reptilia	TFMCFOTi-5	<i>Geochelone burchardi</i> (Ahl, 1926)	neotipo
Insecta	TFMCFO-6055	<i>Rebuffoichnus guanche</i> (Genise et al., 2013)	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-3438/1	<i>Patella tintina</i> Martín & Vera, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-3437	<i>Patella maxoratensis</i> Martín & Vera, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-4605	<i>Patella mahamensis</i> Martín, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-6532/8	<i>Jujubinus ajachaensis</i> Martín & Vera, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-6109	<i>Phorcus burgadoi</i> Martín, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-3462	<i>Gibbula tindayaensis</i> Martín & Vera, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-6539	<i>Cerithium miocanariensis</i> Martín & Vera, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-6335/1	<i>Tectarius isletaensis</i> Vera, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-4634	<i>Morula mionigra</i> Martín, 2018	holotipo
Gastropoda	TFMCFO-6625/1	<i>Conus fuerteventurensis</i> Vera & Martín, 2018	holotipo

Tabla 1. Tipos de la Colección de Paleontología del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife.

COLECCIÓN DE MINERALES Y ROCAS

La Colección de Minerales y Rocas (TFMCMR) está compuesta por un total de 5445 ejemplares, que proceden en su mayoría de los fondos del Museo Villa Benítez. Aproximadamente un 25% de los ejemplares son de Canarias, mientras que el resto proviene de yacimientos de los cinco continentes. La mayoría de los ejemplares canarios fueron recolectados en yacimientos, algunos desaparecidos, que el propio A.J. Benítez describió en 1911 en una obra de referencia general donde incluyó un capítulo dedicado a la geología y mineralogía de las islas (Benítez, 1911). De nuevo, muchos de estos yacimientos y de los ejemplares adolecen de imprecisión en la determinación de su localidad.

Otra importante donación es la del *Institutum Canarium* de Viena, formada por unos 500 ejemplares de minerales exclusivamente de Canarias, colectados durante más de 20 años por el geólogo austriaco Rudolf F. Ertl. En esta subcolección están representados prácticamente todos los tipos de minerales que se han identificado en las islas (Ertl, 2009). Donaciones puntuales adicionales han ampliado algo más la colección, hoy en día una de las más completas de Canarias. Algunas de estas donaciones han aportado muestras muy significativas de la geología del archipiélago, como los piroclastos flotantes de corteza basanítica y núcleo de aspecto pumítico emitidos en la erupción submarina de La Restinga, El Hierro, en octubre de 2011, conocidos informalmente por *restingolitas*.

El principal valor patrimonial de la colección TFMCMR reside en los ejemplares procedentes de Canarias (Figura 2). Sin embargo, por motivos logísticos y de personal, la colección no ha recibido tanta atención museográfica. Así, la mayor parte de los ejemplares solo dispone, además de su número de inventario, de su registro original, de valor histórico pero obsoleto en su contenido respecto a la sistemática y nomenclatura hoy en uso. En la actualidad ya se trabaja en la puesta al día de la colección mediante su catalogación según criterios modernos de descripción, clasificación y documentación de rocas y minerales, y la recolección de muestras de rocas canarias hasta ahora no presentes en ella.

Por último, el museo cuenta con una pequeña colección de meteoritos, unos 20 ejemplares, procedentes principalmente de Marruecos, Sáhara y Mauritania; uno de ellos, un siderito, se encuentra en la exposición permanente. Su importancia científica radica en que siete de las condritas ordinarias de la colección han sido analizadas y los datos obtenidos han sido enviados a la Meteoritical Society, entidad que se encarga de registrar los meteoritos a nivel mundial (Hernández-Fernández *et al.*, 2010).

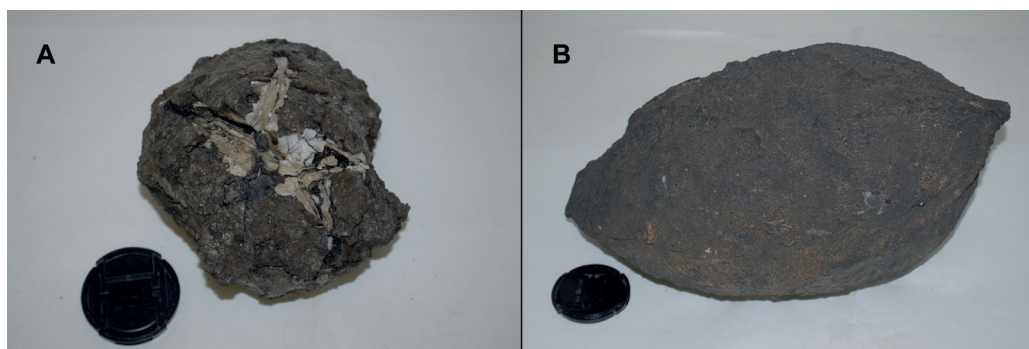


Figura 2. A. Ejemplares de restingolitas de la erupción de El Hierro en 2011; B. Ejemplar de bomba volcánica.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

En los últimos años se ha hecho un gran esfuerzo en la mejora de las condiciones de conservación de ambas colecciones, que presentan, en general, un buen estado. Los ejemplares de las dos colecciones se encuentran almacenados en una serie de armarios modulares compactos situados en un sótano que reúne las condiciones apropiadas de temperatura y humedad, y libres de vibraciones.

Además de la necesaria catalogación de la colección TFMCMR, la principal desventaja de las dos colecciones es que no han sido catalogadas digitalmente, por lo que no existe todavía una base de datos que pueda ser consultada por cualquier persona a través de las redes telemáticas. Hasta este momento solo se encuentran documentadas en hojas de cálculo informatizadas, que al menos permiten manejar toda la información de forma interna. Sin embargo, la pretensión inmediata es poner a completa disposición de los investigadores el potencial de estas colecciones que constituyen un digno registro del patrimonio geológico mueble de los archipiélagos de Canarias, Cabo Verde, Salvajes, Madeira y Azores, desde el Mioceno hasta el Holoceno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se incluye en el proyecto “Lugares de interés geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación (LIGCANARIAS)”, financiado por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, a través del proyecto ProID2017010159, cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020.

REFERENCIAS

- Benítez, A.J. 1912. *Historia de las Islas Canarias*. Imprenta Benítez, Santa Cruz de Tenerife: 528 pp.
- Ertl, R.F. 2009. *Minerales de las Islas Canarias*. Publicaciones Turquesa (Ed.), Santa Cruz de Tenerife: 232 pp.
- Genise, J.F., Alonso-Zarza, A.M., Verde, M. y Melendez, A. 2013. Insect trace fossils in aeolian deposits and calcretes from the Canary Islands: Their ichnotaxonomy, producers, and palaeoenvironmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 377, 110-124.
- Hernández-Fernández, S., Rodríguez-Losada, J.A., García Talavera, F., Lunar-Hernández, R. y Martínez-Frías, J. 2010. La colección de meteoritos del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife: catalogación internacional y resultados preliminares. *Estudios Geológicos*, 66 (1), 5-11.
- Martín González, E. y García-Talavera, F. 2010. Las colecciones de fósiles, minerales y rocas del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife. *Vieraea*, 38, 167-170.
- Robertson, A.H.F. and Bernoulli, B.D. 1982. Stratigraphy, facies, and significance of Late Mesozoic and Early Tertiary sedimentary rocks of Fuerteventura (Canary Islands) and Maio (Cape Verde Islands). In: U. von Rad, M. Sarntheim and E. Seibold (eds.), *Geology of the Northwest African continental margin*, Springer, Berlin/Heidelberg/New York, 498-525.

**NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN
E INTERPRETACIÓN DEL PATRIMONIO
GEOLÓGICO. PROYECTOS Y METODOLOGÍAS
INNOVADORAS**

PROGRAMA DE GESTIÓN DE COLECCIONES DE CIENCIAS NATURALES: PANGEA DB® (V.1.0)

MANAGEMENT PROGRAM OF NATURAL SCIENCE COLLECTIONS: PANGEA DB® (V.1.0)

M. Roquet¹, M. Campeny¹, Y. Díaz-Acha¹, I. Díaz-Ontiveros^{1,2}
Duque^{1,2}, R. Robles-Salcedo^{1,2}, L. Troya^{1,2}, V. Vicedo¹

¹ Museu de Ciències Naturals de Barcelona. Edificio Martorell, Parc de la Ciutadella s/n 08003 Barcelona.
mroquetp@gmail.com, mcampenyc@bcn.cat, ydiaz@bcn.cat, vvicedov@bcn.cat.

² Myrmex. Serveis tècnics a les ciències naturals SL, Ronda General Mitre 227, 08023 Barcelona.
idiazont@gmail.com, s_duque@hotmail.com, raquelroblesalcedo@gmail.com, troya.luis@gmail.com

RESUMEN

La gestión de las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (MCNB) requiere de una herramienta informática capaz de administrar la ingente cantidad de información asociada a las mismas. Una vez analizadas las alternativas comerciales disponibles en el mercado, los técnicos del MCNB optamos por diseñar un gestor propio de colecciones, registrado formalmente como *PangeaDB®*. El objetivo de este proyecto respondería a las necesidades en la gestión y documentación de las colecciones geológicas y paleontológicas. La versión actual (V.1.0) cuenta con máscaras de trabajo para las colecciones de Petrología, Paleontología y Mineralogía, pero el futuro de *PangeaDB®* pasaría por la adaptación de la herramienta a la gestión de colecciones de otras disciplinas. En cualquier caso, *PangeaDB®* se erige como un proyecto de innovación de referencia e influencia no solo en el ámbito más cercano – red de museos y centros de ciencias naturales de Cataluña – sino también a mayor escala, ya que potencialmente presenta una proyección nacional e internacional significativa.

Palabras clave: colección, geología, gestor de datos, *PangeaDB®*.

ABSTRACT

The management of the collections from the Natural Sciences Museum of Barcelona (MCNB) requires a suitable software to manage the vast amount of associated information. Once the available commercial alternatives were analysed, the MCNB finally decided to design their own collections software manager, formally registered as PangeaDB®. The main objective of this project is to meet the specific requirements in the management and documentation of the geological and paleontological collections. Nowadays, the current PangeaDB® version (V.1.0) present interfaces for the collections of Petrology, Paleontology and Mineralogy, but in the future, it could be also adapted to other disciplines. PangeaDB® is an innovation project aimed to be a reference and influential not only for the closest related institutions -official network of museums and natural science centres in Catalonia region- but potentially also at national and international levels.

Key words: collection, data manager, geology, *PangeaDB®*.

INTRODUCCIÓN

Las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (MCNB) comprenden más de tres millones de especímenes que incluyen plantas, líquenes, hongos, animales, fósiles, minerales y rocas (www.museuciencies.cat). Son colecciones de referencia que tienen una especial relevancia como patrimonio cultural y científico pues atesoran un conjunto de valor incalculable para la investigación en los campos de la zoología, la botánica, la paleontología y la geología.

La gestión de las colecciones de patrimonio mueble requiere de una herramienta informática integral que incorpore los datos y metadatos (conjunto de datos) de los ejemplares para su publicación y correspondiente explotación por parte de la comunidad científica. Este software debe ser ágil (diariamente se trabaja y manipula un volumen de datos importante) y funcional (debe tener una interfaz práctica que se ajuste a las necesidades de cada colección), para conseguir una gestión más eficaz.

Actualmente existen programas como, por ejemplo, *MuseumPlus* el cual no resulta suficiente para gestionar el conjunto de las colecciones propias del MCNB (Díaz-Ontiveros y Díaz-Acha, 2016). También hay programas como *Specify*, que no están adaptados a las especificaciones de las colecciones geológicas. Hay otros programas en el mercado que quedan descartados por diversos factores como por ejemplo su elevado coste económico o su contrastada ineficiencia (Naturalis Diversity Center, 2018).

Este conjunto de carencias y necesidades motivó a los departamentos científicos de geología y paleontología del MCNB a desarrollar una nueva base de datos propia registrada como *PangeaDB*®.

¿QUÉ ES PANGAEDB®?

PangeaDB® (Figura 1) es una aplicación informática desarrollada sobre el programa *FileMaker*®, que ha sido diseñada para convertirse en el software de gestión y documentación de las colecciones de Petrología, Mineralogía y Paleontología del MCNB. Actualmente, *PangeaDB*® se encuentra en la versión 1.0 y presenta máscaras de trabajo para las colecciones de Petrología, Paleontología y Mineralogía, aunque, en la actualidad, únicamente con datos de la colección de Petrología migrada y funcional. La migración (transferencia de datos) y adecuación del programa en lo que respecta a las colecciones de Mineralogía y Paleontología aún está en desarrollo.



Figura 1. Imagen de la pantalla de inicio de *PangeaDB*®.

CONTENIDOS

El programa *PangeaDB®* se compone de:

Registros: Fichas documentales de las muestras de las distintas colecciones. Formados por campos que se rellenan con información asociada al ejemplar que se registra.

Tesoros: Listado de términos relacionados jerárquicamente que representan conceptos. Permite que la selección o cumplimentación de un campo subordinado implique también el relleno de los campos asociados de orden superior. Se encuentran en continuo desarrollo y están asociados a las colecciones de Petrología, Mineralogía y Paleontología. Actualmente, existen cuatro tesoros de creación propia y debidamente referenciados por el personal técnico y científico del museo:

Tesoro de Geografía: nomenclatura de la localización geográfica de las muestras. Contiene actualmente más de 19 000 términos.

Tesoro de Edad Geológica: nomenclatura de la datación geocronológica de las muestras. Formado por unos 180 términos.

Tesoro de Minerales y Rocas: nomenclatura de la sistemática de rocas y minerales. Contiene actualmente 2300 términos.

Tesoro de Taxonomía: nomenclatura de la sistemática de fósiles. Contiene actualmente más de 8000 términos.

Listados auxiliares: Asociados a campos que permiten desplegar y seleccionar uno o varios conceptos.

Módulos de gestión: Conjunto de campos que se cumplimentan fuera del registro, sirven para indicar cualquier gestión de la muestra (a nivel físico y a nivel de información asociada). Corresponden a los módulos de Exposiciones, Préstamos, Revisiones y Referencias.

Perfiles de usuario: Entorno personalizado específicamente para un usuario. Esto otorga a los diferentes usuarios distintos privilegios en función de su labor.

FUNCIONAMIENTO

La interfaz de usuario del programa *PangeaDB®* se basa en cuatro niveles diferentes que permiten la grabación de datos y componen la estructura general del programa (Roquet, 2019). Estos niveles son:

Máscara: Interfaz visual de trabajo que contiene toda la información disponible sobre un registro (Figura 2). La máscara, está dividida en otras subsecciones llamadas *Boxes*, cuyo contenido varía en función de la colección.

Boxes: Representan las diferentes secciones en que se divide la máscara. Los *Boxes* contienen otros subapartados llamados módulos.

Módulos: Son conjuntos de campos contenidos en los *Boxes* que se editan directamente sobre la máscara de *PangeaDB®* (rellenando los campos correspondientes) o bien a través de pestañas que relacionan la información con la muestra.

Campos: Elemento esencial, tanto de la base de datos como de la ficha, que almacena información sobre la muestra registrada.

Esta distribución del programa responde a la necesidad documental de poder visualizar todos los campos en cualquier momento. Esto agiliza el proceso de documentación, así como la revisión de datos de cualquier muestra. *PangeaDB®* también incorpora herramientas como el duplicado de fichas, la impresión de etiquetas identificativas, búsquedas simples y compuestas o la exportación e importación masiva de datos. Por tanto, todas estas características hacen que este programa sea único para la gestión de las colecciones propias del MCNB.

The screenshot displays the 'COL·LECCIÓ DE PETROLOGIA' interface. The main record is for specimen 'PR-15921', identified as 'Lampröfir (Redwitzita)'. The interface is divided into several sections:

- Left Panel:** Includes a photo of the specimen (a dark, crystalline rock fragment) and fields for 'RECIPIENT' (MGB PR-15921) and 'EXPOSABLE' (Yes).
- Top Section:** Contains basic identification fields like 'Nº REGISTRE', 'MGB PR', and 'Lampröfir (Redwitzita)'.
- Central Section:** A detailed data entry area with multiple tabs and fields for 'DADOS GEOGRÀFICS' (Location: Europe, Germany, Bavaria, Oberfranken, Fichtelgebirge), 'DADOS GEOLOGIQUES' (Lithology: Mafic, Diorite, etc.), 'DADOS PETROLÒGICS' (Mineralogy: Plagioclase, Biotite, etc.), and 'DADOS DE BÀSIA' (Basal data).
- Right Panel:** Contains 'HISTÒRIA ESPÈCIMEN' (Specimen history) and 'DIFUSIÓ' (Distribution) sections.

Figura 2. Captura de la Màscara de Petrologia de *PangeaDB®*.

PERSPECTIVAS DE FUTURO

Actualmente, se encuentra en desarrollo la versión 2.0 de *PangeaDB®*, en la cual se integrarán las colecciones de Mineralogía y Paleontología. En una fase avanzada del proyecto se sumarán, en la consulta de los datos, los departamentos de Programas Públicos (Comunicación, Exposiciones y Actividades) y se pretende también implementar *PangeaDB®* como gestor de los datos de la colección de sonidos zoológicos de la Fonoteca.

Proyectando una visión de futuro realista, *PangeaDB®* podrá tener un impacto más allá del MCNB, confiéndole una potencial influencia en los museos más cercanos de ciencias naturales, mayoritariamente integrados dentro de la red museística establecida en el Plan de Museos de Cataluña (Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, 2017). Este nivel de influencia estaría basado en el apoyo y facilitación del MCNB para la gestión de las colecciones de museos científicos de ámbito local o provincial, de dimensiones reducidas y con recursos humanos, técnicos y económicos limitados.

En otra fase más avanzada de desarrollo, se establecerán contactos a nivel nacional o internacional para valorar posibles colaboraciones en el uso de *PangeaDB®*. Esto facilitaría el intercambio y la difusión de la información asociada a las colecciones científicas.

CONCLUSIONES

Para cumplir el objetivo de que *PangeaDB®* se convierta en una herramienta de gestión de colecciones que pueda establecerse como una referencia en el sector, es indispensable la cooperación de los profesionales implicados

hasta la fecha en el desarrollo del proyecto, así como la colaboración y el intercambio de ideas con profesionales de otras instituciones.

Una de las características más relevantes del programa, focalizada en fomentar la difusión y repercusión del proyecto en los grupos de interés, es que los datos volcados por las diferentes instituciones que trabajen con *PangeaDB*® sean consultables en línea a través de internet. Esto permitirá que las colecciones científicas, ya sean del MCNB o de otros museos usuarios de *PangeaDB*®, tengan una mayor visibilidad y sean de fácil acceso para la comunidad científica y para el público en general.

La premisa principal sobre la que se trabajará a la hora de ofrecer *PangeaDB*® a otras instituciones es que la licencia de uso de esta herramienta de gestión no presente coste para los usuarios colaboradores. Éstos solamente deberán disponer de una licencia de *FileMaker*® actualizada, sobre la cual pueda sostenerse la interfaz del programa. De este modo, *PangeaDB*® se erige como una aplicación de gestión de datos accesible e interoperativa entre centros museísticos y/o científicos.

REFERENCIAS

- Díaz-Ontiveros, I. y Díaz-Acha, Y. 2016. Proceso de documentación e informatización de la colección de Petrología del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Aula, Museos y Colecciones*, 3, 77-91.
- Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura. 2017. Museus 2030. Pla de museus de Catalunya <http://cultura.gencat.cat/ca/departament/plans-i-programes/ambit-sectorial/museus-2030-pla-de-museus-de-catalunya/>
- Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 21/02/2019, <https://museuciencies.cat/es/area-cientifica/colecciones/presentacion/>
- Naturalis Diversity Center. 2018. *Natural History Collection Management Systems: an international survey on user experience*, Leiden, Naturalis Diversity Center 24 p.
- Roquet, M. 2019. *Guía de Documentación de Petrología con Pangea DB*®. Informe inédito. Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, Barcelona, 234 pp.

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA VOLUNTARIA, ETIQUETAS DE LUGARES Y PATRIMONIO GEOLÓGICO DE INTERÉS TURÍSTICO

VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION, PLACE LABELS AND GEOLOGICAL HERITAGE OF TOURIST INTEREST

A. Salazar¹, A. Cabrera², L. Carcavilla², E. Díaz-Martínez² y J. Luengo²

¹ Instituto Geológico y Minero de España, C/ La Calera, 1 (28760-Tres Cantos), a.salazar@igme.es

² Instituto Geológico y Minero de España, C/Ríos Rosas, 23 (28003-Madrid), e.diaz@igme.es,
l.carcavilla@igme.es, j.luengo@igme.es, a.cabrera@igme.es

RESUMEN

La información experta sobre patrimonio geológico, como es el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), coexiste en la web 2.0 con información geográfica voluntaria de carácter informal y en diferentes formatos. En este trabajo, a modo de ejemplo, hacemos un análisis sucinto de datos procedentes de etiquetas de lugares de la aplicación Google Maps asociadas a diversos lugares de interés geológico españoles de mayor interés turístico. Se han identificado algunos patrones en dichas etiquetas que pueden resultar de ayuda en el futuro para tratar de estimar el orden de magnitud del número de visitantes, la espectacularidad del lugar o la satisfacción de los turistas. Los contenidos de las etiquetas también pueden ser útiles como indicadores de seguimiento de las mejoras realizadas en servicios, equipamiento, actividades de divulgación del patrimonio geológico, etc.

Palabras clave: etiquetas de sitios, Google Maps, interés turístico, lugares de interés geológico, parques nacionales.

ABSTRACT

The expert information about geological heritage, such as that of the Spanish Geosite Inventory (IELIG), coexists in the Web 2.0 with informal volunteered geographic information available in different formats. We herein present a brief analysis of the data of the place labels of the Google Maps application associated to a selection of Spanish

geosites with higher tourist interest. Some patterns have been identified in these place labels that may help in the future to try to estimate the order of magnitude of the number of visitors, the scenic value of the place or the satisfaction of the tourists. The data of the labels can also be useful as follow-up indicators of improvement actions affecting services, equipment, outreach activities, etc.

Key words: *geosites, Google Maps, national parks, place labels, tourist interest.*

INTRODUCCIÓN

En los inicios de internet, los usuarios jugaban un papel pasivo, tan solo podían consultar y descargar contenidos elaborados por los expertos y los “webmaster”, en lo que posteriormente se ha denominado Web 1.0. La web del siglo XXI permite a los usuarios interactuar y colaborar activamente en la denominada Web 2.0 o Web social, en la que los usuarios y expertos comparten contenidos a través de blogs, redes sociales, wikis, etiquetas, etc. Otra característica de la Web 2.0 es poder recibir valoraciones y comentarios de retroalimentación sobre los contenidos. En esta Web 2.0, los consumidores pueden compartir, crear y opinar, y por eso se les ha denominado “prosumidores”. El resultado de la Web 2.0 es la generación de conocimientos colectivos o colaborativos (DiNucci, 1999, O’Reilly, 2007).

Los servidores web de información geográfica de uso más difundido (Google Maps, Google Earth, NASAWorldWind, Open Street Map, etc.) participan plenamente de los conceptos y tecnologías de la Web 2.0. (Oxley, 2009), ya que permiten a los usuarios obtener información procedente de varias fuentes (*mash-up*), agregar información de geolocalización a los metadatos de los archivos (*geotagging*), agregar etiquetas a los lugares, categorizarlos y valorarlos, etc., formando así lo que se denomina Información Geográfica Voluntaria o Participativa, siendo VGI su acrónimo inglés (Goodchild, 2007). Con las tecnológicas actuales (*smartphones* con GPS y conexión a internet, apps) la obtención de información geográfica a través de voluntarios en lugares de gran interés geológico y turístico constituye una herramienta de gran valor. En este contexto colaborativo, cobra una gran importancia el uso de las redes sociales (*Instagram, Minube, Tripadvisor, etc.*) como herramienta de gran valor de comunicación, que en la actualidad adolece de ciertos problemas, ya que para una mejor construcción del conocimiento se requiere de un filtrado de los datos que contienen.

La información experta sobre patrimonio geológico, como el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), coexiste así con datos VGI en forma de rutas (*tracks*) y puntos (*waypoints*), etiquetas, valoraciones de usuarios, fotografías, etc. Los datos VGI de algunos de los lugares de interés geológico (LIG) más visitados por los turistas, como puede ser el edificio del Teide, alcanzan tal volumen de información que pueden ser calificados como macrodatos o “*big data*”. En este trabajo, a modo de ejemplo, hacemos un análisis sucinto de datos procedentes de etiquetas de la aplicación Google Maps asociadas a LIG españoles de mayor aceptación turística, para tratar de identificar qué información relevante nos pueden aportar.

METODOLOGÍA

Se han seleccionado un total de nueve LIG incluidos en el IELIG, de elevado valor científico y que, al mismo tiempo, tienen un uso turístico intenso. Siete de ellos están incluidos en la lista de Global Geosites (García Cortés *et al.*, 2008; Carcavilla y Palacio, 2010), cuatro son lugares Patrimonio Mundial de la UNESCO, dos están incluidos en un Geoparque Mundial de la UNESCO y dos son parque nacional (Tabla 1).

Se han buscado en la aplicación Google Maps las etiquetas de localización de sitios asociadas a los LIG seleccionados. El primer problema que hemos encontrado es que pueden coexistir varias etiquetas referidas a un mismo LIG. Es necesario seleccionar las etiquetas significativas en lo que respecta al uso turístico del LIG y al volumen de datos aportados. En el caso del edificio del Teide, se han escogido dos etiquetas, pues ambas son significativas (etiquetas Pico del Teide y Parque Nacional). Una vez seleccionadas las etiquetas, se ha analizado el contenido básico de las mismas, para tratar de identificar algunos patrones relativos a valoración y percepción de los LIG (Tabla 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de reseñas y visitantes

El volumen o número de reseñas debería estar en relación con el número de visitantes al lugar. Aunque la relación entre número de reseñas y visitantes/año es muy variable, con un valor medio de 5,7 reseña por cada mil visitantes al año (Tabla 3), sí se cumple que los tres lugares más visitados tienen el mayor número de reseñas; El Teide (más de 20.000 reseñas, suma de las dos etiquetas, y 4 millones de visitantes/año), seguido del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (4.648 reseñas y medio millón de visitantes/año) y el Torcal de Antequera (2.477 reseñas y 214.000 visitantes/año).

LIG	GLOBAL GEOSITE	NOMBRE	INTERÉS GEOLÓGICO		PATRIMONIO MUNDIAL	PARQUE NACIONAL	GEOPARQUE
			PRINCIPAL	SECUNDARIOS			
IB209	VP006	Yacimiento de homínidos del Cuaternario de la Sierra de Atapuerca	Paleontológico	Estratigráfico, geomorfológico, sedimentológico	X		
PV043/ PV045/ PV048/ PV103	KT002	Paleoceno y GSSPs de Zumaia (+3 LIG)	Estratigráfico	Geomorfológico, paleontológico			X
IC003	VC003	Edificio del Teide	Petrológico-geoquímico	Geomorfológico	X	X	
TMP076	-	Valle de Ordesa	Geomorfológico		X	X	X
CI003	MM001	Mina de Almadén y cuarcita armoricana de la Virgen del Castillo	Minero-metalogenético	Paleontológico Tectónico Mineralógico Sedimentológico	X		
IB200i	FC001i	Ichitas de dinosaurio del Weald de Cameros (Valdevevillo)	Paleontológico				
ARA052	-	Mallos de Riglos	Geomorfológico				
IB228	SK005	Ciudad Encantada de Cuenca	Geomorfológico				
AND533	SK002	Torcal de Antequera	Geomorfológico	Hidrogeológico	X		

Tabla 1. Datos básicos de los Lugares de Interés Geológico seleccionados (fuente: <http://info.igme.es/ielig/>)

Los lugares que cobran entrada de acceso (la Ciudad Encantada y el Parque Minero de Almadén) muestran una relación mucho más elevada, de más de 30 reseñas por cada mil visitantes al año. Es decir, el público que paga una

entrada parece ser más proclive a hacer valoraciones que quien accede gratis. Podemos verificarlo, por ejemplo, con los datos de la cueva El Soplao, con 3.888 reseñas y 250.000 visitantes/año (15,5 reseñas por cada mil visitantes anuales).

Resulta sorprendente que la etiqueta de los yacimientos de Atapuerca, que reciben unas 80.000 visitas al año, tenga un número tan bajo de reseñas. La razón es quizás que muchos visitantes hacen un recorrido conjunto a los yacimientos y Museo de la Evolución Humana, y hacen sus valoraciones en la etiqueta del Museo, que tiene más de 3.000 reseñas, siendo imposible discriminar cuales pertenecen en exclusiva a los yacimientos.

LIG (GEOSITE)	ETIQUETAS GOOGLE MAPS				
	NOMBRE	TIPO (SEGÚN GOOGLE)	RESEÑAS	FOTOS (miles)	VALOR (sobre 5)
IB209 (VP006)	Yacimientos de Atapuerca	Lugar de interés histórico	297	1,5	4,6
PV043/ PV045/ PV048/ PV103 (KT002)	Playa de Itzurun (Zumaia)	Complejo turístico en la playa	861	4,4	4,6
IC003 (VC003)	Pico del Teide	Pico de montaña	2715	5	4,7
	PN del Teide	Parque nacional	17618	268	4,8
TMP076	PN de Ordesa y Monte Perdido	Parque nacional	4648	68	4,9
CI003 (MM001)	Parque Minero de Almadén	Museo	370	1,7	4,6
IB200i (FC001i)	Incitas de Enciso	Museo	111	0,7	4,4
ARA052	Mallos de Riglos	Reserva natural	1006	3,3	4,7
IB228 (SK005)	La Ciudad Encantada	Parque	1769	1,2	4,4
AND533 (SK002)	Torcal de Antequera	Reserva natural	2477	9,5	4,7

Tabla 2. Datos básicos de las etiquetas de lugares asociadas a los LIG seleccionados (fuente: <https://www.google.com/maps/>; fecha de consulta: 15 de febrero 2019).

Número de fotos subidas

La aplicación solamente permite visualizar algunas de las fotos subidas por los usuarios, pero proporciona el número total de fotos asociadas a las etiquetas, que alcanzan cifras mucho mayores, superando las 270.000 fotos para la suma de las dos etiquetas del Teide. La ratio media de número de fotos por reseña es de 6,1, pero también es bastante variable (Tabla 3). Esa ratio se dispara a valores próximos a 15 fotos/reseña en los paisajes más espectaculares (parques nacionales de Ordesa–Monte Perdido y del Teide). Esos valores elevados en la relación fotos/reseña son habituales en otros lugares de gran espectacularidad, por ejemplo la etiqueta asociada al Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici tiene 40.109 fotos y 3.001 reseñas, un ratio de 13,4 fotos/reseña. Sorprende sin embargo la ratio tan baja de fotos/reseña en la Ciudad Encantada, que podría estar en relación con su aparente baja valoración por el público, como explicaremos más adelante.

Valoración de los usuarios

La valoración de los lugares en las etiquetas de Google Maps sigue una escala de uno a cinco, mediante un sistema de estrellas (Tabla 2). La valoración promedio de los nueve lugares analizados es de 4,6 sobre 5, siendo los dos parques nacionales los que alcanzan valores más altos: Ordesa y Monte Perdido 4,9 y Teide 4,8.

El Torcal de Antequera (valoración 4,7) y la Ciudad Encantada (valoración 4,4), que son lugares en principio muy semejantes en cuanto a su significado geológico y con un número similar de reseñas, tienen valoraciones significativamente diferentes, como también lo es el ratio fotos/reseña, de 3,8 fotos/reseña en el Torcal de Antequera y de tan solo 0,7 fotos/reseña en la Ciudad Encantada. Un simple vistazo a las valoraciones más bajas, ponen de manifiesto que, en el caso de la Ciudad Encantada, existe un número elevado de visitantes que, bien sea por el precio de la entrada de acceso o por cuestiones de horarios, no acceden al interior, no realizan la visita y, lógicamente, no cuelgan fotos, pero sí otorgan una valoración baja al lugar debido a que su experiencia personal no ha sido buena. Otro tanto ocurre con las icnitas de Enciso, donde el público valora negativamente el abandono de las instalaciones o la falta de servicios de hostelería.

LIG (GEOSITE)	ETIQUETAS GOOGLE MAPS						PALABRAS CLAVE: NÚMERO DE VECES
	NOMBRE	MILES DE VISITANTES AL AÑO	RESEÑAS	MILES DE VISITANTES RESEÑA	MILES DE FOTOS	FOTOS/RESEÑA	
IB209 (VP006)	Yacimientos de Atapuerca	81	297	3,7	1,5	5,1	Arqueología: 6 Paleontología: 2 Geología/co: 1
PV043/ PV045/ PV048/ PV103 (KT002)	Playa de Itzurun (Zumaia)		861		4,4	5,1	Flysch: 27 Geología/co: 25
IC003 (VC003)	Pico del Teide	4328	2715	4,7	5	1,8	Volcán: 171 Geología/co: 5
	PN del Teide		17618		268	15,2	Volcán: 84 Geología/co: 3
TMP076	PN de Ordesa y Monte Perdido	550	4648	8,5	68	14,6	Glaciares: 11 Geología/co: 5
CI003 (MM001)	Parque Minero de Almadén	12	370	30,8	1,7	4,6	Mina: 77 Mercurio: 27 Cinabrio: 2 Geología/co: 0
IB200i (FC001i)	ICnitas de Enciso		111		0,7	6,3	Dinosaurio: 14 Huella/icnita: 13 Geología/co: 0
ARA052	Mallos de Riglos		1006		3,3	3,3	Geología/co: 15 Conglomerado: 4
IB228 (SK005)	La Ciudad Encantada	50	1769	35,4	1,2	0,7	Geología/co: 32 Karts/ico: 10
AND533 (SK002)	Torcal de Antequera	214	2477	11,6	9,5	3,8	Karts/ico: 36 Geología/co: 26

Tabla 3. Análisis de los datos básicos de la tabla 2 (fuente principal: elaboración propia a partir de <https://www.google.com/maps/>; fecha de consulta: 15 de febrero 2019).

Palabras clave en los textos de las reseñas de usuarios

Aunque muchos usuarios no escriben comentarios y solamente hacen una valoración (estrellas) y aportan sus fotografías, otros sí añaden un texto breve sobre el lugar visitado, generalmente tratando de justificar su valoración. Los comentarios se refieren tanto a temas prácticos para el visitante (facilidad de aparcamiento, calidad de los servicios de hostelería, etc.), como a realzar su experiencia personal (¡Espectacular!, etc.) o, con menos frecuencia, tratar de explicar los contenidos del lugar. Podemos así realizar búsquedas de algunas palabras clave que nos permitan estimar el grado de percepción de los fenómenos geológicos por los visitantes (Tabla 3). Como en el caso de las fotos, la aplicación web tan solo permite cargar determinado número de reseñas, las búsquedas se han realizado hasta alcanzar dicho límite.

A pesar del bajo número de reseñas de la Playa de Itzurun (Zumaia), sorprende que los usuarios utilicen los términos *flysch* y *geología* o *geológico* con frecuencia; es evidente que la labor desarrollada por el Geoparque Mundial de la UNESCO de la Costa Vasca-Geoparkea ha dado resultados positivos en cuanto a la percepción del público. Los visitantes de los paisajes kársticos de la Ciudad Encantada y el Torcal de Antequera también usan con frecuencia en sus descripciones las palabras *geología/geológico* y *karst*, asociando por lo tanto el paisaje kárstico a causas geológicas. Quizás sea debido a que, en ambos casos, el nombre de la etiqueta lleva una descripción geológica asociada (Formaciones rocosas erosionadas y Reserva con formaciones de roca caliza, respectivamente). En el resto de etiquetas el uso de las palabras *geología/geológico* es muy escaso y no parece que el público relacione de manera inmediata los volcanes, los restos paleontológicos o los yacimientos minerales con la *geología*.

Por último, cabe destacar que se utiliza con mucha mayor frecuencia el término *volcán* en los comentarios de la etiqueta Pico del Teide que en los de la etiqueta Parque Nacional. Posiblemente, el público que añade comentarios a la etiqueta "Pico" ha realizado un viaje diferente, son turistas mejor informados, que han realizado un recorrido más completo (teleférico, senderos, etc.), mientras que el visitante habitual del Parque Nacional realiza un recorrido básico por carretera.

CONCLUSIONES

Los ejemplos analizados permiten extraer algunas conclusiones generales en cuanto a los datos que aportan las etiquetas de Google Maps asociadas a los LIG, que posteriormente es preciso matizar y contextualizar en cada caso.

El volumen o número total de reseñas sobre un lugar está en relación con el número de visitas, lo que unido al valor otorgado (estrellas) permite hacer una primera estimación del éxito o aceptación turística del LIG. El público que paga un precio de entrada es más proclive a hacer valoraciones que quien accede gratis.

La relación entre el número de fotos y el número de reseñas es indicativa de la espectacularidad del lugar.

Las valoraciones bajas pueden deberse a causas que nada tienen que ver con el interés geológico del lugar (calidad de instalaciones y servicios, precios, horarios, etc.). El aumento de dicho valor puede servir de indicador del éxito de las actuaciones de mejora en las infraestructuras o servicios.

Por otro lado, la búsqueda de determinadas palabras clave y *hashtags* en redes sociales también puede ayudar a evaluar los resultados de las acciones de divulgación del patrimonio geológico, analizando si aumenta la frecuencia del uso de palabras significativas en relación a los fenómenos geológicos observables.

REFERENCIAS

- Carcavilla Urquí, L. y Palacio Suárez-Valgrande, J. 2010. *Geosites. Aportación española al patrimonio geológico mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 231 pp.
- DiNucci, D. 1999. Fragmented future. *Print Magazine*, 4, 32.
- García Cortés, A., Águeda Villar, J., Palacio Suárez-Valgrande, J. y Salvador González, C. I. (eds.). 2008. *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 235 pp.
- Goodchild, M.F. 2007. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2, 24-32.

- O'Reilly, T. 2007. What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *Communications & Strategies*, 65 (1), 17-37.
- Oxley, A. 2009. Web 2.0 applications of geographic and geospatial information. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, 35, 43-48.

TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS EMPLEADAS PARA LA GEOCONSERVACIÓN DEL BOSQUE PÉRMICO DE LA SIERRA DE ARAGONCILLO (GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO DE LA COMARCA DE MOLINA-ALTO TAJO, GUADALAJARA)

GCARTOGRAPHIC TECHNIQUES USED FOR THE GEOCONSERVATION OF THE PERMIAN PETRIFIED FOREST OF THE SIERRA DE ARAGONCILLO (MOLINA & ALTO TAJO UNESCO GLOBAL GEOPARK, SPAIN)

J. Luengo¹, L. Carcavilla¹, A. Díez-Herrero¹, J. Vegas¹, M. Hernández¹, A. Sopeña²,
Y. Sánchez-Moya², Á. García-Cortés¹ y J.M. Monasterio³

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid. j.luengo@igme.es, l.carcavilla@igme.es, andres.diez@igme.es, j.vegas@igme.es, m.hernandez@igme.es, garcia.cortes@igme.es

² Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC) y Departamento de Estratigrafía (Facultad de Ciencias Geológicas, UCM), Avda. José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. sopeña@geo.ucm.es, yol@ucm.es

³ Asociación de Amigos del Museo de Molina de Aragón. Plza. San Francisco s/n. 19300 Molina de Aragón, Guadalajara. museodemolina@gmail.com

RESUMEN

El denominado “Bosque pérmico de la sierra de Aragoncillo” es un yacimiento paleontológico de relevancia internacional incluido en el inventario español de *Global Geosite*, situado en el Geoparque Mundial de la UNESCO de Molina-Alto Tajo. Conocido desde hace décadas, viene sufriendo un importante expolio que continua hasta la actualidad. El yacimiento se caracteriza por ocupar un área extensa en la que aparecen restos de troncos y flora fósiles dispersos y semienterrados. Para afrontar la protección del yacimiento y detener el expolio, es necesario definir sus límites, caracterizar el área e identificar amenazas para la conservación. Para ello, el uso de dron y de un conjunto de técnicas cartográficas ha permitido, mediante un sistema de información geográfica, realizar un reconocimiento integrado del territorio.

Palabras clave: bosque pérmico petrificado, cartografía geocientífica, geoconservación, Geoparque Molina-Alto Tajo, patrimonio geológico.

ABSTRACT

The so-called “Permian Forest of the Sierra de Aragoncillo” is a paleontological site of international relevance included in the Spanish Global Geosites list and located within the UNESCO Global Geopark of Molina-Alto Tajo. Known for decades, has suffered an important plunder that continues today. The site occupies an extensive area with scattered and semi-buried remains of petrified logs and palaeoflora. To tackle the protection of the site and stop the looting, it is necessary to define its boundaries, characterize the area and identify conservation threats. To this end, the use of a drone and a set of cartographic techniques have been used, to carry out an integrated recognition of the territory through a geographic information system.

Key words: geoconservation, geological heritage, geoscientific mapping, Molina-Alto Tajo Geopark, Permian Petrified forest.

INTRODUCCIÓN

La ordenación y planificación ambiental de un territorio que incluye elementos geológicos de especial singularidad requiere, entre otros aspectos, de un conjunto de técnicas y estudios que permitan definir zonas con características homogéneas (Dudley, 2008). La delimitación de estos ámbitos espaciales y, por tanto, de los perímetros de actuación sobre los que establecer las diferentes acciones o estrategias, es un tema abordado desde diferentes enfoques en el ámbito de la geoconservación.

El presente trabajo muestra las herramientas cartográficas empleadas para evaluar la distribución de los elementos patrimoniales y establecer los límites del yacimiento paleontológico del “bosque petrificado de la sierra de Aragoncillo” (Sopeña y Sánchez-Moya, 1999) e identificar las amenazas para su conservación. La metodología propuesta se basa en el uso de tecnología GIS (Sistema de Información Geográfica) para el análisis de diferentes datos espaciales ya existentes u obtenidos *ex profeso* para este proyecto, con el objeto de obtener datos cuantitativos y georreferenciados que permitan identificar el área y analizar diferentes variables involucradas en la evolución del estado de conservación del yacimiento. Esta actuación se enmarca dentro de un proyecto de mayor envergadura que pretende afrontar la futura protección de los diferentes elementos geológicos relevantes que aparecen en dicha sierra (“bosque fósil” y otros elementos singulares) y que actualmente se encuentran amenazados. Dicho proyecto establece un conjunto de trabajos que incluyen la localización precisa y la valoración de los elementos, la identificación de las amenazas, la monitorización y el seguimiento del estado de conservación (Díez-Herrero *et al.*, 2017 y Díez-Herrero *et al.* 2018), y la propuesta de medidas de gestión.

MARCO DE ACTUACIÓN Y OBJETIVOS

La zona de estudio abarca buena parte de la Sierra de Aragoncillo, situada en la parte nororiental de la provincia de Guadalajara e incluida dentro del Geoparque Mundial de la UNESCO de Molina-Alto Tajo. Esta sierra tiene una extensión aproximada de 7.300 hectáreas y su punto culminante se sitúa a 1.518 metros de altitud. El área se encuentra dentro de los términos municipales de Corduente, Herrería, Rillo de Gallo, Tartanado y Pardos. Desde el punto de vista geológico, la sierra está formada principalmente por pizarras, cuarcitas y algunas calizas del Paleozoico inferior, sobre las que se apoya discordante el Pérmico que, a su vez, es recubierto en discordancia por el Pérmico superior-Mesozoico. La estructura es un amplio anticlinal de eje noroeste-sureste en cuyo núcleo aflora el Paleozoico inferior y cuyos flancos, de buzamiento suave, están constituidos por los sedimentos del Pérmico y Triásico (Sopeña y Sánchez-Moya, 1999, 2008).

En esta zona aparece un conjunto de elementos con alto valor geológico. De todos ellos destaca el denominado “bosque petrificado de la Sierra de Aragoncillo”, constituido por una acumulación de madera fósil y macro y micro flora *pérmicas* (Sopeña y Sánchez-Moya, 1999, 2008) de aproximadamente 290 millones de años de antigüedad, según la última actualización de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional. Los restos fósiles, que aparecen de forma muy dispersa y en muchos casos semienterrados, están compuestos por impresiones de helechos (arborescentes y pteridospermas) y restos de troncos de coníferas primitivas y de microflora como pólenes y esporas. Los restos de troncos son los más abundantes y aparecen ocasionalmente en posición de vida mostrando la forma de sus raíces ramificadas y su inserción en el tocón del tronco. La excepcional conservación se debe a que la flora fue arrasada y sepultada por emisiones volcánicas que produjeron un rápido enterramiento por piroclastos y cenizas volcánicas, seguido de un reemplazamiento por sílice, una fosilización casi perfecta de las células de la madera y la conservación de las frondes de algunas plantas. Por su relevancia científica, este yacimiento ha sido declarado como representante del patrimonio geológico español de relevancia mundial (Castro *et al.*, 2008), y está incluido entre los “Global Geosites” de España. A pesar de ello, a día de hoy el yacimiento carece de protección (al margen de la genérica ofrecida por la Ley 4/2013 de Patrimonio Cultural de Castilla-La Mancha y la 9/1999 de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha), lo que hace que sigan siendo constantes las afecciones, especialmente por expolio o por amenazas antrópicas. De cara a afrontar un estudio detallado en relación a la geoconservación, el yacimiento se caracteriza porque: 1) no existía un inventario

actualizado de los restos paleontológicos encontrados dentro del Geosite; 2) los restos paleontológicos aparecen muy dispersos en un denso pinar; 3) en muchos casos los fósiles no aparecen en su posición estratigráfica sino que están movilizadas natural o antrópicamente; 4) la erosión por arroyada y las actuaciones en el territorio dejan al descubierto nuevos ejemplares; 5) se desconoce la incidencia de los procesos activos de cara a la conservación; y 6) muchos de los restos son expoliables por sus reducidas dimensiones, mientras que los de mayor tamaño no lo son, pero muestran diferente grado de vandalismo.

Para evaluar estos aspectos anteriormente descritos se ha realizado un conjunto de mapas que han permitido: 1) precisar la posición y características de los numerosos y dispersos elementos susceptibles de ser considerados con valor patrimonial, 2) identificar el área en la que potencialmente pueden encontrarse más restos paleontológicos y 3) caracterizar los procesos y amenazas que pueden afectar a su estado de conservación a corto, medio y largo plazo.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Aunque ya existían trabajos previos donde se estudiaban los troncos de xilópalo y los restos de microflora (Ramos 1979; Sopena *et al.*, 1985), no se había efectuado una labor sistemática de identificación y localización de los mismos. Como trabajo previo se realizaron sucesivas visitas de campo con distintos expertos y personas conocedoras del terreno para realizar una primera caracterización de la distribución de los elementos fósiles conocidos hasta ese momento. Posteriormente, y basándose en los trabajos previos antes citados, se diseñó un plan de campo que incluía la identificación de las diferentes unidades litoestratigráficas en el terreno, el examen de los elementos estructurales

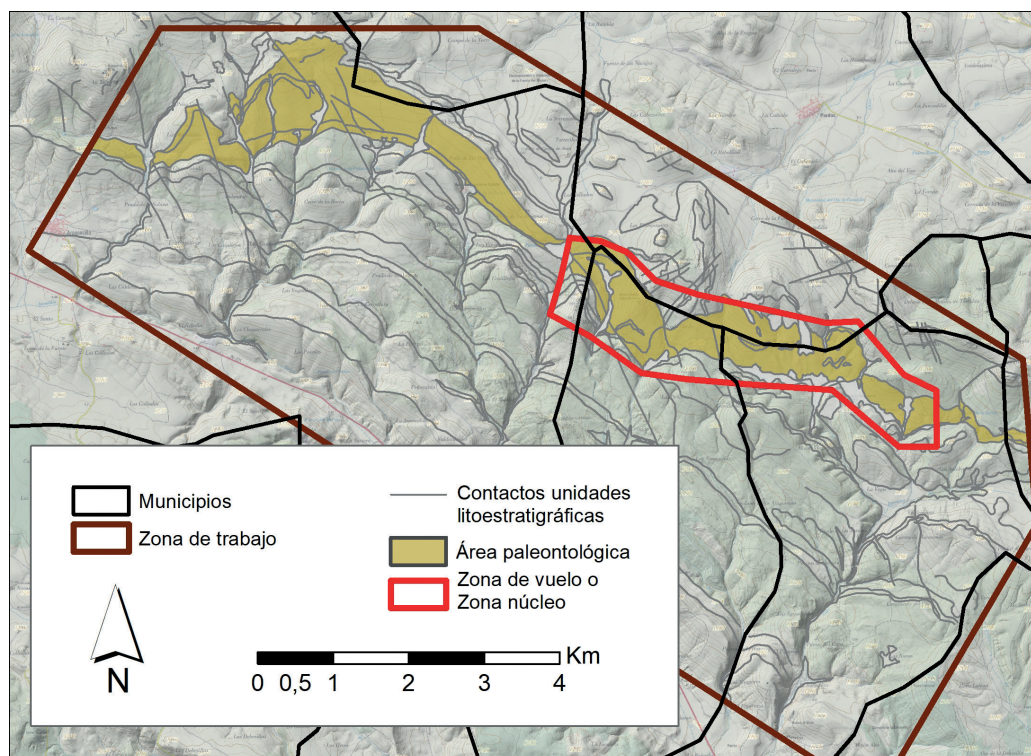


Figura 1. Zona de trabajo (polígono marrón) en la que se han representado los contactos entre las unidades litoestratigráficas, el área paleontológica y la zona de vuelo.

presentes y la caracterización de los diferentes procesos activos que afectaban a estas unidades. Los dos primeros con objeto de localizar los restos paleontológicos e identificar la zona donde era posible encontrar más, mientras que el tercero perseguía la identificación de posibles amenazas para su conservación.

Los datos obtenidos se procesaron en gabinete mediante un GIS y se confeccionaron diferentes capas cartográficas con información descriptiva básica o temática. Entre ellos se generó una cartografía geológica digital que supuso una meta en sí misma, ya que permitió estudiar la relación entre los elementos paleontológicos identificados previamente en campo y las distintas unidades geológicas. A partir de ésta se definió un área de trabajo de 7,1 km² que incluía aquellas unidades donde potencialmente se puede esperar la presencia de elementos fósiles, por lo que fue denominada "área paleontológica" (Figura 1).

Una vez identificada esta área y debido a que los restos paleontológicos aparecen de forma dispersa, se procedió a diseñar mediante GIS un conjunto de transectos longitudinales que permitieran realizar en campo una prospección sistemática y rápida del área. Éstos se diseñaron en función de variables como la vegetación, la geología y la orografía del terreno, siguiendo en cierta medida los contornos del terreno. Como resultado, se han podido inventariar 32 elementos paleontológicos (tamaño superior a 30 cm). De entre éstos, dos corresponden con macroflora (principalmente restos de paleohelechos) y 30 a restos parciales de árboles fósiles (xilópalos), cuatro de los cuales se encuentran enraizados y en posición de vida y el resto removilizados. El análisis de estos datos, aparte de detallar las características de los restos paleontológicos (tamaño, tipos de restos, etc.), ha permitido mediante el uso de GIS establecer conclusiones respecto a su distribución dentro de las unidades litoestratigráficas y con respecto a otros elementos del medio.

Debido a la notable extensión del "área paleontológica" previamente identificada y a la desigual distribución de los restos paleontológicos inventariados, se estableció una zona acotada de menor superficie y de mayor valor. En esta área de 5,55 km² de superficie, que denominamos "zona de vuelo" o "zona núcleo" (Figura 2), se realizó un trabajo específico fotogramétrico mediante el uso de un dron de ala fija con sensor RGB que permitiera una mejor caracterización de diferentes parámetros que pudieran afectar a la conservación de los restos paleontológicos. El equipo empleado fue el eBee de la marca senseFly, conjuntamente con un sensor RGB. La planificación del vuelo se realizó con el *software* eMotion 2 (v.2.4.13) y la altura del vuelo fue de 120 m sobre la superficie, lo cual, junto con las características de la cámara empleada y del GSD (tamaño de píxel proyectado sobre el terreno), han permitido obtener una resolución de imagen de 3 cm/píxel.

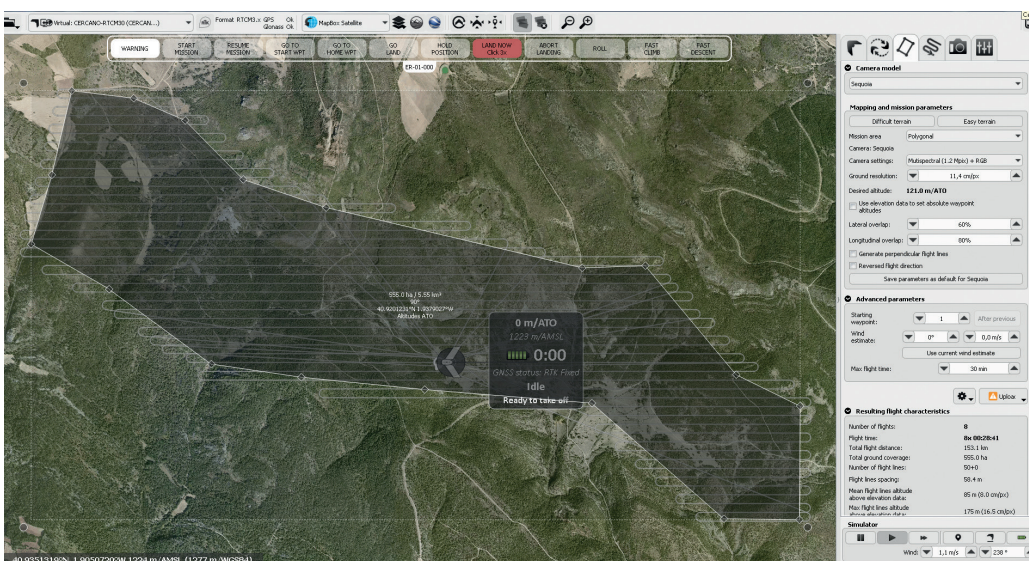


Figura 2. Imagen del área seleccionada (zona de vuelo) para el vuelo fotogramétrico con dron de ala fija y planificación de las pasadas.

Una vez obtenidas las imágenes del vuelo, se procedió a realizar la restitución fotogramétrica para obtener una ortoimagen de conjunto u ortomosaico de resolución 3,5 cm/píxel y 20 cm/píxel, y a elaborar el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), el Modelo Digital de Terreno (MDT) y un mapa de curvas de nivel.

A partir de estos modelos digitales se elaboraron mapas descriptivos derivados con el objeto de representar distintas propiedades de la superficie como mapas de pendientes, de orientaciones, de dirección de flujo (direcciones de drenaje) y líneas de flujo (red hidrográfica y cuenca).

Por último, con objeto de evaluar y caracterizar los principales parámetros implicados en la conservación de un yacimiento tan particular, se elaboraron 6 mapas de carácter temático o predictivo. Éstos son el resultado de la adición o suma de los parámetros anteriormente descritos con otras capas provenientes de diferentes fuentes de Infraestructuras de Datos Espaciales. El resultado es un conjunto de mapas que permiten evaluar aspectos concretos de la fragilidad, la vulnerabilidad o la planificación territorial (Tabla 1).

Mapa	Características	Uso
Mapa de distribución	Mapa de distribución de los elementos paleontológicos inventariados y de su posición dentro del área paleontológica	Evaluación de la distribución de los restos fósiles
Mapa de vulnerabilidad hidrológica	Mapa de hidrografía superficial con categorización de cauces y grado de erosionabilidad	Evaluación de la vulnerabilidad natural causada por arroyadas
Mapa de vulnerabilidad antrópica	Mapa donde se superponen todos aquellos parámetros que inciden en la vulnerabilidad antrópica como permisos mineros o montes de utilidad pública	Evaluación de posibles afecciones debidos a factores antrópicos
Mapa de accesibilidad	Mapa con información de la proximidad de los elementos paleontológicos a la red viaria (carreteras, pistas, caminos...) y valoración en función del tipo de vía	Evaluación de la facilidad para expoliar un resto paleontológico y facilidad de usos públicos
Mapa de protección ambiental	Mapa que recoge todas aquellas figuras legales de protección del espacio natural y categoriza en función del grado de protección	Evaluación del grado de protección existente
Mapa de usos del terreno	Mapa derivado del de usos del suelo, donde se clasifican las áreas con usos productivos y no productivos y el grado de afección que puede suponer sobre el patrimonio	Evaluación del uso del territorio sobre el patrimonio paleontológico

Tabla 1. Mapas derivados elaborados para evaluar las diferentes causas de vulnerabilidad del yacimiento paleontológico del bosque pérmico de la Sierra de Aragoncillo (Guadalajara).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La numerosa información obtenida en los trabajos de campo y gabinete se ha procesado y almacenado a partir de una base de datos soportada sobre un sistema de información geográfica. Esta metodología ha permitido: 1) realizar un inventario exhaustivo y georreferenciado de todos los elementos del yacimiento paleontológico; 2) definir, en función de las características geológicas, un área de potencialidad paleontológica; y 3) elaborar un conjunto de cartografías de aplicación para la geoconservación y centradas en las posibles amenazas.

La creación de cartografías descriptivas básicas (topográfica, geológica, geomorfológica, etc.) o derivadas (mapas de pendientes, de orientaciones, mapas de dirección de flujo, etc.) ha sido fundamental para realizar un análisis pormenorizado de su distribución y evaluarlos en función de parámetros como su valor. Los resultados obtenidos han permitido definir diferentes zonas como el “área paleontológica” (área con potencialidad de afloramiento de elementos paleontológicos) o zona núcleo (área de mayor valor patrimonial).

En el caso de las cartografías de carácter temático o predictivo, constituyen una herramienta útil para generar modelos predictivos que ayudan a localizar áreas especialmente vulnerables o áreas prioritarias de actuación.

En conjunto todas estas de cartografías digitales han permitido identificar y visualizar de forma integral y rápida un conjunto de parámetros relacionados con la geoconservación para un yacimiento paleontológico que, por sus características, es de difícil gestión. Gracias a éstas, la planificación de la gestión a abordar en una fase posterior podrá ser realizada de una manera coherente, optimizada y viable. La metodología diseñada se considera de interés y por tanto de posible aplicación en otros yacimientos con características similares.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha dentro de su convocatoria de Proyectos de Investigación Arqueológica y Paleontológica (2016). Se agradece la ayuda prestada por el personal del Geoparque Mundial de la UNESCO de la Comarca de Molina-Alto Tajo.

REFERENCIAS

- Castro, J.M., García, Á., Gómez, J.J., Goy, A., Molina, J.M., Ruiz, P.A. y Sopeña, A. 2008. Sucesiones mesozoicas de las cordilleras Bética e Ibérica. En: García-Cortés, Á. (Ed. principal): *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico nacional de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 73-90.
- Díez-Herrero, A., Luengo, J., Vegas, J., Hernández, M., Carcavilla, L., Sopeña, A., Sánchez-Moya, Y., Moratalla, J., Baeza, E. y García-Cortés, A. 2017. Propuesta de monitorización instrumental para la geoconservación del LIG “Icnitas de reptiles triásicos” en el Geoparque de la Comarca de Molina-Alto Tajo (Guadalajara). En: L. Carcavilla, J. Duque-Macías, J. Giménez, A. Hilario, M. Monge-Ganuzas, J. Vegas y A. Rodríguez (Eds.), *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Cuadernos del Museo Geominero, nº 21. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 155-161.
- Díez-Herrero, A., Vegas, J., Hernández, M., Carcavilla, L., Luengo, J., García-Cortés, A. 2018. Monitorización de procesos geomorfológicos activos para la gestión del patrimonio geológico en el Geoparque de la Comarca de Molina-Alto Tajo (Guadalajara). En: García, C., Gomez-Pujol L., Moran-Tejeda, E. y Batalla, R.J. (eds), *Geomorfología del Antropoceno. Efectos del Cambio Global sobre los procesos geomorfológicos*: 395-398. Universitat de les Illes Balears, Sociedad Española de Geomorfología, Palma.
- Dudley, N. 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, IUCN, Gland (Switzerland).
- Ramos, A., 1979. Estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico al oeste de Molina de Aragón (prov. de Guadalajara). *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 6, 313 pp.
- Sopeña, A., Doubinger, J., Ramos, A., y Pérez-Arlucea, M. 1985. Palynologie du Permien et du Trias dans le Centre de la Péninsule Ibérique. *Sciences Géologiques Bulletin*. 48(1-3), 119- 157.
- Sopeña, A., 1979. Estratigrafía del Pérmico y Triásico del noroeste de la provincia de Guadalajara. *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 5, 329 pp.
- Sopeña, A. y Sánchez-Moya, Y. 1999. El bosque petrificado de la Sierra de Aragoncillo. En Aguirre, E. y Rábano, I. (Eds.): *La huella del pasado: fósiles de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo, 127-130.

- Sopeña, A. y Sánchez-Moya, Y. 2008. Pérmico y Triásico. En: Calonge, A. y Rodríguez, M. (Eds.). *Geología de Guadalajara*, Universidad de Alcalá de Henares, 95-108.
- Sopeña, A. y Sánchez-Moya, Y. 2017. Un bosque fósil de hace 280 millones de años. *Quercus*, 377, 62-65.

'GAMIFICACIÓN' PARA LA GEOCONSERVACIÓN MEDIANTE MINECRAFT

GAMING FOR GEOCONSERVATION BY MINECRAFT

A. Díez-Herrero¹, P. Díez Marcelo², J. Vegas¹ y A. Cabrera¹

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, andres.diez@igme.es,
j.vegas@igme.es, a.cabrera@igme.es

² Colegio Claret de Segovia, Avda. Padre Claret 3, 40003 Segovia

RESUMEN

En las últimas décadas se ha extendido el uso de videojuegos sobre plataformas electrónicas, no sólo para el ocio en el tiempo libre, sino como recurso didáctico en el ámbito de la educación (con los términos ludificación o gamificación). Se propone el empleo de uno de los videojuegos más conocidos y difundidos entre los preadolescentes de todo el mundo, *Minecraft*, para concienciar a los jugadores sobre la existencia del patrimonio geológico y la importancia de su conservación. Para ello, se han creado nuevos 'mundos' de *Minecraft* con algunos de los lugares de interés geológico más emblemáticos de España (Ciudad Encantada de Cuenca, Flysch de Zumaia, La Pedriza de Manzanares y el pico del Teide); y se ha dotado a los jugadores de herramientas para que las entidades malignas del videojuego no destruyan estos LIG, ni roben elementos de los mismos. En la construcción de esos 'mundos' y en cada LIG se usan los bloques de materiales que son análogos a los naturales (piedra, granito, tierra etc.). Finalmente, se ha contratado un servidor informático en el que los 'mundos' y las instrucciones de juego se ponen a disposición gratuita de los jugadores, y así conseguir máxima difusión del videojuego, sobre todo entre la población infantil y juvenil.

Palabras clave: geoconservación, LIG, *Minecraft*, patrimonio geológico, videojuego.

ABSTRACT

In the last decades, the use of videogames on electronic platforms has been extended, not only for leisure time, but as a didactic resource in Education (gaming). This study proposes the use of one of the best known and most popular videogames among preadolescents around the world, Minecraft, to raise awareness among players about the existence of geoheritage and the importance of its conservation. To this end, new Minecraft 'worlds' have been created with some of the most emblematic geosites in Spain ('Ciudad Encantada' in Cuenca, Zumaia Flysch, 'La Pedriza' in Manzanares and Teide peak); and players have been given tools to ensure that evil entities (mobs) in the videogame do not destroy these geosites, nor steal elements from them. In the construction of these 'worlds' and each geosite, attempts have been made to use blocks of materials analogous to natural ones (stone, granite, soil etc.). Finally, it is hired a computer server in which the worlds and the game instructions are made available free of charge to the players, and thus achieve maximum outreach of the game, especially among the children and teenagers.

Key words: geoconservation, geoheritage, gaming, geosite, *Minecraft*

INTRODUCCIÓN

En el patrimonio geológico una pieza básica es la geoconservación, que se puede promover desde su protección física (vallados, cercas o barreras), jurídica (legislación y normativa) o mediante la concienciación social. Las estrategias de geoconservación deberían combinar, alternar y suceder medidas de esos tres ámbitos; aunque lo idóneo sería avanzar en la percepción y concienciación social de la población, para evitar tener que adoptar medidas jurídicas y físicas. En este ámbito de la concienciación social sobre la importancia de la protección del patrimonio geológico es fundamental el sistema educativo, no sólo la enseñanza formal (reglada y oficial, como infantil, primaria, secundaria y universitaria), sino también la enseñanza no formal (actividades extraescolares, ocio y tiempo libre). Precisamente en este ámbito de la enseñanza no formal, donde los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) no están reglados, es donde se puede actuar con más libertad en la introducción de experiencias innovadoras para la concienciación sobre la geoconservación.

De otro lado, en las últimas décadas se ha extendido el uso de videojuegos sobre plataformas electrónicas (ordenadores personales, consolas, tabletas y teléfonos móviles), no sólo para el ocio en el tiempo libre, sino como recurso didáctico en el ámbito de la educación (formal y no formal). Es lo que se conoce como 'ludificación' o 'gamificación', de la traducción del término inglés *gaming*. Existen numerosas experiencias de éxito de la introducción de los videojuegos educativos, tanto en el aula, como en las actividades extraescolares; y tanto en enseñanzas puramente científico-técnicas (matemáticas, informática, robótica etc.; Aznar-Díaz *et al.*, 2017), como en el ámbito de las humanidades (Meier *et al.*, 2016), de la educación ambiental; y, cómo no, en la enseñanza de la geología (Fernández-Lozano y Gutiérrez-Alonso, 2016; Fernández-Lozano *et al.*, 2018).

Por lo anteriormente expuesto, la introducción de los videojuegos en la enseñanza no formal es un reto y una oportunidad para dar a conocer el patrimonio geológico e incidir en su protección y conservación. Pero la puesta en práctica de iniciativas en este sentido cuenta con varios impedimentos: a) la falta de conocimientos informáticos del personal científico-técnico sobre los videojuegos y su programación; b) el alto coste económico del diseño y programación de videojuegos específicos para geoconservación; c) la limitada acogida que algunos videojuegos 'educativos' o poco conocidos tiene entre los jugadores, que prefieren videojuegos comerciales de amplia difusión.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es la adaptación de un videojuego de amplia difusión mundial entre los niños y adolescentes, como es Minecraft, para conseguir difundir el patrimonio geológico y concienciarles sobre la importancia de la geoconservación en su tiempo de ocio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada parte de una revisión de antecedentes sobre el uso de videojuegos en la enseñanza no formal, en general; y particularmente sobre las características de los principales videojuegos de amplia difusión mundial (*Fortnite*, *Call of Duty*, *FIFA*, *Minecraft*, *Red Dead Redemption 2*, *Spider-Man*, *God of War*, *Monster Hunter World*, *Mario Bros* ...) para seleccionar aquel, de acceso gratuito, que permitiera fácilmente introducir modificaciones relacionadas con el patrimonio geológico y su conservación; a la vez que transmitiera valores y actitudes no violentas, igualitarias y tolerantes.

El videojuego *Minecraft*

Minecraft es un videojuego de construcción, de tipo 'mundo abierto' (*sandbox*) creado originalmente por el sueco Markus Persson y posteriormente desarrollado por su empresa, Mojang AB. Fue lanzado en 2009 y, después de diversos cambios, la versión completa estuvo disponible desde noviembre de 2011. Existen versiones para diferentes plataformas (Android, iOS, XBOX, PlayStation, PC...) que reciben actualizaciones constantes desde su lanzamiento. En septiembre de 2014, sólo tres años después de su lanzamiento, se habían vendido más de 54 millones de copias en todo el mundo (Mojang, 2009-2019). En el año 2014, fue adquirido por la empresa *Microsoft* por un valor de 2500 millones de USD; y tan sólo dos años después se lanzó la versión completa de *Minecraft Education Edition*, preparada para el ámbito escolar (Sáez y Domínguez, 2014).

El juego consiste en la construcción de un 'mundo' mediante la colocación y destrucción de 'bloques', objetos tridimensionales cúbicos, colocados sobre un patrón de rejilla fija. Estos cubos o bloques representan principalmente distintos elementos de la naturaleza, como tierra, piedra, minerales, y troncos, entre otros. Los jugadores son libres de desplazarse por su entorno y modificarlo mediante la creación, recolección y transporte de los bloques que componen el juego, los cuales solo pueden ser colocados respetando la rejilla fija del juego. El modo de juego predeterminado es en primera persona, aunque los jugadores tienen la posibilidad de cambiarlo a tercera persona (Miller-Watt, 2012; Wikipedia, 2019).

Al inicio de la partida, el jugador se encuentra en un 'mundo' generado mediante un algoritmo, lo que permite que este sea infinito y nunca se generen dos 'mundos' iguales. El jugador es libre de desplazarse por el terreno, conformado por distintos 'biomas', entre los que se encuentran paisajes como desiertos, sabanas, selvas, océanos, llanuras, tundras, etc. El juego posee su propio ciclo de tiempo simulando el día y la noche, siendo que un día en el juego equivale a 20 minutos en tiempo real. El juego también incluye animales, denominados en su conjunto como 'criaturas' (*mobs* en inglés), que pueden ser pacíficas, como cerdos, caballos, gallinas, ovejas, etc. de las cuales el jugador puede obtener alimento y recursos fácilmente; pero también aparecen en el juego criaturas hostiles, como zombis, esqueletos, etc. Estas criaturas únicamente aparecen en la noche o en zonas oscuras; entre ellas se encuentran a las criaturas únicas del juego, como los *creepers*, que explotan al estar cerca del jugador, criaturas neutrales como los *enderman*, que pueden recolectar bloques y tele-transportarse e incluso criaturas jefe (*boss* en inglés).

Minecraft es un juego de mundo abierto, por lo que no posee un objetivo específico, permitiéndole al jugador una gran libertad en cuanto a la elección de su forma de jugar, con diferentes modos (supervivencia, extremo, creativo) y grados de dificultad. A pesar de ello, el juego posee un sistema de logros (vida y experiencia para adquirir nuevas herramientas).

Creación del 'mundo' Geoheritage

Para la introducción de elementos del patrimonio geológico en el videojuego fue necesario crear un nuevo 'mundo', al que se dio el nombre de *Geoheritage*. En él se pretende introducir varios lugares de interés geológico españoles que constituyan paisajes emblemáticos, fácilmente reconocibles no sólo por los expertos, sino por la población en general. Para seleccionar los LIG representados se han tenido en cuenta tres criterios: i) estar constituidos por materiales de los cuales existan bloques en el inventario de *Minecraft*; ii) ser fácilmente reproducibles/construibles por apilamiento o excavación de estructuras cúbicas; iii) tener expresión paisajística y espacial a escala humana (no ser microscópicos ni tampoco dimensión regional).



Figura 1. Parte del inventario de materiales para los bloques disponible en *Minecraft* (versión 1.13.2), correspondiente a algunos tipos de rocas, como la andesita, resaltada en la captura de pantalla.

Respecto al primer aspecto, los materiales disponibles en bloques dentro del inventario de *Minecraft*, curiosamente incluyen más de una veintena de tipos de rocas, minerales y otros elementos, entre los que se encuentran (para el modo 'Creativo', versión 1.13.2):

- Minerales: hierro (pepita y lingote), oro (pepita y lingote), diamante (en piedra), lapislázuli, esmeralda, cuarzo y pedernal (de la rotura aleatoria de grava).
- Rocas: obsidiana (lava+agua), andesita, bloque de magma, cubo de lava, granito, diorita, arcilla, limo (verde), arena, arena roja, arenisca, arenisca cincelada, arenisca lisa, arenisca roja, arenisca roja cincelada, arenisca roja lisa, grava, hulla (carbón), carbón vegetal, lecho de roca, piedra, piedra brillante, tierra, tierra basta (Figura 1).
- Fósiles: hueso, huevos de piedra de peces de plata, calavera de criaturas, concha de *Nautilus*, caparazón de tortuga, bloques de coral.
- Otros: agua, nieve (plana y gorda), hielo, hielo compacto, hielo azul, prisma (¿?), prisma oscuro (¿?).

Por su componente geomorfológica y escala espacial se eligieron para ser incluidos en el mundo *Geoheritage*, los siguientes elementos dentro de los LIG: el Tolmo Alto en la Ciudad Encantada (Cuenca), un acantilado de la playa de Itzurun del flysch de Zumaia (Gipuzkoa), el Tolmo de La Pedriz de Manzanares (Madrid) y el volcán del Teide (Tenerife). En el futuro pretenden incluirse otros como: glaciar del Monte Perdido y lago Marboré (Huesca); las icnitas de dinosaurio de La Rioja-Soria; los yacimientos paleoantropológicos de la Sierra de Atapuerca (Burgos); el Torcal de Antequera (Málaga); las Hoces del río Duratón (Segovia); los yacimientos paleontológicos de Fonelas (Granada); y el estratotipo de Fuentelsaz (Guadalajara); entre otros.

La creación de cada relieve o cada LIG se realiza manualmente, bloque a bloque, utilizando las teclas de funciones de *Minecraft*. Aunque en el futuro se están explorando herramientas automatizadas (*MC Edit*, *World Edit*, *World Painter*; Meier et al., 2016) o la configuración de flujos de trabajo que permiten, por ejemplo, la transformación de las nubes de puntos procedentes de un vuelo LIDAR a un modelo digital de elevaciones y, de éste, a los mundos *Minecraft*, utilizando extensiones de sistemas de información geográfica (como *Data Interoperability Extension de ArcGIS*, *ESRI Geosystems*; Korkkendorff y Nielsen, 2014) y/o de integración de datos espaciales como FME.

Paralelamente, se seleccionaron dos tipologías de 'criaturas' para que interaccionen con los elementos del patrimonio geológico: los *creepers*, que estallan cuando son agredidos, y a los que se ha llamado 'vándalos', por su capacidad de destrucción del patrimonio geológico cuando explotan en sus inmediaciones; y los *enderman*, que sustraen bloques del mundo, y a los que se ha llamado 'furtivos', por su capacidad para robar patrimonio geológico. En ambos casos se trata de impedir que exploten en las proximidades de los LIG, y destruirlos antes de que roben patrimonio, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principal resultado de este trabajo es el 'mundo' *Geoheritage*, creado con algunos LIG emblemáticos de España (Figura 2). Con su implementación en el servidor *Gea*, accesible de forma gratuita para el juego, se consigue llegar a un amplio colectivo de jugadores, que pueden interactuar con el patrimonio geológico y evitar que las 'criaturas' malignas actúen contra su conservación (Figura 3).

Como se puede apreciar por el estilo de la interfaz gráfica del videojuego (Figuras 2 y 3), una de las principales limitaciones para la inclusión de elementos del patrimonio geológico es el formato cúbico de los bloques, que impiden la construcción realista de formas curvas del relieve de muchos de los LIG como bolos graníticos, relieves turriculares, secuencias estratigráficas que buzan (inclinadas), los elementos de dimensiones decimétricas (texturas rocosas, micropliegues, restos fósiles, icnitas etc.); o que requieren de una edición manual muy laboriosa. Igualmente, otra limitación para reconstruir algunos LIG en el 'mundo' *Geoheritage* es la escasa disponibilidad de materiales geológicos de los bloques (Figura 1), que carecen de rocas como calizas, dolomías, margas, yesos etc. Aunque algunos pueden ser suplidos por materiales genéricos (piedra, tierra etc.) y otros tipos de materiales con textura de similar apariencia a determinadas rocas o su representación geológica (como 'ladrillos de ciudad del End' en sustitución de calizas).

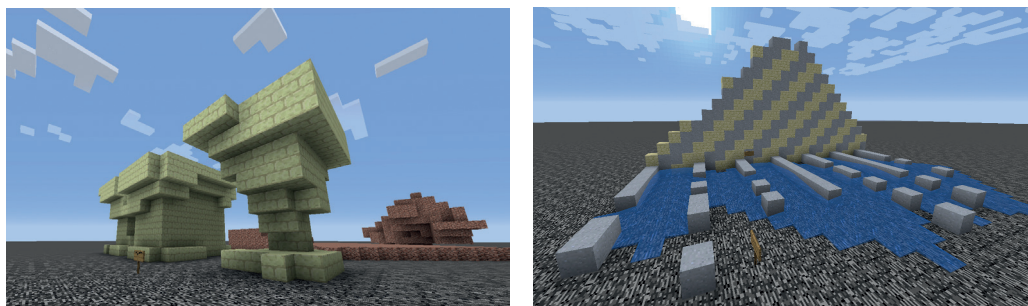


Figura 2. Capturas de pantalla del 'mundo' *Geoheritage* del videojuego *Minecraft*, representando de forma simplificada con 'bloques' cúbicos, dos elementos de LIG españoles: el Tolmo Alto de la Ciudad Encantada de Cuenca (izquierda); y un acantilado de la playa de Itzurun del flysch de Zumaia (Gipuzkoa), a la derecha.

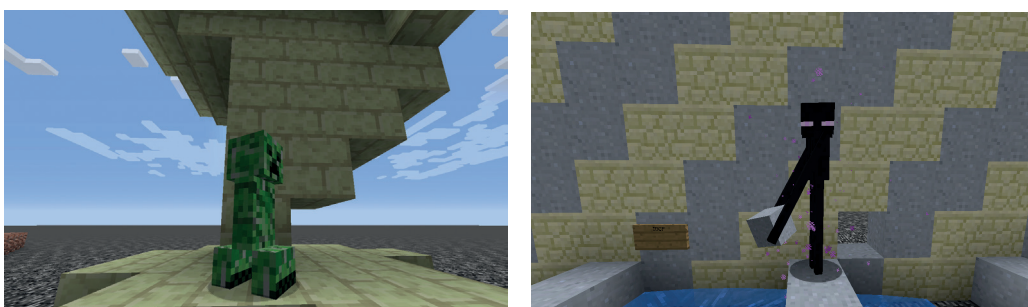


Figura 3 Capturas de pantalla del 'mundo' *Geoheritage* del videojuego *Minecraft*, representando donde se observa la actuación de dos 'criaturas' malignas: un creeper (o vándalo) antes de explotar en la base del Tolmo Alto de la Ciudad Encantada de Cuenca (izquierda); y un enderman ('furtivo') robando un bloque de roca de la base del acantilado de la playa de Itzurun del flysch de Zumaia (Gipuzkoa), a la derecha.

Otro inconveniente asociado es la limitación de las acciones de geoconservación que permite el juego, que básicamente consisten en eliminar a criaturas malignas que pueden atentar contra la integridad del patrimonio geológico, bien por explosiones (*creepers* o 'vándalos') o por sustracción (*endermans* o 'furtivos'). Aparte de consideraciones éticas sobre la necesidad de eliminar 'criaturas' para garantizar la conservación de patrimonio geológico (aunque sean imaginarias), son muchas otras las amenazas que no pueden ser tenidas en consideración, como los proyectos de creación de infraestructuras (carreteras, ferrocarriles...), las actividades mineras, etc. Por otro lado, el videojuego *Minecraft*, aunque sigue teniendo millones de usuarios en todo el mundo, está en clara regresión (Bobicraft, 2018) respecto a otros como *Fortnite* o *Red Dead Redemption 2*, que cada vez tienen más seguidores y de menor edad (a pesar de su contenido violento; *Pan European Game Information* (PEGI) de nivel 12 y 18 años, respectivamente); lo que puede conllevar que en el futuro, el uso de este videojuego quede relegado únicamente para ámbito educativo (*Minecraft Education Edition*) y los menores más pequeños (al tener un PEGI 7).

A pesar de todas estas limitaciones gráficas, de contenido y de estrategias de geoconservación, la incorporación del patrimonio geológico al ámbito de los videojuegos abre un amplio abanico de posibilidades para su uso en el conocimiento y concienciación de un público, sobre todo infantil y juvenil, que serán los gestores y usuarios del patrimonio natural en el futuro.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Botín, que a través de la dotación económica del 'Premio al talento joven a la gestión sostenible del agua' (edición 2018, modalidad proyecto educativo), ha permitido la adquisición del equipo informático, la apertura de una cuenta *Minecraft Premium* para la creación del 'mundo' *Geoheritage* y el alquiler del servidor informático

durante un tiempo; a los técnicos del Área de Informática del IGME, en especial O. Bermúdez y M. Bernat, por la continuidad temporal del servidor de *Minecraft* donde se contendrá el 'mundo' *Geoheritage*.

REFERENCIAS

- Aznar-Díaz, I., Raso-Sánchez, F. y Hinojo-Lucena, M. A. 2017. Percepciones de los futuros docentes respecto al potencial de la ludificación y la inclusión de los videojuegos en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Educar*, 53(1), 11-28.
- Bobcraft 2018. La verdad. Los servidores están cerrando, *YouTube*, 22/09/2018 <https://www.youtube.com/watch?v=aSIXUbJuo3Y>
- Fernández-Lozano, J. y Gutiérrez-Alonso, G. 2016. Aula 3.0: una nueva forma de aprender geología. El uso de las apps Trnio y Skechfab para construir modelos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 163-168.
- Fernández-Lozano, J., Bonachea, J., Morellón, M. y Remondo, J. 2018. Ludificación en el Aula de Ciencias: creación de un "Pasapalabra" para el aprendizaje bilingüe de conceptos geológicos. En: Duque-Macías, J. y Bernal, P. (eds.), *XX Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, Menorca, 209-218.
- Kokkendörff, S. y Nielsen T. 2014. Using Open Geodata in Minecraft, *GIS Professional*, <https://www.gis-professional.com/content/article/using-open-geodata-in-minecraft>
- Meier, C., Saorín Pérez, J.L., de la Torre Cantero, J., Bonnet de León, A. y Melgar Ramírez, M. 2016. Construcción de un mundo virtual en Minecraft para el aprendizaje del patrimonio escultórico urbano. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3), 83-97.
- Miller-Watt, J. 2012. Minecraft beginner's guide, *GamesRadar*, Future plc. 24/10/2012, <https://www.gamesradar.com/minecraft-beginners-guide/>
- Mojang 2009-2019. *Minecraft*, version 1.13.2, Mojang Synergies AB, 10/02/2019, <https://minecraft.net/es-es/>
- Sáez, J.M. y Domínguez, C. 2014. *Integración Pedagógica de la aplicación Minecraft Edu en Educación Primaria: Estudio de un caso*. Nº 45, Universidad de Murcia. Departamento de Educación de Facultad de Educación de Universidad de Murcia y UNED, Madrid, 95-110.
- Wikipedia 2019. *Minecraft*, La enciclopedia libre, 10/02/2019, <https://es.wikipedia.org/wiki/Minecraft>

INTEGRACIÓN DE DATOS MULTIDISCIPLINARES MEDIANTE UN SIG COMO BASE DOCUMENTAL DEL GEOPARQUE MUNDIAL DE LA UNESCO “MONTAÑAS DO COUREL” (ESPAÑA)

MULTIDISCIPLINARY DATA INTEGRATION USING GIS AS DOCUMENTAL BASIS FOR THE “MONTAÑAS DO COUREL” UNESCO GLOBAL GEOPARK (SPAIN)

D. Ballesteros^{1,2}, R. Vila^{1,3}, X.C. Barros¹, I. Álvarez¹, P. Caldevilla^{1,4}, M. Llorente⁵, M. García-Ávila^{1,6}, L. Adrados⁷, L. Rodríguez-Rodríguez⁸ y M. Alemparte^{1,9}

¹ Comisión científica del Geoparque Mundial Montañas do Courel. www.courelmountains.es

² UMR 6266 IDEES, Université de Rouen-Normandie/CNRS. Mont Saint-Aignan CEDEX, Francia. daniel.ballesteros@univ-rouen.fr

³ Museo Xeolóxico de Quiroga. Rúa do Caurel, 21, 27320 Quiroga, España. concello.quiroga@eidolocal.es

⁴ Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas, Universidad de León. Campus de Vegazana, s/n, 24071 León, España. pcald@unileon.es

⁵ Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España. m.llorente@igme.es

⁶ Departamento de Xeociencias Mariñas e Ordenación do Territorio y Asociación Paleontolóxica Galega, Universidade de Vigo. Campus Universitario Lagoas - Marcosende, 36310 Vigo, España. manugarcia@uvigo.es

⁷ GEOLAG. Residencial La Vallina, 20-4ºA. 33191 San Claudio, España. lunaadrados@gmail.com

⁸ Laboratoire de Géographie Physique (UMR 8591), CNRS, Meudon CEDEX, Francia. laura.rodriguez@lgp.cnrs.fr

⁹ Grupo de Desenvolvemento Rural Ribeira Sacra-Courel, Rúa Doctor López Lallana 6, 1ºD, 27340 Bóveda, España. grupogdr8@yahoo.es

RESUMEN

Este trabajo persigue la confección de una base documental técnica y científica mediante un sistema de información geográfica (SIG) para la gestión del Geoparque Mundial de la UNESCO Montañas do Courel. Dicha base documental integra 49 capas vectoriales de contenido topográfico, ambiental, geológico, arqueológico, etnográfico y de infraestructuras hosteleras, recreativas y didácticas; y cuatro capas matriciales de apoyo para integrar variables descriptivas del relieve. Utilizando estas capas se han elaborado mapas temáticos específicos destinados a poner en valor la geología y su relación con el ser humano, adaptando la leyenda a su finalidad y a los usuarios. Este proceso implicó, entre otras cuestiones, la revisión y homogenización de contenidos multidisciplinarios y el diseño de recursos didácticos. El SIG permite una constante actualización de contenidos y aglutinar en un único entorno, todos los datos espaciales del geoparque.

Palabras clave: arqueología, etnografía, Geoparque Mundial de la UNESCO, patrimonio geológico, SIG.

ABSTRACT

This work aims the creation of a technical and scientific database supported by a Geographic Information System (GIS) for the management of the Courel Mountains UNESCO Global Geopark. The database integrates 49 vector

coverages, including topographic, environmental, geological, archaeological, and ethnographic values, but also available accommodation and catering facilities, recreational and didactic infrastructures, as well as four raster coverages to integrate the relief variables. Thematic maps have been made using the database to highlight the geological value of the territory and its relationship with human activities, adapting the legend to the final purpose and the expected users. The process mainly involved reviewing and standardizing multidisciplinary data and designing educational resources. GIS enables a constant updating of the geodatabase contents, gathering all spatial datasets of the geopark.

Key words: *archaeology, ethnography, geoheritage, GIS, UNESCO Global Geopark.*

INTRODUCCIÓN

La gestión de un geoparque implica la integración de abundante información científica y técnica de temática muy variada, y de escala regional a local, que puede ser manejada con relativa facilidad mediante un sistema de información geográfica (SIG; Luo, 2015). Entre los aspectos más destacables, los SIG facilitan el diseño de itinerarios y puntos de observación, la identificación de enclaves turísticos, y la transferencia de información a los usuarios mediante aplicaciones móviles (Li *et al.*, 2015) y plataformas públicas, como *GoogleEarth* (Melinte-Dobrinescu *et al.*, 2017) o visores específicos (Nieto-García *et al.*, 2013).

Las Montañas do Courel constituyen un Geoparque Mundial de la UNESCO desde abril de 2019 como consecuencia de las iniciativas locales de promoción de la geología de la zona (Gutiérrez-Marco, 2005). Este proyecto está centrado en la relación del ser humano con la geología, por lo que su gestión implica la combinación de información geológica, arqueológica y etnográfica. El objetivo de este trabajo es el diseño de las capas vectoriales (en formato *shapefile* de ESRI) integrando datos previos y confeccionando otros nuevos mediante fotointerpretación y trabajo de campo; así como el análisis de sus ventajas y limitaciones de acuerdo a la cartografía temática generada.

SITUACIÓN

El Geoparque Mundial de la UNESCO Montañas do Courel (578 km² de extensión) comprende los municipios gallegos de Ribas de Sil, Quiroga y Folgoso do Courel, en el NO de España (Figura 1). Este territorio destaca por su patrimonio geológico de marcado carácter tectónico y geomorfológico, en el cual sobresale el *global geosite* "Pliegues tumbados de la Sierra del Courel", incluido junto a tres localidades más en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico. El patrimonio geológico de las Montañas do Courel se relacionan con el 19% de los "Contextos geológicos de España de relevancia mundial" establecidos por la Ley 42/2007, y que son: "sucesiones estratigráficas del Paleozoico inferior y medio del Macizo Ibérico", "el Orógeno Varisco Ibérico", "red fluvial, rañas y relieves apalachianos del Macizo Ibérico", y "sistemas kársticos en carbonatos y evaporitas de la Península Ibérica y Baleares". Por otro lado, las Montañas do Courel comprenden el Lugar de Interés Comunitario Ancares-Courel, el Sitio Natural de Interés Turístico Devesa da Rogueira, así como siete bienes de interés cultural de valor arqueológico, etnográfico y paisajístico.

METODOLOGÍA

La metodología de trabajo comprende la integración de información organizada en seis categorías atendiendo a su naturaleza (Tabla 1): topográfica y ambiental, hostelera, recreativa, de la red del proyecto de geoparque, geológica y arqueológica-etnográfica. Estos datos comprenden 4855 elementos integrados en 49 archivos vectoriales (ESRI *shapefile*), sin contabilizar los contornos topográficos. Además, se han integrado cuatro modelos digitales del terreno, que se disponen en formato matricial (ESRI *grid*) para facilitar la lectura del paisaje por parte de los usuarios. La información técnica y de infraestructuras se construyó a partir de la cartografía temática de la administración pública

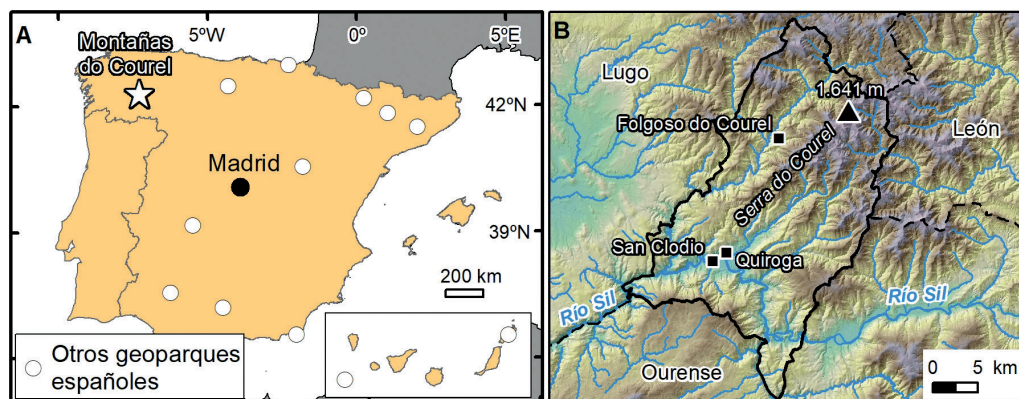


Figura 1. (A) Ubicación del Geoparque Mundial de la UNESCO Montañas do Courel. (B) Fisiografía y principales poblaciones de las Montañas do Courel.

española, tanto de carácter nacional como regional y local. La hidrografía de cauces para la práctica del barranquismo y las zonas de escalada, fueron inventariadas y cartografiadas expresamente para este proyecto.

Respecto a la información geológica, se elaboraron las capas de polígonos geológicos y elementos estructurales a partir de la cartografía geológica digital continua (proyecto GEODE) del Instituto Geológico y Minero de España, actualizada y adaptada mediante trabajo de campo. Se elaboraron los inventarios de yacimientos paleontológicos cuaternarios y paleozoicos, estos últimos mediante el estudio de afloramientos, y se confeccionaron las capas de contenido geomorfológico e hidrogeológico (incluyendo la cartografía subterránea de cuevas kársticas) empleando fotointerpretación, trabajo de campo y de gabinete. Las canteras y yacimientos, los indicios y las labores mineras, también consideradas de índole arqueológica por su desarrollo histórico, se cartografiaron sobre el terreno. Todo ello ha permitido la selección de 97 LIG del geoparque en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España de acuerdo a su singularidad como elemento natural a escala internacional, nacional y local, su representatividad respecto a los procesos geológicos, su valor científico puesto en evidencia a través de publicaciones científicas, y su utilidad como recursos didácticos tanto de la geología general como de la geología de las Montañas do Courel. Finalmente, la información de carácter netamente arqueológico y etnográfico fue incorporada tomando como base el Inventario interno de yacimientos arqueológicos da Dirección Xeral de Patrimonio da Xunta de Galicia mediante su digitalización, georreferenciación, fotointerpretación y cartografía en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La selección de capas de información y leyendas ha permitido la elaboración de mapas temáticos de carácter técnico y didáctico, adaptando los contenidos tanto al propósito de la gestión como para la explotación final de estos productos con uso didáctico y divulgativo. Ejemplo de ello son los mapas geológicos, geomorfológicos, de lugares de interés geológico (LIG), o los mapas más específicos relativos a la relación entre el ser humano y la geología. Este es el caso del mapa del oro romano, que combina minas de oro primario y secundario, túneles y canales romanos con las litologías del sustrato y los depósitos fluviales (Figura 2A). Otro mapa destacado es el correspondiente a infraestructuras del geoparque (Figura 2B), que incluye establecimientos hosteleros, puntos interpretados (paneles), museos, oficinas y puntos de información turística, centros de interpretación, y una estación científica.

La generación de los mapas del geoparque ha facilitado la revisión y homogenización de contenidos de muy diversa índole y la colaboración activa de distintos científicos especializados. Esto ha permitido evaluar la fiabilidad de los datos, completar los catálogos y, a la luz de ello, definir las líneas prioritarias de investigación. El SIG también permite orientar el plan de desarrollo del proyecto, por ejemplo, mediante el análisis de la distribución de las infraestructuras

Información		Capa de SIG (número de elementos)	Tareas realizadas
Información técnica y de infraestructuras	<i>Topográfica y ambiental</i>	Contornos topográficos	Integración directa a partir de información del Instituto Geográfico Nacional, Xunta de Galicia y Confederación Hidrográfica del Miño-Sil.
		4 Modelos digitales de elevaciones	
		Vías de comunicación (510 km)	
		Localidades (166)	
		Hidrografía (ríos, lagos y embalses) (950 km)	
		Usos del suelo	
		Cobertura vegetal	
		Espacios protegidos (2)	
	<i>Hostelera</i>	Hospedería	Digitalizados y georreferenciación a partir de las bases documentales de los ayuntamientos de Ribas de Sil, Quiroga y Folgoso do Courel
		Albergues, camping y refugios de montaña (4)	
	Gastronomía	Restaurantes, bares, cafeterías (43)	Cartografía en colaboración con grupos espeleológicos y montañeros
		Rutas y senderos homologados (13;156 km)	
	Recreativa Zonas habilitadas para la escalada (1)	Playas fluviales (1)	Cartografía en colaboración con grupos espeleológicos y montañeros
		Cascadas visitables (4)	
		Barrancos habilitados (16; 20 km)	
		Zonas habilitadas para la escalada (1)	
	<i>Red del geoparque</i>	Oficinas de turismo, centros de interpretación, museos y estación científica (6)	Digitalización y georreferenciación
		Miradores y puntos interpretados (59)	
Información científica	<i>Geológica</i>	Patrimonio geológico	Revisión, definición y cartografía en colaboración con el IGME
		Estratigrafía	Litologías
		Geología estructural	Contactos, fallas y ejes de pliegues
			Foliaciones y lineamientos tectónicos
		Paleontología	Yacimientos paleozoicos y cuaternarios (16)
		Geomorfología e hidrogeología	Formaciones (depósitos) superficiales
			Formas erosivas
			Máxima extensión glaciár
			Mapa de inundaciones
			Manantiales (12)
			Cuevas kársticas (23)
			Conductos de cuevas (4 km)

Información		Capa de SIG (número de elementos)	Tareas realizadas
Información científica	Yacimientos minerales y labores	Canteras de pizarras y áridos (4)	Cartografía
		Yacim., indicios y labores de Fe, Pb y Sb (58)	
		Minas romanas de oro (108)	
	Explotación de arqueomateriales	Ferrerías (15)	Digitalización y georreferenciación
		Hornos de cal (11)	
		Molinos (>30)	
		Albarizas (222)	
		Obras hidráulicas romanas (3)	
		Yacimientos paleolíticos (1)	
	Patrimonio cultural	Bienes de Interés Cultural (7)	
	Asentamientos y comunicaciones	Castros (73)	Cartografía
		Castillos y asentamientos medievales (5)	
		Arquitectura civil (pazos, puentes) (4)	Digitalización y georreferenciación
		Camino de Santiago de Compostela (37 km)	
	Religión y simbolismo	Edificios religiosos (iglesias) (>40)	
		Necrópolis (3)	
		Túmulos neolíticos (33)	
		Petroglifos (2)	

Tabla 1. Estructura de datos del SIG y tareas desarrolladas en cada caso.

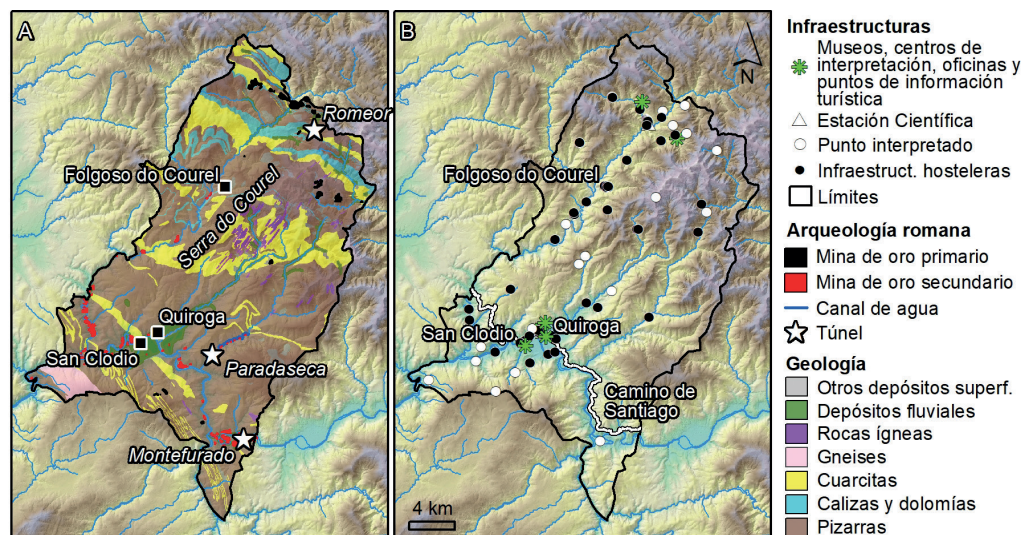


Figura 2. Mapas temáticos del Geoparque Mundial de la UNESCO Montañas do Courel: (A) mapa del oro romano y (B) mapa de las infraestructuras.

respecto a la ubicación de los valores naturales de interés. En cuanto a la difusión, la base de datos SIG ya ha servido para agilizar el diseño de contenidos didácticos específicos mediante la edición de leyendas adaptadas a la finalidad de la actividad y el público involucrado. Estos contenidos ya se han empleado en 59 paneles informativos, un centro de interpretación y publicaciones (p.e. Ballesteros *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Los SIG constituyen una herramienta de gestión de la información ventajosa para la integración de las diversas fuentes documentales involucradas en el Geoparque Montañas do Courel, ya que permite el manejo de información multidisciplinar, la revisión y homogenización de contenidos, la evaluación de su fiabilidad y la agilización del diseño de contenidos didácticos y divulgativos. La creación de una base de datos espacial que integra la información relativa al medio natural y sus valores con las infraestructuras históricas ha permitido reforzar la puesta en valor de la geología y su estrecha relación con el ser humano, eje central del geoparque. Su plan de desarrollo prevé la actualización constante de la base de datos de tal manera que los resultados de nuevos contenidos científicos al público general con un criterio y formato uniformes. También promoverá el desarrollo de contenidos interactivos, con enlaces a imágenes, animaciones y/o modelos 3D de elementos como estructuras geológicas, cuevas o fósiles. La base documental georreferenciada podrá ser en un futuro implementada en la red mediante un servicio de mapas para incrementar el impacto de los productos en la comunidad visitante y para la promoción del territorio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se incluye en el plan de desarrollo del Geoparque Mundial de la UNESCO Montañas do Courel, impulsado por el Grupo de Desarrollo Rural Ribeira Sacra Courel y los municipios de Folgoso do Courel, Quiroga y Ribas de Sil, con el apoyo del programa *Leader* de la UE; de la Xunta de Galicia a través de: la Axencia Galega de Desenvolvemento Rural, la Consellería de Medio Ambiente y Turismo de Galicia; y de la Diputación de Lugo. L. R. es

beneficiaria del Programa de ayudas Postdoctorales Clarín-Marie Curie COFUND (Ref. ACA 17-19), cofinanciado por el Principado de Asturias y el FP7 de la UE para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (acuerdo nº 600196).

REFERENCIAS

- Ballesteros, D., Adrados, L., Vila, R., Álvarez, I., Barros, X.C., Capdevila, P., Rodríguez-Rodríguez, L., García-Ávila, M., Llorente, M. y Alemparte, M. 2018. *Las montañas do Courel. Una geología muy humana*. Asociación Montañas do Courel, Bóveda, 120 pp.
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2005. El primer mirador geológico de Galicia (Gran pliegue acostado de O Courel, Lugo). *De Re Metalica*, 5, 5-12.
- Li, Q., Tian, M., Li, X., Shi, Y., y Zhou, X. 2015. Toward smartphone applications for geoparks information and interpretation systems in China. *Open Geoscience*, 1, 663-677.
- Luo, X. 2015. An Integrated WebGIS-Based Management Platform of Geopark. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 9, 287-291.
- Melinte-Dobrinescu, M.C. Brustur, T., Jipa, D.C., Ion, G., Macaleț, R., Briceag, A., Ion, E., Popa, A. y Rotaru, S. 2017. Geological investigations and mapping in the Buzțu Land Geopark: state of the art. *Geo-Eco-Marina*, 23, 133-144.
- Nieto García, B., Martínez Jaraiz, C., Ruiz González, F.J. y Carcavilla Urquí, L. 2013. Creación de un visor cartográfico para la gestión territorial y la promoción turística del geoparque de Sobrarbe. En: J. Vegas, A. Salazar, E. Díaz-Martínez y C. Marchán (eds.), *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 335-342

DIVULGACIÓN, DIDÁCTICA E INTERPRETACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

'APADRINA UNA ROCA'. PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA LA GEOCONSERVACIÓN EN ESPAÑA

SAVE A ROCK. SPANISH INITIATIVE FOR CITIZEN PARTICIPATION IN GEOCONSERVATION

**A. Cabrera¹, J. Vegas¹, Á. Prieto¹, A. Díez-Herrero¹, Á. García-Cortés¹,
E. Díaz- Martínez¹, Á. Salazar², L. Carcavilla¹**

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), C/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, a.cabrera@igme.es, j.vegas@igme.es, a.prieto@igme.es, andres.diez@igme.es, garcia.cortes@igme.es, e.diaz@igme.es, l.carcavilla@igme.es

² Instituto Geológico y Minero de España (IGME), C/ La Calera, 1, 28760 Tres Cantos, a.salazar@igme.es

RESUMEN

La geoconservación es una pieza básica para el patrimonio geológico. El programa 'Apadrina una Roca', implementado desde 2017 en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), se ha convertido en una iniciativa nacional para la protección del patrimonio geológico, que implica, conciencia y moviliza directamente a la ciudadanía, dándole un papel activo en su conservación. Las acciones encaminadas a la conservación de los Lugares de Interés Geológico (LIG) por parte de la ciudadanía, pueden estructurarse en tres áreas de trabajo: conocimiento, sensibilización y participación. El programa 'Apadrina una Roca', ha creado una red de voluntarios del inventario, dispuestos a informar sobre el estado de conservación de los LIG que apadrinan, al menos una vez al año o cuando detecten cualquier amenaza o alteración. Transcurridos los 17 primeros meses de funcionamiento del programa en el ámbito nacional, se muestran las estadísticas generales de participación, los LIG que han logrado un mayor seguimiento, cuáles han sido los principales beneficios de la iniciativa, las deficiencias detectadas y algunas de las acciones a realizar próximamente.

Palabras clave: España, geoconservación, lugar de interés geológico, patrimonio geológico, voluntariado.

ABSTRACT

Geoconservation is a key piece in geoheritage. The program 'Save a Rock', implemented from 2017 inside the Spanish Inventory of Geological Sites (IELIG in Spanish), has become a national initiative for geoheritage protection. It involves and mobilize citizens by making them aware of their decisive role in conservation. Actions aimed at the conservation of geosites (Sites of Geological Interest –LIG in Spanish–) by citizens can be structured in three areas of work: knowledge, awareness and participation. The 'Save a Rock' program has created a network of volunteers willing to report on the conservation status of the geosites they want to preserve at least once a year or when they detect any threat or alteration. We herein show the most popular sites and provide statistical data on participation in the program after its first 15 months of operation at national level. We also describe the improvements that have been made, the weaknesses detected, and some of the tasks that are planned to be carried out in the near future.

Key words: geoconservation, geoheritage, geosites, Spain, voluntary service.

INTRODUCCIÓN

‘Apadrina una Roca’ es una estrategia para la conservación del patrimonio geológico que trata de implicar al conjunto de la sociedad en la geoconservación (Díez-Herrero *et al.*, 2012; Vegas *et al.*, 2012), que se hizo extensiva a todo el país en diciembre de 2017. La iniciativa parte de la idea original puesta en marcha desde finales del año 2011 por la Asociación Geología de Segovia (Díez-Herrero *et al.*, 2012; Vegas *et al.*, 2012).

En esencia, se trata de un programa de voluntariado que tiene como objetivo fundamental el seguimiento y la conservación de los Lugares de Interés Geológico (LIG) reconocidos en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Como movimiento social, contribuye a mejorar la conciencia ambiental de los ciudadanos a través de un vínculo y compromiso personal con los lugares elegidos por cada voluntario que participa en el programa.

El programa ha implementado mecanismos de alerta que facilitan la prevención y la actuación de la administración en caso de detectarse afecciones por los voluntarios. Se trata por tanto de una herramienta de unión y colaboración entre la administración y la sociedad, aspecto de vital importancia actualmente, dada la relevancia de la participación de los ciudadanos en problemas que afectan a la sociedad y al medioambiente (Vegas *et al.*, 2018).

EJES DE ACCIÓN: CONOCIMIENTO, SENSIBILIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN

“Conservaremos sólo aquello que amemos, amaremos sólo aquello que entendamos y entenderemos sólo lo que se nos enseñe” (Dioum, 1968). Concienciar y movilizar a la ciudadanía para favorecer la conservación del patrimonio geológico es el fundamento del programa ‘Apadrina una Roca’. Para abordarlo de forma integral, en la iniciativa se conectan tres ejes de acción, que se consideran fundamentales: conocimiento, sensibilización y participación. Este último eje es el que ha experimentado un mayor impulso con la iniciativa.

Conocimiento. El Real Decreto 1274/2011 encomienda al Instituto Geológico y Minero de España (IGME) la finalización del IELIG. Este inventario constituye la más completa relación de LIG que, por su carácter único o representativo, resultan claves para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos españoles, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica (Anexo I 5.d del RD 556/2011, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad). El IGME, siguiendo una metodología estandarizada, ampliamente consensuada y validada, trabaja en la finalización y mantenimiento del inventario (García-Cortés *et al.*, 2018); así como en el sistema de información que lo difunde. Cualquier ciudadano puede visualizar la localización de los registros que lo componen, salvo en aquellos en los que, por motivos de conservación, se precisa mantener su confidencialidad.

Sensibilización. De poco sirve el conocimiento recogido en el IELIG si la ciudadanía no comprende la necesidad de conservar el patrimonio geológico. La educación y sensibilización son fundamentales para la geoconservación. Es por ello que, para llegar a un público más extenso, se requiere llevar a cabo acciones que ayuden a la comprensión del contenido científico del IELIG, mejorando así la conciencia social sobre la necesidad de conservar y preservar los LIG nacionales de mayor valor científico, didáctico y turístico. El IGME, con esta iniciativa promueve acciones de comunicación encaminadas a la sensibilización de la sociedad a través de la organización de conferencias, cursos, charlas, campañas y la difusión de estas y otras noticias a través de la web, redes sociales y campañas publicitarias vía correo electrónico.

Participación. El éxito de participación en el programa ‘Apadrina una Roca’ está fundamentado en la sólida base de conocimiento proporcionada por el IELIG, pero también en que cuidar del patrimonio geológico es una actividad gratuita, solidaria, responsable y apta para todos los públicos que además puede ser lúdica y emocionalmente gratificante.

La información proporcionada por las personas que voluntariamente están contribuyendo en el seguimiento del estado de conservación de los LIG y la detección en tiempo real de las posibles amenazas o incidencias aumenta la capacidad de respuesta de las administraciones públicas ante problemas concretos. Sin la participación voluntaria, estos problemas de conservación no habrían sido advertidos o lo habrían sido mucho más tarde.

Dentro del programa se han observado movimientos de familiares, amigos o asociaciones vecinales, algunos de ellos catalizados por las redes sociales, que han inducido a que se produjera un buen número de apadrinamientos del mismo LIG en un periodo muy corto de tiempo (p.e. LIG en Poza de la Sal, Burgos).



Figura 1. Ejes de acción que potencia el programa 'Apadrina una Roca'. Tomando el IELIG como base de conocimiento, se han realizado campañas de sensibilización que fomentan la participación de la ciudadanía mediante el voluntariado. Tanto el eje de sensibilización como el de participación, alimentan la fuente de conocimiento sobre el estado de conservación del patrimonio geológico en España.

EL PROGRAMA DE VOLUNTARIADO 'APADRINA UNA ROCA'

Marco legislativo

La Ley 42/2007, modificada por la Ley 33/2015, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, establece en su art. 9 que el IELIG es uno de los componentes del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

El Real Decreto (RD) 556/2011 desarrolla el contenido del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (modelo de datos mínimo), estructura (crea un sistema de información integrado denominado Banco de Datos de la Naturaleza) y su gestión (define la figura del voluntario como aquél que colabora con sus aportaciones al inventario). El voluntario del inventario es una fuente de información que será incorporada al IELIG y por tanto al Banco de Datos de la Naturaleza. Los datos recogidos en 'Apadrina una Roca' alimentan el informe anual sobre el estado del Patrimonio Natural y la Biodiversidad que elabora el Ministerio para la Transición Ecológica (antes Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente).

Forma de apadrinar

Apadrinar es totalmente gratuito. Para poder darse de alta en el programa es necesario rellenar un formulario web y confirmar una dirección de correo electrónico. Cualquier usuario con acceso a internet desde su ordenador, dispositivo móvil o *tablet* puede acceder al sistema.

Hay dos vías para acceder al formulario y darse de alta en el programa: a través de la página web (<http://www.igme.es/patrimonio/ApadrinaUnaRoca.htm>) y a través del visor del IELIG (<http://info.igme.es/ielig/>).

Reporte de incidencias

Cada vez que visitan su LIG apadrinado los voluntarios pueden enviar una encuesta indicando el estado de conservación de éste y las condiciones de observación que apreciaron en la visita. El programa espera que estos informes se hagan, al menos, con una periodicidad anual. Además, el sistema está preparado para la recepción de cualquier incidencia que observen y consideren relevante para su conservación en tiempo real a través del correo electrónico.

El IGME coordina el programa de forma general, aunque las alertas e informes de seguimiento de los LIG procedentes de los inventarios autonómicos de Andalucía y País Vasco son gestionados directamente por sus responsables autonómicos.

BALANCE DE RESULTADOS

En estos primeros 17 meses de funcionamiento, una red compuesta por 831 voluntarios (59,6% hombres y 40,4% mujeres) ha apadrinado 676 LIG localizados en 48 de las 50 provincias españolas y en Ceuta y Melilla. El programa ha logrado un gran alcance en un corto período de tiempo, pues el 15,9% de los LIG alojados en el IELIG ya se encuentra apadrinado. En total se han realizado más de 1100 apadrinamientos. El 80,6% de los voluntarios han apadrinado un único LIG y el resto (el 19,4%) ha apadrinado dos o más LIG.

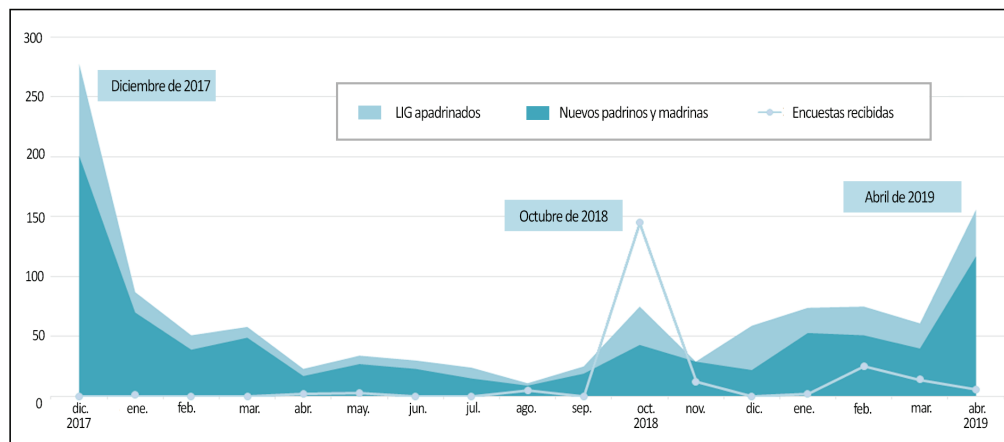


Figura 2. Evolución temporal del número de apadrinamientos, voluntarios y encuestas desde el lanzamiento de 'Apadrina una Roca' en diciembre de 2017 hasta abril de 2019, dentro del IELIG.

Diciembre de 2017 registró el mayor hito de participación en el programa, detectándose el mayor número de altas de voluntarios en el sistema, así como el mayor número de apadrinamientos (Fig. 2). El impulso que supuso el lanzamiento y extensión del programa al ámbito nacional y la difusión de la noticia a través de los diferentes medios de comunicación fue el principal motivo de este alcance. El segundo gran hito se produjo en octubre de 2018 y en abril de 2019, coincidiendo con las campañas de sensibilización realizadas en el contexto de 'Apadrina una Roca', con la creación del perfil del programa en redes sociales, campañas de difusión por correo electrónico; así como diversas entrevistas en radio y televisión (Fig. 2). A partir de enero de 2019 se ha observado un aumento significativo tanto en el número de padrinos como de apadrinamientos. El 17% de los voluntarios ha enviado encuesta de estado de conservación, un valor de momento bajo, que se debe en parte al corto período de acción del programa a nivel nacional y a que el alta en el programa requiere una validación con usuario y contraseña, lo cual suele generar cierto rechazo inicial.

En cuanto al conocimiento aportado por los voluntarios, podemos decir que en el momento actual, se ha recibido información acerca del estado de conservación del 26,6% de los LIG apadrinados. Según las encuestas, el 82,8% de los LIG apadrinados se encuentra en estado "favorable" (46,4% favorable y 35,9% favorable con alteraciones), el 11% tiene un estado de conservación alterado, el 6,2% degradado y solo el 0,5% se encuentra fuertemente degradado.

Código LIG	Nombre	Interés principal	Voluntarios
136002	Diapiro de Poza de la Sal (Burgos)	Tectónico	20
IB115	Yacimiento de Megaplanolites ibericus en el Jurásico superior de Bueña (Teruel)	Paleontológico	15
20230001	Lago glaciar de Truchillas (León)	Geomorfológico	6
20933002	Barranco del Infierno o de La Saladilla (Murcia)	Geomorfológico	5
34001	Plataforma de abrasión de Covachos - Arnía – Pedruquios (Cantabria)	Geomorfológico	5
846001	Yacimiento paleontológico del Neocomiense, en la Sierra de Fontanella (Alicante)	Paleontológico	5
893001	Arrecife de Santa Pola (Alicante)	Paleontológico	5
956001	Manga del Mar Menor (Murcia)	Geomorfológico	5
AND397	La Peña de Martos (Jaén)	Sedimentológico	5
CI043	Lago glaciar de Sanabria (Zamora)	Geomorfológico	5
CI108	Vertiente de bloques (canchales) de la Mujer Muerta (Segovia)	Geomorfológico	5
CI079	Salto de El Chorro (Segovia)	Geomorfológico	5
TMs085	Secuencias de "point bar" de Altarejos (Cuenca)	Sedimentológico	5

Tabla 1. Los 13 LIG más apadrinados del IELIG (Fuente: <http://info.igme.es/ielig/>).

Tal como indica la Tabla 1, en la mayor parte de los casos se trata de LIG cuyo interés principal es geomorfológico (7), reflejo de la abundancia de estos en el IELIG (el 35% del total de LIG), paleontológicos (3) y sedimentológicos (2), aunque curiosamente el LIG con mayor número de voluntarios es el diapiro de Poza de la Sal, un LIG cuyo interés principal es tectónico.

Los motivos principales para apadrinar han sido: la cercanía o proximidad del LIG a su lugar de residencia o vacaciones, el vínculo familiar con la comarca, las ganas de poner en valor los atributos y características del LIG o también, en gran medida, la necesidad de protección que requieren por presentar afecciones que empeoran su estado de conservación.

Sin embargo, es de reseñar que entre los LIG más apadrinados no se encuentran muchos de los LIG más turísticos y emblemáticos en España, como el Pico del Teide, el Valle de Ordesa o los Lagos de Covadonga, entre otros. La causa de este fenómeno puede estar en los motivos que han movido a los voluntarios a apadrinarlos, las medidas de protección vigentes sobre el LIG, así como su formación previa o profesión. Un porcentaje muy alto del perfil del voluntario son personas con formación académica o interés en Ciencias de la Tierra y que, probablemente, a la hora de hacer el apadrinamiento han tenido en cuenta el interés científico del LIG o su vulnerabilidad, por encima de la valoración estética o lúdica.

Aportaciones del programa 'Apadrina una Roca'

En estos primeros 17 meses de funcionamiento del programa se ha comprobado que la respuesta ciudadana ha sido positiva. Las principales aportaciones del mismo pueden resumirse así:

- Contribuye a mejorar la cobertura geográfica de vigilancia sobre los LIG del IELIG, permitiendo llevar a cabo un seguimiento de su estado de conservación difícil de alcanzar de otro modo, desde las administraciones públicas o la iniciativa privada.

- Promueve la participación social en la difusión y conservación del patrimonio geológico en todo el territorio nacional.
- Contribuye a la educación ambiental de los ciudadanos y su conocimiento de la Geología.
- Conecta la ciudadanía con la naturaleza, favorece la sensibilización y concienciación sobre el valor de nuestro patrimonio natural y la necesidad de conservar el patrimonio geológico como una responsabilidad que implica a todos y no sólo a las administraciones públicas.

Deficiencias detectadas

Como deficiencias, se ha visto que un 8% de los apadrinamientos no llegan a activarse. Esto puede deberse a dos motivos fundamentales: 1) que el correo de confirmación haya llegado a la bandeja de correo no deseado, o 2) que por descuido no se haya finalizado el registro. En la actualidad se trabaja para conseguir una consola más atractiva y funcional, que minimice el número de apadrinamientos no confirmados y aumente el número de informes.

AGRADECIMIENTOS

A todos los voluntarios de 'Apadrina una Roca', en especial, a los más activos. Al Comité del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad (MITECO), Banco de Datos de la Naturaleza y Grupo de Trabajo de Geodiversidad. Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto interno IGME nº 2819 "Inventarios de patrimonio geológico y minero".

REFERENCIAS

- Díez-Herrero, A.; Gutiérrez-Pérez, I. y Vegas Salamanca, J. 2012. 'Apadrina una Roca', una iniciativa de voluntariado popular para la conservación del patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 13, 388-391.
- Dioum B. 1968. *Assembly of the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)*. New Delhi.
- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. 2018. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. 65 p. <http://www.igme.es/patrimonio/descargas.htm>
- Vegas, J., Gutiérrez Pérez, I. y Díez Herrero, A. 2012. 'Apadrina una Roca', una iniciativa de voluntariado popular para la conservación del patrimonio geológico. *XI Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 2012)*, 1-16.
- Vegas, J., Cabrera, A. Prieto, A., García-Cortés, A. y Díez-Herrero, A. 2018. Apadrina una Roca. Un programa de voluntariado para la conservación del patrimonio geológico en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26 (1), 122-124.

UN PROYECTO PARA LA CREACIÓN DE UN CENTRO DE INTERPRETACIÓN PALEONTOLÓGICA Y ARQUEOLÓGICA EN TAMAJÓN (GUADALAJARA, ESPAÑA)

A PROJECT FOR THE DEVELOPMENT OF A PALAEOONTOLOGICAL AND ARCHAEOLOGICAL INTERPRETATION CENTRE AT TAMAJÓN (GUADALAJARA, SPAIN)

**F. Barroso-Barcenilla^{1,2}, J. Audije-Gil^{1,3}, M. Berrocal-Casero^{1,2}, P.M. Callapez⁴,
S. Fernández-Carenas¹, S. Ozkaya de Juanas¹, V.F. dos Santos⁵ y M. Segura¹**

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente (Grupo de Investigación IberCreta),
Universidad de Alcalá, 28805 Alcalá de Henares, España.

fbarroso@geo.ucm.es, julia.audije@uah.es, carenasfsergio@gmail.com, senay.ozkaya@edu.uah.es, manuel.segura@uah.es

² Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología (Grupo de Investigación Procesos Bióticos Mesozoicos),
Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España. melani.berrocal@ucm.es

³ Departamento de Biología (Laboratorio de Poblaciones del Pasado),
Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

⁴ Departamento de Ciências da Terra (CITEUC), Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade de Coimbra, Rua Sílvio Lima, Pólo II, 3030-790 Coimbra, Portugal. callapez@dct.uc.pt

⁵ Departamento de Geologia (Instituto Dom Luiz), Universidade de Lisboa, 1749-016
Lisboa, Portugal. vafsanatos@fc.ul.pt

RESUMEN

En los últimos años, varios hallazgos paleontológicos y arqueológicos de gran relevancia científica y educativa han enriquecido el excepcional patrimonio natural y cultural de Tamajón (Guadalajara, España). Estos descubrimientos han motivado la creación de un equipo multidisciplinar en la Universidad de Alcalá que, con la colaboración de especialistas de otras instituciones, y en coordinación con el Ayuntamiento de la localidad y la Diputación de Guadalajara, está diseñando el "Centro de Interpretación Paleontológica y Arqueológica de Tamajón" (CIPAT). En él, los estudiantes y el público en general accederán al conocimiento del pasado de la región, a través de tres áreas de exposición y didáctica. El Área Paleontológica explorará la diversidad de la vida costera y marina que habitó la región durante el Cretácico superior, destacando los cocodrilomorfos, los dinosaurios y los peces (identificados a través de sus icnitas), y los restos de plantas y de invertebrados. El Área Arqueológica mostrará el Paleolítico superior, a través de los restos y artefactos humanos (de neandertales y *sapiens*) y de la fauna que éstos conocieron durante la última glaciación. Asimismo, en el Área Didáctica se realizarán actividades educativas innovadoras, como parte de los objetivos y la función del futuro Centro de Interpretación.

Palabras clave: arqueología del Paleolítico, centro de interpretación, didáctica, paleontología del Cretácico, Tamajón.

ABSTRACT

Over the past few years, several palaeontological and archaeological findings of great scientific and educational relevance have contributed to enrich the exceptional natural heritage of Tamajón (Guadalajara, Spain). These new discoveries have motivated the creation of a multidisciplinary team at the University of Alcalá, along with the collaboration of specialists from other institutions. This team, coordinated with the local Council and the Deputation of Guadalajara, is designing the "Palaeontological and Archaeological Interpretation Centre of Tamajón" (CIPAT), where the students and the general public, through the exposition and didactic areas, can have access to the past of the region. The Palaeontological Area, will explore the diversity of the coastal and the marine life that dominated the region during the Upper Cretaceous, highlighting crocodylomorphs, dinosaurs and fishes (identified by their ichnites), and the fossil remains of plants and invertebrates. The Archaeological Area will be focused on the Upper Palaeolithic throughout the discovery of human remains (neanderthals and sapiens), their artefacts and the fauna they cohabited with during the last glaciation. Moreover, in the Didactics Area innovative educational activities will be developed as part of the objectives and purpose of the future Interpretation Centre.

Key words: *Cretaceous palaeontology, didactics, interpretation centre, palaeolithic archaeology, Tamajón.*

INTRODUCCIÓN

Con el objeto de dar a conocer de manera conjunta el elevado interés científico y didáctico de los recientes descubrimientos paleontológicos (huellas de vertebrados y fósiles de invertebrados marinos del Cretácico superior) y arqueológicos (industria lítica y fragmentos óseos del Paleolítico superior, que representan una de las ocupaciones de *Homo sapiens* más antiguas de la Meseta) que están teniendo lugar en Tamajón (Guadalajara, España), recientemente se ha creado en la Universidad de Alcalá un equipo multidisciplinar e internacional de investigadores de ésta y de otras instituciones, como las universidades Complutense de Madrid, de Coímbra y de Lisboa, y el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, que, en coordinación con el Ayuntamiento de la localidad y la Diputación de Guadalajara, está diseñando el futuro "Centro de Interpretación Paleontológica y Arqueológica de Tamajón" (CIPAT). La apertura al público de este centro pretende cubrir un aspecto patrimonial que actualmente genera un elevado interés social, y sobre el que la localidad aún no cuenta con un espacio habilitado.

EDIFICIO PROPUESTO

Localización

El denominado provisionalmente como "Edificio de Información Turística" del actual Centro Cultural de Tamajón es el propuesto por el Ayuntamiento de la localidad y la Diputación de Guadalajara como sede del futuro CIPAT (Barroso-Barcenilla *et al.*, 2018; Berrocal-Casero *et al.*, 2018a, 2018b). El edificio se encuentra situado junto a la entrada sur del núcleo urbano de Tamajón (Guadalajara, España), en un entorno atractivo, junto a campos de cereal y vegetación natural, disponiendo de buenas vistas de las montañas próximas, entre otras el Pico Ocejón (2.046 m). El "Edificio de Información Turística" resulta visible desde la carretera CM-1004, que une Tamajón con Humanes y, desde allí, a través de distintas vías de comunicación, con Guadalajara y Madrid. Al encontrarse junto a esta carretera, la accesibilidad al edificio en coche o autobús es fácil y, junto al mismo, se dispone de espacios amplios para aparcar vehículos, e instalaciones para el estacionamiento de motos y bicicletas (Figura 1A).

Estado actual

El "Edificio de Información Turística" de Tamajón es de reciente construcción, y en el revestimiento de su fachada principal se han utilizado los materiales propios de la zona, en este caso "Piedra de Tamajón", lo que hace que visualmente

quede integrado con la mayoría de las edificaciones del entorno (Figura 1A). El edificio resulta accesible para personas con movilidad reducida, y se encuentra dividido en dos zonas independientes, cada una con un acceso desde el exterior por la fachada principal, y no comunicadas internamente. La situada a la derecha, de menor tamaño y actualmente habilitada como “Punto de Información Turística - Centro de BTT”, dispone de aseos y de un espacio destinado a almacén. La situada a la izquierda, más amplia, cuenta con un soportal revestido de cinc que da acceso a la sala principal que, tras las necesarias adaptaciones técnicas, cumplirá con las condiciones imprescindibles para albergar el futuro CIPAT. La sala principal del “Edificio de Información Turística” actualmente consta en su interior de un espacio diáfano con acceso directo desde el exterior. Cuenta con iluminación natural, aunque escasa e irregular, y carece de una iluminación artificial adecuada. En los revestimientos interiores se han utilizado materiales rústicos, suelo de terrazo y madera en las carpinterías y las vigas vistas del techo, lo que le aporta calidez al ambiente. La sala dispone de un sistema de frío-calor mediante tres acondicionadores de tipo “split” de pared situados de manera que no afectan a la colocación de los elementos expositivos.

MATERIAL A EXPONER

El equipo de paleontólogos y arqueólogos responsables de la investigación científica y de la presentación expositiva de los hallazgos producidos en Tamajón coincide en que, dadas las diferencias en tipos de materiales, en edades (Cretácico superior, hace unos 95 Ma / Paleolítico superior, hace entre 30000 y 1000 años) y en metodologías de trabajo, ambas disciplinas deben quedar, aunque integradas en un mismo centro, claramente diferenciadas en distintas áreas. Por ello, se considera conveniente centrar la exposición y las actividades planteadas en torno a dos elementos llamativos y que resulten representativos de cada una de las dos especialidades, la paleontología y la arqueología. Como primera pieza destacada, representativa de los hallazgos paleontológicos, proponen un modelo a escala real, sobre superficie tematizada, de uno de los posibles cocodrilomorfos del Cretácico superior que generaron las icnitas (huellas fósiles) que ya han suscitado el interés de diversas instituciones, como la *National Geographic Society* (Segura *et al.*, 2016; Audije-Gil *et al.*, 2019). Como segunda pieza destacada, representativa de los hallazgos arqueológicos, plantean otro modelo, también a escala real, del esqueleto de un neandertal.

El material paleontológico a exponer también incluirá muestras litológicas, réplicas de huellas, fósiles originales y un diorama con la reconstrucción a escala de una costa marina del Cretácico superior. En concreto, el material tratará de ser representativo del Cenomaniense-Turonense de Tamajón, que incluye las formaciones Utrillas, Villa de Vés y Picofrentes, y la parte inferior de la Formación Ciudad Encantada. Este intervalo contiene huellas de vertebrados (cocodrilomorfos, un posible dinosaurio terópodo y peces), otros icnofósiles (principalmente *Thalassinoides*), plantas vasculares, una considerable diversidad de invertebrados, incluyendo corales, briozoos, braquiópodos, moluscos bivalvos, gasterópodos y cefalópodos, equinodermos (equinoideos) y crustáceos decápodos, y algunos restos de peces y reptiles marinos, entre otros fósiles (Barroso-Barcenilla *et al.*, 2016, 2017). Por su parte, el material arqueológico, además del modelo de esqueleto de neandertal, incorporaría otras réplicas (básicamente de cráneos de leones y de osos de las cavernas, de leopardos y de hienas del Pleistoceno), algunos restos originales de industria lítica (herramientas de sílex) y de fragmentos óseos (Sala y Pablos, 2018). La presentación expositiva de ambos conjuntos (paleontológico y arqueológico) vendría apoyada por diversa infografía asociada (como paneles, carteles y trípticos) con información sobre las piezas para que el público comprenda, aprecie y estime su relevancia científica.

Además, se pretende destinar un área específica para didáctica, aprovechando que los fósiles (originales y réplicas) y los restos arqueológicos permiten desarrollar actividades educativas, dirigidas principalmente al público de Educación Infantil y Primaria (Ozkaya de Juanas *et al.*, 2018, 2019). Por ello, no sólo se mostrarán de una forma sencilla y amena los principales resultados científicos, sino también la manera de trabajar de paleontólogos y arqueólogos, que les permite inferir cómo era el pasado. Entre las actividades didácticas, se incluirán algunas específicas sobre cómo se deduce información paleontológica a partir de icnitas (Ozkaya de Juanas y Barroso-Barcenilla, 2019), y sobre la labor de recrear el aspecto y modo de vida de los seres que dieron lugar a los fósiles de Tamajón. También se propondrán actividades relacionadas con los hallazgos arqueológicos de los últimos neandertales y los primeros *Homo sapiens*, dando a conocer su coexistencia durante la última glaciación.

PROYECTO EXPOSITIVO Y PROYECCIÓN DE FUTURO

El proyecto de intervención en el actual “Edificio de Información Turística” de Tamajón, que pretende su habilitación como futura sede del CIPAT, incluye diversas actuaciones tanto en el exterior como en el interior del mismo. Entre las actuaciones en su exterior, destacan la adecuada señalización del edificio, la puesta en valor del entorno, mediante el ajardinamiento y la integración en el mismo de la vegetación natural (arbórea) existente, y la



Figura 1. A) Vista del actual “Edificio de Información Turística” del Centro Cultural de Tamajón, tomada desde su acceso sur desde la carretera CM-1004. B) Plano para la definición de espacios del futuro “Centro de Interpretación Paleontológica y Arqueológica de Tamajón” (CIPAT), mostrando las tres áreas previstas y el recorrido del circuito expositivo (flechas). C) Reconstrucción visual 3D del Área Paleontológica del CIPAT.

instalación de sistemas de seguridad activa y pasiva. Entre las actuaciones previstas en el interior del edificio, se encuentra la división del espacio en tres áreas comunicadas entre sí y dedicadas a la Paleontología del Cretácico superior (situada a la derecha), a la Arqueología del Paleolítico superior (situada a la izquierda), y a la Didáctica de ambas disciplinas (en el centro) (Figura 1B). Esta distribución de la sala y la adecuación expositiva y didáctica de estas tres áreas precisa de la instalación de una serie de elementos mobiliarios (como vitrinas y mesas) y de una iluminación adecuada, preferentemente dirigida desde arriba y que permita observar con detalle los elementos expuestos. Entre ellos, destacarán los modelos a escala real del cocodrilomorfo del Cretácico superior sobre base tematizada, que se situará en el centro del Área Paleontológica, y del esqueleto de un neandertal, que se colocará en el centro del Área Arqueológica. El resto del material expositivo (originales y réplicas) se instalará en el interior de las vitrinas, junto a la infografía correspondiente, y los paneles A0 se situarán sobre las paredes de la sala (Figura 1C).

Este diseño plantea un recorrido antihorario que, siguiendo un discurso expositivo ameno y sencillo, comience en el Área Paleontológica (contextualmente más antigua) y continúe en el Área Arqueológica (más reciente), pudiendo complementarse mediante actividades educativas dispuestas en el Área Didáctica (Ozkaya de Juanas *et al.*, 2018). El recorrido del circuito (accesibilidad) y la instalación de sus elementos expositivos (altura visual) estarán habilitados para personas de movilidad reducida y niños. Los materiales expositivos que se están seleccionando y las actividades didácticas y divulgativas que se llevarán a cabo en el futuro CIPAT mostrarán los relevantes descubrimientos científicos que se están realizando en Tamajón, empleándolos como un valioso recurso educativo, especialmente dirigido a alumnos de colegios, pero también al público en general, que ayudará a concienciar del interés de la conservación del patrimonio paleontológico y arqueológico, y a promover el turismo cultural en la región desde una perspectiva de cooperación internacional (Callapez *et al.*, 2018).

AGRADECIMIENTOS

A los revisores, María Esther Martín-González (MCNT) y Juan Carlos Utiel-Alfaro (AIP). Al Ayuntamiento de Tamajón y la Diputación de Guadalajara. Ayudas de Iniciación en la Actividad Investigadora de la Universidad de Alcalá (UAH), Contratos de la UAH y la Universidad Complutense de Madrid, y Proyecto CGL2015-66604 del Ministerio de Economía y Competitividad (España).

REFERENCIAS

- Audije-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F., Berrocal-Casero, M., Ozkaya de Juanas, S., Santos, V.F. dos y Segura, M. 2019, *in press*. From the field to the interpretation centre: The Upper Cretaceous Tamajón tracksite (Guadalajara, Spain). *Abstract Book of the 4 International Meeting of Early-stage Researchers in Palaeontology*.
- Barroso-Barcenilla, F. y Berrocal-Casero, M. 2018. Los fósiles del Cretácico. *Ayuntamiento de Tamajón, Revista Informativa del Umbral del Ocejón*, 9, 20-21.
- Barroso-Barcenilla, F., Berrocal-Casero, M., Callapez, P.M., Carenas, B., García Joral, F., García-Hidalgo, J.F., Gil-Gil, J., Goy, A., Santos, V.F., Segura, M. y Sevilla, P. 2016. La sección Cenomaniense-Turonense de Tamajón (Guadalajara, España): Contexto geológico y contenido paleontológico. *Cuadernos del Museo Geominero*, 20, 39-45.
- Barroso-Barcenilla, F., Audije-Gil, J., Berrocal-Casero, M., Callapez, P.M., Carenas, B., Comas-Rengifo, M.J., García Joral, F., García-Hidalgo, J.F., Gil-Gil, J., Goy, A., Ozkaya de Juanas, S., Rodríguez García, S., Santos, V.F. dos; Segura, M. y Sevilla, P. 2017. El Cenomaniense-Turonense de Tamajón (Guadalajara, España): Contexto geológico, contenido fósil e interpretación paleoambiental. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Geológica*, 111, 67-84.
- Berrocal-Casero, M., Audije-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F., Castanera, D., Ozkaya de Juanas, S., Segura, M. y Santos, V.F. dos. 2018a. Proyecto de intervención, musealización y empleo didáctico del yacimiento de icnitas de vertebrados del Cretácico Superior de Tamajón (Guadalajara, España). *Cuadernos del Museo Geominero*, 27, 27-28.

- Berrocal-Casero, M., Barroso-Barcenilla, F. y Ozkaya de Juanas, S. 2018b. Pasado, presente y futuro de las huellas fósiles de Tamajón. *Ayuntamiento de Tamajón, Revista Informativa del Umbral del Ocejón*, 10, 22-23.
- Callapez, P.M., Audije-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F., Berrocal-Casero, M., Brandao, J.M., Faustino, P., Ozkaya de Juanas, S., Pimentel, R., Rodríguez, E., Santos, V.F. dos y Segura, M. 2018. Exploring fieldwork education through a context of Iberian cooperation: activities with sedimentary rocks and fossils in the Cenomanian of Figueira da Foz (Portugal) and Tamajón (Spain). *Libro de Resúmenes del XX Simposio sobre la Enseñanza de la Geología, Menorca*, 253-262.
- Ozkaya de Juanas, S. y Barroso-Barcenilla, F. 2019, *in press*. Paleontología y su didáctica: diseño y aplicación de actividades basadas en yacimientos cretácicos y sus fósiles para alumnos de Educación Primaria. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Aula, Museos y Colecciones*.
- Ozkaya de Juanas, S., Audije-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F., Berrocal-Casero, M., Callapez, P.M. y Segura, M. 2018. Paleosentidos: descubriendo el Cretácico Superior de Tamajón (Guadalajara, España). *Libro de Resúmenes del XX Simposio sobre la Enseñanza de la Geología, Menorca*, 135-142.
- Ozkaya de Juanas, S., Audije-Gil, J., Barroso-Barcenilla, F., Berrocal-Casero, M. y Segura, M. 2019, *in press*. Extraordinary palaeontological sites at reach: Musealization project of the Upper Cretaceous sites of Tamajón (Guadalajara, Spain). *Abstract Book of the 4 International Meeting of Early-stage Researchers in Palaeontology*.
- Sala, N. y Pablos, A. 2018. Tamajón: Una ventana al Paleolítico. *Ayuntamiento de Tamajón, Revista Informativa del Umbral del Ocejón*, 9, 18-19.
- Segura, M., Barroso-Barcenilla, F., Berrocal-Casero, M., Castanera, D., García-Hidalgo, J.F. y Santos, V.F. 2016. A new Cenomanian vertebrate tracksite at Tamajón (Guadalajara, Spain): Palaeoichnology and palaeoenvironmental implications. *Cretaceous Research*, 57, 508-518.

VULCANALIA: EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LOS VOLCANES SE VA AL CINE)

VULCANALIA: VOLCANIC GEOHERITAGE GOES OUT TO THE CINEMA

J.J. Coello-Bravo^{1,2}, J. Coello-Bravo², D. Baute³, C. Romero^{4,1}, A. Márquez^{5,1},
E. Martín-González², R. Herrera^{5,1}, I. Galindo⁶ y N. Sánchez⁶

¹ Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello. c/ San Juan, 9, 38400 Puerto de la Cruz,
S/C de Tenerife. direccion@fundaciontelesforobravo.com

² Museo de Ciencias Naturales. c/ Fuente Morales, 1, 38003 S/C de Tenerife.
jcoello@museosdetenerife.org mmartin@museostenerife.org

³ Festival Internacional de Cine Medioambiental de Canarias. 38450 Garachico, S/C de Tenerife. direccion@ficmec.es

⁴ Departamento de Geografía, Universidad de La Laguna. c/ Profesor José Luis Moreno Becerra, s/n, San Cristóbal de La Laguna
38200 S/C de Tenerife. mcromeroruiz@gmail.es

⁵ Área de Geología, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos. C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid.
alvaro.marquez@urjc.es raquel.herrera@urjc.es

⁶ Unidad de Las Palmas de Gran Canaria, Instituto Geológico y Minero de España. c/ Alonso Alvarado, 43, 2ºA, 35003
Las Palmas de Gran Canaria. i.galindo@igme.es, n.sanchez@igme.es

RESUMEN

La divulgación del patrimonio geológico es una de las herramientas fundamentales de la geoconservación, y a la vez un útil instrumento de comunicación pública de las ciencias de la Tierra. Para ampliar su alcance y efectividad, pueden insertarse actividades divulgativas con contenidos adecuados en festivales y eventos culturales. El éxito de estas actividades depende en gran medida de la falta de ceremonia del contexto y del trato directo de la audiencia con los científicos. Estos principios inspiran VULCANALIA, unas jornadas de dos días de duración dedicadas a los volcanes y al patrimonio geológico que éstos albergan. VULCANALIA es una de las actividades paralelas del Festival Internacional de Cine Medioambiental de Canarias (FICMEC) que se celebra anualmente en Garachico, Tenerife. Está coordinada por la Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello y en ella trabajan principalmente voluntarios. Consiste en sesiones vespertinas en las que se proyectan gratuitamente películas y documentales, combinadas con diálogos con volcanólogos. Por las mañanas se desarrollan excursiones, talleres, conferencias y debates, actividades abiertas también al público en general pero especialmente dedicadas a estudiantes.

Palabras clave: divulgación, Garachico, Islas Canarias, patrimonio geológico, volcanes.

ABSTRACT

Divulgence of geological heritage is one of the fundamental tools of geoconservation, and at the same time a useful instrument for the public dissemination of Earth sciences. To expand its scope and effectiveness, divulgative activities with appropriate contents can be inserted in festivals and other cultural events. The success of these activities depends largely on the lack of ceremony of the context and the direct involvement of scientists. These principles inspire VULCANALIA, a two-day event dedicated to volcanoes and the geoheritage they host. VULCANALIA is one of the parallel activities of the

International Environmental Film Festival of the Canary Islands (FICMEC), which is annually held in Garachico, Tenerife. It is coordinated by the Telesforo Bravo-Juan Coello Foundation and staff is made up mainly of volunteers. It consists of open film-screening sessions, combined with dialogues with volcanologists. Fieldtrips, workshops, lectures and debates are also held in the mornings, open to the general public too but especially dedicated to students.

Key words: *Canary Islands, divulgation, Garachico, geoheritage, volcanoes.*

INTRODUCCIÓN

La divulgación del patrimonio geológico, entendida en su sentido más amplio, es una tarea fundamental para la geoconservación y al mismo tiempo una potente herramienta para la enseñanza y comunicación científica de la geología. Una cuestión fundamental para mejorar la efectividad de la divulgación es la ampliación del número de personas a las que logra acceder. Se aplican muchas estrategias distintas para intentar maximizar estas audiencias (Carcavilla *et al.*, 2010), y muchas otras resultan posibles, quizá tantas como situaciones y contextos particulares puedan plantearse. En este trabajo se expone una actividad en que se emplean dos aproximaciones complementarias. La primera de ellas consiste en identificar colectivos con gustos y motivaciones más generales, como los temas ambientales y conservacionistas, que pueden incluir el patrimonio geológico como uno de sus muchos aspectos. La segunda es la de hacer también accesibles estos contenidos a públicos amplios y en principio no interesados que acuden a actos inusuales para la actividad científica, como festivales, ferias y certámenes culturales: en este caso, un festival de cine.

La inserción de contenidos científicos en actos culturales puede hacerse de muchas formas. La más simple y adoptada aquí es la elaboración de actividades de divulgación científica en las que se destacan las relaciones que el sujeto de estudio científico tiene con la sociedad, la historia, la cultura, el arte... En este sentido, el patrimonio geológico es un tópico especialmente apropiado debido a las numerosas conexiones que mantiene con el resto de los elementos del patrimonio natural y cultural (Reynard y Giusti, 2018). Además, muchas personas manifiestan interés por la geología desde un punto de partida con amplio contenido cultural, como la comprensión de la historia del entorno o la interpretación de los paisajes (Pralong, 2009).

Por otro lado, se ha apuntado que el arte y otras manifestaciones culturales pueden jugar un papel mediador en la comunicación entre la ciencia y la sociedad, debido a que involucran al público de forma inmediata apelando a sus emociones, y promueven los procesos de participación y diálogo (Drioli, 2006). A pesar de ello, la efectividad de este tipo de actividades mixtas para ampliar el interés hacia temas científicos depende de factores muy complejos, por lo que resulta muy difícil de medir. En todo caso, varios estudios sugieren que, tal como sucede en las ferias y festivales de ciencia y tecnología, elementos clave para el éxito de estas iniciativas son la informalidad del contexto, la interacción directa del público con los científicos y la oportunidad de que los participantes vuelvan a encontrarse con conceptos de la ciencia fuera de la educación formal (Bultitude y Sardo, 2012).

EL FESTIVAL DE CINE FICMEC Y GARACHICO

El Festival Internacional de Cine Medioambiental de Canarias (FICMEC; <http://ficmec.es>) es la continuación del desaparecido Festival de Cine Ecológico del Puerto de la Cruz, Tenerife, el más antiguo dedicado en España a temas de ecología, medio ambiente y sostenibilidad, cuya primera edición se celebró en 1982. Además de las secciones oficiales dedicadas a películas documentales y de ficción, el festival engloba una gran cantidad de actividades complementarias, que incluyen talleres, charlas, conferencias, cursos, exposiciones, ferias y conciertos para personas de todas las edades.

Desde 2013, FICMEC se celebra anualmente, entre finales de mayo y principios de junio, en la ciudad de Garachico, una población costera de casi 5000 habitantes situada en la costa norte de la isla de Tenerife, muy popular entre los residentes en la isla y los turistas por su belleza y la de su entorno. Garachico se localiza sobre un

delta litoral de lava edificado al pie de un paleoacantilado marino de unos 500 m de altura. El delta está formado por varias coladas de composición basáltica-basanítica, emitidas en varias erupciones de edad Pleistoceno superior-Holoceno localizadas en la Dorsal Volcánica NO de Tenerife. Estas lavas alcanzaron el borde superior del escarpe costero y se precipitaron hacia el mar canalizadas en barrancos de pendiente muy pronunciada. Las últimas se emplazaron en AD 1706 y provocaron la evacuación total de la ciudad y su destrucción parcial. De acuerdo con los estudios de riesgo volcánico, existe una probabilidad significativa de que estos sucesos puedan repetirse en el futuro (Romero y Beltrán, 2015).

El patrimonio geológico de los elementos de la erupción de 1706 no se ha valorado formalmente y a día de hoy ninguno está inventariado. A pesar de ello, su interés volcanológico, considerado a escala insular, se estima en primera aproximación como alto. En primer lugar, se trata de una erupción que puede considerarse representativa de las sucedidas en fecha histórica en Tenerife en lo que se refiere a su geología. Por otra parte, es única entre ellas por su alto impacto en la población, con notable destrucción de viviendas y, sobre todo, infraestructuras. Prueba de tal impacto es la fiesta lustral de los Fuegos del Risco, que conmemora el renacer de la ciudad tras la erupción. Además, muchos de los parámetros o indicadores comúnmente usados en los sistemas de valoración del patrimonio geológico (grado de conocimiento, utilidad como modelo para ilustrar procesos, asociación con otros elementos patrimoniales o del medio natural, estado de conservación, condiciones de observación...) adquieren en este caso puntuaciones muy destacadas. También debe tenerse en cuenta que el cono de cinder, denominado Volcán de Trevejos o Montaña de Arenas Negras, y la mayor parte de la extensión cubierta por las lavas de la erupción se hallan incluidos en dos espacios naturales protegidos, la Reserva Natural Especial del Chinyero y el Paisaje Protegido de los Acanilados de la Culata. En lo que se refiere al delta lávico costero, sus rasgos se hallan parcialmente modificados y enmascarados por el asentamiento urbano, pero aun así son perfectamente reconocibles y permiten explicar cuestiones como los riesgos asociados al emplazamiento de coladas de lava y la adaptación de los trazados urbanos a las morfologías volcánicas.

VULCANALIA

Debido a la importancia fundamental que los procesos volcánicos han tenido y tienen en la historia de la ciudad y del lugar que se ubica, por parte de la dirección de FICMEC se planteó la oportunidad de una actividad complementaria o paralela al festival dedicada a dichos procesos. Así surgió VULCANALIA, unas jornadas de volcanología que reciben su nombre de la festividad de la antigua Roma dedicada al dios Vulcano. VULCANALIA se celebra desde 2016, durante los dos primeros días del festival de cine, y la dirección del mismo aporta todos los medios materiales y el personal de apoyo necesario para su desarrollo. Está coordinada por la Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello (<http://fundaciontelesforobravo.com/>), una entidad de carácter científico-cultural sin ánimo de lucro y de interés público, dedicada a preservar el legado de estos dos geólogos canarios. La fundación aporta, además de un coordinador general, varios colaboradores científicos que son miembros de la entidad, encargados de preparar y conducir las diversas actividades programadas durante el evento; también recaba el concurso de asesores científicos externos que realizan tareas similares a los anteriores.

VULCANALIA está dedicada a los fenómenos volcánicos, examinados desde múltiples perspectivas. El punto de vista de partida es el científico —volcanológico—, pero en ellas tienen cabida otros aspectos como los ambientales, sociales, históricos, políticos, culturales y artísticos, a los que se da gran importancia, por lo que se tratan con amplitud. El motivo es que VULCANALIA no está diseñada como un curso abierto de volcanología, sino como un evento que invita a reflexionar sobre las múltiples interacciones y relaciones que se establecen, en una muy difícil pero siempre rica convivencia, entre los volcanes por un lado y las personas, sociedades, organismos y comunidades biológicas que en ellos habitan por otro.

El evento consiste en sesiones vespertinas de cine, gratuitas y abiertas al público. En las tres ediciones celebradas hasta la fecha (2016-2018), se han programado dos películas de ficción y ocho documentales de ocho países diferentes, que retratan erupciones y volcanes de todo el mundo. Estas obras (Tabla 1) se proyectan normalmente fuera de la sección oficial del festival y por tanto fuera de concurso, a no ser que sus autores o propietarios decidan lo contrario. Debe tenerse en cuenta que, por motivos relacionados con la propia industria del cine, la programación de películas de VULCANALIA no suele quedar cerrada hasta varias semanas antes del evento.

EDICIÓN	GÉNERO	TÍTULO	DIRECTOR	AÑO	PAÍS	VOLCÁN (ERUPCIÓN)
2016	Ficción	Ixcanul ¹	J Bustamante	2015	Guatemala	Santiaguito
	Ficción	Volcano	R Runarsson	2011	Islandia	Heimaey-Eldfell (1973)
	Documental	Refugiados en su tierra	F Molina/N Bietti	2015	Argentina	Chaitén (2008)
	Documental	Vecinos del volcán	I Tziboulka	2013	Chile	Chaitén (2008)
2017	Documental	El valle sin sombra	R Mendoza	2015	Colombia	Nevado del Ruiz (1985)
	Documental	Fogo na boca	F Chouraqui	2015	Francia	Fogo, Cabo Verde (2014-15)
	Documental	Into the inferno	W Herzog	2016	Reino Unido	Erebus, Merapi, Ambrym, Paektu
	Documental	Montañas ardientes	S Delgado/H Girón	2016	España	Timanfaya (1730-36)
2018	Documental	Los hijos de Urcunina	J Amín	2014	Colombia	Galeras
	Documental	Los hijos de Cumandai	J Amín	2014	Colombia	Nevado del Ruiz
2019 ²	Documental	Volcanoes-fires of Creation	M Dalton-Smith	2018	Canadá	Kilauea (2018), Etna, Ijen, Nyragongo, Oldoinyo Lengai, Lopevi, otros

¹ Sección oficial: Obtuvo la mención especial para largometraje de ficción. ² Las obras a proyectar están pendientes de confirmación.

Tabla 1. Películas proyectadas en VULCANALIA.

La proyección de estas películas se combina con diálogos entre los espectadores y los volcanólogos invitados cada año por la organización, presentados y moderados por los asesores de VULCANALIA. Los volcanólogos invitados han sido los siguientes: 2016: Alfredo Hernández Pacheco y Eumenio Ancochea (España); 2017: Florianne Chouraqui (Francia), Samara Dionis (España/Cabo Verde) y Clive Oppenheimer (Reino Unido); 2018: Thomas Casadevall (EEUU) y Juana Vegas (España). En 2019 está prevista la asistencia de Marta Lucía Calvache (Colombia) y el escultor Pedro Zamorano (España). Los invitados también participan en las actividades matutinas que preparan los asesores de la fundación y los asesores externos. Estas actividades consisten en salidas de campo, debates, conferencias y talleres, todas ellas abiertas también al público en general, pero dedicadas especialmente a estudiantes de diversos grados y titulaciones.

La participación de los estudiantes es una actividad académica y por tanto evaluable. La concurrencia de estudiantes y público en general en las actividades confiere a VULCANALIA un carácter de actividad educativa mixta, tanto formal como no formal e informal, y a juicio de los autores es uno de los puntos fuertes del evento. Tanto los diálogos de las sesiones de cine como el resto de las actividades se desarrollan en un ambiente distendido y lúdico, y se anima a los invitados a que compartan con los asistentes experiencias y vivencias personales relacionadas con su trabajo en los volcanes.

El éxito de audiencia ha sido notable para un evento de estas características. En lo que se refiere al público en general, unas 2000 personas han participado en las diversas actividades de las tres primeras ediciones. Además, a ellas han asistido unos 300 estudiantes de ocho centros de enseñanza secundaria de Tenerife, Gran Canaria, Lanzarote y El Hierro, gracias a la financiación aportada por el Gobierno de Canarias. La mayor parte de ellos cursan estudios de formación profesional, en especial de las ramas profesionales Agraria y de Seguridad y Medio Ambiente. En 2019 asistirán por primera vez estudiantes de la isla de La Palma.

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LOS VOLCANES EN VULCANALIA

El patrimonio geológico ha sido desde el principio un tema fundamental en los contenidos de VULCANALIA. Así, aunque existe poco material filmado dedicado específicamente al patrimonio geológico de carácter volcánico como tal, todas las obras proyectadas hasta la fecha tratan cuestiones más o menos relacionadas con él, como el arraigo y sentido de pertenencia de las personas y los pueblos que viven en volcanes a sus lugares de origen, el significado histórico, cultural, político o religioso de los volcanes, los riesgos y oportunidades que ofrecen, etc. Además, muchas de ellas retratan volcanes con valor patrimonial y declarados áreas protegidas en alguna de sus múltiples categorías, de los cuales algunos constituyen destinos turísticos bastante frecuentados (Erfurt-Cooper y Cooper, 2010).

Entre los contenidos más específicos tratados en las películas programadas pueden citarse, entre otros, la destrucción del entonces recién estrenado Centro de Interpretación de la Oficina Central del Parque Natural de Fogo por la erupción del volcán de Fogo, Cabo Verde, en diciembre de 2014, o los testimonios de algunos de los supervivientes de la erupción del Nevado del Ruiz (Colombia, 1985) sobre el actual proyecto de creación de un geoparque que incluye como lugar de interés las ruinas de la ciudad de Armero, donde murieron más de 20000 personas (Cortés *et al.*, 2018). En el resto de actividades de VULCANALIA, los contenidos sobre patrimonio geológico, tanto generales como más específicos, han sido numerosos y variados; entre otros, se han tratado aspectos como el concepto y la gestión del patrimonio geológico en España y EEUU, el geoturismo en Cabo Verde o una iniciativa ciudadana para la creación de un geoparque en Madrid. Mención especial merecen las actividades dedicadas al patrimonio geológico de los volcanes canarios, entre otros el volcán Teneguía en La Palma, y el Teide, Chinyero y Volcán de Trevejos en Tenerife. Estos dos últimos han sido objeto de varias visitas guiadas en las que los participantes han podido conocer sus elementos patrimoniales y disfrutar de ellos.

Dado el éxito del evento en términos de asistencia de público y continuidad en el tiempo, este año se ha preparado una encuesta de evaluación para los participantes, que incluye algunas cuestiones relativas al patrimonio geológico de los volcanes. Los resultados de esta encuesta se expondrán en próximos trabajos.

AGRADECIMIENTOS

VULCANALIA se financia mediante una subvención que otorga anualmente el Gobierno de Canarias a través de la Dirección General de Formación Profesional.

REFERENCIAS

- Bultitude, K. y Sardo, A.M. 2012. Leisure and pleasure: science events in unusual locations. *International Journal of Science Education*, 34 (18), 2775-2795
- Carcavilla, L., del Puy Berrio, M., Belmonte, A., Durán, J.J. y López-Martínez, J. 2010. La divulgación de la Geología al gran público: principios y técnicas para el diseño de material escrito. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Geológica*, 104, 93-110.
- Cortés, G.P., Rodríguez, E.A., Arbeláez, L.P., González, O., Calvache, M.L. y López-Vélez, C.M. 2018. Ruiz Volcanic Geopark project, a strategy of social appropriation of geoscientific knowledge and volcanic risk management. En: Corsaro, R.A., Di Giuseppe, M.G., Isaia, R., Mormone, A. y Nave, R. (Eds.), *International Meeting Cities On Volcanoes 10, Napoli. Abstract Volume. Miscellanea INGV*, 43, 1133.
- Drioli, A. 2006. Contemporary aesthetic forms and scientific museology. *Journal of Science Communication*, 5 (1), <https://doi.org/10.22323/2.05010202>
- Erfurt-Cooper, P. y Cooper, M. (Eds.) 2010. *Volcano and geothermal tourism. Sustainable geo-resources for leisure and recreation*. Earthscan, London, 378 pp.
- Pralong, J.P. 2009. Target groups and geodidactic tools: the need to adapt tourist offer and demand. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 87, 145-152.

- Reynard, E. y Giusti, C. 2018. The landscape and the cultural value of geoheritage. En: Reynard, E. y Brilha, J. (eds.), *Geoheritage. Assessment, protection and management*. Elsevier, Amsterdam, 147-166.
- Romero, C. y Beltrán, E. 2015. El impacto de las coladas de 1706 en la ciudad de Garachico. (Tenerife, Islas Canarias, España). *Investigaciones Geográficas*, 63, 99-115.

LAS GUÍAS GEOLÓGICAS DE LOS PARQUES NACIONALES DE CANARIAS, UN EJEMPLO DE DIVULGACIÓN GEOLÓGICA PARA FOMENTAR EL GEOTURISMO

THE GEOLOGICAL GUIDES OF THE NATIONAL PARKS OF THE CANARY ISLANDS: EXAMPLE OF DISSEMINATION OF GEOLOGY TO PROMOTE GEOTOURISM

Roberto Rodríguez Fernández

Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas 23, 28003 Madrid. lr.rodriguez@igme.es

RESUMEN

Los parques nacionales de Canarias contienen un muestrario completo y representativo de la variedad de ambientes volcánicos que conforman el archipiélago, y por tanto, de su geodiversidad. Hasta tiempos recientes han sido muy escasas las actuaciones para la divulgación de sus valores geológicos. Esta situación cambia en año 2006 con la publicación de la Guía Geológica del Parque Nacional del Teide, aprovechando el foco de atracción que representa para los casi cuatro millones de personas que visitan este espacio natural cada año. En años sucesivos se han editado las guías geológicas correspondientes a los parques nacionales de la Caldera de Taburiente, Timanfaya y Garajonay e isla de la Gomera. En estas guías se considera a los parques nacionales como un "laboratorio geológico al aire libre" en los que es posible visualizar tanto los procesos geológicos activos como aquellos que sucedieron en el pasado y han dejado su impronta y su registro. Con el fin de difundir mejor las guías geológicas, se ha construido un sitio web en el que se pueden visualizar sus contenidos, que ha tenido una extraordinaria acogida con más de 250000 visitas por año.

Palabras clave: Canarias, divulgación científica, guías geológicas, parques nacionales.

ABSTRACT

The national parks of the Canary Islands contain a sample complete and representative of the variety of volcanic environments that make up the archipelago, so they are an excellent showcase of geodiversity of the Canary Islands. During the greater part of the history of the national parks actions for knowledge and disclosure of its geological values have been very scarce. This situation changes from the year 2006 when the Geological Guide of the Teide National Park was published, taking advantage of the focus of attraction that represents for the nearly four million people who visit this natural space protected each year. In the following years have been edited geological guides of the national parks of the Caldera de Taburiente, Timanfaya and Garajonay and island of la Gomera. In these guides national parks are considered as "natural geological laboratories" where it is possible to display both active geological processes such as those that happened in the past and have left their mark and their record. In order to better disseminate the geological guides, a web site has been built, to display the contents of the guides. This web site has an extraordinary reception with more than 250000 visits per year.

Key words: Canary Islands, dissemination of Geology, geological guides, national parks.

INTRODUCCIÓN

Durante la mayor parte de los cien años de historia de los parques nacionales han sido muy escasas las actuaciones para el conocimiento y divulgación de sus valores geológicos. Esta situación cambia a partir del año 2006 cuando se inicia la edición de una colección de Guías Geológicas de Parques Nacionales (Rodríguez Fernández, 2004, 2011) con el fin de dar a conocer el rico y variado patrimonio geológico de la Red de Parques Nacionales y fomentar el interés por la Geología como ciencia, aprovechando el foco de atracción que representan estos espacios naturales protegidos para los millones de personas que los visitan cada año. En estas guías geológicas se considera que los parques nacionales son un "laboratorio geológico natural" en los que es posible visualizar tanto los procesos geológicos activos como aquellos que sucedieron en el pasado y han dejado su impronta y su registro (Rodríguez Fernández y Díaz Martínez, 2012), también se hace énfasis en que este patrimonio está "protegido para todos", mediante la figura de parque nacional. Con esta iniciativa se pretende convertir a simples turistas amantes de la naturaleza en geoturistas, de forma que después de la visita a cada parque valoren y entiendan la importancia de los procesos geológicos en la vida cotidiana y aprendan a observar al Planeta Tierra como un planeta vivo y en constante cambio. Con el fin de dar una mayor visibilidad y difundir mejor las guías geológicas, se ha construido un sitio web: <http://www.igme.es/LibrosE/GuiasGeo/libros.htm>, en el que se pueden visualizar sus contenidos en formato de libro electrónico. Esta web ha tenido una extraordinaria acogida con una media de 250.000 visitas al año, de las cuales un 30% son visitas de fuera de España (Rodríguez Fernández y González Menéndez, 2015).

LOS PARQUES NACIONALES DE CANARIAS: UN MUESTRARIO DE GEODIVERSIDAD EN AMBIENTES VOLCÁNICOS

Los parques nacionales de Canarias contienen un muestrario completo y representativo de la variedad de ambientes volcánicos que conforman el archipiélago, o lo que es lo mismo, de su geodiversidad. El archipiélago de las Islas Canarias es un excelente ejemplo de islas desarrolladas por los procesos de exhumación de magmas procedentes de la fusión de una corteza oceánica. En los cuatro parques nacionales canarios se pueden observar desde las rocas originadas en los estadios iniciales de crecimiento submarino de una isla oceánica, representados por las lavas "almohadilladas" y gabros que afloran en el fondo de la Caldera de Taburiente, en la isla de la Palma, hasta las coladas producidas en erupciones históricas como las del Parque Nacional de Timanfaya, en Lanzarote. La construcción de islas oceánicas, en su fase subaérea, está representado por el desarrollo de grandes edificios de estratovolcanes, como los de las Cañadas en Tenerife o Taburiente en la Palma; pero también es posible observar en estos parques nacionales el colapso y posterior deslizamiento de parte de estos edificios volcánicos; las Cañadas del Teide y la Caldera de Taburiente representan ejemplos muy de este tipo de fenómenos. El Teide, techo de España, en el parque homónimo, es un buen ejemplo de volcán reciente desarrollado con posterioridad al colapso y parcial destrucción del edificio Cañadas hace unos 170.000 años. En la isla de la Gomera, se pueden observar los relieves singulares de sus "roques", formados por la resistencia a la erosión de los cuerpos intrusivos verticales que perforan las coladas basálticas subhorizontales y los profundos barrancos excavados en las mismas, que permiten observar espectaculares discordancias entre distintas unidades volcánicas.

ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DE LAS GUÍAS GEOLÓGICAS DE LOS PARQUES NACIONALES DE CANARIAS

Cada guía geológica tiene cuatro partes. En la primera se exponen, los conceptos básicos de la vulcanología, en forma de contestación a preguntas tales como: ¿qué es un volcán?, ¿cómo se produce una erupción?, ¿dónde surgen los volcanes?, ¿qué es el magma? o ¿qué expulsan los volcanes? Se explican, asimismo, las diferentes partes de un volcán, los distintos tipos de piroclastos que expulsa, lo que son las fumarolas o los distintos tipos de erupciones. En el segundo capítulo se explica el marco vulcanológico en el que surgió cada isla y la geología general de la misma. Por ejemplo, en la isla de Tenerife (Rodríguez Fernández *et al.*, 2008), se describe de manera cronológica: la fase en

escudo (Anaga, Teno y Roque del Conde), la irrupción de los Edificios Cañadas y el Edificio Dorsal, y todo el vulcanismo post-cañadas, incluido el histórico. En la isla de la Palma, se explican las distintas fases de crecimiento y destrucción de la isla, prestando una especial atención a la fase de crecimiento submarina, ya que en el fondo de la Caldera de Taburiente se pueden observar basaltos oceánicos y lavas submarinas (Rodríguez Fernández *et al.*, 2013). También se explican los fenómenos de destrucción de la isla volcánica, cuyo principal testigo es la cicatriz del enorme deslizamiento ocurrido hace 560.000 años que destruyó parcialmente el edificio volcánico inicial y originó la superficie inclinada de los Llanos de Aridane, así como la explicación de la morfología de la Caldera de Taburiente como fruto de la acción erosiva. El capítulo tercero se adentra ya en la geología específica de cada parque nacional, explicando la distribución de las principales formaciones y unidades volcánicas que lo constituyen y, describiendo los diferentes ciclos volcánicos que se pueden observar en cada uno. Así en el Parque Nacional del Teide, se hace una descripción cronológica, de todas las grandes formaciones volcánicas constitutivas de sus relieves más importantes: la pared de Las Cañadas, la generación de la caldera polilobulada de Las Cañadas, el vulcanismo post-caldera del Complejo Teide-Pico Viejo; los edificios sálicos post-complejo (Montaña Blanca, Montaña Rajada, etc.) y, por último, las erupciones históricas documentadas que se han registrado dentro del Parque: la erupción de Siete Fuentes (1704-1705) y la del volcán Chahorra o Narices del Teide (1798).

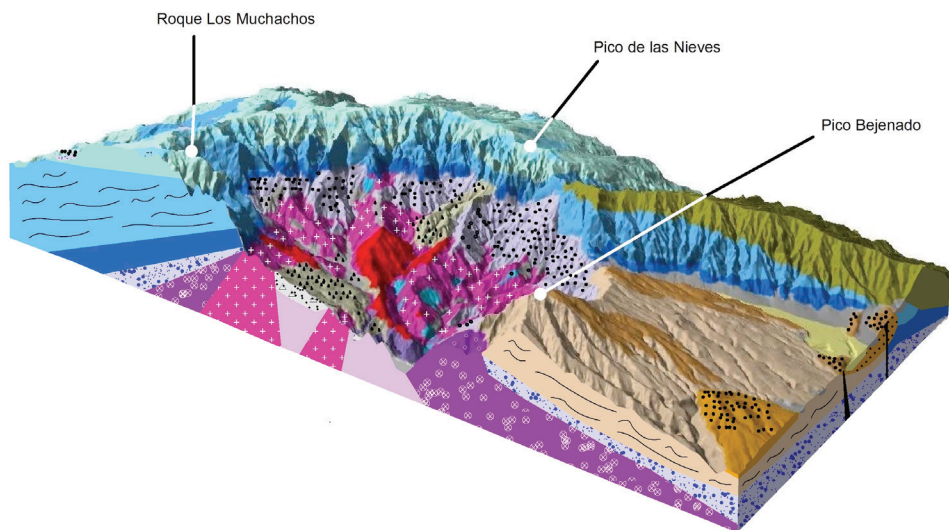


Figura 1. Bloque diagrama tridimensional con el mapa geológico del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, incluido en la guía geológica del parque.

En el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente se destaca el hecho de que en el fondo de la misma es posible observar espectaculares lavas submarinas "almohadilladas", gabros de la cámara magmática y enjambres de diques, que ponen en evidencia los procesos de construcción de esta isla oceánica. Asimismo, se explica que la Caldera de Taburiente, a pesar de su aspecto morfológico de "caldera", es en realidad una gran depresión circular de 8 km de diámetro y 2.000 m de desnivel, donde sucesivas erupciones volcánicas, grandes deslizamientos y la acción erosiva del agua han modelado su imponente morfología actual. Para ilustrar mejor las descripciones se ha elaborado un bloque diagrama tridimensional a partir del MDT sobre el que va representado el mapa geológico del parque (Figura

1). El Parque Nacional de Timanfaya destaca por ser el paraíso del vulcanismo de tipo estromboliano y porque el parque preserva el "malpaís" creado por la mayor erupción volcánica de Canarias en época histórica (1730-36). En este capítulo se incluye, en los parques nacionales del Teide y de la Caldera de Taburiente, epígrafes dedicados a la geomorfología titulados "las formas de un relieve espectacular" o "protagonistas del paisaje, los relieves volcánicos", que se complementan con sendos mapas geomorfológicos.

En el capítulo IV de cada guía se describen los itinerarios o georutas que tienen una expresión esquemática en el mapa geológico general y una expresión detallada en un mapa de situación específico (Figura 2).

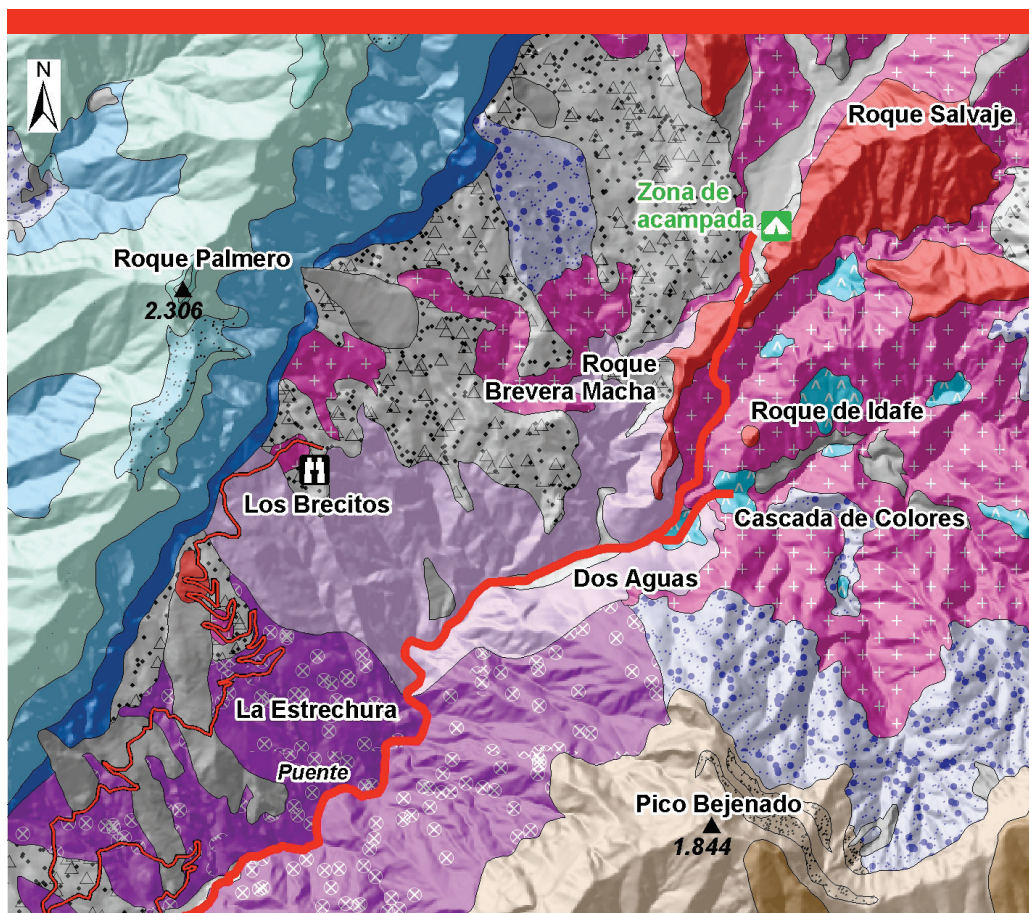


Figura 2. Ejemplo de mapa geológico que acompaña a un itinerario en la Guía Geológica de la Caldera de Taburiente.

Los itinerarios señalados forman parte, total o parcialmente, del mapa de senderos oficiales que tiene cada parque nacional y en ellos se pueden ver todos los elementos y paisajes volcánicos fundamentales que están representados en cada parque. Los itinerarios geológicos de las cuatro guías geológicas publicadas de la Red de Parques Nacionales de Canarias constituyen el mayor compendio de geo-rutas en Canarias realizadas de una forma organizada y homogénea y constituyen una excelente "escuela geológica" al aire libre. En cada itinerario se precisa su interés, longitud, dificultad y tiempo de recorrido, con su expresión detallada en un mapa geológico de situación. Tras esta introducción se describen las diferentes paradas, etiquetadas según su temática de interés y grado de dificultad del concepto expuesto. Existen dos tipos

básicos de geo-rutas: las que se realizan en vehículo por itinerarios dentro del parque o en su entorno más inmediato, que permiten visualizar los aspectos más esenciales del vulcanismo, y las que se han de recorrer a pie, algunas de las cuales son recorridos de alta montaña con cierta dificultad. También hay un itinerario en barco en la isla de la Gomera.

La edición impresa, a todo color, tiene el formato estándar de una guía turística (12 x 23 cm, figura 3), y contiene una gran cantidad de ilustraciones. Las guías incorporan uno o dos mapas a todo color, editados en una sola hoja independiente y/o en las guardas: un mapa geológico, representado sobre un modelo digital del terreno y, en el reverso, un mapa geomorfológico sobre la misma base. En la guía geológica del Parque Nacional de Garajonay e isla de la Gomera se incluye también un mapa geológico de toda la isla.

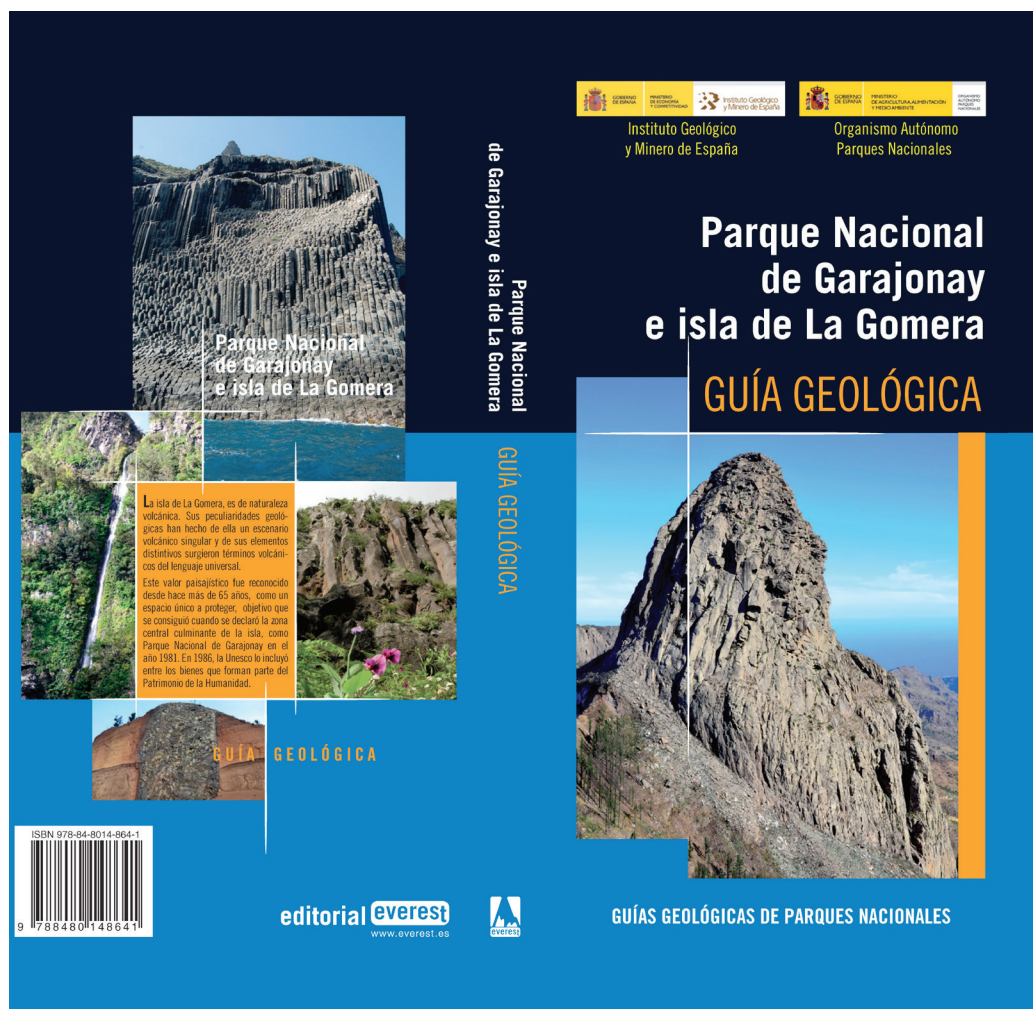


Figura 3. Portada de la Guía Geológica del Parque Nacional de Garajonay e isla de la Gomera.

CONCLUSIONES

Los parques nacionales de Canarias contienen un muestrario completo y representativo de la geodiversidad en ambientes volcánicos.

Las Guías Geológicas de los Parques Nacionales de Canarias dan a conocer el rico y variado patrimonio geológico de la Red de Parques Nacionales y fomentan el interés por la Geología como ciencia.

En las guías geológicas de Canarias se considera que los parques nacionales son un “laboratorio geológico natural” en los que es posible visualizar tanto los procesos geológicos activos como aquellos que sucedieron en el pasado y han dejado su impronta y su registro.

Los itinerarios geológicos de las cuatro guías geológicas publicadas de la Red de Parques Nacionales de Canarias constituyen el mayor compendio de geo-rutas en Canarias realizadas de una forma homogénea y constituyen una excelente “escuela geológica” al aire libre.

AGRADECIMIENTOS

A los directores de los parques nacionales del Teide, Caldera de Taburiente, Timanfaya y Garajonay por su constante apoyo, así como al personal técnico de los parques por su inestimable ayuda. A los sucesivos directores y subdirectores del OAPN por apoyar esta iniciativa para hacerla realidad.

REFERENCIAS

- IGME. <http://www.igme.es/LibrosE/GuiasGeo/libros.htm>.
- Rodríguez Fernández, L.R. 2004. Las Guías Geológicas de Parques Nacionales: objetivos, contenidos y metodología. *Geo-Temas*, 6(4), 45-47.
- Rodríguez Fernández, L.R., Barrera, J.L., García Moral R., Pineda, A. Bellido, F. y Ancochea, E. 2008. La Guía Geológica del Parque Nacional del Teide: un ejemplo de guía geológica de carácter didáctico y divulgativo. *Geo-Temas*, 10, 394.
- Rodríguez Fernández, L.R. 2011. Las guías geológicas de Parques Nacionales: un ejemplo de divulgación del patrimonio geológico. En: Avances y retos en la conservación del Patrimonio. Geológico en España. *Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (SGE)*, León, 235-238.
- Rodríguez Fernández, L.R. y Díaz Martínez, E. 2012. Estrategias y actuaciones para la divulgación del patrimonio geológico en la Red de Parques Nacionales. *Geo-Temas*, 13.
- Rodríguez Fernández, L.R., Barrera, J.L., García Moral R., Pineda, A. y Vegas, J. 2013. Guía geológica del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente: una nueva guía didáctica y divulgativa. *Cuadernos del Museo Geominero*, 15, *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Rodríguez Fernández L.R. y González Menéndez, L. 2015. Impacto Social de las Guías Geológicas de Parques Nacionales y su capacidad para divulgar el patrimonio geológico en la red de Parques Nacionales. En: *Cuadernos del Museo Geominero* 18, *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. 413-418.



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Instituto Geológico
y Minero de España