

Rutas Geomonumentales:

la geología para la enseñanza y difusión del patrimonio arquitectónico

Las Rutas Geomonumentales constituyen una novedosa metodología de abordar la divulgación del patrimonio arquitectónico con una clara intencionalidad didáctica, permitiendo conocer de cerca los materiales geológicos que lo configuran, la relación que guardan con los edificios, su conservación y sus causas de deterioro. El patrimonio arquitectónico es difundido desde una perspectiva cultural y científica, permitiendo la interacción entre disciplinas como la historia, geología, química, arquitectura, ingeniería, arte y sociología.

TEXTO | Elena M. Pérez-Monserrat, licenciada en Ciencias Geológicas; Rafael Fort González, doctor en Geología Económica; Mónica Álvarez de Buergo, doctora en Ciencias Geológicas; M^º José Varas Muriel, doctora en Ciencias Geológicas
Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM). Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas

Palabras clave
Patrimonio geológico, materiales de construcción, geología urbana, geoturismo

Desde la década de los años sesenta del pasado siglo XX, se han venido desarrollado estrategias a nivel institucional para la adecuada gestión del potencial turístico del patrimonio cultural. El Instituto Europeo de Rutas Culturales del Consejo de Europa

(www.culture-routes.lu), el Comité Internacional de Itinerarios Culturales (CIIC) de ICOMOS (www.icomos-ciic.org) y la UNESCO (www.unesco.org), son los principales organismos encargados de formalizar a nivel institucional la confección de itinerarios culturales,

entendidos como "rutas que forman parte de nuestro patrimonio cultural". Si bien son muy abundantes las rutas culturales realizadas por estos tres organismos, no contemplan la confección de **itinerarios geológicos urbanos** con fines educativos y de divulgación científica.



Figura 1. Rutas Geomonumentales diseñadas. *Conjuntos Monumentales*: 1. Nuevo Baztán. 2. Loeches. 3. La muralla de Talamanca de Jarama. *Monumentos o edificios*: 4. Palacio del infante Don Luis de Borbón en Boadilla del Monte. 5. Panteón de Hombres Ilustres. *Temáticas*: 6. Canteras históricas de la Comunidad de Madrid. 7. Piedra de construcción tradicional en los monumentos de Madrid.

El desarrollo de estas actividades presenta una importante capacidad de crecimiento, debido principalmente a la nueva cultura del ocio, la creciente inquietud en la sociedad por el conocimiento científico y por la rica geodiversidad existente en nuestro entorno, posibilitando una amplia oferta de itinerarios.

A nivel internacional, la Escuela de Geografía de la Universidad Queen's, de Belfast, realiza un recorrido guiado por el centro de Belfast mostrando el impacto medioambiental de la contaminación atmosférica en los edificios de la ciudad, con ejemplos de deterioros, y destacando los métodos que se utilizan para conservar las estructuras de piedra (Smith y Warke, 1996; Gaffikin, 1999). El Servicio Geológico de Estados Unidos ha publicado un cuadernillo con la procedencia y el aspecto de las piedras de construcción utilizadas en Washington D.C., en el que se incluye un mapa y un itinerario recomendado (USGS, 1998). Diversas sociedades geológicas americanas e instituciones, como el Smithsonian Institute, han trabajado sobre itinerarios urbanos en los que se muestran los diferentes materiales geológicos de construcción empleados en diversos núcleos de población (Slagle, 1982; Doe, 1989).

A nivel nacional, en los I, II y IV Simposios sobre la Enseñanza de la Geología en España, celebrados en 1976, 1983 y 1986, respectivamente, se mostraron itinerarios geológicos urbanos como herramienta para la enseñanza de la geología y para la aproximación de las ciencias geológicas

a la sociedad (Bach *et al.* 1976; Anguita *et al.* 1982; Bach *et al.* 1986).

En el I Congreso Geológico de España, celebrado en Segovia, en 1984, se presentó un trabajo en el que se contemplaba el potencial didáctico que presentaban los materiales geológicos utilizados en la construcción de las ciudades (García-Ruiz, 1984). En el IV Congreso Geológico de España de 1996, se organizó una serie de itinerarios geológicos desde Alcalá de Henares, siendo uno de ellos una ruta por la ciudad que incluía algunos de sus edificios más emblemáticos, con datos históricos y arquitectónicos de los mismos, intervenciones llevadas a cabo, tipos de materiales de construcción, su estado de conservación y su procedencia (Fort *et al.* 1996).

Diversas sociedades geológicas americanas e instituciones, como el Smithsonian Institute, han trabajado sobre itinerarios urbanos en los que se muestran los diferentes materiales geológicos de construcción empleados en diversos núcleos de población

La página web www.puertollanovirtual.com/articulos ofrece un recorrido geológico por el Paseo de San Gregorio, en Puertollano, Ciudad Real, en el que se muestran las rocas utilizadas en diversos edificios del paseo y se atiende a los procesos geológicos formadores de las mismas (García, 2002). Una de las primeras páginas web sobre la realización de recorridos en los que se muestran los materiales geológicos utilizados en el patrimonio arquitectónico, está centrada en el Madrid de los Austrias y se denomina Ruta Geológica Urbana (Soto y Morcillo, 2003). En las diferentes ediciones de la Semana de la Ciencia organizadas por la Comunidad de Madrid, se realizan los denominados itinerarios didácticos de carácter científico-divulgativo, siendo aquí donde comenzaron a desarrollarse las Rutas Geomonumentales como tal, cuyo principal fin es la divulgación de los estudios científicos llevados a cabo por el grupo de Petrología Aplicada a la conservación del Patrimonio del Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM).

Desde el año 2005, estas rutas han sido articuladas, teniendo actualmente un papel relevante en la sección de ciencia y sociedad de la página web de la Comunidad de Madrid (www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geomonumentales).

Las Rutas Geomonumentales confeccionadas hasta la fecha, todas en la Comunidad de Madrid, por el grupo de Petrología Aplicada a la conservación del Patrimonio del IGE, son el conjunto



Figura 2. Conjunto monumental de Sigüenza (Guadalajara) y antiguas canteras de donde se extrajo la piedra para su construcción localizadas en las proximidades del mismo.

monumental de Nuevo Baztán, el conjunto monumental de Loeches, la muralla de Talamanca de Jarama, el palacio del infante Don Luis de Borbón, en Boadilla del Monte, las canteras históricas de la Comunidad de Madrid y la piedra de construcción tradicional en los monumentos de Madrid (figura 1).

Las Rutas Geomonumentales constituyen una novedosa metodología de abordar la difusión del patrimonio arquitectónico con una clara intencionalidad didáctica, permitiendo conocer de cerca los materiales geológicos, la relación que guardan con los edificios, su conservación y sus causas de alteración (Pérez-Monserrat *et al.* 2006 y 2007; Álvarez de Buergo *et al.* 2007). El patrimonio arquitectónico es difundido desde una perspectiva cultural y científica, permitiendo la interacción entre disciplinas como la historia, geología, química, arquitectura, ingeniería, arte y sociología. Las Rutas Geomonumentales abogan por la divulgación de la ciencia, de la tecnología y del conocimiento adquirido, siendo necesario compaginar el arte y la investigación científica para la mejor conservación del patrimonio. Estas rutas son un gran viaje desde el entorno hacia el interior del monumento: comienza en el ambiente que lo rodea, continúa en la superficie de sus paramentos y entra en sus materiales de construcción, para que la ciencia enseñe qué les ocurre con el paso del tiempo.

El prefijo "geo" indica el fuerte condicionante geológico existente en la localización de asentamientos urbanos y en su desarrollo. La geomorfología, hidrogeología, existencia de recursos minerales y suelos fértiles, potencial riesgo sísmico y/o volcánico o estabilidad del terreno, han sido factores que históricamente han influido tanto en la elección de zonas para ubicar asentamientos como en la ordenación del territorio. El prefijo "geo" también establece la relación de los monumentos con la geología, en tanto que los hombres han extraído de la tierra los recursos geológicos necesarios para levantar sus construcciones (figuras 2 y 3).



Figura 3. Torre defensiva di Porto Miggiano (Santa Cesarea, región de Apulia, Italia), construida con la piedra extraída de las canteras infrayacentes.

La piedra, material geológico de construcción utilizado en el patrimonio arquitectónico por excelencia, suele aparecer acompañada de materiales cerámicos, morteros, materiales constituidos por tierras, pigmentos naturales o pátinas de recubrimiento, cuyas materias primas también tienen una procedencia geológica (figura 4). El papel fundamental de los materiales geológicos en el legado arquitectónico les configura como un importante valor patrimonial en sí, cuyo conocimiento supone una manera más de conservar y difundir el patrimonio arquitectónico. Así, la geología constituye un valor añadido a este patrimonio, contribuyendo por tanto a incrementar su valor ("valorización").

Son muchos los aspectos geológicos que condicionan la configuración y estado actual del patrimonio arquitectónico, como la morfología del paisaje, el afloramiento de las formaciones geológicas, las técnicas de explotación y extracción en cantera, o el comportamiento físico-químico de los materiales geológicos. Estos aspectos son ampliamente tratados en ramas de la geología como la geomorfología, los recursos minerales, la petrología



Figura 4. Materiales geológicos empleados en la arquitectura de Albarracín (Teruel). Sobre la piedra caliza se ha aplicado una pátina, y, en las construcciones, se utiliza también el ladrillo, la cerámica, el mortero e incluso el alabastro.

(petrografía y petrofísica) o la geología ambiental. Las Rutas Geomonumentales dan a conocer estas disciplinas, mostrando cómo son los materiales que dan forma al patrimonio arquitectónico, cómo se comportan y cómo debe intervenir sobre los mismos. En definitiva, estas rutas enseñan el lenguaje de los materiales geológicos, cuyo conocimiento es necesario para apreciar y conservar el patrimonio arquitectónico.

La Declaración de Helsinki de 1996 resolvió que el necesario acceso al conocimiento y disfrute del patrimonio cultural debe ser promovido como un factor de desarrollo vital y colectivo para la sociedad, que el turismo contribuye al acceso del público al patrimonio cultural y que los ingresos derivados de ello pueden proporcionar unos recursos substanciales para su preservación. En la V Conferencia Europea de ministros responsables del Patrimonio Cultural, celebrada en Portoroz (Eslovenia) en 2001, se acordó asegurar que, en la sociedad de la información, todo el mundo tuviera un acceso razonable al conocimiento, a la cultura y al patrimonio cultural.

Por tanto, desde las instituciones públicas y privadas deben buscarse las vías adecuadas para la transmisión de la información. Sin duda, las Rutas Geomonumentales son una de estas vías. Constituyen un método de difusión del patrimonio arquitectónico, de las ciencias geológicas y de la investigación científica aplicada al servicio del mismo. Es necesario que este tipo de rutas se ofrezca como un itinerario cultural más, tanto desde los organismos públicos correspondientes como desde la iniciativa privada. Es igualmente necesario que sean confeccionadas por centros de investigación y/o profesionales conocedores de los materiales geológicos y sensibilizados con la filosofía que se pretende transmitir.

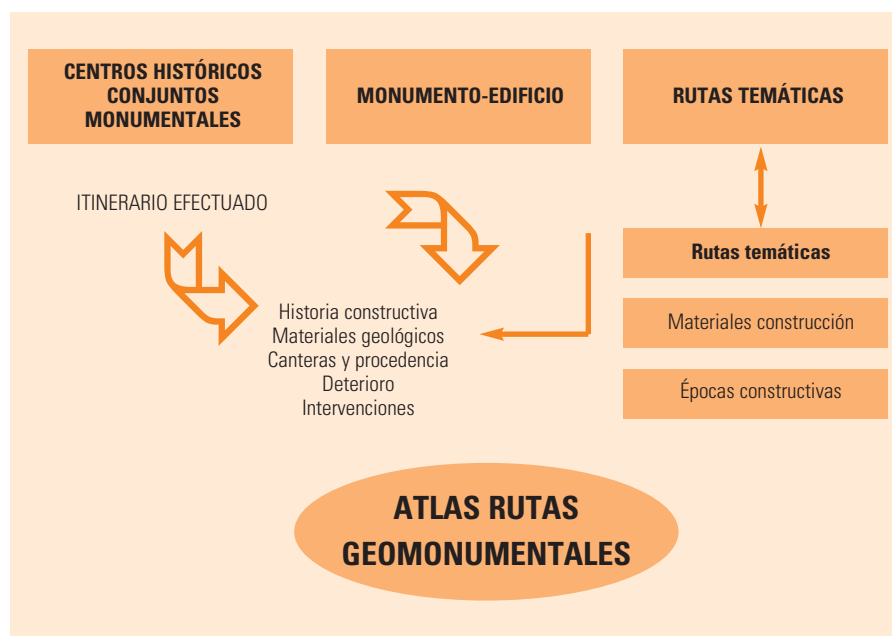


Figura 5. Principales tipos de Rutas Geomonumentales y aspectos fundamentales a tratar en las mismas.

Propuesta metodológica

Mediante el empleo de un lenguaje sencillo y de abundante información gráfica, las Rutas Geomonumentales ofrecen diversos aspectos del patrimonio arquitectónico, permitiendo al visitante elegir y animándole a profundizar en su interés. Enseñan a mirar y a observar con otra perspectiva, despiertan la curiosidad y hacen ver la estrecha relación existente entre la geología y el patrimonio arquitectónico.

Existen tres tipos principales de Rutas Geomonumentales (figuras 5 y 1), aquellas realizadas en centros históricos o conjuntos monumentales, las desarrolladas en un edificio o monumento en particular y las rutas temáticas, esto es, aquellas que incluyen diversos inmuebles agrupados bajo un aspecto común, como una tipología arquitectónica, unos materiales de construcción utilizados, una determinada época constructiva o un arquitecto en concreto. Además de datos históricos y arquitectónicos del inmueble o inmuebles incluidos en cada ruta, los aspectos fundamentales a tratar son la historia constructiva e intervenciones acometidas,

los materiales geológicos utilizados, su procedencia y su estado de conservación.

En el apartado dedicado a rutas en la web de **madri+d** (www.madrimasd.org), el visitante puede acceder de forma virtual a diversos tipos de rutas, siendo una de las opciones las Rutas Geomonumentales. Una pequeña introducción explica qué son estas rutas, su filosofía y aquellas a las que es posible acceder de forma virtual. En cada una de las rutas se puede acceder mediante las diversas pestañas a los datos generales del inmueble, así como a su localización, accesos y entorno, a los materiales de construcción que lo configuran, a las canteras de donde se extrajeron los materiales pétreos, a su historia constructiva, al deterioro de sus materiales o a las intervenciones realizadas (figuras 6, 7, 8 y 9). Las rutas se acompañan con los itinerarios propuestos para realizar la visita, planos diversos y una bibliografía recomendada.

El grupo de Petrología Aplicada del IGE cuenta con el programa MATERNAS (acrónimo de Durabilidad

y Conservación de Materiales Tradicionales Naturales del Patrimonio Arquitectónico), financiado por la Comunidad de Madrid (www.maternas.es) y con un proyecto bilateral con el instituto IBAM-CNR², "Comparación metodológica para la conservación y puesta en valor de Rutas Geomonumentales: puentes históricos en piedra de Madrid y calcarenita del Salento o piedra leccese". Así, a través del programa MATERNAS y del citado proyecto, el grupo está desarrollando la Ruta Geomonumental de los puentes de granito sobre el río Guadarrama, Madrid (figura 10), y está colaborando en la confección de una Ruta Geomonumental en la región de Apulia, al sur de Italia, que incluye torres costeras y las canteras históricas originales de las que se extrajo la piedra utilizada en la construcción de las mismas (figuras 11 y 3). Con las rutas ya realizadas, así como con aquellas que se vayan confeccionando, se requiere editar un atlas digital de Rutas Geomonumentales, en un principio, de la Comunidad de Madrid, en donde las rutas queden agrupadas según sus tres tipologías principales.

1. El Sistema **madri+d** es un sistema virtual de promoción y difusión tecnológica en investigación y desarrollo de la Comunidad de Madrid. Agrupa tanto instituciones públicas y privadas de investigación como asociaciones empresariales regionales, cubriendo los aspectos esenciales de comunicación entre el sector productor de conocimiento y el sector industrial, con el objetivo de mejorar la competitividad de la región mediante la transferencia de conocimiento.

2. Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM). Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).



Figura 6. Materiales de construcción utilizados en el castillo de Torrejón de Velasco, Madrid. Se distingue el granito, la caliza, el sílex y diversas tipologías de morteros de junta.

Especial importancia están adquiriendo en los últimos años las canteras históricas de donde se extrajeron los materiales pétreos utilizados en la construcción del patrimonio arquitectónico. Existe una renovada preocupación entre la comunidad científica para la localización de las canteras originales, tanto por la necesidad o requerimiento de material pétreo para sustituciones, como por la creciente desaparición de gran número de canteras históricas, absorbidas por el crecimiento urbanístico y no incluidas en planes de protección. Además, el conocimiento de las canteras originales, formas extractivas o medios de transporte, representa una herencia esencial en cuanto al patrimonio industrial de cada época se refiere. Las Rutas Geomonumentales introducen la importancia de las canteras históricas, y todos los aspectos industriales relacionados con la actividad extractiva, como factor potenciador del patrimonio industrial.

Existen, a este respecto, iniciativas y proyectos interesantes, tales como ITALITHOS, EUROLITHOS, PIERCENTRE, OSNET, MARMOTEC, ASMOSIA o LITHICA. Existe también una iniciativa muy interesante en este sentido, desde la Universidad de Valladolid, denominada



Figura 7. Vestigios de antigua actividad extractiva: (a) frente de banco de explotación de caliza (El Espartal, Madrid); (b) explotación de bolos graníticos mediante su fisuración con cuñas de madera a favor de su red de fracturas (El Escorial, Madrid).

Las Rutas Geomonumentales introducen la importancia de las canteras históricas, y todos los aspectos industriales relacionados con la actividad extractiva, como factor potenciador del patrimonio industrial

“Chimeneas frente al Páramo: en defensa de un patrimonio invisible”. Se trata de una página web que aborda el patrimonio tecnológico de Castilla y León, con fichas descriptivas de varios edificios industriales (www.emp.uva.es/~javier/chimeneas/paginas/sitios.html). Desde la Comunidad de Madrid también se potencia la conservación del patrimonio industrial y su difusión (<http://www.madrimasd.org/cienciay-sociedad/patrimonio/rutas/arqueologia/default.asp>).

Menduiña y Fort (2005) relacionan y describen la piedra utilizada en 122 inmuebles históricos, localizados en 53 municipios de la Comunidad de Madrid. Asimismo, se incorpora un mapa de la Comunidad donde se relaciona la geología con el patrimonio arquitectónico, indicándose la distribución de litologías en el territorio regional, la situación de los monumentos seleccionados y las canteras de donde la piedra es extraída. Además, se añaden fichas específicas correspondientes a 18 monumentos, de los que se proporcionan datos históricos, de su fábrica,

características petrológicas de los materiales pétreos utilizados y del estado conservación.

Junto a los monumentos emblemáticos madrileños, se quiere incidir en el valioso patrimonio arquitectónico olvidado en los itinerarios turísticos que se encuentra en el interior de la capital o disperso en los pueblos que integran la región. Nos referimos a la arquitectura tradicional de la Comunidad de Madrid, que utiliza unas técnicas y materiales muy particulares. Las Rutas Geomonumentales deben dar mayor énfasis a este patrimonio desconocido y de valor inestimable, cuya recuperación es cada vez más necesaria ante su pérdida alarmante.

De acuerdo con EURAB (European Union Research Advisory Board, 2005), para garantizar la protección del patrimonio cultural, es fundamental incrementar el impacto social del mismo mediante formas de dinamización cultural de su uso. Las Rutas Geomonumentales pretenden que la sociedad conozca su patrimonio arquitectónico, sobre todo el que tiene



Figura 8. Deterioro de los materiales de construcción: (a) erosión del granito, pérdida de material en los ladrillos y desprendimiento del mortero en la alcazaba de Mérida (Badajoz); (b) erosión diferencial de la piedra siguiendo su estratificación original, favorecida por la pérdida de los morteros de revestimiento y de junta aplicados sobre el paramento, que presentan, además, un elevado grado de enmugrecimiento (Soria).

Si bien las diferentes Rutas Geomonumentales creadas hasta la fecha se localizan en la Comunidad de Madrid, se pretende trasladar esta idea a las diferentes comunidades autónomas españolas

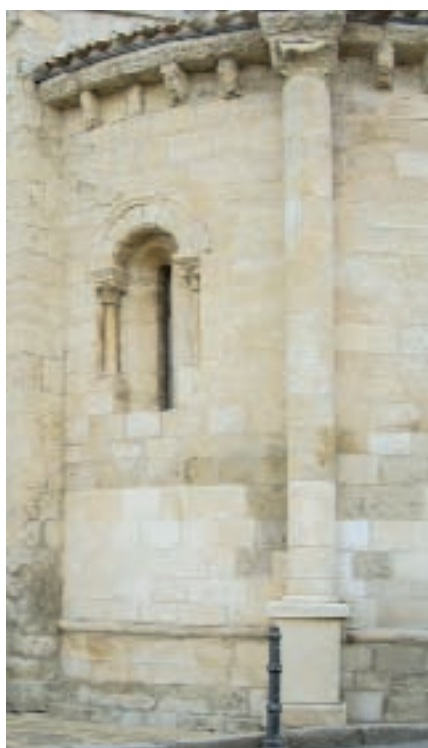


Figura 9. Aplacado reciente de piedra caliza colocado sobre la piedra infrayacente original, zona inferior del ábside románico de la iglesia de San Juan Bautista de Talamanca de Jarama (Madrid).

más cercano, para que así esté más sensibilizada ante la necesidad de su conservación.

Mirando al futuro

De forma sucinta, se exponen a continuación las diferentes experiencias al respecto llevadas a cabo por el grupo de Petrología Aplicada del IGE (figura 12), algunas de las cuales ya han sido referidas a lo largo del presente artículo:

- IV Congreso Geológico de España (1996). Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares. Restauraciones y rehabilitaciones en monumentos emblemáticos de Alcalá de Henares.
- Semana de la Ciencia (2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007):

- Conjuntos monumentales de Loeches y Nuevo Baztán, Madrid.
- Palacio del infante Don Luis de Borbón en Boadilla del Monte, Madrid.

- Conjunto monumental de Talamanca de Jarama, Madrid.
- Los materiales pétreos utilizados en la arquitectura madrileña de Fernando Arbós.

- III Reunión de la Red Temática del CSIC de Patrimonio Histórico y Cultural “Técnicas de Conservación del Patrimonio”. Madrid, 19-20 junio de 2003. El Palacio Real de Madrid.
- International Conference “Heritage, Weathering and Conservation” y VIII Reunión de la Red Temática del CSIC de Patrimonio Histórico y Cultural, Madrid, 21-24 junio de 2006. El Palacio de La Granja, La Granja de San Ildefonso, Segovia, 24 junio de 2006.
- Curso “Ciencia y Tecnología para una conservación sostenible del patrimonio pétreo. La gestión de proyectos de restauración. Casos prácticos”. En colaboración con Restauradores Sin Fronteras. Visita técnica: El Palacio Real de Madrid. Madrid, noviembre de 2006.
- IV Congreso Comunicación Social de la Ciencia. Cultura Científica y Cultura Democrática. CSIC. Madrid, 21-23 noviembre de 2007. La piedra tradicional utilizada en la construcción del patrimonio arquitectónico madrileño.

Si bien las diferentes Rutas Geomonumentales creadas hasta la fecha se localizan en la Comunidad de Madrid, se pretende trasladar esta idea a las diferentes comunidades autónomas españolas para que, desde los centros y/o instituciones correspondientes, se impulse su realización. Igualmente, se pretende que estas rutas progresivamente vayan contemplando también la realización de recorridos geológicos, de modo que queden incluidas en el término de geoturismo³ (Hose, 1997; Carcavilla, 2006).

Conclusiones

- Las Rutas Geomonumentales nos enseñan cómo son los materiales geológicos utilizados en el patrimonio

3. El geólogo T.A. Hose, promotor del término geoturismo, hace referencia al valor y beneficio social de los entornos geológicos y geomorfológicos, así como de sus materiales, al mismo tiempo que se asegura su conservación en provecho de estudiantes, turistas y otros visitantes ocasionales.



Figura 10. Dos vistas del puente romano de Alcanzoria en la Navata (Madrid).



Figura 11. Antiguas canteras históricas en la localidad termal de Santa Cesarea (región de Apulia, Italia).

arquitectónico, su comportamiento y cómo preservarlos.

- Suponen una novedosa metodología, ausente a nivel institucional, muy apropiada para la transferencia de información.
- Permiten el conocimiento de patrimonios menos conocidos pero de inestimable valor.

El legado cultural es una herencia única e irrepetible que merece ser conocida y conservada

- Muestran al ciudadano cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir a la conservación del legado arquitectónico.
- Suponen un importante potencial turístico englobado en el término de geoturismo.
- Permiten al visitante virtual profundizar en las rutas hasta donde desee,

captando su atención e impulsándole a conocer los edificios y monumentos *in situ*.

El patrimonio cultural abarca muy diversos y variados aspectos, todos de alguna manera relacionados entre sí y unidos en sinergia a sus gentes. Supone una herencia que es parte de nosotros y representa un elemento diferenciador de los pueblos, así como un elemento de unión entre los mismos, siendo esencial su cuidado y preservación. El legado cultural es una herencia única e irrepetible que merece ser conocida y conservada y, para ello, es fundamental su difusión.

España cuenta con un extensísimo patrimonio cultural y con una situación que le permite dedicar parte de sus recursos económicos a la revalorización y conservación del mismo. Considerando el privilegio que supone poder educar a la población y crear en ella una sensibilidad hacia la cultura heredada, los países, en la medida de sus capacidades, tienen el deber de conocerla, difundirla y abogar por su preservación. Educar en el aprecio y respeto al patrimonio cultural es responsabilidad de todos y supone la mejor garantía para su conservación y transmisión a las generaciones futuras. En nuestra mano está, con nuestra formación y posibilidades, educar para conservar el legado cultural recibido.

Bibliografía

- Álvarez de Buergo, M., Pérez-Monserrat, E.M. y Fort, R. (2007). Geomonumental Routes: a useful tool for popularising the built heritage. En: J. Radic, V. Rajcic, R. Zarnic (eds.). *Heritage Protection. Construction aspects*. European Construction Technology Platform, S.K. Kourkoulis, ed. Springer-Verlag, Dordrecht, 623-630.
- Anguita, F., San Miguel, M. y Sánchez, J.R. (1982). Un itinerario geológico urbano en las inmediaciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. En: *II Simposio Nacional sobre la enseñanza de la Geología*, Gijón, 165-175.
- Bach, J., Obrador, A. y Brusi, D. (1976). Geología urbana. Proposta d'un itinerari per la ciutat de Vic. En: *I Symposium sobre l'ensejament de les ciencies naturals*.
- Bach, J., Brusi, D. y Obrador, A. (1986). Pautas para la realización de itinerarios urbanos. En: *IV Simposio Nacional sobre la enseñanza de la Geología*, Vitoria-Gasteiz, 263-273.
- Carcavilla, L. (2006). Interpretación de la Geología: las Georutas del Parque Natural del Alto Tajo. *Tierra y Tecnología*, 29, 61-67.
- Council of Europe. Experts' contribution. Forward Planning: the function of Cultural Heritage in a changing Europe. En: http://www.coe.int/T/E/Cultural_Co-operation/Heritage/Resources/ECC-PAT%282001%29161.pdf.
- Doe, B.R. (1989). A different view of stone monuments, memorials and buildings of Washington, D.C. En: *28th International Geological Congress Field Trip Guidebook T235*, American Geological Union.
- European Union Research Advisory Board (2005). EURAB Report and Recommendations on "Science and Society": An agenda for a responsive and responsible European science in FP7 (September 2005). Documento EURAB 05.035.
- Fort, R., Mingarro, F., López de Azcona, M.C. y Álvarez de Buergo, M. (1996). Restauraciones y rehabilitaciones en monumentos emblemáticos de Alcalá de Henares. En: M. Segura, I. Bustamente y T. Bardaji (eds.). *IV Congreso Geológico de España. Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares*. Servicio de Publicaciones de Alcalá de Henares, 81-98.
- Fort, R., Mendiña, J., García del Cura, M.A., Varas, M.J. y Álvarez de Buergo, M. (2002). Las canteras históricas del Cretácico de la

>> CONTINÚA EN PÁG. 46



Figura 12. Algunas de las Rutas Geomonumentales realizadas: 1. Muralla de Talamanca de Jarama; 2. Palacio Real de Madrid; 3. Palacio de La Granja de San Ildefonso; 4. Panteón de Hombres Ilustres en Madrid; 5. La piedra tradicional utilizada en el casco histórico de Madrid (Monasterio de la Encarnación).

Agradecimientos

El desarrollo de las Rutas Geomonumentales ha sido posible gracias al programa MATERNAS financiado por la Comunidad de Madrid (0505/MAT/0094), al proyecto bilateral CSIC-MEC y CNR (2006IT0021) y al programa TCP de CONSOLIDER-INGENIO 2007, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (CSD2007-0058). Asimismo, agradecemos a la Comunidad de Madrid el apoyo brindado para potenciar la divulgación científica mediante las Rutas Geomonumentales.

>> VIENE DE PÁG. 45

- Comunidad de Madrid: utilización en su Patrimonio Arquitectónico. En: *2ª Reunión Monográfica de la Red Temática del CSIC de Patrimonio Histórico-Cultural*, Madrid.
- Gaffikin, P. (1999). *Set in stone: a geological guide to the building stones of Belfast*. Environment and Heritage Service, Belfast.
- García, A. (2002). Foto-geología urbana en el Paseo de San Gregorio de Puertollano. En: <http://www.puertollanovirtual.com/articulos/>.
- García-Ruiz, J.L. (1984). La ciudad como recurso didáctico. En: *I Congreso Geológico de España*, Segovia. IV, 505-525.
- Hose, T.A. (1997). Geotourism. Selling the earth to Europe in marinos. En: Koukis P.G. et al. (eds.), *Engineering geology and the Environment*, Balkema, Rotterdam, 2955-2960.
- ICOMOS (1999). *Cultural Tourism Charter*. ICOMOS, París. www.icomos.org (retrieved February 11, 2000).
- Mendiúña, J. y Fort, R. (Coords.) (2005). *Las piedras utilizadas en la construcción de los Bienes de Interés Cultural de la Comunidad de Madrid anteriores al siglo XIX*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Pérez-Monserrat, E.M., Varas, M.J., Gómez-Heras, M., Álvarez de Buergo, M. y Fort, R. (2006). Rutas Geomonumentales: una herramienta para la difusión del patrimonio arquitectónico. En: *VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación, La Dimensión Social del Patrimonio*, Salta, Argentina, 215-226.
- Pérez-Monserrat, E.M., Fort, R., Álvarez de Buergo, M. y Varas, M.J. (2007). Rutas Geomonumentales: estrategia de difusión científica para la conservación del patrimonio arquitectónico. En: *IV Congreso Comunicación Social de la Ciencia. Cultura Científica y Cultura Democrática*. CSIC, Madrid.
- Slagle, E.S. (1982). *A Tour Guide to Building Stones of New Orleans*, New Orleans Geol. Society.
- Smith, B.J. y Warke, P.A. (eds.) (1996). *Processes of urban stone decay*. Donhead Publishing LTD, Londres.
- Soto, P.J. y Morcillo, J.G. (2003). Ruta geológica urbana por el Madrid de los Austrias. En: [//www.ucm.es/info/diciex/programas/rutageologica/index.html](http://www.ucm.es/info/diciex/programas/rutageologica/index.html).
- United States Geological Survey, USGS (1998). *Building stones of our Nation's Capital: Washington, D.C.*, U.S. Geological Survey, U.S. Govt. Printing Office. (Escrito por Charles Withington y editado por Don Olson: <http://pubs.usgs.gov/gip/stones/tour.html>.)