

Esbozo histórico de la Geología de Extremadura (España) y bases de la potencialidad de sus recursos geológicos: una introducción

Eduardo Rebollada Casado. Junta de Extremadura;

José María Corrales Vázquez. Universidad de Extremadura



RESUMEN

Conocer las características geológicas de una región resulta fundamental para una propuesta del uso razonable de tales recursos. Las líneas fundamentales de uso de los mismos han sido hasta ahora la minero-industrial (economicista) y la turística (cultural), a las que debe unirse una tercera, la educativa (cultural).

En este trabajo se propone una primera aproximación a los conceptos sobre usos potenciales y su utilidad para la sociedad extremeña, haciendo especial hincapié en los educativos.

PALABRAS CLAVE

Patrimonio geológico y minero, recursos geológicos, usos potenciales, educación, Extremadura

ABSTRACT

Knowing the geological characteristics of a region is essential for a proposal of the reasonable use of such resources. Until now the fundamental items for its use have been the mining-industrial (economic) and the tourist (cultural), to which a third must be joined, the educational (cultural).

This paper proposes a first approach to the concepts of potential uses and their usefulness for Extremadura society, with special emphasis on education.

KEY WORDS

Geological and mining heritage, geological resources, utilities, education, Extremadura.

INTRODUCCIÓN

Desde la consolidación de la Geología como una ciencia experimental moderna, a final del primer tercio del siglo XIX, la Península Ibérica ha sido objeto de estudio por ingenieros de minas y geólogos, sobre todo por estos últimos ya entrado el siglo XX. No obstante, dichas investigaciones tuvieron sus precursores en el siglo XVIII en Extremadura a través de personajes como el gadalupense Jerónimo Audije de la Fuente, en concreto sobre el origen de los terremotos, o el gran matemático castuereño Ventura Reyes Prósper (Cobos y Vaquero, 2000), sobre los fósiles.

Dado su enorme patrimonio minero, no parece por tanto extraño que por Extremadura hayan pasado grandes investigadores de su geología. Avanzadas escuelas académicas, francesas, alemanas y anglosajonas, supieron ver al oeste de la Península Ibérica ese territorio casi virgen donde se sintetizaba el orógeno varisco europeo, cuya fase hercínica es característica de prácticamente todo el occidente español (donde queda encuadrada en su totalidad la Comunidad Autónoma de Extremadura) y zonas aledañas portuguesas. Dicho orógeno, una cordillera formada hace ahora aproximadamente

300 millones de años, además de una importantísima tectónica inter-continental, produjo una serie aparejada de fenómenos geológicos, como sismicidad, vulcanismo y plutonismo, fundamentales todos ellos para la existencia a su vez de destacados yacimientos geológico-mineros (oro, estaño, cobre, plata, plomo, hierro, uranio, rocas y minerales industriales...), muchos de ellos explotados desde época pre-romana.

A partir del siglo XVIII a aquellos primeros científicos ilustrados foráneos europeos (Bowles, Van Charpentier, Von Buch, Cook, Daubeny, el propio Lyell –fundador de la Geología–, Smyth, padre e hijo, De Beaumont, Proust, Le Play, Schulz, Collette, Herrgen, Haussmann, Verneuil, Collomb, Willkomm...) les seguirían de cerca los españoles (Ezquerro, Elhúyar, Mallada, Luján, Naranjo, De Prado, Rodríguez Ortiz, Maestre...) (Boixereu, 2015), en lo que podemos denominar una verdadera revolución más que ilustración del conocimiento que se tenía del conjunto del sustrato hispano y, por extensión, ibérico. Se tiene constancia que algunos de ellos estuvieron en Extremadura, como es el caso de William Bowles (De las Llanderas, 2014), Frédéric Le Play, Samuel E. Cook (después cambiaría su apellido a Widdrington) o Charles Daubeny (Rebollada y de las Llanderas, 2017), Verneuil, Barrande. Posteriormente ya en el siglo XIX y hasta los primeros años del XX, también en Extremadura, son protagonistas Gonzalo y Tarín, con sus dos mapas de ambas provincias extremeñas, José McPherson, Otto Gützwiler, Justo Egozcue, Lucas Mallada, así como el conocido naturalista Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan, su hijo, el geólogo físico Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta, y el ingeniero de minas Ismael Roso de Luna (hijo del teósofo Mario Roso de Luna), entre otros que sirvieron a la ciencia más recientemente, como Vicente Sos Baynat, Luis Carlos García de Figuerola y Enrique Ramírez de Sandoval (Rebollada y González-Cerrato, 2010). Ya bien entrado el siglo XX académicos como Fricke, Lotze, Sdzuy, Bochmann, Hesselink, Kelch, Schmidt, Kalthoff, Schneider, Bouyx, Bard, Burg, Capdevila, Floor, Bochmann, Tamain, Bladier, Matte, Ovtracht..., provenientes de universidades europeas, sentaron el conocimiento de la moderna geología en determinadas disciplinas, que tendrían su inmediato seguimiento tanto desde las diferentes universidades centroeuropeas como desde las propias españolas, con una pléyade de investigadores que han venido participando en la actualización permanente del conocimiento del sustrato geológico y minero español (Julivert, 2014), destacando en Extremadura investigadores de su propia Universidad, como el doctor Palacios Medrano, o de otras foráneas (Madrid, Salamanca, Oviedo, País Vasco, Granada y Huelva, fundamentalmente), además de otros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y del Instituto Geológico y Minero, y sus entidades colaboradoras, que participaron en la

elaboración de los mapas geológicos correspondientes a Extremadura a escala 1:50.000 (serie MAGNA).

Disponer en una región de tal variedad de recursos geológicos no sólo es un aval o garantía desde un punto de vista económico, sino que dichos recursos también pasan a ser un potencial educativo y por extensión cultural para el país y sus ciudadanos. Sin llegar a ser un museo al aire libre, lo cierto es que Extremadura destaca por haber sido un área minera por excelencia desde tiempos protohistóricos y, por supuesto, romanos y lógicamente en épocas posteriores.

La variedad y cantidad de metales que se han extraído de su subsuelo permite disponer actualmente no sólo de un conocimiento más detallado del mismo, sino un patrimonio industrial minero asociado apenas estudiado (Sánchez Rodríguez, 2011) y que, junto con el existente vinculado a otras disciplinas geológicas (paleontología y mineralogía, muy especialmente), sitúa a Extremadura a muy buen nivel internacional actualmente.

La existencia de ese patrimonio geológico-minero, como valor intrínseco de Extremadura, debe ser “explotado” con sabiduría no ya sólo industrialmente, sino también y muy especialmente desde la cultura. Y una forma de hacerlo es sacando a la ciudadanía (en especial las aulas educativas formales) al campo para conocer fósiles, minerales y rocas, o en su defecto utilizar otras técnicas para conseguir similar objetivo, como es acercar las geociencias a los dicentes a través del estudio de los elementos que conforman el patrimonio no sólo natural, sino también arqueológico, histórico-artístico e industrial, elementos con los que siguen actualmente construyéndose algunas estructuras en las sociedades humanas, en especial la roca natural en sus diversos tipos y acabados.

EL SUBSTRATO GEOLÓGICO DE EXTREMADURA

Si nos remontamos a aquel concepto descriptivo básico de la “España silícea, calcárea y arcillosa” descrito por Eduardo Hernández-Pacheco a mediados del siglo XIX, muy útil para la introducción didáctica acerca de la geología peninsular, Extremadura se ubicaría de pleno en el área silícea, razón por la cual la mayor parte de los usos de sus recursos geológicos tradicionales son rocas con mineralogía fundamentalmente silicatada. Pero si aclaramos o afinamos más la escala de observación, la Comunidad Autónoma de Extremadura presenta un sustrato geológico mucho más variado no sólo desde el punto de vista químico (también hay una Extremadura calcárea y otra

arcillosa, además de la silíceas), sino también temporal, con rocas cuyas edades oscilan entre el Precámbrico Superior Terminal o Neoproterozoico (unos 550 millones de años) hasta las más recientes, que se están formando en las cuencas sedimentarias actuales. Excepto por la ausencia de rocas sedimentarias durante la era Mesozoica, donde los terrenos “extremeños” formaban parte de un continente (Pangea), el marco petrológico de Extremadura es temporalmente bastante amplio, abarcando las etapas finales del Proterozoico y prácticamente, salvo la excepción hecha con el Mesozoico, todo el Fanerozoico. Durante el tiempo que tardó en conformarse la Extremadura física que conocemos ahora ha habido varias orogénias (Cadomiense, Varisca y Alpina), que han sido causantes de otros tantos fenómenos geológicos, sin los cuales no existiría el importante elenco de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas que caracteriza a gran parte de dicho territorio.

Tal y como se puede observar en cualquier mapa geológico actual, Extremadura presenta grandes masas de rocas metamórficas e ígneas (tanto plutónicas como volcánicas), con testimonial presencia de rocas sedimentarias. Aunque existen propuestas cartográficas recientes (Apalategui et al., 2012), los estándares geológicos básicos utilizados continúan siendo los representados por los mapas geológicos oficiales del Instituto Geológico y Minero de España (López Olmedo, 2017), así como los compendios y manuales geológicos sobre España y la Península Ibérica, como el Libro Jubilar J.M. Ríos de 1983, el de Dallmeyer y Martínez García de 1991, titulado “Pre-Mesozoic geology of Iberia”, el de la Geological Society de 2002 “The geology of Spain”, el de la Sociedad Geológica de España de 2004 “Geología de España”, o el último editado “Geología de España: una historia de seiscientos millones de años” (Meléndez, 2004), sin mencionar las numerosas publicaciones de marco estatal, ibérico o continental de materias específicas (hidrogeología, mineralogía, minería, petrología, paleontología, tectónica, etc.) o más específicamente los publicados en cada provincia o comunidad autónoma, donde destaca por sus contenidos actualizados el de la Junta de Extremadura de 2005, denominado “Patrimonio geológico de Extremadura: geodiversidad y lugares de interés geológico” (Muñoz y Martínez, 2005). Un compendio de las publicaciones geológicas que tienen como marco Extremadura puede seguirse en el blog Geologías de Extremadura, donde aparecen casi dos mil citas bibliográficas por el momento (Rebollada, in press).

La cordillera formada durante el orógeno varisco constituye el basamento pre-Mesozoico de Europa occidental y central, estado formado por rocas desde el Proterozoico Superior hasta el Carbonífero, deformadas y en parte metamorfizadas por diversos tipos de granitoides antes del Pérmico, producto de la colisión de dos grandes continentes, Laurussia y Gondwana, para formar el

supercontinente Pangea (Pérez Estaún et al., 2004). Los afloramientos del orógeno varisco en la Península Ibérica se denominan “hercínicos” y forman el Macizo Hespérico o Macizo Ibérico: tradicionalmente se han subdividido en zonas geológicas de categoría variable, existiendo en la Península Ibérica varias desde la primera catalogación del geólogo alemán Franz Lotze en 1945 (fundamentada a su vez en las observaciones de Stille de 1924 y 1929) y posteriores de Julivert et al., de 1972, o las últimas de Farias et al. y Arenas et al., de 1987 y 1988, respectivamente (Zona Cantábrica, Zona Asturoccidental-Leonesa, Zona Centroibérica, Zona de Galicia-Trás-os-Montes, Zona de Ossa-Morena y Zona Sudportuguesa). Todos estos denominados “dominios tectonoestratigráficos” se diferencian entre sí por ciertas características, entre las que destacan la paleoestratigrafía y la tectónica.

Extremadura, en concreto, participa en su territorio de dos de esos dominios o zonas, las denominadas Zona Centroibérica y Zona de Ossa-Morena (Rebollada et al., 2018), en los que las rocas presentan una disposición general NO-SE, pero con caracteres estratigráficos y tectónicos que las diferencian. La Zona Centroibérica en Extremadura se caracteriza por las pizarras y grauvacas (un tipo de arenisca de grano fino que resulta de la consolidación de sedimentos provenientes fundamentalmente de la meteorización de las rocas graníticas), que presentan un grado de metamorfismo bajo o medio, que le dan unas de sus características fundamentales, la pizarrosidad y la foliación. Además de pizarras y grauvacas existen importantes afloramientos de rocas ígneas (graníticas en sentido amplio). A las pizarras, grauvacas y granitos se le unen otro tipo de rocas sedimentarias, las areniscas cuarzosas, ortocuarzitas o cuarcitas, del Ordovícico, que conforman conjuntamente con otras rocas, como areniscas, limolitas y calizas, paquetes estratigráficos que aparecen plegados formando sinclinales como los numerosos de las Villuercas y Sierra de San Pedro, o los más o menos aislados de Monfragüe, Cáceres, Cabeza del Buey o Herrera del Duque, que tienen su continuidad en regiones limítrofes (Portugal, Toledo, Ciudad Real y Salamanca). Tanto pizarras como granitos son fundamentales para comprender los paisajes extremeños, que en general son la continuidad hacia el oeste de la meseta central o fundamental española, que sólo es alterada orográficamente por las sierras de cuarcitas que jalonan especialmente la provincia de Cáceres y parte del noreste de la de Badajoz. Tanto las rocas graníticas como las pizarrosas y grauvácicas, también en ocasiones las cuarcíticas, han sido de uso tradicional como piedra en seco, manteniéndose una cultura asociada a los oficios mineros (canteros), como los pizarreros de Villar del Rey o los canteros de Quintana, de gran valor etnográfico.

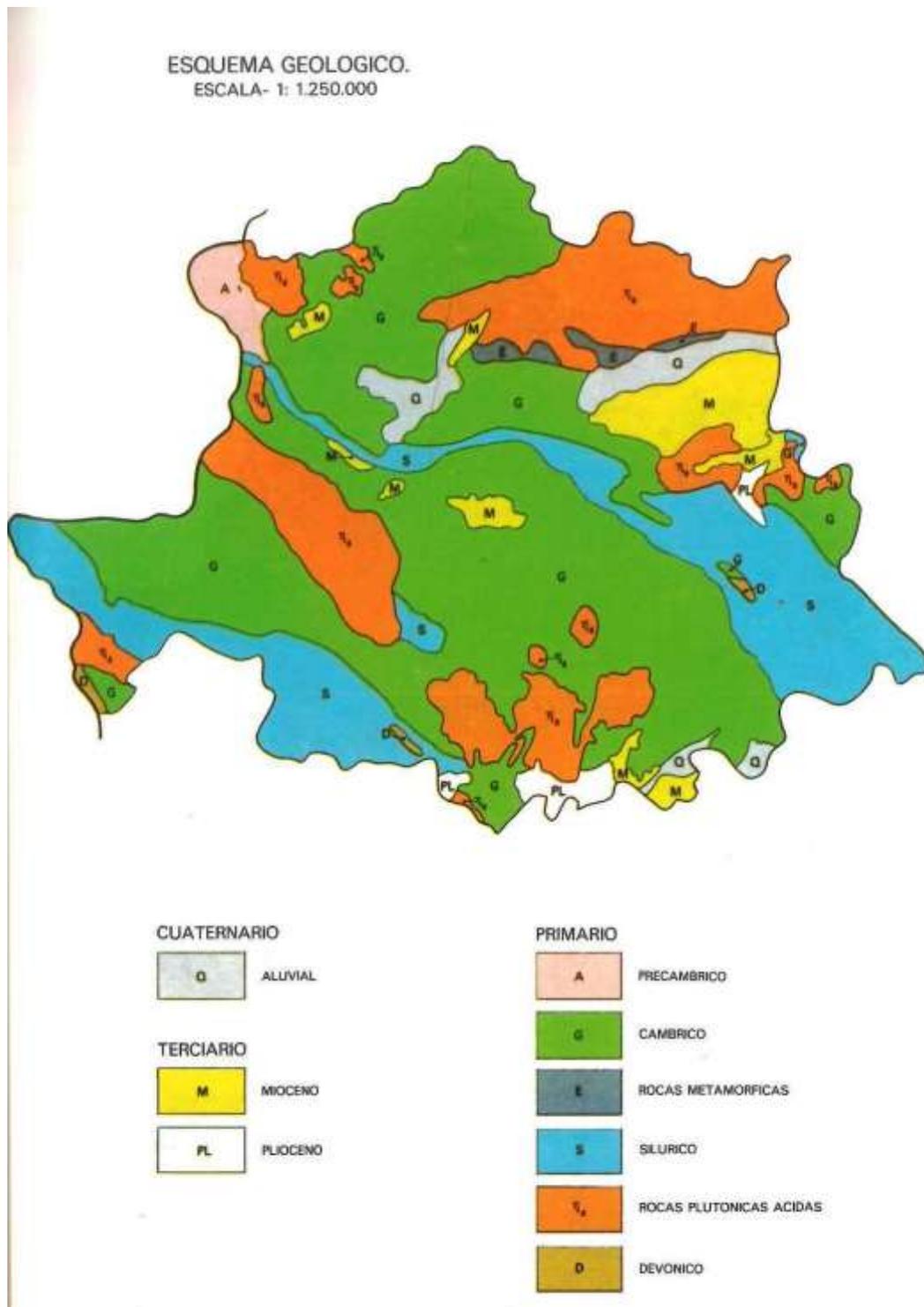
Por otro lado, la Zona de Ossa-Morena, que debe su nombre a la Sierra de Ossa en Portugal y a la Sierra Morena en España, está constituida, al igual que la Zona Centroibérica, por rocas del Proterozoico Superior al Carbonífero variablemente metamorfizadas. Sin embargo, el magmatismo es algo diferente al de la Centroibérica, por ser menos alcalino y más abundante y estar concentrado en tres lapsos de tiempo: Precámbrico terminal, Cámbrico-Ordovícico y Carbonífero. A ello se une un metamorfismo localmente de medio y alto grado, causante de la aparición de gneises, mármoles, migmatitas, esquistos, micacitas, etc., rocas que difícilmente se observan más al norte de Extremadura, en la Zona Centroibérica. Además, la tectónica de esta rama externa del orógeno varisco ha sido de mayor intensidad, compartimentando frágil y longitudinalmente (dirección NO-SE) las series estratigráficas, que por tanto aparecen muy tectonizadas (fracturadas y plegadas). El extremo septentrional lo constituye la Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba o Unidad Central, dependiendo de los autores, una ancha banda entre las dos zonas presentes en Extremadura (Centroibérica y Ossa-Morena) y que es ampliamente aceptada como límite entre ambas.

Al conjunto rocoso determinado por los materiales del Neoproterozoico y del Paleozoico deben añadirse los sedimentos y rocas sedimentarias del Cenozoico, materiales que bordean algunas de las áreas montañosas más importantes (Villuercas, Sierras Centrales, Macizo de Montánchez, San Pedro...), formando parte también de los rellenos de las fosas tectónicas sobre las que actualmente corren los ríos Tajo y Guadiana y sus afluentes, encajonados o divagantes, casi todos controlados hidráulicamente en la actualidad por el ser humano mediante presas y embalses.

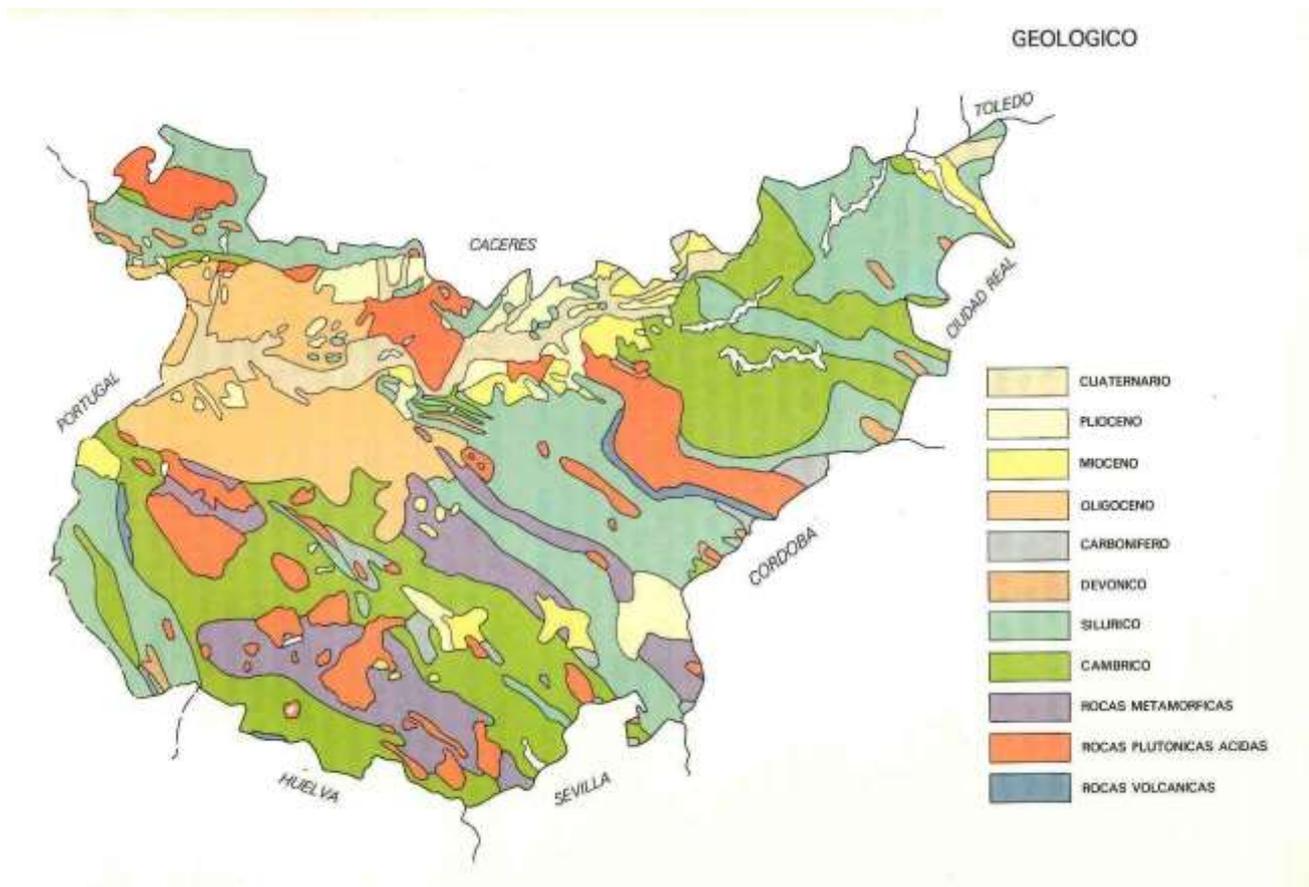
En lo referido al relieve, García Navarro y López Piñeiro (2002) recogen las unidades principales que según Murillo (2001) son propias de Extremadura: la penillanura (superficie de 400 metros de altitud media, con suave inclinación hacia el oeste), los relieves residuales (coinciden con los resaltes cuarcíticos de algunas sierras y los graníticos de otras áreas, aunque parece que existe una componente tectónica en su formación), las elevaciones tectónicas (con ese claro carácter se observan sobre todo las estribaciones occidentales de la Sierra de Gredos) y las cuencas fluviales, formadas a favor de las depresiones tectónicas entre bloques elevados.

Pero el rasgo dominante del paisaje extremeño es sin duda la penillanura, una extensa planicie más o menos adhesionada que le da entidad geomorfológica al oeste de España. Esta morfología, sin embargo, no implica una total uniformidad, sino al contrario, representa el elemento integrador de una

enorme diversidad y riqueza biótica y geológica (Garzón Heydt, 2005), como muestra el mapa de síntesis (dominios geomorfológicos) realizado por Tejedor et al. (2014).

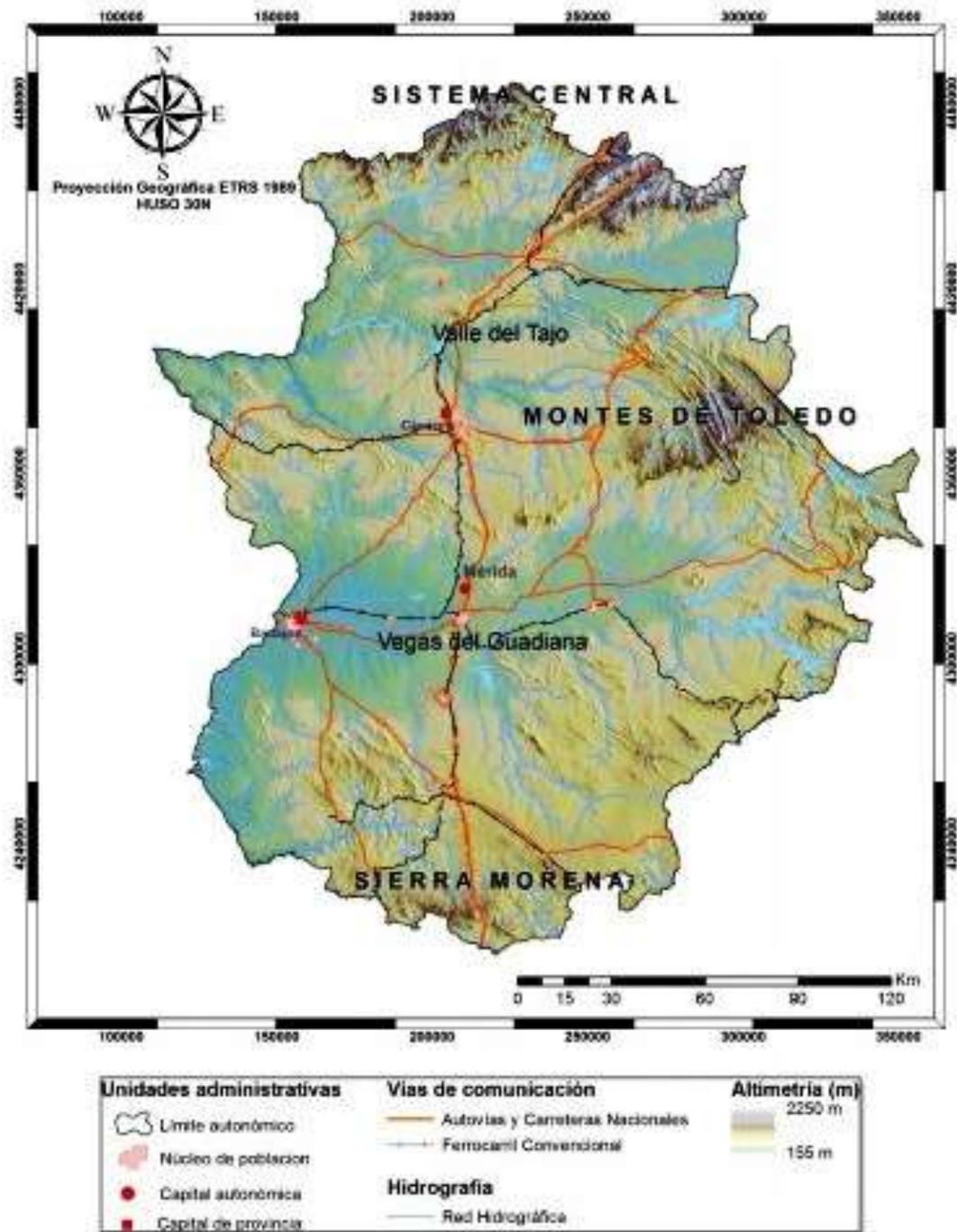


Mapa geológico de la provincia de Cáceres. Fuente: Mapa de Cultivos y aprovechamientos



Mapa geológico de la provincia de Badajoz. Fuente: Mapa de Cultivos y aprovechamientos.

Desde hace dos décadas la Universidad de Extremadura ha venido realizando aportaciones en materia geomorfológica, en la senda iniciada por Gómez Amelia (1983), Schnabel (1996) y De Tena (2008), con sus respectivas tesis doctorales, con trabajos exploratorios como los de Ríos Rodríguez (2018) o los más generalistas sobre paisaje (Mateos et al., 2015). A ellos debe añadirse otros, como las tesis sobre la geomorfología del río Aljucén, de Flor Inés Van Zuidam-Cancelado, del año 1989 (en Pérez Gómez, 2003). Por otro lado, aunque sucintamente, también la didáctica sobre ciencias geológicas ha sido investigada por profesores de las Facultades de Educación y de Formación del Profesorado. Todas estas publicaciones están citadas por Rebollada (in press) en su investigación biblio-geológica de Extremadura, que tiene como único precursor claro el trabajo de Fernández Falero et al., del año 1994.



Mapa de relieve de Extremadura. Fuente: Ríos (2018).

POTENCIALES DE USO

El propio concepto de recurso incluye una connotación antropocéntrica, por el aprovechamiento que se le otorga, en principio posible.

Los recursos geológicos son, junto con los provenientes de la agricultura y la ganadería, fundamentalmente, los pilares básicos sobre los que diseñar los aprovechamientos primarios básicos de un país.

La concepción desarrollista de antaño en cuanto a los usos y aprovechamientos ha evolucionado, sobre todo ampliándose las facetas desde las que se observa el propio recurso. Este no es ya únicamente aprovechable económicamente (“económico” en este caso lleva implícito “productividad industrial”), sino también culturalmente y mucho más concretamente también educativamente. Vemos cómo educación y cultura aprovechan un recurso natural sin apenas degradación, mientras que el uso económico clásico conlleva la desaparición del recurso, lo cual nos lleva a su vez a conceptos como sostenibilidad o circularidad, como veremos más adelante.

Económico

Ya el IGME apuntaba en 1980 el potencial económico de los recursos geológico-mineros de Extremadura entre los años 1968-1979, cuya síntesis se pone de manifiesto a través de proyectos de los planes de cartografía geológica a diferentes escalas, y de investigación específica de determinadas sustancias minerales (metálicas, no metálicas y energéticas) y rocas industriales, así como de aguas minerales.

Sin embargo, son varias las razones que ponen en cuestión el actual potencial económico de la minería. La razón principal cae en el campo de la macroeconomía, puesto que la rentabilidad tradicional de los recursos geológico-mineros se ve trastocada no sólo por la bolsa de metales de Londres, sino por las luchas estratégicas de los diferentes holdings que operan a nivel mundial.

Así, Extremadura, antaño una región con recursos y reservas importantes en minerales y elementos estratégicos, al perder las oportunidades de poner su nombre en el mapa de las producciones primordiales de metales, perdió también la de ser moneda de cambio real, siéndolo virtual, en el sentido de que se comercia (y trafica) con títulos mineros fuera de nuestras fronteras, en los consejos de administración de un lobby controlado por norteamericanos, sudafricanos y australianos, fundamentalmente.

Sin embargo, dicho lo cual, existe una opción para la economía, al menos la local, cual es sacar provecho del patrimonio minero existente: teniendo en cuenta que Extremadura posee un pasado minero muy abundante, sería posible obtener réditos rápidos con inversiones mínimas. Hablamos de hacer accesible al público sobre todo minas subterráneas o mixtas, donde el turista pague por disfrutar de esos excepcionales paisajes. No olvidemos que mediante este método se obtendría en ocasiones más beneficio del producto minero que el extraerlo y suministrar con él el mercado.

Sólo con poner en marcha algunos de los singulares lugares mineros catalogados como patrimoniales (Sánchez Rodríguez, 2011) ya se crearía una amplia red de servicios terciarios asociados a la minería, que irían más allá de una realidad que muchos niegan, especialmente los tecnócratas y políticos, cual es que Extremadura dejó hace mucho tiempo de ser un país minero en el sentido clásico del término. Hablamos de localidades como Aldeacentenera, Azuaga, Berlanga, Cáceres, Castuera, La Codosera, Garlitos, Hornachos, Montánchez, La Parra, Plasenzuela, Perales del Puerto, Usagre, Valle de la Serena, y así un largo etcétera de explotaciones mineras repartidas por toda Extremadura, de diferentes épocas históricas, desde romanas hasta casi contemporáneas, y características mineras.

Cultural-turístico

Con el reciente galardón obtenido en 2018 por la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura a la excelencia en el Mundo Subterráneo, otorgado por la Asociación de Cuevas Turísticas de España, Extremadura ha demostrado definitivamente disponer de herramientas de gestión adecuadas tanto educativas como turísticas (Jordá, 2019). De hecho, la geología es protagonista en la Red de Espacios Protegidos de Extremadura, donde destacan sus actuales cuatro monumentos naturales (Los Barruecos, Cueva de Castañar de Ibor, Mina La Jayona y Cuevas de Fuentes de León), a cuya lista se prevé añadir próximamente el berrocal de La Data, en Valencia de Alcántara, contando además con los recientemente declarados Lugares de Interés Científico “Sierra del Cordel y minas de Burguillos del Cerro” y

“Minas de Santa Marta”, que unidos al “Volcán de El Gasco” constituyen un elenco geológico estratégico en la política turística (medioambiental) extremeña.

A este reconocimiento debe unírsele el del Geoparque Villuercas Ibores Jara, título que fue otorgado por la UNESCO en 2011 (Rebollada et al., 2014) y que es revalidado periódicamente, ostentando actualmente categoría “Mundial”. Se trata de un territorio en el que, gracias al turismo geológico (incluyendo el turismo de paisajes geológicos), se ha creado una infraestructura económica paralela que lleva enriqueciendo hace aproximadamente una década la casi veintena de municipios que lo define. Con más de medio centenar de lugares de interés geológico (Gil, 2012), el Geoparque Villuercas Ibores Jara constituye un área donde el valor natural se está transmutando en valor económico, una realidad de la que se está beneficiando la población local, especialmente a través de las empresas turísticas y hosteleras (Lagar et al., 2013).

Todos estos espacios naturales protegidos (Monumentos Naturales, Lugares de Interés Científico y Geoparque), así como aquellos otros de dicha red y de la Red Natura 2000 donde el sustrato geológico es un elemento destacado (Monfragüe, Garganta de los Infiernos, La Serena, Mina La Paloma, Puerto Peña, Sierra de San Pedro, Llanos de Cáceres, etc.) han puesto a Extremadura en la senda marcada a nivel nacional por otras Comunidades Autónomas en el uso del patrimonio geológico como vehículo de transmisión del conocimiento (Rebollada et al., 2018).

Además, la gea extremeña también es protagonista en otros foros, como la Guía Repsol, que en 2015 nombró a Los Barruecos como mejor rincón de España.

Finalmente, algunos lugares geológicos presentan un valor medioambiental más amplio y generalista, como son muchas minas y cuevas no explotadas turísticamente, lugares y espacios incluidos en la Red Europea Natura 2000.

Educativo

Desde luego, el sistema educativo siempre ha sabido explotar los recursos a su alcance. Y en el caso de los recursos educativos geológicos este hecho resulta evidente,

y así lo demuestra la práctica educativa, donde las excursiones geológicas al campo son, al igual que ocurre con las de índole biológica, la herramienta fundamental en la metodología educativa formal (Martínez, 2017), prácticamente en todos los niveles educativos: inferior o básico (educación infantil), intermedio (educación secundaria y bachillerato) y superior (universitarios).

Sin embargo, quizá por la crisis o por la simple evolución metodológica de la educación en ámbitos no formales e, incluso, informales, la enseñanza y el aprendizaje han buscado otros horizontes, como los que brinda la propia ciudad a través de sus afloramientos geológicos naturales, pero también a través de los recursos petrológicos utilizados por casi todas las culturas a la hora de construir y reconstruir sus asentamientos y demás infraestructuras.

Así pues, las primeras experiencias parecen demostrar una mejora en la didáctica de las geociencias, lo cual ha abierto una línea de trabajo muy importante que debe seguirse investigando para profundizar en el alcance metodológico brindado por las construcciones existentes en la ciudad. Y aquí aparece el concepto de utilización horizontal del patrimonio: usar un elemento patrimonial no necesariamente geológico para comprender la geología de la zona (Rebollada et al., 2018).

El uso de los recursos geológicos desde el ámbito educativo surge de las primeras y esporádicas publicaciones de los docentes prácticamente a título individual a través de editoriales que elaboraban materiales enfocados a Extremadura, en especial para la asignatura Conocimiento del Medio. A finales de los años 90 del pasado siglo y principios del presente, gracias a los medios que dispuso la Consejería de Educación, especialmente a través de sus Centros de Profesores y Recursos, se dotó de material educativo más formal. Así, desde el Centro de Profesores y Recursos de Cáceres, sin lugar a dudas el más activo en lo que a formación del profesorado de ciencias geológicas se refiere, su entonces responsable, Ángel Calleja, aglutinó a un grupo de docentes a elaborar materiales didácticos en ese sentido, siendo el más relevante el denominado “Guía de visitas didácticas de interés ambiental en Extremadura” (Aguilera Collado y otros, 2004), manual que serviría como base a la hora de programar las excursiones fuera del aula, algunas de ellas de marcado carácter geológico

urbano o periurbano, por tratarse la mayoría de centros de interpretación, espacios naturales y otros lugares que cumplen más o menos esa condición de proximidad a los centros educativos.

En línea con dicha publicación, pero con un carácter no formal, la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura desde sus inicios puso a disposición de los docentes materiales muy básicos en todos aquellos espacios naturales protegidos dependientes de su gestión, incluyendo los de mayor raigambre geológica, como Los Barruecos, la Mina La Jayona, la Cueva de Castañar y las Cuevas de Fuentes de León, casi todos de carácter periurbano. Se trata sobre todo de cuadernillos didácticos que incluyen el correspondiente apartado final de autoevaluación, muy útil a los docentes para evaluar la actividad fuera del aula de cara a su continuidad (que se incluiría en la correspondiente programación anual).

CONCLUSIONES

Si exceptuamos las investigaciones de tipo industrial, que siguen siendo importantes por tener un elevado trasfondo económico, el desarrollo de la investigación educativa se ha situado en los últimos años a un nivel similar o superior al de la indagación en materia turística.

No obstante, en regiones poco favorecidas para la implantación de una industria competitiva en materia geológica (minería básica de metales y otros productos, instalaciones de transformación, etc.) resulta importante desarrollar iniciativas para idear nuevos nichos de oportunidad a los recursos tradicionalmente destinados a un único fin, un aprovechamiento in-sostenible, como es el de la industria extractiva minera, que transforma la totalidad de dichos recursos..

Así, los usos de carácter cultural, que comenzaron a desarrollarse hace muchos años en la educación, pasaron a ser útiles en turismo, que tiene una componente económica, importante para regiones rurales. La educación está dando sin embargo nuevas opciones al uso de los recursos geológicos, con una mejora muy notable de las propuestas en Extremadura, gracias muy especialmente al espaldarazo dado a dichos recursos por encontrarse englobados, incluso integrados, en figuras de protección medioambiental, auspiciados todos ellos por las Administraciones Públicas (Junta de Extremadura, Diputaciones Provinciales y ayuntamientos).

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA COLLADO, M^a C.; ALFONSO CERVEL, F.; ANEGR MORALES, M^a J.; BASCO LÓPEZ DE LERMA, R.D.; CALLEJA PARDO, A.; CEREZO MARTÍNEZ, C.; CORRAL RODRÍGUEZ, R.; DURÁN OLIVA, F.; GARCÍA DELGADO, E.; MARTÍN SÁNCHEZ, S.; MOLINA GONZÁLEZ, J.; MONTERO ESCUDERO, G.; MORA PEÑA, A.; PINTADO VIDAL, M^a J.; RAMOS SÁNCHEZ, J.; RIVERO MARTÍN, J.M.; RUIZ MEDINA, C. ; TRINIDAD NÚÑEZ, A. M^a.: *Guía de visitas didácticas de interés ambiental en Extremadura*. 2004, 170 pp.

APALATEGUI, O.; CARRACEDO, M.; EQUILUZ, L.; GIL-IBARGUCHI, J.I.; JENSEN, S.; MARTÍNEZ TORRES, L.M.; Palacios, T.; SARRIONANDÍA, F.: Mapa geológico de síntesis de Extremadura (escala 1:250.000). *Geotemas*, 13 (Monográfico dedicado al VIII Congreso Geológico de España, celebrado en Oviedo del 17-19 de julio de 2012).

BOIXEREU VILA, E.: *Evolución histórica de la cartografía geológica en España: desde sus orígenes hasta los mapas de Verneuil y Collomb (1894) y Maestre (1865)*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2015. http://oa.upm.es/39701/1/ESTER_BOIXEREU_VILA.pdf.

COBOS BUENO, J. M. y VAQUERO MARTÍNEZ, J. M. : *Materiales para una historia de la Ciencia en Extremadura*. Cáceres. Servicio de Publicaciones, Universidad de Extremadura, 2000.

DE LAS LLANDERAS, A. (). *William “Guillermo” Bowles (1714-1780). Un ingeniero irlandés asesor real en la Extremadura del siglo XVIII y su obra “Introducción a la Historia Natural y la Geografía Física de España” a los 300 años de su nacimiento*. Boletín de la Real Academia de Extremadura de las Letras y las Artes, XXII, 2014, págs.. 219-271.

DE LAS LLANDERAS, A. y REBLLADA, E. (2017)

DE TENA REY, M^a T. (2008). *Caracterización y análisis de los depósitos sedimentarios en áreas de vaguada en dehesas de Extremadura. Arroyo de Guadalperalón (Cáceres)*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. CD-ROM.

FERNÁNDEZ FALERO, R.; LISO RUBIO, M^a J. y PULGARÍN GUERRERO, A. : *Estudio de la Bibliografía Geológica en la Comunidad de Extremadura*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura. Cáceres, 1994, 373 p.

GARCÍA NAVARRO, A. y LÓPEZ PIÑERO, A. : Mapa de suelos de la provincia de Cáceres. Escala 1:300.000. Universidad de Extremadura. Cáceres, 2002, 129 pp. y mapa.

Garzón Heydt, G. (2005). Geomorfología y paisaje extremeño. En: Patrimonio Geológico de Extremadura: Geodiversidad y Lugares de Interés Geológico. Pedro Muñoz Barco y Esperanza Martínez Flores (Coords.). Junta de Extremadura. Badajoz, 71-95.

Gómez Amelia, D. (1983). La penillanura cacereña. Estudio geomorfológico. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.

- Jordá, R. (2019). La Junta de Extremadura comprometida con la seguridad de los espacios turísticos subterráneos. *Tierra y Tecnología*, 53 (versión on-line). <https://www.icog.es/TyT/index.php/2019/01/la-junta-de-extremadura-comprometida-con-la-seguridad-de-los-espacios-turisticos-subterraneos/>.
- Julivert, M. (2014). *Una historia de la geología en España.: en su contexto socioeconómico, cultural y político, y en el marco de la geología internacional*. Universidad de Barcelona. 295 pp.
- Lagar Timón, D., García Martín, R. y Pulido Fernández, M. (2013), Caracterización del potencial turístico del Geoparque Villuercas-Ibores-Jara (Extremadura, España). *Investigaciones Turísticas*, 5: 136-162.
- López Olmedo, (2017). Las series cartográficas: el Mapa Geológico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 14: 107-123.
- Martínez, E. (2017). Importancia de las rutas geológicas en la educación en Geociencias. *Tierra y Tecnología*, 49. <http://dx.doi.org/10.21028/emm.2017.02.07>.
- Mateos Martín, J.A., López Hernández, R. y Sánchez Ramos, P. (2015). Estudio y cartografía del paisaje: El mapa del paisaje en Extremadura. En: Actas “Aplicaciones TIG en el ámbito territorial. Transferencia a universidad, sector público y empresa”. Nieto Masot, A. (Ed.). Pp. 209-223.
- Meléndez Hevia, I. (2004). *Geología de España: una historia de seiscientos millones de años*. Ed. Rueda. Madrid, 277 pp.
- Pérez Estaún, A., Bea, F., Bastida, F., Marcos, A., Martínez Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D., Arenas, R., Díaz García, F., Azor, A., Simancas, J.F. y González Lodeiro, F. (2004). *La cordillera varisca europea: el Macizo Ibérico*. En. Geología de España. Sociedad Geológica de España.
- Pérez Gómez, R. (2003). *Propuesta de normalización para la representación cartográfica en internet. Aplicación a los mapas geomorfológicos*. Tesis doctoral. 482 pp. Universidad Complutense de Madrid.
- Rebollada, E. y González Cerrato, R. (2010). Museo de Geología de Extremadura: historia de un laboratorio de investigación geológico-minera. En: Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero (Pedro Florido, Isabel Rábano, Eds.). Cuadernos del Museo Geominero: 613-618. Madrid, IGME.
- Rebollada, E. y De las Llanderas, A. (2017). El viaje de los ingleses Daubeny y Widdrington (1829-1845) de Navalmoral de la Mata a Guadalupe: la ruta de la fosforita de Logrosán. *Revista de Estudios Extremeños*, LXXIII (1): 701-744.
- Rebollada, E., Fernández Amo, F.J., Muñoz Barco, P., De Tena, M^a T. y Tejado Ramos, J.J. (2018). Geología. En: Monumento Natural Mina La Jayona: un museo de ciencias naturales al aire libre. Crisóstomo, C., Rebollada, E., Muñoz, P. y Espina, S. (Eds.). Junta de Extremadura. 223 pp.

Ríos Rodríguez, N. (2018). Cartografía de Lugares de Interés Geológico-Geomorfológico en Extremadura. Trabajo Fin de Grado. Departamento de Arte y Ciencias del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Extremadura.

http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/7672/TFGUEX_2018_Rios_Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Sánchez Rodríguez, A. (2011). Estudio del patrimonio minero de Extremadura. En: P.Florido and I.Rábano (Eds.). *Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero*. Cuadernos del Museo Geominero, 12. IGME. Madrid, 3-30.

Schnabel, S.C. (1996). Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Variabilität hydrologischer und erosiver Prozesse in einem kleinen Einzugsgebiet mit silvo-pastoraler Landnutzung (Extremadura, Spanien). *Berliner Geographische Abhandlungen*, 62. Institut für Geographische Wissenschaften, Berlin.

Tejedor, M., De Francisco, C., Nyssen, S., López, R., Sánchez, P., Mateos, J.A., Garzón, M.G. y Martín Duque, J.F. (2014). La cartografía geomorfológica de síntesis como base para estudios de paisaje en Extremadura. XIII Reunión Nacional de Geomorfología.