



## CAPÍTULO 18

# GEOCONSERVACIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS

### **Autores principales:**

Roger Crofts y John E. Gordon

### **Autor de apoyo:**

Vincent L. Santucci

### **CONTENIDO**

- Introducción
- La necesidad de la geoconservación en áreas protegidas
- Gestión de la geoconservación en áreas protegidas
- Conclusión
- Referencias



Convention on  
Biological Diversity

## AUTORES PRINCIPALES

**ROGER CROFTS** es emérito en la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP) de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), fue director ejecutivo fundador del Patrimonio Natural Escocés (1992-2002), vicepresidente regional de la CMAP para Europa (2000-2008), y es presidente de la Real Sociedad Geográfica Escocesa.

**JOHN E. GORDON** es vicepresidente del Grupo de Especialistas de Geopatrimonio de la CMAP y profesor honorario de la Escuela de Geografía y Geociencias de la Universidad de St. Andrews, Escocia, Reino Unido.

## AUTOR DE APOYO

**VINCENT SANTUCCI** es geólogo y paleontólogo sénior del Servicio de Parques Nacionales de Estados Unidos, EE.UU.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los útiles comentarios acerca del borrador del texto de: Jay Anderson, Australia; Tim Badman, UICN, Suiza; José Brilha, Universidad de Minho, Portugal; Margaret Brocx, Sociedad Geológica de Australia, Australia; Enrique Díaz-Martínez, Patrimonio Geológico y Minero (IGME), España; Neil Ellis, Comité Conjunto de Conservación de la Naturaleza (Joint Nature Conservation Committee, JNCC), Reino Unido; Lars Erikstad, Instituto Noruego para la Investigación de la Naturaleza (Norwegian Institute for Nature Research, NINA), Noruega; Murray Gray, Universidad Queen Mary de Londres, Reino Unido; Bernie Joyce, Universidad de Melbourne, Australia; Ashish Kothari, Kalpavriksh, India; Jonathan Larwood, Natural England, Reino Unido; Estelle Levin, Estelle Levin Limited, Reino Unido; Sven Lundqvist, Servicio Geológico de Suecia, Suecia; Colin MacFadyen, Patrimonio Natural Escocés, Reino Unido; Colin Prosser, Natural England, Reino Unido; Chris Sharples, Universidad de Tasmania, Australia; Kyung Sik Woo, Universidad Nacional de Kangwon, Corea, y Graeme Worboys, Universidad Nacional de Australia, Australia.

## CITACIÓN

Crofts, R. y Gordon, J.E. (2019). Geoconservación en áreas protegidas. En: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary e I. Pulsford (eds.). *Gobernanza y gestión de áreas protegidas*, pp. 565-606. Bogotá: Editorial Universidad El Bosque y ANU Press.

## FOTOGRAFÍA DE LA PÁGINA DEL TÍTULO

**Géiser Viejo Fiel (Old Faithful) y área geotérmica, uno de los sitios de geopatrimonio más destacados del mundo y sitio patrimonio mundial, Parque Nacional Yellowstone, EE.UU.**

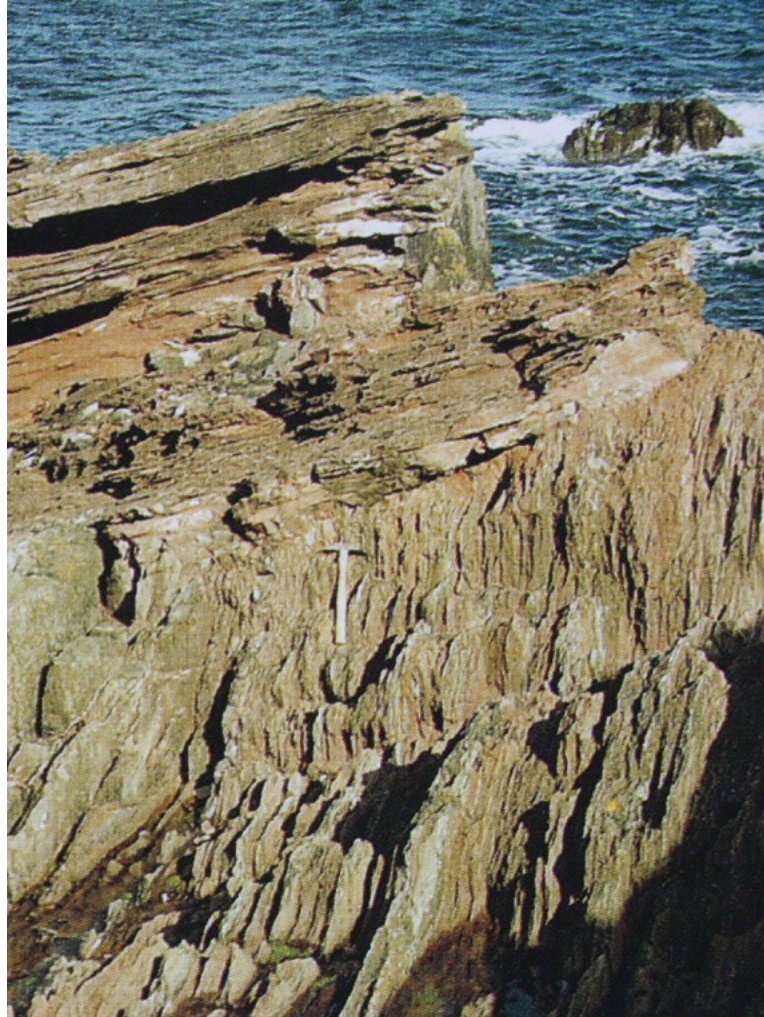
Fuente: Graeme L. Worboys



## Introducción

La Tierra es un planeta dinámico con una geodiversidad asombrosa. Las masas continentales y los océanos en la superficie del planeta han cambiado continuamente durante gran parte del tiempo geológico. Los océanos se han abierto y cerrado, y los continentes se han fragmentado y colisionado, junto con una actividad ígnea plutónica, vulcanismo y la deformación de la corteza a gran escala. Los procesos abióticos de la Tierra han operado de manera continua y episódica en escalas temporales muy diferentes, desde minutos hasta cientos de millones de años, y en diferentes escalas espaciales, desde el nivel microscópico hasta el de las placas continentales enteras. Las cordilleras se formaron y erosionaron, y los fragmentos de roca se acumularon y reciclaron. A medida que los continentes cambiaban y migraban a través de la superficie del globo y a través de diferentes zonas climáticas, las rocas se formaban en muchos entornos diferentes. La historia de la vida en la Tierra también está archivada en el registro fósil contenido en estas rocas. El cambio climático global a largo plazo ha influido en los procesos de la superficie, lo que ha llevado a condiciones periódicas de glaciación (*icehouse*) e interglaciación (*hothouse*). Todos estos procesos y eventos dejaron un legado en el registro rocoso y crearon la diversidad de paisajes y accidentes geográficos visibles en todo el mundo. Nuestro geopatrimonio es la historia de la Tierra; una narración a través del tiempo conservada en sus rocas, accidentes geográficos, fósiles, minerales y suelos que brinda un fuerte argumento a favor de la geoconservación.

La geodiversidad de la Tierra no solo contribuye de manera fundamental a la mayoría de los servicios ecosistémicos reconocidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), sino que también es el cimiento de las plantas, los animales y los seres humanos, y un vínculo vital entre las personas, la naturaleza, los paisajes y el patrimonio cultural. Asimismo, la geodiversidad contribuye al desarrollo sostenible y beneficia la salud pública al brindar activos para la recreación al aire libre y el disfrute del mundo natural. El conocimiento y la comprensión de cómo funciona la Tierra también son esenciales para dar soporte al manejo de los suelos, los ríos y la costa en un momento de gran incertidumbre sobre los efectos del cambio climático y el aumento del nivel del mar. Por lo tanto, es vital que la geodiversidad y el geopatrimonio estén totalmente integrados en la gestión de las áreas protegidas y se les otorgue un nivel de importancia equivalente a la biodiversidad como parte de un enfoque ecosistémico que reconozca el valor y la integridad de los procesos abióticos y bióticos en la conservación de la naturaleza.



**Siccar Point, un Sitio de Especial Interés Científico, Escocia, Reino Unido, donde se encuentra el sitio histórico donde James Hutton, el fundador de la geología moderna, observó una gran brecha de tiempo en las rocas (una discordancia)**

Fuente: Lorne Gill / Patrimonio Natural Escocés

Este razonamiento fue aceptado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) con la aprobación de las resoluciones 4.040 en Barcelona (IUCN, 2008) y 5.048 en Jeju, Corea del Sur (IUCN, 2012), en las que se establece claramente que la geodiversidad es parte de la naturaleza y que el geopatrimonio es parte del patrimonio natural.

En los últimos años, a medida que la práctica de la geoconservación evolucionaba, se desarrollaron varias definiciones importantes. Las siguientes definiciones capturan los elementos clave. Para definiciones en español de todos los términos clave, véase Carcavilla *et al.* (2012).

## Geodiversidad

La geodiversidad es “el rango natural (diversidad) de rasgos geológicos (rocas, minerales y fósiles), geomorfológicos (accidentes geográficos, topografía y procesos físicos), hidrológicos y de suelos, lo cual incluye sus ensamblajes, estructuras, sistemas y contribuciones a los paisajes” (Gray, 2013, p. 12).





**El estuario del Tay, Escocia, Reino Unido, un sitio de especial interés científico y un sitio Ramsar. El río lleva los sedimentos que mantienen a los juncuales, los que a su vez dan soporte al importante interés de biodiversidad. Ilustra los vínculos entre la geodiversidad y la biodiversidad**

Fuente: Roger Crofts

“La geodiversidad es la variedad de rocas, minerales, fósiles, accidentes geográficos, sedimentos y suelos, junto con los procesos naturales que los forman y los alteran” (Dudley, 2008, p. 66).

Geodiversidad es un término relativamente reciente; su primer uso en inglés tuvo lugar en Tasmania, Australia (Sharples, 1993; Gray, 2008). A pesar de cierta resistencia inicial y preocupaciones sobre la validez de los paralelismos implícitos con la biodiversidad, el término ahora se acepta ampliamente (Gray, 2013). La geodiversidad es el equivalente abiótico de la biodiversidad y, por lo tanto, es un complemento natural de la biodiversidad en lugar de un tema separado e independiente. La geodiversidad cubre los procesos de la Tierra pasados y presentes, abarca rasgos estáticos que tienen un rango de edades y reflejan la variedad de procesos a lo largo de la historia de la Tierra, e incluye procesos modernos que influyen significativamente en la biodiversidad. Durán *et al.* (1998), Nieto (2001) y Carcavilla *et al.* (2008) discuten la relación entre geodiversidad y geopatrimonio.

## Geopatrimonio

El geopatrimonio comprende aquellos elementos de la geodiversidad de la Tierra considerados con un significativo valor científico, educativo, cultural o estético (Díaz-Martínez, 2011; GSA, 2012). Estos incluyen lugares y objetos especiales (especímenes *in situ* y en museos) que tienen un papel clave en nuestra comprensión de la evolución abiótica y biótica de la Tierra (ProGEO, 2011).



**Kvarken, sitio patrimonio mundial, al oeste de Finlandia, donde nuevas tierras emergen del mar como resultado del ascenso (elevación glacioisostática) tras el derretimiento del manto de hielo escandinavo, cuyo peso deprimía la superficie terrestre**

Fuente: UNESCO

Un sitio o área de gran importancia como geopatrimonio puede comprender un solo rasgo de valor, y no tiene que contar con la presencia de una diversidad de rasgos.

## Geoconservación

La geoconservación se define como “la conservación de la geodiversidad por sus valores intrínsecos, ecológicos y de (geo)patrimonio” (Sharples, 2002, p. 6).

Una definición más amplia es “una acción tomada con la intención de conservar y mejorar los rasgos y procesos geológicos, geomorfológicos y del suelo, sitios y especímenes, incluidas las actividades promocionales y de concientización asociadas, y el registro y rescate de datos o especímenes de rasgos y sitios amenazados por pérdidas o daños” (Prosser, 2013, p. 568).

En algunas tradiciones, la geología y la geomorfología se consideran temas separados pero relacionados; en otras, la geomorfología es parte de la geología. Cualquiera sea el enfoque que se siga, es importante enfatizar que tanto la geología como la geomorfología se incluyen explícitamente dentro de la geodiversidad, el geopatrimonio y la geoconservación, tal como se definieron, y que el término “geositio” puede abarcar rasgos tanto geológicos como geomorfológicos. A veces se utilizan los términos “diversidad geológica”, “patrimonio geológico” y “conservación geológica” para incluir intereses tanto geológicos como geomorfológicos. Por consiguiente, para evitar confusiones, recomendamos el uso de geodiversidad,

geopatrimonio y geoconservación tal como se definieron anteriormente —es decir, que se abarquen los rasgos geológicos y geomorfológicos—.

En este capítulo, los administradores y el personal de las áreas protegidas pueden encontrar una información práctica y una orientación genérica sobre el papel de la geoconservación en las áreas protegidas. Así se enfatiza tanto la importancia de proteger el geopatrimonio en sí mismo como el valor de comprender la influencia formativa de la geodiversidad sobre la flora y la fauna en las escalas de sitio, hábitat, paisaje, ecosistema y bioma.

El capítulo se divide en dos secciones. La primera establece el caso de la geoconservación en las áreas protegidas y la segunda ofrece consejos sobre los principios rectores de la evaluación y la conservación del sitio. La Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP) de la UICN preparará una orientación detallada en una “guía de mejores prácticas para la gestión y conservación de sitios de geopatrimonio”.

## La necesidad de geoconservación en las áreas protegidas

### Valores de geopatrimonio

Muchos administradores y funcionarios de las áreas protegidas, al igual que sus asesores, estarán familiarizados con la importancia fundamental de la conservación de la biodiversidad. Ya que este tema es la base del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de 1992, y tiene un programa de trabajo asociado con las áreas protegidas, muchos consideran que la conservación de la biodiversidad es la razón de ser de las áreas protegidas y su gestión. No obstante, también son vitales las rocas, los sedimentos y los suelos subyacentes, al igual que su evolución y los procesos terrestres recientes y actuales a los que están sujetos. ¿Por qué?

Gray (2004) resumió los valores clave de la geoconservación como: intrínsecos, culturales, estéticos, económicos, funcionales y para la investigación y la educación. En general, se pone énfasis en el valor del geopatrimonio para la investigación científica y la educación, pero ahora hay una mayor conciencia de la importancia más amplia de la geoconservación, especialmente en un contexto de los ecosistemas (Gray, 2013).

Muchas áreas protegidas son declaradas gracias a sus valores de geopatrimonio, incluido uno de los primeros parques nacionales del mundo: Yellowstone, en Estados Unidos. Algunas áreas protegidas son sitios de tipo global o regio-

nal para etapas críticas en la historia de la Tierra, y los cronohorizontes en las rocas representan los límites entre los diferentes periodos geológicos. Otras son ejemplos de procesos geológicos del pasado que representan eventos importantes en la evolución de los continentes y los océanos, como la colisión entre las placas tectónicas de India y Eurasia para crear el Himalaya y la meseta tibetana. No obstante, otras son declaradas por su importancia para la investigación, como las secuencias de rocas invertidas resultantes de las colisiones entre placas tectónicas y el cabalgamiento de estratos más antiguos sobre estratos más jóvenes, que se muestran, por ejemplo, en la zona de cabalgamiento de Moine en Escocia. Muchas son importantes porque sus fósiles muestran etapas clave en la evolución de la vida en la Tierra, como Burgess Shale en los parques nacionales Yoho y Kootenay, Columbia Británica, Canadá. Otras áreas protegidas son importantes por el tipo de minerales que se



**Arte rupestre en el Parque Nacional Royal Natal, KwaZulu-Natal, Sudáfrica, la cual ilustra las asociaciones culturales con las cavernas naturales**

Fuente: Roger Crofts

encuentran allí, los que reflejan una compleja evolución geoquímica. Y algunas son importantes por sus procesos geológicos actuales, como la separación de placas tectónicas en Islandia, o el desarrollo de accidentes geográficos glaciales en la Península Antártica.

Además, muchas áreas protegidas son declaradas debido a que sus rasgos geológicos y geomorfológicos son visual y escénicamente dominantes en el paisaje, y muy a menudo tienen un significado icónico en la historia cultural del área y la nación. Ejemplos de esto son las Montañas Doradas del Altái en la Federación Rusa, la montaña Bogd Khan en Mongolia y el Parque Nacional de Triglav en Eslovenia. Muchos componentes de la geodiversidad también tienen un significado cultural directo, como las cuevas que conservan pinturas e inscripciones u otros valores sagrados de periodos antiguos de la ocupación humana.

El geopatrimonio en las áreas protegidas puede existir en varias escalas, desde pequeños rasgos individuales, como piedras esculpidas por el viento (ventifactos) en ambientes desérticos y rocas (erráticas) transportadas largas distancias por glaciares, hasta cadenas montañosas completas y grandes cuencas hidrográficas. Todas las escalas son importantes, y la geoconservación debe tener en cuenta los rasgos y los procesos en toda la secuencia ininterrumpida, desde la escala del sitio hasta el paisaje.

Pero las áreas no tienen que tener una alta geodiversidad para calificar como área protegida. Por ejemplo, una secuencia densa de calizas de aguas profundas puede representar una parte importante de la historia de la cuenca y evidenciar la evolución de la vida. La aparente baja geodiversidad en las rocas puede esconder una rica biodiversidad que no se ve a simple vista, pero es crucial como un estratotipo o localidad de referencia para una determinada fase o cambio evolutivo.

**Tabla 18.1 Principales amenazas inducidas por el ser humano contra el geopatrimonio en áreas protegidas**

Amenazas y presiones	Ejemplos de impactos en el patrimonio geológico en áreas protegidas
Urbanización, construcción (incluidos los desarrollos comerciales e industriales tierra adentro y en la costa), infraestructura, parques eólicos en tierra y actividades relacionadas	Destrucción de accidentes geográficos y exposiciones de sedimentos y rocas Fragmentación de la integridad del sitio y pérdida de las relaciones entre los rasgos Interrupción de los procesos geomorfológicos Cambios a los regímenes del suelo y el agua; destrucción de suelos y de la estructura del suelo
Minería y extracción de minerales (incluida la extracción en minas a cielo abierto, pozos, canteras, dunas y playas, lechos de ríos, extracción de áridos marinos y minería en aguas profundas)	Destrucción de accidentes geográficos y exposiciones de sedimentos y rocas Fragmentación de la integridad del sitio y pérdida de las relaciones entre los rasgos Interrupción de los procesos geomorfológicos Destrucción de suelos y de la estructura del suelo Cambios a los regímenes del suelo y el agua
Cambios en el uso y manejo del suelo (incluida la agricultura y la silvicultura)	Daño a los accidentes geográficos a través del arado, la nivelación del suelo y el drenaje Pérdida del accidente geográfico, de la visibilidad del afloramiento y del acceso a las exposiciones Estabilización de accidentes geográficos dinámicos (por ejemplo, dunas de arena) Erosión del suelo Cambios en la química del suelo y en los regímenes hídricos del mismo Compactación del suelo, pérdida de materia orgánica
Protección costera y manejo e ingeniería de ríos (incluidas las represas y la extracción de agua)	Daños a accidentes geográficos y exposiciones de sedimentos y rocas Pérdida de acceso a las exposiciones Interrupción de los procesos geomorfológicos La inhibición de la erosión permite que las exposiciones se degraden
Actividades en alta mar (incluidos el dragado, la pesca con redes de arrastre, los desarrollos de energías renovables, la explotación de hidrocarburos y la disposición de residuos)	Daño físico a accidentes geográficos y sedimentos Interrupción de los procesos geomorfológicos Barrido/penetración de la superficie del lecho marino o por debajo del lecho marino
Recreación y geoturismo	Daño físico a accidentes geográficos, afloramientos rocosos, procesos y suelos (compactación) por la presión del turismo Fragmentación de la integridad del sitio Erosión de senderos y otras erosiones localizadas del suelo, y pérdida de la materia orgánica del mismo
Cambio climático	Cambios en los procesos del sistema activo Cambios en el estado del sistema (reactivación o estabilización) Pérdida de rasgos clave como casquetes polares y glaciares, lagos glaciares y desembocaduras
Aumento del nivel del mar (causas antropogénicas)	Pérdida de visibilidad y acceso a las exposiciones y afloramientos costeros por quedar bajo el agua Pérdida de exposiciones por un aumento en la erosión Cambios en accidentes geográficos y exposiciones costeras Pérdida de la totalidad o partes sustanciales de las áreas protegidas Desarrollo de nuevos rasgos a partir de, por ejemplo, mareas de tormenta



Amenazas y presiones	Ejemplos de impactos en el patrimonio geológico en áreas protegidas
Restauración de pozos y canteras (incluidos los vertederos)	Pérdida de exposiciones y de accidentes geográficos naturales
Estabilización de las paredes rocosas (por ejemplo, cortes de caminos) con mallas y hormigón	Pérdida de exposiciones
Recolección irresponsable de fósiles y minerales, y de núcleos de roca	Daño físico a las exposiciones de roca y pérdida del registro fósil

Fuentes: adaptado de Gordon y Barron, 2011; Brooks, 2013; Gray, 2013



**Meandros del río Clyde, Sitio de Especial Interés Científico, Escocia, Reino Unido. Permitir que los ríos se inunden naturalmente mantiene los procesos de las llanuras de inundación y ayuda a mitigar los impactos de las inundaciones río abajo**

Fuente: Patricia y Angus Macdonald / Patrimonio Natural Escocés



**Parque Nacional del Mar de Frisia, Jutlandia, Dinamarca. El acceso vehicular a las dunas de arena puede causar inestabilidad y pérdida del interés del geopatrimonio**

Fuente: Roger Crofts

### Amenazas contra el geopatrimonio

Suele argumentarse que el geopatrimonio en las áreas protegidas no necesita conservación porque este no cambia y ninguna amenaza evidente de las actividades humanas puede socavar el estado o el valor de los rasgos de interés. Esto no es cierto. Muchas disputas de conservación se han centrado en las amenazas a la geodiversidad –por ejemplo, la disputa en Tasmania sobre el desarrollo hidroeléctrico en el lago Pedder– (Houshold y Sharples, 2008). De hecho, las presiones y amenazas que enfrenta el geopatrimonio son muchas y variadas (Tabla 18.1), y pueden surgir de impulsores económicos para el desarrollo y cambios en la política agrícola y forestal que afectan las decisiones sobre el uso de la tierra. Estos rasgos y accidentes que son estáticos y aparentemente robustos pueden sufrir daños o ser destruidos fácilmente por desarrollos urbanos, industriales, comerciales y de infraestructura, al igual que por industrias extractivas, defensas costeras, cambios en el uso de la tierra, actividades científicas descuidadas, recolectores de rocas, minerales y fósiles, y las presiones de los visitantes. Tanto en el pasado como en el presente se han producido daños importantes a sitios clave y pérdidas de los mismos (Gray, 2013). Muchos rasgos son relictos o están inactivos y, por lo tanto, no son renovables, y una vez dañados o destruidos no pueden remplazarse. Otros rasgos son altamente dinámicos y es vital mantener el interés y la contribución que brindan a la conservación como un todo –por ejemplo, el suministro de sedimentos para mantener las llanuras de marea y las marismas para las poblaciones de aves invernantes–. No puede recalcarse demasiado la necesidad de las áreas protegidas para el geopatrimonio y su gestión eficaz frente a estas amenazas inducidas por el ser humano.

En general, los rasgos de interés del geopatrimonio en las áreas protegidas se presentan como exposiciones naturales y creadas por el ser humano, accidentes geográficos y sistemas activos de procesos geomorfológicos. Así, algunos son creados y mantenidos por procesos naturales,



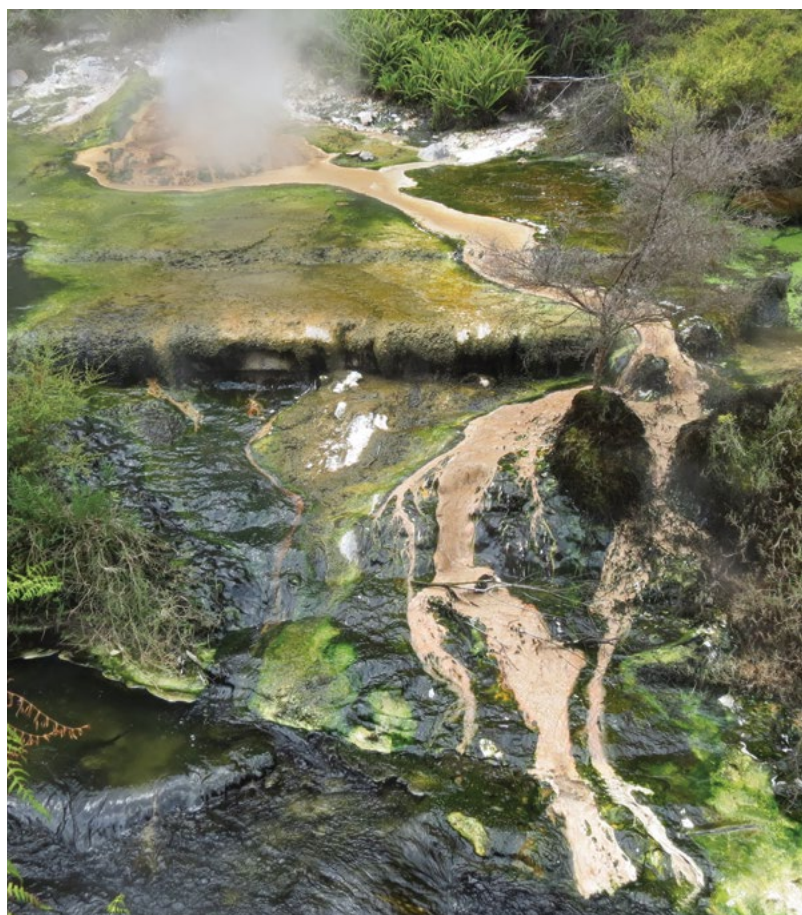


**Aberdeen, Escocia, Reino Unido: ejemplos de rompeolas y malecones de concreto que interrumpen los procesos naturales y causan problemas corriente abajo.**

Fuente: Roger Crofts

mientras que otros por actividades humanas como la explotación de canteras. Prosser *et al.* (2006) consideran las posibles amenazas a los diferentes tipos de áreas protegidas. Los principales impactos son el daño físico, la destrucción o eliminación del interés, la pérdida de visibilidad o acceso a las exposiciones por enterramiento con escombros u ocultamiento por la vegetación, el daño a la integridad del sitio por la fragmentación del interés y la pérdida de relaciones entre los rasgos, y la interrupción de procesos naturales o del estado natural. Por ejemplo, las exposiciones en las canteras en desuso pueden perderse por vertederos, los accidentes geográficos glaciares primarios pueden ser destruidos por la explotación de arena y grava, y las exposiciones clave pueden ser selladas y los procesos naturales pueden verse afectados por medidas de protección en las costas, la protección de las riberas y las defensas contra inundaciones. La extracción de minerales puede tener impactos positivos y negativos. Las canteras y las graveras son un recurso geológico significativo, particularmente en áreas donde las exposiciones naturales son pobres o escasas. La extracción en canteras puede revelar nuevas secciones de valor, y muchos sitios importantes se encuentran en antiguas canteras donde el interés geológico no se habría expuesto bajo otras cir-

cunstancias. No obstante, la extracción en canteras puede representar una amenaza directa para determinados accidentes geográficos –por ejemplo, la extracción de piedra caliza puede destruir parte de los sistemas de cavernas y los pavimentos de caliza–. Si bien existe la tendencia a estar en contra de cualquier nueva explotación de canteras en áreas protegidas que pueda dañar los accidentes geográficos intactos, es posible que en otros casos sea importante equilibrar el valor potencial de las nuevas secciones –por ejemplo, al revelar la arquitectura sedimentaria tridimensional de un sistema esker– frente a una mayor pérdida de la integridad del accidente geográfico. En tales casos, debe hacerse un juicio cuidadoso para garantizar que los motivos de la exposición sean totalmente compatibles con los objetivos particulares de conservación de los rasgos. Diferentes actividades agrícolas pueden tener un impacto sobre los sitios geológicos y los accidentes geográficos. Estos pueden sufrir daños no solo por el arado profundo y la nivelación del suelo, sino también por los caminos de extracción, y pueden quedar ocultos bajo la reforestación comercial. Los suelos están bajo presión por las prácticas de uso de la tierra y la contaminación, la intensificación



**Las plantas termófilas representan la dependencia biótica del cóctel químico hirviendo del valle volcánico de Waimangu, Rotorua, Nueva Zelanda**

Fuente: Roger Crofts



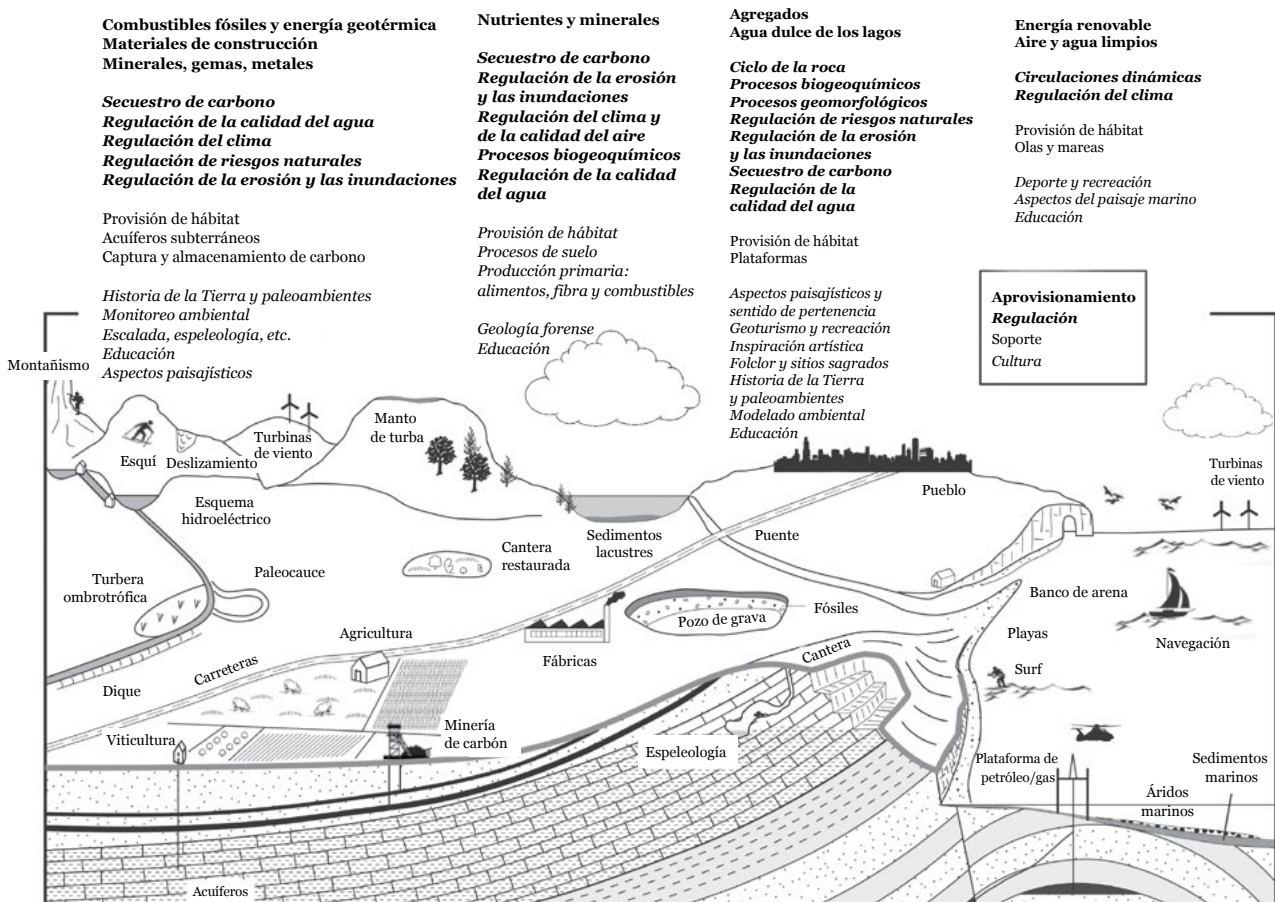
de la agricultura, la reforestación, la disposición de desechos, los depósitos ácidos y la expansión urbana.

Por lo general, los enfoques convencionales para la protección costera y rivera contra la erosión y las inundaciones implican una ingeniería “dura” a gran escala, la cual sella las principales exposiciones con diques de concreto, armaduras rocosas o gaviones. Los procesos naturales de suministro y movimiento de sedimentos se ven alterados, y el problema suele desplazarse a otra parte. Por lo tanto, también pueden presentarse impactos más amplios fuera del sitio –por ejemplo, la erosión de las defensas costeras corriente abajo—. Otras amenazas pueden surgir de los efectos del cambio climático y del aumento del nivel del mar, y en particular de las respuestas humanas (por ejemplo, en forma de una protección “dura” contra las inundaciones y las defensas costeras), especialmente en sistemas dinámicos. Estos retos de gestión actuales requieren de la colaboración entre los gobiernos, los encargados de la planeación, los responsables de la toma de decisiones y las comunidades locales, de tal manera que se garantice una gestión sostenible de la

geodiversidad como parte de estrategias de adaptación más amplias a largo plazo que permitan la protección de los servicios ecosistémicos (Prosser *et al.*, 2010).

Las presiones y las amenazas sobre el entorno marino incluyen la pesca en el fondo marino, la extracción de agregados, las instalaciones de petróleo y gas, las instalaciones de energía renovable, los cables y tuberías, el dragado para la navegación, la eliminación de desechos y la actividad militar. Estas actividades tienen el potencial de afectar los rasgos geomorfológicos y geológicos del lecho marino (DEFRA, 2010; Brooks, 2013). Dada la naturaleza dinámica del entorno marino, todas estas actividades pueden tener impactos más amplios al interrumpir las rutas de transporte de sedimentos existentes y al alterar los patrones de sedimentación y los procesos hidrodinámicos

Hace poco se reconoció que el cambio climático es un problema emergente para la geoconservación (Prosser *et al.*, 2010; Sharples, 2011). Es probable que los sistemas activos geomorfológicos, hidrológicos y del suelo,



**Figura 18.1 Ilustración esquemática de los bienes y servicios derivados de la geodiversidad: la capa gris sobre el lecho de roca representa el suelo**

Fuente: reimpreso de Gray *et al.*, 2013. Reproducido con permiso de Elsevier



**San Cristóbal, Parque Nacional Galápagos, Ecuador, donde las salientes erosionadas entre las capas de lava ofrecen lugares perfectos para que el huairavo de corona amarilla (*Nyticorax violaceus*) se pose**

Fuente: Roger Crofts

en particular, experimenten cambios importantes en respuesta al cambio climático. Estos pueden incluir la erosión o el entierro por depósitos de algunos de los elementos más antiguos del geopatrimonio. Si bien será posible evitar la pérdida de algunos sitios de geopatrimonio específicos, a una escala de paisaje más amplia es poco probable que puedan evitarse cambios generalizados en los procesos; de hecho, la escala de intervención requerida para hacerlo comprometería muchos otros valores naturales. La acción más apropiada (y costo-efectiva) a escala del paisaje puede ser permitir que los procesos abióticos activos se adapten naturalmente a las condiciones climáticas cambiantes.

## Vínculos con la biodiversidad, las funciones y los servicios ecosistémicos

La geoconservación en áreas protegidas ofrece muchas contribuciones importantes a la naturaleza biótica y a la sociedad. Esta apoya la conservación del paisaje y la biodiversidad; el desarrollo económico; la adaptación al cambio climático y la gestión sostenible de la tierra y el agua; el patrimonio histórico y cultural, y la salud y el bienestar de las personas (véase, por ejemplo, Johansson, 2000; Brilha, 2002; Stace y Larwood, 2006; Gordon *et al.*, 2012; Gray *et al.*, 2013). Quizás lo más significativo es que la geodiversidad respalda o brinda la mayoría de



**Alvar de Öland, Suecia, sitio patrimonio mundial, donde la flora dependiente de calizas se encuentra sobre el pavimento de piedra caliza**

Fuente: Roger Crofts

los servicios ecosistémicos identificados en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005). La geodiversidad es un componente clave de los servicios de soporte y contribuye significativamente a los servicios culturales, de aprovisionamiento y de regulación (Figura 18.1). Sin las contribuciones de la geodiversidad, muchos de los servicios ecosistémicos esenciales para soportar la vida sobre la Tierra simplemente no existirían o requerirían alternativas tecnológicas mucho más costosas; por ejemplo, el suministro de agua dulce, la regulación de la calidad del agua y del aire, y la formación del suelo y el ciclo de nutrientes para la producción de alimentos. La geodiversidad también brinda bienes y servicios adicionales e indispensables (por ejemplo, minerales, agregados y combustibles fósiles) que son bienes de capital no renovables, así como importantes beneficios de “conocimiento” (por ejemplo, los registros de cambios climáticos en el pasado, la comprensión de cómo funcionan los sistemas de la Tierra y las tendencias de los servicios ecosistémicos).

En su forma más simple, la geodiversidad brinda los cimientos para la vida en la Tierra y para la diversidad de especies, hábitats, ecosistemas y paisajes. La mayoría de las especies dependen de la “fase” abiótica en la que existen (Anderson y Ferree, 2010), no solo las raras o especializadas (por ejemplo, aquellas asociadas con suelos calizos o suelos metalogénicos), y existe una estrecha conexión entre la flora y la fauna, el suelo y las rocas subyacentes, y la topografía y el agua y otros nutrientes de los que dependen para su crecimiento y



supervivencia (véase, por ejemplo, Semeniuk *et al.*, 2011). Ahora que nos concentramos mucho más en preservar la salud ecológica de los ecosistemas y sus componentes, es vital comprender los vínculos entre los procesos abióticos naturales de la Tierra y la contribución que hacen a la conservación de la biodiversidad.

La naturaleza y las variaciones dentro de los ecosistemas forestales se determinan no solo por el lecho de roca y los tipos de suelo, la exposición climática y la topografía del accidente geográfico –que determinan las variaciones locales en la disponibilidad de agua y los flujos de nutrientes– sino también por la diversidad de su flora y fauna. Las áreas protegidas costeras reflejan la interacción del lecho de roca y los tipos de sedimentos con los procesos fluviales y marinos en su evolución y estado actual, aunque la protección pueda ser para aves migratorias o la flora del litoral. Las áreas protegidas de altas latitudes y altitudes, importantes para la megafauna y la flora ártica/alpina, se caracterizan por la congelación y descongelación del suelo y el suministro estacional de nutrientes. De hecho, la lista de relaciones entre los principales biomas y sus procesos terrestres pasados y actuales es interminable y, por lo tanto, fundamental para la identificación, designación y manejo de muchas áreas protegidas. En pocas palabras, sin una comprensión de los procesos de la Tierra que condujeron a su formación y que se experimentan actualmente, la gestión de los aspectos biológicos de las áreas protegidas no será tan efectiva como debería (Santucci, 2005). Esto se ve acentuado por el interés actual en el enfoque de “conservación del escenario”, en el que la flora y la fauna son vistas como los actores y la geodiversidad como el escenario en el que prosperan. Según este enfoque, la conservación de la biodiversidad se logra mejor al conservar el escenario, particularmente en tiempos del cambio climático, cuando puede ser crucial que las plantas y los animales cuenten con una variedad de hábitats a los que pueden trasladarse para sobrevivir (Anderson y Ferree, 2010).

Es fundamental la protección de los sitios que revelan registros paleoambientales. Por ejemplo, el análisis de los cambios en fósiles, polen y esporas de hongos, al igual que los factores cambiantes que afectan la biodiversidad (por ejemplo, cambio climático, vulcanismo, erosión y sedimentación) en las áreas protegidas, pueden proporcionar una mejor comprensión de la dinámica de la biodiversidad. Si bien es poco probable que el pasado brinde análogos exactos para la ecología de la restauración, los registros paleoambientales tienen un importante papel de apoyo para la biología de la conservación al permitir la comprensión de los procesos ecológicos y evolutivos, la dinámica del ecosistema y los rangos pa-



**Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador, donde se construyeron cronologías de la actividad volcánica a partir de sucesivas capas de cenizas volcánicas (tefra)**

Fuente: Roger Crofts

sados de la variabilidad natural (Gillson y Marchant, 2014). Además, las perspectivas a largo plazo provistas por los registros paleoambientales deberían no solo mejorar el conocimiento de las tendencias en los servicios ecosistémicos, sino también ayudar a validar las decisiones de gestión de la conservación y priorizar los limitados recursos para las intervenciones de gestión.

La ecología de la restauración es un elemento importante en la gestión de las áreas protegidas cuando, por ejemplo, se ven afectadas por una degradación y la pérdida de su capacidad funcional. Para garantizar que la restauración pueda tener éxito y que la geodiversidad no se vea afectada negativamente, al desarrollar planes de restauración debe tenerse en cuenta la contribución de los procesos abióticos naturales.

En consecuencia, la geoconservación es crucial para mantener especies y hábitats vivos, para mantener tanto la “fase” o el escenario abiótico como los procesos naturales (por ejemplo, inundaciones, erosión y formación de depósitos) necesarios para la diversidad del hábitat y las funciones ecológicas. Existen argumentos sólidos que respaldan una gestión de áreas protegidas con enfoques más integrados, los cuales beneficiarían tanto a la biodiversidad como a la geoconservación (Hopkins *et al.*, 2007; IUCN, 2012; Matthews, 2014).

## Relevancia de la definición de la UICN para la geoconservación en áreas protegidas

La definición revisada de la UICN de un área protegida se refiere por primera vez a la naturaleza abiótica al sustituir el término específico “biodiversidad” por el término más amplio “naturaleza”: “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (Dudley, 2008, p. 8).

El uso de la palabra “naturaleza” es bastante deliberado por varias razones. Este permite el reconocimiento específico de los elementos abióticos en las áreas protegidas que fueron excluidos en la definición anterior, la cual se refería solo a la biodiversidad. Este no solo reconoce que muchas áreas protegidas existen para conservar la naturaleza abiótica de una forma u otra, sino también que la naturaleza abiótica es importante por sí misma, ya que es un elemento intrínseco de cualquier definición de naturaleza.

En la elaboración de las directrices se explica que “naturaleza” siempre se refiere a la biodiversidad, a nivel genético, de especies y de ecosistemas, y también suele referirse a la geodiversidad, los accidentes geográficos y los valores naturales más amplios (Dudley, 2008, Tabla 1, p. 9).

El uso del término “naturaleza” se detalla aun más en la Resolución 5.048 de la UICN (IUCN, 2012, p. 66), “para garantizar que, cuando en el Programa de la UICN 2013-2016 se haga referencia a la naturaleza en general, se dé preferencia a términos incluyentes tales como “naturaleza”, “diversidad natural” o “patrimonio natural”, de modo que no se excluyan la geodiversidad ni el geopatrimonio”.

El ejemplo dado en las directrices de 2008 es la Reserva Natural Nacional de Rùm en Escocia, la cual se estableció para proteger rasgos geológicos únicos, específicamente la separación y la estratificación de las rocas de la cámara magmática durante la actividad ígnea del Paleógeno; esta reserva también es de importancia en la región europea por sus especies de aves.

## Un enfoque sistemático para identificar los intereses de la geoconservación

Para identificar los rasgos y sitios de interés geotécnico es esencial contar con un marco metodológico claro, lógico y basado en la objetividad (Sharples, 2002; ProGEO, 2011). Esto se aplica a todos los niveles, desde las evaluaciones internacionales hasta los inventarios locales. Sin este enfoque no habrá forma de juzgar si se incluyen todos los aspectos del geopatrimonio, la medida en que las áreas seleccionadas son representativas, raras o únicas, y cómo puede extenderse el sistema conforme aumente el conocimiento y se reconozcan nuevos intereses del geopatrimonio.

En el siguiente texto mencionamos algunos ejemplos de las metodologías que los administradores de áreas protegidas individuales podrían desarrollar y aplicar en un rango de escalas, desde las evaluaciones internacionales hasta los inventarios locales de los intereses de geopatrimonio.

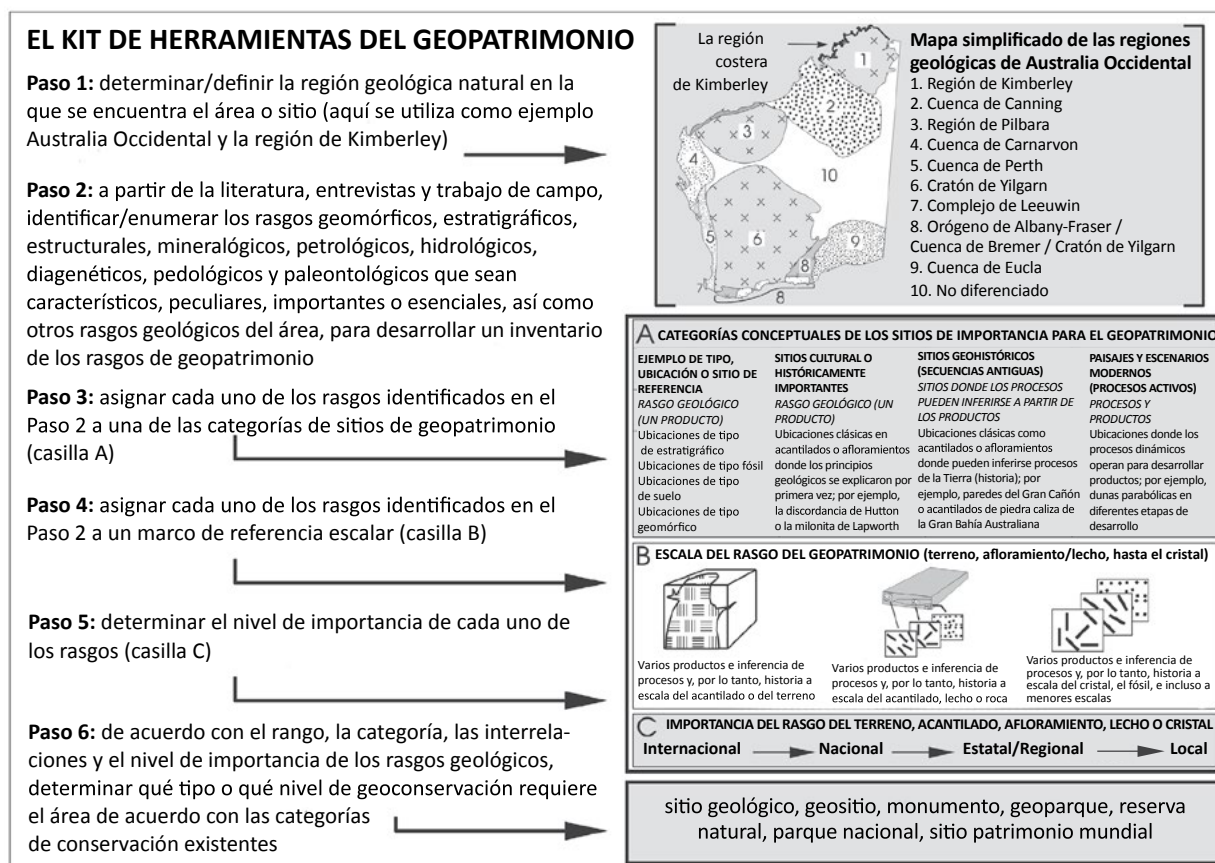
Se recomienda que las naciones y organizaciones que se embarquen en el desarrollo de áreas protegidas para el geopatrimonio consideren seriamente el uso de los sistemas y clasificaciones existentes, ya que estos prestan una atención cuidadosa a todos los aspectos. Es evidente que deben hacerse modificaciones y adiciones para adaptarse a las circunstancias nacionales, pero dentro de un sistema internacional probado y comprobado.

En general, un enfoque sistemático que es relevante para otros países es la Revisión para la Conservación del Geopatrimonio (*Geological Conservation Review*, GCR) en Gran Bretaña (Inglaterra, Escocia y Gales), la cual se desarrolló y aplicó durante las últimas tres décadas (Ellis, 2011). En este sistema basado en las ciencias se incorporan tres categorías de sitios, que son distintas pero complementarias (Cuadro 18.1).

### Cuadro 18.1 Categorías de sitios en la Revisión para la Conservación del Geopatrimonio en Gran Bretaña

1. Sitios de importancia internacional: estratotipos de intervalo o límite; localidades tipo para biozonas basadas en fósiles y zonas temporales basadas en estratos rocosos particulares; localidades clave para tipos rocosos particulares, minerales o fósiles, y accidentes geográficos; sitios históricamente importantes donde se hicieron descubrimientos significativos o se incrementó significativamente el conocimiento, o donde los rasgos y los fenómenos se descubrieron y describieron por primera vez.
2. Sitios que son científicamente importantes porque contienen rasgos excepcionales que son extremadamente raros en su formación o su existencia.
3. Sitios que son de importancia nacional porque son representativos de un rasgo, evento o proceso del geopatrimonio que es fundamental para la historia de la Tierra de Gran Bretaña.





**Figura 18.2 Pasos en el uso de la Caja de Herramientas del Geopatrimonio para identificar y evaluar sitios de importancia de geopatrimonio**

Fuente: Brocx y Semeniuk, 2011. Ilustración reproducida con permiso de los autores y la Sociedad Real de Australia Occidental

Los sitios se evaluaron en siete agrupaciones amplias: estratigrafía, paleontología, geología cuaternaria, geomorfología, petrología ígnea, geología estructural y metamórfica, y mineralogía. A efectos prácticos, estas agrupaciones se subdividieron a su vez en “bloques” temáticos según la edad estratigráfica, el tipo de formación, el área geográfica o los diferentes procesos geológicos y geomorfológicos. Obviamente, otros países y regiones podrían elegir diferentes agrupaciones de acuerdo con su geología y su geomorfología específicas. Además, de acuerdo con el propósito del inventario, los criterios pueden, además del valor científico, incluir valores estéticos, culturales, educativos, históricos, económicos y ecológicos, así como el uso potencial y la vulnerabilidad (véase más adelante).

Se propone que, en cualquier región o país, son siete elementos clave los que brindan la base para un sistema integral de áreas protegidas de geopatrimonio (Tabla 18.2).

A fin de garantizar la protección del geopatrimonio, como una de varias estrategias posibles, se requiere la gestión de la conservación a través de redes dedicadas de sitios protegidos. En la medida de lo posible, la geoconservación debe integrarse en la gestión de la conservación de todas las categorías de áreas protegidas. Para hacerlo, es necesario que los vínculos entre la geodiversidad y la biodiversidad sean mucho más explícitos en la planeación de la conservación y la selección de las áreas protegidas, y en cuanto a la biodiversidad, optimizar la sinergia con los servicios ecosistémicos en la planeación de la conservación.

**Tabla 18.2 Elementos clave de un sistema de áreas protegidas de geopatrimonio**

Elementos clave	Geositos que demuestran:
Etapas clave en la historia de la Tierra	Estratotipos límite o intervalo, localidades tipo para biozonas basadas en fósiles y localidades tipo para zonas de tiempo basadas en estratos de roca particulares
Rasgos estructurales principales	Eventos/episodios tectónicos asociados con movimientos de placas. Los ejemplos incluyen rasgos asociados con colisiones de placas que resultan, por ejemplo, en la formación de cadenas montañosas, acompañadas de cabalgamiento, plegamiento y compresión de estratos. Otros ejemplos asociados con la convergencia de placas incluyen la formación de arcos insulares, volcanes centrales y flujos de lava extensos
Formación de minerales	Depósitos de minerales raros y representativos, y tipos de ubicaciones de minerales
Evolución de la vida	Fósiles y ensamblajes fósiles que representan las etapas en la evolución de la vida y gradaciones e interrupciones en las secuencias de esta dentro del registro fósil que reflejan las tendencias evolutivas y los eventos catastróficos, como el impacto de meteoritos y las erupciones de los súper volcanes
Procesos modernos de la Tierra	Rasgos representativos de procesos activos particularmente asociados con las placas tectónicas, como diferentes tipos de volcanes y otras formas eruptivas, y aquellos asociados con la interfaz entre la tierra y el mar alrededor de costas y estuarios, sistemas fluviales y ambientes glaciales y periglaciales
Rasgos representativos por encima o por debajo de la superficie	Rasgos representativos de períodos particulares de la historia de la Tierra, así como formaciones rocosas o procesos de la Tierra que son particulares, inusuales o distintivos –por ejemplo, sistemas de cavernas, chimeneas de hadas, formaciones rocosas en domo y otras formaciones rocosas verticales–
Registros de condiciones ambientales del pasado	Condiciones ambientales del pasado como las fases glaciales, periglaciales e interglaciales del período Cuaternario, incluidos accidentes geográficos, sedimentos y secuencias de rocas de todos los períodos de la historia de la Tierra

## Kit de herramientas del geopatrimonio en áreas protegidas

A nivel internacional, nacional y local existen muchos sistemas diferentes para la evaluación de las áreas protegidas. En todos los niveles, un requisito fundamental es un inventario del geopatrimonio y un total conocimiento de los sitios clave que deben protegerse (Sharples, 2002; ProGEO, 2011). La Caja de Herramientas del Geopatrimonio (Geoheritage Toolkit), desarrollado en Australia Occidental para identificar y evaluar las áreas protegidas con importancia de geopatrimonio para la ciencia y la educación, ilustra los pasos principales (Figura 18.2) (Brocx y Semeniuk, 2011). La Caja de Herramientas del Geopatrimonio es un método basado en categorías en el que primero se identifican distintas regiones, luego se hace un inventario de los principales rasgos geológicos y geomorfológicos a todas las escalas (desde la escala montañosa hasta la microescala), los rasgos se asignan a una categoría del geopatrimonio y su importancia se evalúa con la evaluación semicuantitativa de Brocx y Semeniuk (2007).

## Geoconservación y designaciones de áreas protegidas

Existen muchos tipos de sistemas de áreas protegidas del geopatrimonio –algunos internacionales o nacionales y otros locales–. Aquí se describen los tipos principales.

### Internacional

#### Patrimonio mundial

La Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial reconoce los valores del geopatrimonio, no solo directamente por medio de la inscripción de sitios en la Lista del Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) bajo el Criterio VIII, ya sea solos o en combinación con otros criterios naturales o culturales, sino también indirectamente, al reconocer el papel que tienen los valores del geopatrimonio en el sustento y apoyo a la diversidad biológica, cultural y del paisaje (Dingwall *et al.*, 2005). Para ser incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial, los sitios deben tener un valor universal excepcional y cumplir al menos uno de los diez criterios de selección. De los 981 sitios inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial para 2013, 759 son sitios culturales, 193 naturales y veintinueve mixtos. Alrededor de ochenta sitios están inscritos principalmente debido a su interés de geopatrimonio bajo el Criterio VIII como “ejemplos excepcionales que representan las prin-





**Figura 18.3** Logotipo de la red mundial de geoparques apoyada por la UNESCO

Fuente: UNESCO

cipales etapas de la historia de la Tierra, incluido el registro de la vida, procesos geológicos significativos activos relacionados con el desarrollo de accidentes geográficos, o importantes rasgos geomórficos o fisiográficos”. Algunos sitios también pueden calificar bajo el Criterio VII: “contienen fenómenos naturales superlativos o áreas de excepcional belleza natural e importancia estética”. Como base para evaluar el potencial de sitios que aspiren a la designación como patrimonio mundial, Dingwall *et al.* (2005) propusieron trece temas geológicos y geomorfológicos.

### Geoparques

Los geoparques son áreas con un geopatrimonio excepcional que se establecen principalmente para promover el geoturismo y apoyar el desarrollo económico local. Estos parques no son áreas protegidas *per se*, pero pueden estar total o parcialmente cubiertos por áreas protegidas. Asimismo, no se identifican ni se clasifican sistemáticamente como una red global integral; muchos se basan en iniciativas voluntarias dirigidas por la comunidad y otros en una designación de arriba hacia abajo. No obstante, la Red Mundial de Geoparques Nacionales o Red Mundial de Geoparques (Global Geoparks Network, GGN), apoyada por la UNESCO (Figura 18.3), brinda un marco internacional para conservar y mejorar el valor del patrimonio de la Tierra, sus paisajes y formaciones geológicas, y es probable que la creación de geoparques proporcione *de facto* un nivel de coordinación a escala del paisaje para la conservación, el uso sostenible y el desarrollo social y económico complementario, aunque no siempre dentro de las definiciones estrictas de las categorías de la UICN. En 2014, la red comprendía 111 geoparques nacionales en todo el mundo (UNESCO, 2014a).

Los geoparques combinan la conservación del geopatrimonio con el estímulo de su disfrute, comprensión y educación, y el apoyo al desarrollo socioeconómico y cultural sostenible a través del geoturismo (McKeever *et al.*, 2010). La GGN opera en estrecha sinergia con la Convención sobre la Pro-

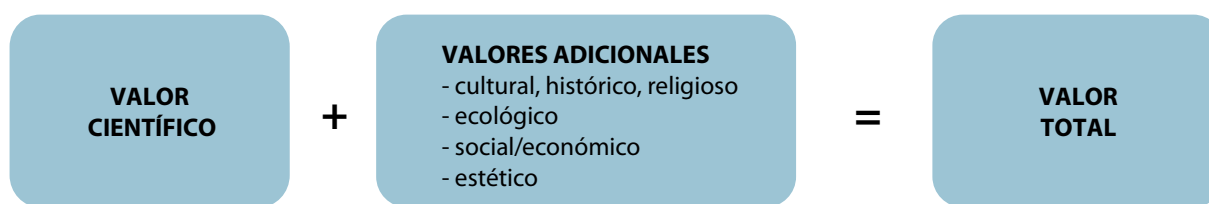
tección del Patrimonio Mundial, la Red Mundial de Reservas de la Biosfera del Programa del Hombre y la Biosfera (Man and the Biosphere, MAB), y con organizaciones no gubernamentales (ONG) nacionales e internacionales y programas para la conservación del geopatrimonio. Se exige que los sitios dentro de la GGN cumplan con los criterios relacionados con el tamaño y el entorno, la gestión y la participación local, el desarrollo económico, la educación, la protección y la conservación (UNESCO, 2010). Los geoparques no son necesariamente áreas protegidas específicas, y están sujetos a revisiones cuatrienales de su desempeño y gestión. Si un geoparque no cumple con los criterios y los problemas planteados no se abordan en los dos años siguientes, este se elimina de la lista de la GGN.

Dingwall *et al.* (2005) recomendaron que la GGN debe verse como un enfoque complementario a la inclusión en el patrimonio mundial; sin embargo, debe reconocerse que la GGN no es en primera instancia una lista de sitios importantes, sino que son sitios seleccionados para fines de turismo y promoción. Aun existe la necesidad de una inclusión internacional de los geositos importantes junto a los sitios patrimonio mundial y los geoparques, ya que cada uno de ellos desempeña un papel diferente en la geoconservación internacional.

### Geositos de importancia internacional

Como contribución al programa mundial de inventario de los geositos (Wimbledon *et al.*, 2000), algunos países como España (García-Cortés *et al.*, 2001, 2009) y Portugal (Brilha *et al.*, 2005) completaron inventarios de los sitios de importancia internacional. Para garantizar su gestión adecuada, los geositos identificados bajo este programa se incorporan a los sistemas nacionales de áreas protegidas. Originalmente adoptado por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, y luego abandonado debido a problemas financieros, el programa mundial de geositos se encuentra en desarrollo en muchos otros países europeos (Wimbledon y Smith-Meyer, 2012) y sus principios siguen siendo válidos para la identificación y comparación global de los marcos geológicos y sitios de geopatrimonio de relevancia internacional.

Una brecha importante en la red internacional de sitios protegidos para el geopatrimonio es la red de más de cien Secciones Estratotipo y Puntos de Límite Global (*Global Stratotype Sections and Points*, GSSP) establecidas por la Comisión Internacional de Estratigrafía, una comisión de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (Gray, 2011). Esta red comprende todos los sitios clave para el piso, el sistema y los límites de serie de la columna geológica, los cuales conforman los elementos básicos de la estratigrafía.



**Figura 18.4 Valores centrales y adicionales de geopatrimonio**

Fuente: adaptado de Reynard, 2009b

## Nacionales

Muchos países han adoptado sistemas de evaluación para los rasgos geológicos y geomorfológicos de los sitios que utilizan una variedad de criterios (Wimbledon y Smith-Meyer, 2012). La mayoría de estos sistemas se basa en criterios que incluyen el valor científico, la representatividad, la rareza, la diversidad de los rasgos y la integridad (Lima *et al.*, 2010), y la evaluación comparativa y la información publicada por expertos en el área, con un trabajo dentro de un marco geológico definido (Erikstad *et al.*, 2008; ProGEO, 2011). Por lo general, las evaluaciones se basan en un enfoque de juicio experto, pero en algunos casos se han adoptado o propuesto enfoques paramétricos numéricos (por ejemplo, Lima *et al.*, 2010; Bruschi *et al.*, 2011). Es probable que estos últimos sean más útiles cuando se aplica una gama más amplia de criterios (por ejemplo, uso educativo y turístico, vulnerabilidad), y a los diferentes criterios se les pueden asignar distintas ponderaciones. Cuando el enfoque se centra específicamente en el valor científico, las metodologías de puntaje paramétrico corren el riesgo de perder de vista el raciocinio científico fundamental. Por lo tanto, es vital que se brinde una justificación científica completa, como en el caso de la Revisión para la Conservación del Geopatrimonio (*Geological Conservation Review*, GCR) en Gran Bretaña.

La GCR, y la análoga Revisión para la Conservación de las Ciencias de la Tierra (*Earth Science Conservation Review*) en Irlanda del Norte (National Museums Northern Ireland, 2003), son buenos ejemplos de una evaluación nacional sistemática (véase la información anterior). El raciocinio subyacente es que los sitios se seleccionan únicamente por su interés científico a través de un proceso de revisión por expertos y deben hacer una contribución especial a la comprensión y apreciación del geopatrimonio de Gran Bretaña. Se han seleccionado más de tres mil sitios, que en su mayoría están designados como sitios de especial interés científico (*Sites of Special Scientific Interest*, SSSI) y tienen protección legal. En Escocia, este tipo de enfoque se ha extendido al medio marino para identificar áreas clave de geodiversidad en el lecho marino, desde la costa hasta el borde de la plataforma continental (Brooks *et al.*, 2013). Dadas las limitaciones de recursos y las dificultades para administrar y moni-

torear las áreas submarinas, un enfoque pragmático podría ser priorizar las acciones con base en la sensibilidad y la vulnerabilidad de los intereses del geopatrimonio, y tanto como sea posible, alinear la geoconservación marina con la conservación de la biodiversidad mediante un enfoque integrado (Gordon *et al.*, 2013). Por ejemplo, en Noruega la aplicación del mapeo de "áreas naturales" en el medio marino pretende proporcionar una base para la conservación integrada, al reflejar los estrechos vínculos entre la geodiversidad marina y la biodiversidad (Dolan *et al.*, 2009; Thorsnes *et al.*, 2009).

En general, no se han completado evaluaciones sistemáticas de los sitios nacionales fuera de Europa, y esto se considera una brecha importante. No obstante, en todo el continente australiano se inició una gran cantidad de trabajos, y la Sociedad Geológica de Australia desempeña un papel principal junto a los organismos estatales (Sharples, 2002; Brocx, 2008; Joyce, 2010; Worboys, 2013). La Base de Datos de Geoconservación de Tasmania (Tasmanian Geoconservation Database, TGD) (DPIPWE, 2014) ofrece un buen modelo en funcionamiento. La TGD es un extenso inventario de sitios de importancia para la geoconservación y se compiló inicialmente a partir de una gama de anteriores inventarios *ad hoc*. En los últimos quince años, esta base de datos ha sido gestionada activamente por un grupo de referencia especializado nombrado por la agencia gubernamental relevante (Departamento de Industrias Primarias, Parques, Agua y Medio Ambiente, DPIPWE, por sus siglas en inglés), y como resultado, se está convirtiendo poco a poco en un inventario de geopatrimonio más completo y sistemáticamente organizado. A pesar de no tener poder legal, este se ha convertido en una herramienta clave para la gestión del suelo en Tasmania (DPIPWE, 2014).

Además del valor científico, otros enfoques han reconocido los valores estéticos, culturales/históricos, económicos y ecológicos de las áreas protegidas para la geoconservación (Kiernan, 1996; Panizza, 2001; Coratza y Panizza, 2009; Reynard, 2009a). Reynard (2009b) propuso que el valor geológico era el valor central y los otros eran valores adicionales (Figura 18.4).

Algunos enfoques también han aplicado métodos cuantitativos para la evaluación del sitio al incorporar



valores tanto científicos como más amplios –por ejemplo, en Suiza (Reynard *et al.*, 2007), España (Bruschi *et al.*, 2011; Pellitero *et al.*, 2011), Portugal (Pereira *et al.*, 2007) y Grecia (Fassoulas *et al.*, 2011)–. Rovere *et al.* (2011) ampliaron este enfoque para evaluar el geopatrimonio en dos áreas submarinas frente a las costas de Grecia e Italia. Algunos enfoques se han centrado en subconjuntos de geositos. Por ejemplo, la Asociación Internacional de Geomorfólogos ha abordado la evaluación y conservación de sitios geomorfológicos (Reynard *et al.*, 2009).

En las evaluaciones de geoconservación ha existido la tendencia a pasar por alto el valor del suelo, aunque este se aborda en las evaluaciones de los servicios ecosistémicos (por ejemplo, Haygarth y Ritz, 2009; Dobbie *et al.*, 2011). No obstante, para los suelos en Escocia, Towers *et al.* (2005) desarrollaron una metodología para un índice de conservación del suelo que se basa en la evaluación de la rareza, la representatividad y la diversidad del suelo de acuerdo con las características pedológicas del mismo.

## Locales

En todo el mundo existen muchos enfoques diferentes para la geoconservación local. Por ejemplo, en Gran Bretaña se han identificado redes de sitios de importancia local o regional. Estos son conocidos de varias formas, como “sitios locales” o “sitios geológicos locales” (Inglaterra), “sitios de geodiversidad local” (Escocia) y “sitios de geodiversidad regionalmente importantes” (Gales) (DEFRA, 2006; Scottish Natural Heritage, 2006). Estos tienen una orientación de protección discrecional en relación con las aplicaciones de desarrollo, y su valor radica en el hecho de que pueden designarse para una gama de criterios mucho más amplia que los SSSI, incluida la importancia educativa, estética e histórica (Burek, 2012). Otros países también han identificado redes regionales de geositos, como España (véase, por ejemplo, Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez, 2010). Para la planeación local, incluida la gestión de grandes áreas protegidas, como los parques nacionales, será importante el reconocimiento de los valores del geopatrimonio, incluso si no aparecen en las listas nacionales o no cumplen los criterios normales como áreas protegidas autónomas (Erikstad, 2012).

## Principios de geoconservación

Esta sección establece los principios generales para la geoconservación en áreas protegidas.

## El papel de las categorías de gestión de la UICN y la geoconservación

La geoconservación en las áreas protegidas se aplica a todas las categorías de gestión de áreas protegidas de la UICN, y específicamente a la Categoría III. Las directrices de 2008 (Dudley, 2008) explican la situación en ambos casos y se citan más adelante.

### Relevancia de todas las categorías

Las categorías de gestión de áreas protegidas de la UICN (Capítulo 2) tienen una amplia aplicación en la gestión del geopatrimonio. Esto refleja el vínculo entre la conservación abiótica y biótica, y también con los valores culturales. Como resultado, la geoconservación puede aplicarse al manejo de áreas protegidas asignadas a cualquiera de las seis categorías de gestión, así como a aquellas asignadas a la Categoría III. En la Tabla 18.3 se muestran los ejemplos. Los valores de geopatrimonio también pueden aplicarse a todas las otras categorías. Las directrices de 2008 proporcionan los ejemplos que figuran en la Tabla 18.4.

### Áreas protegidas de la Categoría III de la UICN

Tradicionalmente, se considera que la Categoría III es la única para la conservación de rasgos y procesos específicos de geopatrimonio. Tal como se discute a continuación, esto no es del todo cierto. La definición detallada de esta categoría es:

Las áreas protegidas de Categoría III se establecen para proteger un monumento natural concreto, que puede ser un accidente geográfico, una montaña submarina, una caverna submarina, un rasgo geológico como una cueva o incluso un elemento vivo como una arboleda antigua. Normalmente son áreas protegidas bastante pequeñas y a menudo tienen un gran valor para los visitantes (Dudley, 2008, p. 17).

Tal como se define en las directrices, el objetivo principal de la Categoría III es “proteger rasgos naturales sobresalientes específicos, así como su biodiversidad y hábitats asociados” (Dudley, 2008, p. 17). También pueden aplicar otros objetivos, tales como:

- Brindar protección a la biodiversidad en paisajes terrestres o marinos que de otro modo experimentarían cambios importantes.
- Proteger sitios naturales específicos que tengan valores espirituales o culturales, cuando también tengan valores de biodiversidad.

- Conservar los valores espirituales y culturales tradicionales del sitio (Dudley, 2008, p. 17).

Un área protegida de la Categoría III podría incluir algunos de los siguientes elementos.

1. Rasgos geológicos y geomorfológicos naturales: como cascadas, acantilados, cráteres, cuevas, lechos de fósiles, dunas de arena, formaciones rocosas, estratotipos y secciones estratigráficas; valles y rasgos marinos como montes submarinos o formaciones de coral.
2. Rasgos naturales influenciados culturalmente: tales como asentamientos trogloditas y antiguas huellas humanas.
3. Sitios cultural-naturales: como las múltiples formas de sitios naturales sagrados (bosques sagrados, manantiales, cascadas, montañas, calas, etc.) de importancia para uno o más grupos de creencias.
4. Sitios culturales con ecología asociada: donde la protección de un sitio cultural también protege una biodiversidad significativa e importante, como los sitios arqueológicos e históricos que están inseparablemente vinculados a un área natural.

**Tabla 18.3 Ejemplos de áreas protegidas de geopatrimonio en las categorías de gestión de la UICN**

Categoría	Ejemplos nacionales y motivo	Ejemplos de sitios del patrimonio mundial
Ia. Reserva natural estricta	Casquete glaciar de Groenlandia, Groenlandia: capa de hielo y los nunatak Valle de los géiseres, Kronotsky Zapovednik, Rusia: rasgos volcánicos	Reserva Natural de la isla Macquarie, Australia: rocas del manto de la Tierra Surtsey, Islandia: procesos bióticos y abióticos en la nueva isla formada en 1963-1967
Ib. Área natural silvestre	Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas, España: marismas dentro de dunas del Pleistoceno Reserva Nacional Noatak, Alaska, EE.UU.: cuenca hidrográfica	Meseta de Putorana, Rusia: meseta de basalto
II. Parque nacional	Parque Nacional del Gran Cañón, EE.UU.: registro estratigráfico y erosión de tierras áridas	Parque Nacional Dolomitas de Belluno, Italia: carst, glaciocarst y filones
III. Monumento o rasgo natural	Reserva de Conservación Cárstica Cuevas Jenolan, Australia: sistema cárstico Bosques Petrificados, Argentina: bosque petrificado	Parque Nacional Boodjamulla (Lawn Hill), Australia: fósiles de vertebrados terrestres Parque Provincial de los Dinosaurios, Canadá: fósiles de dinosaurios
IV. Áreas de manejo de hábitats/especies	Reserva Natural Parcial de la Montaña de Montserrat, España: rocas sedimentarias, cuevas y formas de erosión de las montañas Parque Marino de la isla Lord Howe, Australia: monte submarino volcánico	Parque Nacional Galápagos, Ecuador: procesos geológicos modernos
V. Paisaje terrestre/marino protegido	Parque Nacional Cairngorms, Reino Unido: historia de la Tierra y procesos geomorfológicos modernos Parque Natural Cabo de Gata-Níjar, España: historia volcánica y cuaternaria Área protegida del paisaje de los Alpes de Lyngen, Noruega: montañas alpinas con glaciares, morrenas, protección de la geodiversidad	Reserva regional de las cuevas de Škocjan, Eslovenia: dolinas, cuevas y ríos subterráneos
VI. Área protegida con uso sostenible de los recursos naturales	Parque Rural del Nublo, España: vulcanología, geomorfología Parque Natural de las Salinas de Sečovlje, Eslovenia: extracción de sal	Parque Marino de la Gran Barrera de Coral, Australia: evolución del sistema de arrecifes de coral

Fuentes: Lockwood *et al.*, 2006; Dudley, 2008; UNESCO, 2014b; para los ejemplos de España, E. Díaz-Martínez, comunicación personal; para los ejemplos de Noruega, L. Erikstad, comunicación personal



**Tabla 18.4 Geopatrimonio y la categoría de gestión de la UICN apropiada**

Carácter del geopatrimonio	Categoría adecuada de la UICN
La protección está dirigida principalmente a un rasgo individual de interés (monumento natural como una cascada o una cueva) o un sitio de valor nacional o internacional para comprender la historia de la Tierra (por ejemplo, un estratotipo)	Principalmente la Categoría III
Un ensamblaje de accidentes geográficos (por ejemplo, sistema de valle glaciar, cordillera) o procesos o rasgos geológicos	Principalmente las categorías Ia, Ib, II y V
Los rasgos tienen potencial para la interpretación y el geoturismo	Principalmente las categorías II y III
El interés de geopatrimonio es en sí mismo una base para hábitats y especies (por ejemplo, plantas amantes del calcio o especies adaptadas a dunas de arena dinámicas)	Principalmente las categorías Ia, Ib, II, IV, V y VI
El geopatrimonio tiene vínculos importantes con paisajes culturales (por ejemplo, cuevas usadas como viviendas o relieves adaptados a la agricultura en terrazas)	Principalmente la categoría V, y también las categorías II y III
El geopatrimonio es la base para la gestión sostenible (actividades asociadas con procesos naturales, como el turismo de volcanes, o el uso de llanuras de inundación como áreas tradicionales para el cultivo de arroz)	Principalmente compatible con las categorías V y VI
Protección que incluye rasgos geológicos que tienen valores particulares, ya sean espirituales o de credo, para algunas de las partes interesadas	Principalmente las categorías Ia y III

**Tabla 18.5 Áreas protegidas de la Categoría III en comparación con otras categorías**

Categorías Ia y Ib	La Categoría III no se limita a paisajes naturales y prístinos, sino que podría establecerse en áreas que de otro modo serían paisajes culturales o fragmentados. Con frecuencia se fomenta el turismo y la recreación, y la investigación y el monitoreo se limitan a la comprensión y el mantenimiento de un rasgo natural particular
Categoría II	El énfasis de la gestión de la Categoría III no está en la protección de todo el ecosistema, sino en rasgos naturales particulares; de lo contrario, la Categoría III es similar a la Categoría II y se gestiona de la misma manera, pero a una escala bastante pequeña en cuanto al tamaño y la complejidad de la gestión
Categoría IV	El énfasis de la gestión de la Categoría III no está en la protección de las especies o hábitats clave, sino en la protección de rasgos y procesos naturales particulares
Categoría V	La Categoría III no se limita a los paisajes culturales, y es probable que las prácticas de manejo se centren más en una protección más estricta del rasgo y de los procesos particulares que en el caso de la Categoría V
Categoría VI	La Categoría III no tiene como objetivo el uso sostenible de los recursos

Fuente: Dudley, 2008

Los componentes de biodiversidad de las áreas protegidas de la Categoría III son de dos tipos principales:

1. Biodiversidad que depende de las condiciones del rasgo natural —como los humedales costeros dependientes de la inundación de las mareas, la zona de rocío de una cascada, las condiciones ecológicas en las cuevas, las especies de plantas confinadas a los acantilados, o los pastizales confinados a planicies bajas de piedra caliza—.
2. Biodiversidad que sobrevive debido a la presencia de valores culturales o espirituales en el sitio, los cuales han permitido que se mantenga un hábitat natural o seminatural en lo que de otra manera sería un ecosistema modificado —como algunos sitios naturales sagrados o sitios históricos que tienen áreas naturales asociadas—. En estos casos, los criterios clave para la inclusión como área protegida serán: 1) el valor del sitio como contribución a la conservación a gran escala; y 2) priorización de la conservación de la biodiversidad dentro de los planes de manejo.

Se ha sugerido que la Categoría III proporciona un enfoque de gestión natural para muchos sitios naturales sagrados, como los bosques sagrados. Aunque los sitios naturales sagrados se encuentran en todas las categorías y pueden beneficiarse de una amplia gama de enfoques de gestión y manejo, pueden ser particularmente adecuados para la gestión como monumentos naturales.

La Categoría III está realmente destinada a proteger lo inusual en lugar de proporcionar componentes lógicos en un enfoque a gran escala para la conservación, por lo que algunas veces su papel en el paisaje o en las estrategias ecorregionales puede ser más oportunista que planeado. En otros casos –por ejemplo, en los sistemas de cuevas– dichos sitios pueden desempeñar un papel ecológico clave identificado dentro de planes de conservación más amplios. A veces, los monumentos naturales importantes pueden ofrecer un incentivo para la protección y una oportunidad para la educación ambiental/cultural, incluso en áreas donde otras formas de protec-

ción encuentran resistencia debido a las presiones poblacionales o del desarrollo, como en el caso de importantes sitios sagrados o culturales. En estos casos, la Categoría III puede conservar muestras de hábitats naturales en paisajes culturales o fragmentados.

La Categoría III se distingue de las otras categorías, ya que la administración suele enfocarse en proteger y mantener rasgos naturales particulares y los procesos que aseguran su continuidad (Tabla 18.5).

El hecho de que un área contenga un importante monumento natural no significa que se manejará inevitablemente como un área de Categoría III –por ejemplo, el Gran Cañón en Arizona se maneja como una Categoría II, a pesar de ser uno de los monumentos naturales más famosos del mundo, ya que también es un área grande y diversa con actividades recreativas asociadas, por lo que es más adecuado para un modelo de Categoría II. La Categoría III es más adecuada cuando la protección del rasgo es el objetivo único o dominante.

## Establecimiento de nuevas áreas protegidas de geopatrimonio

Dentro de los marcos sistemáticos para la identificación de áreas protegidas con fines de geoconservación (véase la información anterior) surgirán oportunidades para que se designen nuevos sitios. Esto será el resultado de una serie de circunstancias, tales como nuevos conocimientos y comprensión de las características y procesos, nuevas exposiciones generadas por la erosión natural o las canteras, nuevas inspecciones de sitios en áreas previamente ignoradas y la formación de nuevos terrenos con los depósitos minerales asociados tanto en la tierra como debajo del nivel del mar como resultado de la actividad tectónica y volcánica. Cuando se determine si deben incluirse nuevas áreas protegidas, es crucial tener en cuenta que encajen dentro del marco sistemático existente, y cualquier ajuste hecho a la red de sitios debe considerar los nuevos conocimientos o interpretaciones.

## Directrices a partir de los marcos estratégicos de geoconservación

Una jerarquía de directrices para la geoconservación puede ser una parte valiosa de la caja de herramientas para la gestión y manejo de áreas protegidas. La transmisión vertical que parte de un marco de geodiversidad nacional, luego toma los planes de acción locales y regionales para la geodiversidad, y finalmente los planes de manejo para las áreas protegidas de geoconservación, permite que la gestión del área protegida se ubique en un



**Surtsey, sitio patrimonio mundial, Islandia: una nueva isla formada entre 1963 y 1967 en la zona de separación de placas geológicas a lo largo de la Dorsal Mesoatlántica**

Fuente: Roger Crofts



## Cuadro 18.2 Marcos estratégicos para la geoconservación: experiencia del Reino Unido

El Plan de Acción para la Geodiversidad del Reino Unido (UKGAP, 2014) brinda un marco estratégico para las acciones de geodiversidad en todo el Reino Unido, en el que se vinculan las actividades nacionales, regionales y locales. Dicho plan de acción, acordado por organizaciones, grupos e individuos que actualmente participan en actividades de geodiversidad, brinda un mecanismo para alentar las alianzas, promover las buenas prácticas e influir en los responsables de la toma de decisiones y de la formulación de políticas, y en los organismos de financiación. El UKGAP comprende seis temáticas:

1. Fomentar la comprensión de la geodiversidad.
2. Influir en el diseño de la política, la legislación y el desarrollo.
3. Gestión y recopilación de información.
4. Conservación y gestión de la geodiversidad.
5. Inspiración para que las personas valoren y cuiden la geodiversidad.
6. Mantenimiento de los recursos (humanos y financieros) para la geodiversidad.

Cada temática tiene un conjunto de objetivos y metas (áreas de trabajo que contribuyen a lograr los objetivos).

El Foro Escocés de Geodiversidad (Scottish Geodiversity Forum) promueve la geodiversidad de Escocia y busca ampliar el perfil de la geodiversidad e influenciar las políticas nacionales y locales sobre educación, participación comunitaria y salud, desarrollo del turismo y economía en general. Los miembros incluyen grupos de geoconservación locales, geoparques, sectores industriales, educativos y académicos, organizaciones no gubernamentales y relacionadas con el Gobierno, y personas interesadas. La Carta de Geodi-

versidad de Escocia, producida por el foro, establece un enfoque estratégico para la geoconservación centrado en una metodología ecosistémica, la cual incluye la visión de que la geodiversidad de Escocia es reconocida como una parte integral y vital del medio ambiente, la economía, el patrimonio y el desarrollo sostenible futuro, y debe salvaguardarse y gestionarse adecuadamente para las generaciones presentes y futuras (Scottish Geodiversity Forum, 2013). Los signatarios (actualmente 51) se comprometen a contribuir a las actividades del foro y cumplir los objetivos de la carta a través de cuatro áreas principales de actividad:

1. Concientización sobre la importancia de la geodiversidad y sus vínculos más amplios con el paisaje, la cultura y el sentido de pertenencia, y fomentar un sentimiento de orgullo a través de la educación (en todos los niveles, incluidas las escuelas, las universidades y la educación continuada), la promoción, la divulgación y la interpretación del público.
2. Integración de la geodiversidad en las políticas pertinentes para garantizar la gestión sostenible del patrimonio natural, la tierra y el agua a escala del paisaje y el ecosistema.
3. Conservación y mejoramiento del geopatrimonio y su carácter especial, no solo dentro de los sitios y áreas designadas existentes, mediante la designación adicional de sitios importantes a nivel local y nacional, sino también en los entornos rurales, urbanos y marinos más amplios.
4. Investigaciones para, además de mejorar la comprensión del papel de la geodiversidad en la provisión de beneficios a los ecosistemas y las personas, abordar brechas de conocimiento clave tales como los vínculos funcionales entre la geodiversidad y la biodiversidad en ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos.

contexto más amplio y que se establezcan vínculos que refuercen la gestión y asignen responsabilidades en otros actores para actuar de manera solidaria. Las aplicaciones específicas deben coincidir con las condiciones locales, la legislación y los sistemas de gestión

A nivel nacional, un marco de geodiversidad puede ser particularmente útil no solo para desarrollar un enfoque estratégico de geoconservación, sino también para establecer objetivos de alto nivel que puedan usarse para medir e informar sobre el progreso, ayudar a conseguir socios y a coordinar actividades, y promover

la geoconservación (por ejemplo, Gordon y Barron, 2011). Actualmente, en muchos países europeos están en desarrollo múltiples planes de acción y estrategias de geoconservación (Wimbledon y Smith-Meyer, 2012). Algunos ejemplos de marcos nacionales incluyen el Plan de Acción para la Geodiversidad del Reino Unido (*UK Geodiversity Action Plan*, UKGAP) y la Carta de Geodiversidad de Escocia (Cuadro 18.2).

A nivel local o regional, es necesario contar con planes de acción locales para la geodiversidad (*Local Geodiversity Action Plans*, LGAP) con el fin de evaluar los

### Cuadro 18.3 Principios rectores para la geoconservación en áreas protegidas

1. Debe reconocerse la inevitabilidad del cambio natural: ningún sistema o elemento de un sistema permanece estático para siempre y el cambio ocurrirá; particularmente como resultado del cambio climático global. En los casos en que la preservación no sea el objetivo de la gestión, debería reconsiderarse el enfoque tradicional de mantener el estado actual para preservar los rasgos (véase también el Capítulo 10 para una explicación más detallada).
2. Los cambios resultantes del cambio climático global, cualquiera sea la extensión atribuida a factores naturales o antropogénicos, inevitablemente desafiarán los objetivos de la gestión. Se necesitará una consideración cuidadosa cuando, por ejemplo, los rasgos se pierdan o los procesos se reduzcan o intensifiquen, lo cual cambia los fundamentos para la protección. Esto puede significar que el estatus de protección ya no sea justificable.
3. Los sistemas y procesos naturales deben manejarse para mantener no solo las magnitudes de cambio y las tasas naturales, sino también su capacidad de evolucionar a través de la acción de procesos naturales.
4. Los sistemas y procesos naturales deberían manejarse de una manera integrada a nivel espacial –por ejemplo, para alcanzar objetivos complementarios, como la conservación de la geodiversidad, la biodiversidad y la diversidad del paisaje–.
5. Cualquier gestión e intervención debería trabajar con, y no en contra de, los procesos naturales: imitar la naturaleza y los procesos naturales es más efectivo que tratar de imponer soluciones humanas que buscan controlar o detener los procesos naturales.
6. Los sistemas naturales deberían manejarse dentro de los límites de su capacidad para absorber cambios: algunos sistemas serán más capaces que otros de absorber el cambio, y otros serán muy frágiles con un bajo umbral de cambio.
7. Debe reconocerse la sensibilidad de los sistemas naturales, incluido el potencial de cambios irreversibles si se cruzan los umbrales limitantes. Es raro que los sistemas abióticos sean robustos y puedan absorber cualquier cambio que se les imponga. Si se realizan ciertos tipos o niveles de cambio, el esfuerzo de conservación quedará anulado ya que los rasgos y procesos originales se habrán cambiado de manera irreversible.
8. La gestión de conservación de los sistemas activos debe basarse en una sólida comprensión de los procesos físicos subyacentes –por ejemplo, la implementación de celdas costeras en la preparación de los planes de manejo de las costas; la integración de los procesos de ríos, suelos y pendientes en los planes de gestión de las cuencas de captación; el monitoreo de procesos activos–.
9. Es importante evitar las soluciones de ingeniería que se basan en estructuras “duras” como el hormigón, ya que pueden arruinar los rasgos y procesos del área protegida. En cambio, deberían adoptarse enfoques “blandos” para el manejo con el uso de materiales naturales que imiten la naturaleza lo más posible –por ejemplo, debe evitarse la eliminación y el remplazo de manglares con estructuras sólidas como los muros de concreto, ya que los manglares sirven como una protección natural del borde costero y están protegidos por su interés biológico–.

Nota: estos principios se desarrollan aun más en Crofts y Gordon (2014).

usos potenciales de las áreas protegidas, focalizar y priorizar los recursos, y enfocar la gestión e interpretación apropiadas de las áreas protegidas (English Nature, 2004; Burek y Potter, 2006). Actualmente, en el Reino Unido existen muchos ejemplos de LGAP (por ejemplo, Lawrence *et al.*, 2007). En algunos casos, estos están integrados con planes de acción locales para la biodiversidad. En Italia, la gestión proactiva del geopatrimonio en el programa Piemonte (PROGEO-Piemonte) tiene como objetivo no solo desarrollar una planeación de acciones para la gestión del geopatrimonio con la participación de socios locales, sino también satisfacer las necesidades de las comunidades locales en materia de turismo, desarrollo sostenible y conciencia de los riesgos

geológicos (Ferrero *et al.*, 2012). Dichos planes también pueden brindar un modelo para desarrollar la protección del geopatrimonio y su integración en la gestión de la conservación de diferentes categorías de áreas protegidas.

El componente fundamental para los planes de acción locales es un inventario o auditoría de sitios y recursos de geodiversidad dentro de un área, tal como se hizo, por ejemplo, en el Reino Unido (véase, entre otros, Lawrence *et al.*, 2004) y en Tasmania (así el caso de DPIPWE, 2014).



## Principios rectores para la geoconservación en áreas protegidas

El desarrollo de enfoques más integrados para la gestión de los sistemas naturales depende, en parte, de la aplicación eficaz de los principios de la geoconservación. Tales principios son de aplicación general, son relevantes específicamente para la gestión de áreas protegidas (Cuadro 18.3), y son más fáciles de enumerar que de implementar en la práctica, ya que es inevitable que exista resistencia a aceptar cambios y adaptarse a nuevos enfoques. Tomará tiempo y paciencia para conciliar todos los intereses y pensar de forma creativa. El personal clave del área protegida necesitará experiencia en negociación y resolución de conflictos.

Muchos de estos principios ahora se aplican en la gestión y manejo de áreas protegidas. Esto no solo se ejemplifica en los planes de manejo de las líneas costeras y la gestión integrada de las cuencas de captación de los ríos, sino también se reconoce en marcos de planeación integrales basados en el ecosistema que se desarrollan, por ejemplo, en el Plan de Conservación de Oak Ridges Moraine, Ontario (Ontario Ministry of Municipal Affairs and Housing, 2012). En particular, el enfoque ecosistémico se ha adoptado por el CDB como un marco primario para la acción y brinda un medio para una integración más cercana de la geodiversidad y la biodiversidad a una escala más amplia.

## Directrices para la planeación del sitio

Algunos sitios no serán designados y administrados exclusivamente para la geoconservación. Los intereses de la geoconservación se incluirán en los sitios gestionados para diversos aspectos de conservación de la biodiversidad o para los servicios ecosistémicos o por razones culturales, de conformidad con la definición de la UICN. En todos los casos, cualquiera sea el equilibrio de importancia entre las diferentes razones para la designación de un área protegida, se requerirá un enfoque integral para gestionar todos los intereses valorados.

En todas estas situaciones es esencial que el componente de geoconservación se incluya en la totalidad de la documentación del sitio y en sus especificaciones de gestión, así como en los planes de trabajo y las actividades de todo el personal. Este material debe ser una parte intrínseca del plan de manejo del área protegida descrito en el Capítulo 13. Para formar parte de dicho plan de manejo,

el material de documentación del sitio para la geoconservación debe incluir:

- Las razones para conservar el interés de geopatrimonio (por ejemplo, científico, educativo), incluido el tipo de interés y el nivel o escala de importancia (local, regional, nacional e internacional).
- Especificación de los elementos particulares (por ejemplo, materiales, estructuras, accidentes geográficos), sistemas y procesos que se conservarán, incluida su clasificación (por ejemplo, estratigrafía, tectónica, geomorfología, paleontología, mineralogía, hidrogeología, petrología) y ubicaciones precisas dentro del sitio (establecidas a través de mapas y fotografías).
- Especificación del grado de fragilidad, riesgos de daños, amenazas potenciales y otras causas de pérdida de interés de los rasgos y procesos.
- Enlaces con otros aspectos de la naturaleza y la cultura que se protegen.
- Conflictos potenciales con el manejo de los intereses no abióticos, especialmente los intereses bióticos y culturales, y cómo estos pueden resolverse.
- Requerimientos de gestión para mantener o mejorar los intereses, de acuerdo con los motivos de la designación, y la necesidad de minimizar el conflicto con los otros motivos para la designación.
- Acuerdos de gestión o manejo dentro del área, incluida la definición de límites, las zonas centrales y de amortiguación, y la asignación a las categorías de gestión y los tipos de gobernanza de la UICN apropiados.
- Un protocolo para monitorear y revisar el estado de conservación del interés de geopatrimonio.

Wimbledon *et al.* (2004) mencionan un estudio de caso ejemplar sobre la aplicación de dicha metodología en la gestión de un geosito en Gales.

## El uso de zonas núcleo y de amortiguación

La identificación de zonas núcleo y de amortiguación circundantes debería ser un elemento importante de los arreglos de manejo para la geoconservación. Los dos conceptos están estrechamente relacionados y la zona de amortiguación es un complemento necesario para la zona núcleo ya que, sin ella, será mucho más difícil proteger los rasgos y la integridad de la zona central. El enfoque de Reservas de la Biosfera del Programa del Ser humano y la Biosfera de la UNESCO ofrece una base práctica para identificar las dos zonas. En cuanto a las reservas de la biosfera, estas se definen de la siguiente manera.

- **Áreas núcleo:** sitios protegidos de manera segura para la conservación de la diversidad biológica, el monitoreo de ecosistemas mínimamente perturbados y la realización de investigaciones no destructivas y otros usos de bajo impacto (como la educación). Además de su función de conservación, el área núcleo contribuye a una gama de servicios ecosistémicos que, en términos de funciones de desarrollo, pueden calcularse económicamente (por ejemplo, secuestro de carbono, estabilización del suelo, suministro de agua y aire limpios, etc.). Las oportunidades de empleo también pueden complementar las metas de conservación (por ejemplo, educación ambiental, investigación, rehabilitación ambiental y medidas de conservación, recreación y ecoturismo).
- **Zona de amortiguación:** por lo general rodea o colinda con las áreas centrales y se utiliza para actividades cooperativas compatibles con prácticas ecológicas sólidas, incluida la educación ambiental, la recreación, el ecoturismo y la investigación básica y aplicada. Además de la función de amortiguación relacionada con las áreas núcleo, las zonas de amortiguación pueden tener sus propias funciones intrínsecas (autónomas) para mantener la diversidad antropogénica, biológica y cultural. Estas áreas también pueden tener una función de conectividad importante en un contexto espacial más amplio, ya que conectan los componentes de biodiversidad dentro de las áreas núcleo con los de las áreas de transición (UNESCO, 2014c).

Aunque esto se redacta desde el punto de vista de la conservación de la diversidad biológica, para nuestros propósitos, la frase “abiótica o geoconservación” puede sustituirse o añadirse.

Una sola zona núcleo rodeada por una zona de amortiguación no siempre será el enfoque correcto. Es posible que existan varios elementos importantes de geopatrimonio que requieran de conservación dentro de un área protegida, y el enfoque más adecuado en tales circunstancias será con múltiples zonas núcleo y sus zonas de amortiguación circundantes.

En términos prácticos, la identificación y la gestión de las zonas núcleo y de amortiguación para las áreas protegidas de geoconservación dependen de la razón específica para la designación y, por lo tanto, del tipo de área que se protege. Es posible que exista una diferencia sustancial entre la definición de las zonas núcleo y las zonas de amortiguación para las áreas pequeñas y discretas –por ejemplo, para proteger un rasgo particular del geopatrimonio, como un monumento nacional– y los sitios de geopatrimonio grandes que combinen muchos rasgos y

donde sea crítico que se mantenga un funcionamiento eficaz de los procesos de la Tierra.

## Enfoque para los sitios de la Categoría III

Si los rasgos que se protegen son relativamente estáticos, inactivos o relictos, es frecuente que el área núcleo pueda trazarse bastante ceñida alrededor del área de los rasgos. La definición del límite dependerá de la necesidad de controlar las actividades externas que tengan un efecto perjudicial en el sitio, como el número excesivo de visitantes, los levantamientos geológicos para investigación o educación que requieran la extracción de muestras grandes, o el crecimiento de vegetación que impediría la visualización del interés. Además, las actividades que dañan los intereses clave protegidos deben prohibirse en el área núcleo y deben imponerse restricciones similares en el área de amortiguación, con declaraciones hechas en el plan de manejo y en el sitio mismo para indicar las restricciones y las razones por las cuales se establecieron. También puede requerirse un límite más grande cuando los sitios necesiten excavaciones periódicas para mantener las exposiciones despejadas, o para dejar espacio para que las exposiciones retrocedan cuando se erosionen de manera natural (por ejemplo, en la costa).

## Enfoque para las áreas protegidas de geopatrimonio a mayor escala

Muchas áreas protegidas de geopatrimonio tendrán un área considerable y se necesitará un enfoque diferente para garantizar la protección de los rasgos clave y de los procesos que operan allí. Una forma comparable de ver este aspecto es pensar en los requerimientos para proteger un sitio de biodiversidad designado como área de nidificación y descanso para las aves. Sin una protección adicional de las áreas de suministro de alimentos a través de algunas medidas adecuadas, como zonas de amortiguación o una ampliación del área núcleo, el sitio de anidación y descanso se volverá redundante si las aves no tienen un suministro de alimento a su disposición.

De igual manera, para las áreas protegidas de geopatrimonio, la zona de amortiguación debe definirse como el área que requiere de una gestión de conservación para proteger los rasgos y formas, y los sistemas y procesos que justifican la protección. Por ejemplo, un sistema fluvial con lecho de grava sobre un sandur moderno solo conservará su interés dinámico si se mantiene el suministro fluctuante de agua desde el



Tabla 18.6 Clasificación de los tipos de geosito para la gestión de la conservación en el Reino Unido

Categoría	Tipo de sitio
Exposición o extenso	Canteras y minas activas
	Canteras y minas en desuso
	Acantilados costeros y zonas intermareales
	Secciones de ríos y arroyos
	Afloramientos tierra adentro
	Exposiciones en túneles y minas subterráneas
	Interés enterrado extenso
	Cortes de carreteras, ferrovías y canales
Integridad	Proceso geomorfológico activo
	Geomorfológico estático
	Cuevas
	Carst
Finito	Mineral, fósil u otro geológico finito
	Vertederos de minas
	Minas y túneles subterráneos finitos
	Interés enterrado finito

Fuente: Prosser *et al.*, 2006

glaciar o la capa de hielo. Por lo tanto, el sandur debe designarse como el área protegida núcleo y las fuentes de agua deben protegerse (por ejemplo, contra represas y la extracción para hidroeléctricas) a través de su designación como zona de amortiguación. Del mismo modo, las zonas hidrogeológicas de captación más amplias de los sistemas de cavernas son susceptibles a todo tipo de actividad de uso de la tierra que afecte la descarga de agua y sedimentos en los pasajes de la cueva y, por lo tanto, estos sistemas requieren zonas de amortiguación apropiadas. Con el fin de garantizar que los procesos naturales continúen operando en toda su gama de variabilidad natural (por ejemplo, la migración de un cinturón de meandro a lo largo de una llanura de inundación), es posible que también se necesiten zonas de amortiguación para los rasgos con procesos dinámicos –por ejemplo, en entornos fluviales y costeros–.

## Gestión de la geoconservación en áreas protegidas

La conservación requiere de un desarrollo de objetivos de gestión claros y del monitoreo periódico. En el Reino Unido se han desarrollado principios genéricos de

gestión de la conservación para diferentes categorías de áreas protegidas de geoconservación, con una importante distinción entre sitios de “exposición”, “integridad” y “finitos” (Tabla 18.6). Ya que pueden ser aplicables en otras partes del mundo, estos sitios se explican a continuación. Algunos ejemplos de la aplicación de este sistema en Inglaterra pueden encontrarse en Natural England (2014).

### Sitios de exposición

Las áreas protegidas con exposiciones contienen rasgos geológicos (unidades rocosas o sedimentos) que son espacialmente extensos por debajo del nivel del suelo, por lo que, si se pierde un sitio o exposición, existe la posibilidad de excavar otro en un lugar cercano. Estos sitios incluyen exposiciones en canteras activas y en desuso, acantilados costeros y fluviales, y exposiciones en la zona intermareal, cortes de carreteras y ferrocarriles, y afloramientos rocosos naturales tierra adentro. El principio básico de conservación es que la remoción de material no necesariamente daña el recurso, ya que nuevas exposiciones del mismo tipo aparecerán de nuevo. El principal objetivo de gestión para dichos sitios es lograr y mantener un nivel aceptable de exposición del rasgo de interés, pero la ubicación precisa de la exposición no es crucial. Por lo general, los sitios de exposición no se dañan por canteras o erosión, pero las exposiciones pueden ser opacadas por los rellenos de escombros y el vertimiento de basuras. No obstante, la



**Parque Nacional Lago Lomond y los Trossachs, Escocia, Reino Unido (área protegida de la Categoría V de la UICN), donde los desechos de la mina de oro Cononish crean problemas con la calidad visual y del agua, pero ofrecen la oportunidad de examinar especímenes**

Fuente: Roger Crofts

pérdida de exposiciones puede compensarse con la excavación mecánica de nuevas exposiciones de conservación en otras ubicaciones apropiadas.

## Sitios de integridad

Los sitios de integridad son sitios geomorfológicos que incluyen rasgos estáticos (inactivos) (por ejemplo, formaciones glaciales del Pleistoceno) y rasgos activos, como los formados por los ríos, la costa, el carst y los procesos glaciares contemporáneos. Dichos sitios pueden ser grandes e incluir conjuntos de rasgos estáticos y activos. Es probable que el daño a una parte de un sitio de integridad afecte el valor de todo el sitio. El principal objetivo de gestión para los rasgos estáticos es proteger la integridad del recurso: si se dañan o destruyen, no pueden restablecerse ni remplazarse ya que son únicos o los procesos que los crearon ya no están activos. Estos también son susceptibles al daño parcial y a la fragmentación del interés, así que puede perderse la integridad de importantes relaciones espaciales entre los accidentes geográficos individuales. Por lo general, hay pocas opciones para reconciliar la conservación y el desarrollo a través de la gestión o la compensación. La mitigación dependerá de las circunstancias locales y puede incluir la reubicación de partes del desarrollo para evitar accidentes geográficos clave. En algunas ocasiones, aunque se pierda la integridad, es posible la reconstrucción o la replicación del accidente geográfico con fines estéticos o educativos.

El principal objetivo de la gestión para la conservación de los sitios geomorfológicos activos es mantener la capacidad que tienen los procesos activos de evolucionar naturalmente, y permitirles operar en la mayor parte o la totalidad de su rango natural de variabilidad y así mantener las magnitudes de cambio y las tasas naturales, al igual que la conectividad entre los diferentes rasgos (por ejemplo, entre ríos y sus llanuras de inundación). Una consecuencia es que los accidentes geográficos producidos por ellos pueden cambiar con el tiempo y algunos pueden ser transitorios. Por ejemplo, los depósitos de grava en el lecho de un río pueden ser arrastrados en una gran inundación, pero pueden formarse de nuevo a medida que la descarga y el transporte de sedimentos se reajustan a las condiciones “normales” del caudal. Estos depósitos también pueden volver a formarse en otros lugares. Los sitios de procesos activos también son susceptibles a los cambios fuera del límite del sitio de conservación –por ejemplo, por cambios aguas arriba que afectan la descarga de los ríos y las entradas de sedimentos–. Es más probable que esto ocurra en sitios con procesos fluviales, costeros, de cuevas o pendientes (movimiento en masa) y sus rasgos asociados. Algunos sitios geomorfológicos activos también pueden contener formaciones inactivas que hagan parte del ensamblaje del accidente geográfico total.

## Sitios finitos

Los sitios finitos comprenden rasgos de extensión limitada que se agotarán y dañarán si se remueve o se pierde alguno de los recursos. Los ejemplos incluyen sitios de tipo geológico, depósitos interglaciares cuaternarios y horizontes que contienen fósiles. Estos pueden presentarse en una variedad de ubicaciones, incluidas las canteras activas y en desuso, y las secciones costeras y fluviales. En algunos casos, el interés puede quedar sepultado debido a dificultades prácticas para mantener la exposición en sedimentos blandos o intencionalmente como una medida práctica de conservación para proteger un interés particularmente vulnerable (por ejemplo, Bridgland, 2013). Los sitios finitos requieren un control estricto sobre la remoción o pérdida de material e incluyen muchos yacimientos minerales y fósiles, vertederos de minas, minas subterráneas e intereses enterrados (cuando se sabe que el interés se encuentra debajo del suelo y solo puede exponerse mediante excavación). Por lo general, es raro que exista la posibilidad de medidas de mitigación o compensación. De acuerdo con el tipo y el nivel del uso principal de un sitio (por ejemplo, interpretación del público o investigación), quizás no sea práctico o necesario mantener una exposición. En tales casos, debe mantenerse el acceso para





**La restructuración controlada de la costa con promontorios rocosos artificiales en Montrose ha ayudado a mantener el suministro de sedimentos a los adyacentes St Cyrus (Reserva Natural Nacional de St Cyrus) y Kinnaber Links (sitio de especial interés científico), Escocia, Reino Unido**

Fuente: Roger Crofts

la excavación cuando sea necesario (por ejemplo, para la investigación científica).

En general, debe existir una presunción contra el desarrollo en las áreas protegidas, el cual dañaría el área y socavaría los motivos para su protección. Cuando un desarrollo pueda conducir a un daño significativo en un área protegida de geopatrimonio que no pueda prevenirse o mitigarse adecuadamente, deben buscarse otros sitios adecuados para el desarrollo. En ausencia de tales sitios alternativos, el desarrollo que pueda afectar adversamente al sitio solo debería permitirse cuando existan razones imperiosas de sostenibilidad o importancia nacional que respalden la necesidad del desarrollo. En este caso, deben buscarse medidas de compensación, incluida la creación de exposiciones o el mejoramiento del sitio en otro lugar, si es práctico, para mantener, restaurar y, cuando sea posible, mejorar el valor del geopatrimonio del sitio o el área.

## Gestión de riesgos

### Robustez y sensibilidad

Tal como se señaló anteriormente, los geositos y los rasgos muestran diversos grados de sensibilidad a los diferentes tipos de actividad humana. Algunos rasgos pueden ser relativamente robustos (el grado en que pueden resistir las perturbaciones) y, por lo tanto, requieren una intervención de gestión relativamente pequeña. No obstante, otros son muy sensibles (susceptibles a una degradación o daños por las actividades humanas). La mayoría, sin embargo, con la excepción

de algunos rasgos de proceso activo a pequeña escala (por ejemplo, el suelo periglacial con patrones o los depósitos de grava en un río), tienen una resiliencia limitada (la capacidad de volverse a formar en caso de daño o destrucción). Estas son consideraciones importantes cuando se priorice la gestión de los sitios y los rasgos en las áreas protegidas. Basándose en estudios anteriores, Kirkbride y Gordon (2010) compilaron una evaluación de sensibilidad de los relictos de accidentes geográficos y de los sitios de procesos geomorfológicos activos frente a una gama de actividades humanas en la parte central del Parque Nacional Cairngorms en Escocia. La evaluación de sensibilidad de los relictos de accidentes geográficos es relativamente sencilla y se basa en una evaluación simple de la escala probable del impacto y la pérdida del interés. No obstante, para los sistemas geomorfológicos activos, los factores adicionales a considerar son la resiliencia del sistema y su posible respuesta dinámica, incluido un reajuste prolongado (que puede o no llevar a la recuperación) o el cambio en el estado (por ejemplo, de un río trezado a uno meándrico).

### Evaluaciones del riesgo

Una variedad de procesos naturales que operan más allá del área protegida no solo afecta al área, sino también a los rasgos, las formas y los procesos que fueron la base de su designación. Por consiguiente, un componente importante de la gestión es determinar el impacto probable y las opciones para responder a él. Se tendrán que realizar evaluaciones de riesgos y una priorización de las acciones de manejo en función de la probabilidad y los efectos potenciales, especialmente de:



- Actividad de la tectónica de placas, como terremotos y otras actividades sísmicas, erupciones volcánicas y flujos de lava, maremotos, deslizamientos de tierra y flujos de lodo.
- Cambio climático global, incluidos eventos extremos especialmente en áreas montañosas, a lo largo de los ríos y en la costa, cambios en los regímenes de precipitación, aumentos en la imprevisibilidad del clima, aumento del nivel del mar, derretimiento de glaciares y desbordes violentos de lagos glaciares, y derretimiento del permafrost.

Es importante ser realista, ya que en cualquier conjunto de circunstancias algunos rasgos serán más vulnerables y se perderán o dañarán, y otros cambiarán radicalmente. Sin embargo, es necesario un juicio cuidadoso para garantizar que la respuesta de gestión no tenga un efecto más dañino que el fenómeno natural. La evaluación sistemática de los impactos sobre el geopatrimonio, tal como se llevó a cabo para el área del patrimonio mundial de vida silvestre de Tasmania (Sharples, 2011), permitiría la priorización de las acciones con base en el riesgo. En el caso de los rasgos de roca dura, es cuestionable si una intervención de gestión eficaz sería benéfica o incluso práctica. En línea con el principio de dar espacio para procesos naturales, en lugar de intentar “arreglar y controlar”, la respuesta preferida para los sistemas geomorfológicos sería permitir que los procesos naturales evolucionen sin perturbaciones y manejar las consecuencias del cambio (por ejemplo, adaptar los límites del sitio). Cuando otros intereses estén amenazados, la opción preferida debería ser las formas blandas de intervención que tengan un impacto mínimo sobre los rasgos del área protegida (para ejemplos de la gestión de ríos y costas, respectivamente, véase The RRC, 2013; Scottish Natural Heritage, 2000). Cuando esto no sea posible, la respuesta más realista será registrar o archivar muestras *ex situ*. En el caso de sitios geomorfológicos dinámicos, donde el interés está en los procesos activos o donde la mitigación de peligros para los visitantes sea impráctica, será esencial una evaluación de los riesgos potenciados, al igual que la implementación de acciones apropiadas, incluida la exclusión o el cambio de ruta para el acceso de visitantes y el manejo de las expectativas de los visitantes.

## Gestión de amenazas específicas contra el geopatrimonio en áreas protegidas

Es inevitable que existan interacciones y conflictos potenciales entre la geoconservación en áreas protegidas y la biodiversidad y la conservación cultural, así como conflictos con otras actividades, particularmente aque-

llas que buscan explotar los recursos naturales para uso humano, ya sea legítimamente o de otra forma (véase la Tabla 18.1). Aquí se abordan algunas de las principales amenazas de acuerdo con la orientación general mencionada anteriormente.

## Explotación minera

La interacción con la minería y la extracción de minerales subterránea y a cielo abierto es un problema de vieja data. Los diálogos entre la CMAP de la UICN y la industria, representada por el Consejo Internacional de Minería y Metales (Council on Mining and Minerals, ICMM), dieron como resultado un protocolo para la industria (ICMM, 2003) y la declaración de posición de la UICN respecto a los sitios patrimonio mundial (IUCN, 2013).

Todavía existe la visión de algunos intereses mineros, en particular, y que comparten algunos miembros de la CMAP, de que la minería está prohibida en las áreas protegidas de las categorías I-IV de la UICN, pero puede permitirse en las áreas protegidas de las categorías V y VI. En Europa, esta posición ha generado problemas en muchas áreas protegidas de paisajes de la Categoría V. Por ejemplo, existe la aprobación para la minería de oro en el Parque Nacional Lago Lomond y los Trossachs en Escocia, y para las canteras de piedra en el Parque Nacional del Distrito de los Picos en Inglaterra. Por el contrario, una resolución conjunta de los pueblos indígenas y de la Comisión de Política Ambiental, Económica y Social de la UICN establece que no se debe permitir la minería en las áreas protegidas, los sitios patrimonio mundial, los territorios indígenas y los sitios naturales sagrados (véase el Capítulo 5). Este es un asunto desafortunado sin resolver que requiere de atención urgente dentro de la UICN en su conjunto. Mientras tanto, se recomienda un enfoque cauteloso para garantizar que las actividades mineras en curso no resulten en la pérdida o daño de los intereses de geopatrimonio. Respecto a las nuevas propuestas de minería, antes de tomar cualquier decisión, es esencial que se haga una evaluación adecuada de los riesgos. En todos los casos, antes de tomar cualquier decisión, es necesario consultar a la totalidad de las comunidades locales, cuyas vidas y medios de subsistencia podrían verse afectados.

Debe reconocerse que no todas las actividades extractivas tienen un impacto negativo sobre los intereses de geopatrimonio, ya que las nuevas exposiciones brindan la oportunidad de investigar y generar una nueva comprensión de la evolución de la Tierra, tanto en el sitio como a nivel más general. Sin embargo, hay que tener cuidado de que las nuevas exposiciones o especímenes valiosos no se pierdan por el imperativo comercial de



### Centro de visitantes del Viejo Fiel (Old Faithful), Parque Nacional Yellowstone, EE.UU.: instalaciones de visitantes compatibles con la conservación de las aguas termales geotérmicas

Fuente: Roger Crofts

eliminar la mayor cantidad de material en el menor tiempo posible. Si se autoriza la extracción en el sitio, deben celebrarse acuerdos jurídicamente vinculantes entre las autoridades de gestión y los propietarios de los recursos, incluida la colocación de bonos financieros para la restauración del sitio o para mantener determinadas exposiciones para la investigación y la enseñanza como parte del plan de restauración. También tendrán que tomarse decisiones sobre la cantidad de recursos que se permitirá extraer. Con frecuencia, desde la perspectiva de la geodiversidad, es valioso dejar parte del recurso en el terreno para permitir futuras investigaciones y para la enseñanza y la demostración.

Cuando se solicitan permisos de minería en el subsuelo de áreas protegidas, como la minería de carbón o la extracción de petróleo y gas, incluida la fractura hidráulica, es necesario realizar evaluaciones detalladas de los posibles efectos sobre los intereses del geopatrimonio —los rasgos y formas en el sitio, y muy especialmente los procesos que operan allí—.

La minería legal bajo las áreas protegidas sigue siendo un asunto controvertido. La remoción de un recurso no renovable no es sostenible, puede provocar el colapso de la superficie y tener impactos más amplios. Si se otorga el permiso, este debe estar acompañado por regulaciones, incluidos acuerdos legales sólidos con el monitoreo del cumplimiento y la ejecución de los acuerdos.

La minería artesanal y en pequeña escala puede tener profundos efectos en las áreas protegidas, y debe te-

nerse cuidado al evaluar los posibles efectos y al definir las soluciones. En África se ideó y probó una metodología, la cual ofrece una caja de herramientas de seis elementos centrados en evaluar el alcance del problema y en trabajar con las partes interesadas pertinentes para identificar las soluciones y los enfoques alternativos (ASM-PACE, 2013).

Una vez que se termina la extracción o las canteras entran en un desuso prolongado, suele existir la exigencia de utilizarlas como sitios para depositar materiales de desecho de industrias, residencias u otras fuentes. En especial, este será el caso cuando a nivel local existan pocos lugares donde se puedan eliminar los materiales de desecho. Antes de tomar decisiones, es esencial que se evalúen la importancia local, nacional e internacional de las exposiciones y su valor para fines de enseñanza e investigación.

### Desarrollo y planeación del desarrollo

El desarrollo de todo tipo de infraestructura (transporte, edificaciones comerciales, casas, etc.) tendrá un impacto sobre la conservación del geopatrimonio en las áreas protegidas. Lo más sensible estará en áreas protegidas existentes o adyacentes a ellas, donde los efectos se transferirán a través del límite del área protegida. Considerar la posible pérdida de rasgos, así como la pérdida de los procesos naturales que aseguran su conservación, son dos temas clave que deben abordarse antes de tomar cualquier decisión sobre el desarrollo real o antes de que las propuestas de desarrollo se incluyan en los planes.





Un espectacular depósito en masa de fósiles de amonitas jurásicas (a menudo denominado cementerio de amonitas) yace expuesto en un suelo litoral resistente a la erosión cerca de Lyme Regis, Costa Jurásica, sitio patrimonio mundial de la Costa de Dorset y East Devon, Inglaterra. Este es un sitio de especial interés científico. Pueden verse las amonitas fósiles, y su ubicación a lo largo de la plataforma se identifica por las múltiples pocetas circulares que señalan los fósiles erosionados de manera selectiva

Fuente: Graeme L. Worboys

Los grandes desarrollos comerciales, industriales y residenciales afectarán los procesos naturales y podrían conducir a la pérdida permanente de áreas protegidas. Se debe tratar de conservar estas áreas dentro de los desarrollos y garantizar que se designe una zona de amortiguación adecuada para salvaguardar su integridad.

Por ejemplo, cuando los procesos naturales de los caudales y las formas y los rasgos creados sean el motivo de protección, entonces la canalización y el alcantarillado de los cursos de agua y las obras de prevención de inundaciones a lo largo de las riberas de los ríos son demasiado perjudiciales para permitirlos. Del mismo modo, estas obras también ocultarán las exposiciones clave con algún estatus de protección en las riberas de los ríos, y no deberían permitirse a menos que existan y se preserven exposiciones cercanas de igual valor.

### Protección costera

La exposición de secciones a lo largo de la costa puede revelar nuevas fuentes de información sobre la evolución de la vida en la Tierra y sobre los procesos que operaban en el pasado. Todo intento de detener la ero-

sión costera mediante la construcción de barreras ocultará automáticamente estos intereses y se perderán los motivos para el estatus de área protegida.

Muchos sistemas costeros naturales tienen una gran escala, son altamente dinámicos y su protección a perpetuidad está justificada. Los intentos de remover materiales, especialmente arenas, gravas y guijarros para su uso en la construcción, al igual que la colocación de barreras de madera o piedra en la playa para detener el flujo natural de sedimentos, socavarán inevitablemente la lógica de protección y deberían evitarse.

El aumento de los niveles del mar y el aumento de días tempestuosos en algunas partes del mundo incrementan la demanda de una mayor protección de las líneas costeras desarrolladas mediante la construcción de estructuras duras de ingeniería, como los muros de contención. Tales estructuras dañarán de manera irremplazable el interés del área protegida adyacente. Es importante tratar de utilizar nuevas soluciones, como permitir que la línea costera se repliegue naturalmente hacia el interior, y al mismo tiempo reubicar las actividades en la orilla de la costa hacia sitios más interiores, de tal manera



que tengan una menor probabilidad de verse afectadas. Cuando esto no sea una opción, una alternativa puede ser utilizar una “infraestructura verde” (por ejemplo, por medio de la estabilización de las islas barrera existentes mediante la plantación de vegetación natural) o desarrollar barricadas artificiales en la costa o cerca de ella. Estas son cuestiones desafiantes, ya que es posible que la protección contra la posible pérdida de las propiedades se considere de mayor importancia que la pérdida de los sitios protegidos. No obstante, en un histórico caso legal en Inglaterra en el que la propiedad estaba amenazada por la erosión de la costa, los tribunales confirmaron los principios fundamentales de la designación del sitio y la geoconservación, incluido el permitir que los procesos naturales siguieran su curso (Prosser, 2011).

## Conservación de la biodiversidad

Las interacciones entre el geopatrimonio y la conservación de la biodiversidad pueden ser tanto positivas como negativas. En este capítulo ya se describieron los elementos positivos. Es importante que los administradores de áreas protegidas reconozcan los elementos negativos y encuentren las soluciones. La esencia para llegar a una resolución debe ser el reconocimiento de las interconexiones entre los rasgos bióticos y abióticos, los procesos que los llevaron a existir, y los procesos que los mantienen. Es poco probable que adoptar un enfoque unidimensional, en el que se favorezca al geopatrimonio o a la conservación de la biodiversidad, resulte en una resolución que beneficie a la conservación en su conjunto. Las preguntas que deberán abordarse incluyen las siguientes.

- ¿Cuál es la base del conflicto entre los intereses bióticos y abióticos, dentro y alrededor del área protegida?
- ¿El conflicto puede resolverse sin socavar ambos intereses o es más fundamental?
- Si es este último, ¿uno de los intereses es más importante que el otro a largo plazo para la conservación de la naturaleza nacional e internacional y este debe salvaguardarse y el otro sacrificarse?

También existen preguntas prácticas para abordar, como las siguientes.

- ¿El crecimiento de la vegetación daña o bloquea la visualización del interés del geopatrimonio y su remoción o restricción afectaría el interés de la biodiversidad? De manera alternativa, ¿el interés relacionado con el geopatrimonio debe retirarse del sitio o debe permitirse que pierda su

visibilidad, siempre que pueda volverse a exponer periódicamente, si un nuevo examen a la luz del nuevo conocimiento lo justifique?

- ¿Los procesos actuales de la Tierra –por ejemplo, el derretimiento de glaciares o la erosión fluvial– que son importantes para mantener el interés relacionado con el geopatrimonio tienen un efecto perjudicial sobre el interés relativo a la biodiversidad? De ser así, a fin de lograr beneficios en la conservación de la biodiversidad, ¿puede emprenderse una manipulación de los procesos que tenga un efecto mínimo en su patrón natural?

A veces no será posible lograr una solución a nivel del área protegida y será necesario tener en cuenta el contexto más amplio del hábitat, el ecosistema o el bioma para determinar los méritos relativos de conservar un elemento en un lugar y el otro en otro lugar dentro de la unidad biogeográfica.

Finalmente, es importante desalentar todo intento de maximizar la diversidad de hábitats/especies mediante modificaciones del paisaje que resulten en la creación de accidentes geográficos/paisajes incongruentes –por ejemplo, levantar el suelo mediante el relleno en áreas de topografía plana, o la creación de estanques con formas que son atípicas de los rasgos naturales locales– (Gray, 2013).

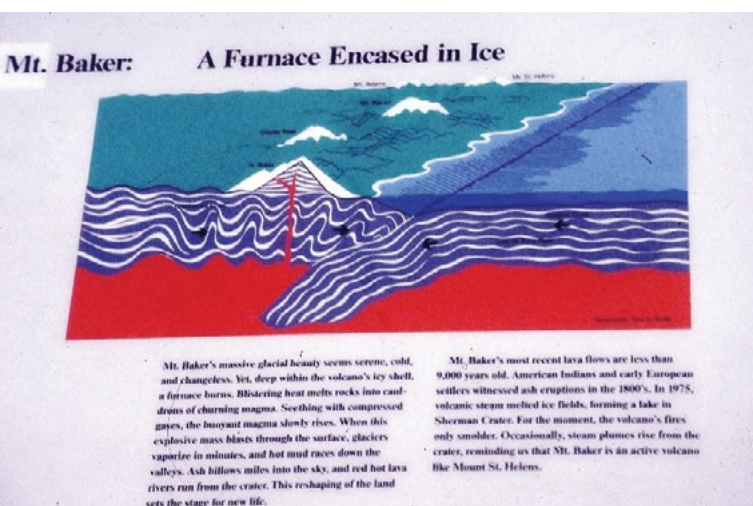
## Educación e interpretación del geopatrimonio

Junto con la protección y la gestión del sitio, una parte clave de la geoconservación es la concientización y la participación a través de la educación y la interpretación. El propósito debe ser informar y entretener, al igual que educar, tal como se reconoce en la aspiración futurista de James Hutton (1785), quien afirmó que el estudio de la Tierra “puede brindar a la mente humana tanto información como entretenimiento”. La educación abarca un amplio espectro, desde el aprendizaje a través de la educación didáctica formal y, de manera informal, mediante la experiencia proporcionada por la interpretación. La educación también abarca un amplio espectro de audiencias, desde aquellos que simplemente desean “estar ahí” hasta aquellos que buscan activamente la educación como su enfoque principal. Gran parte de la interpretación convencional del geopatrimonio está dirigida al amplio sector en el medio. La geoconservación eficaz dependerá en última instancia de una mejor conciencia, comprensión y apoyo del público.

## Cuadro 18.4 Día Nacional del Fósil, Estados Unidos

En 2010, en los Estados Unidos se estableció el Día Nacional del Fósil como una alianza educativa para promover los valores científicos y educativos de los fósiles. Distribuidos en los cincuenta estados, cerca de trescientos socios, incluidos museos, profesionales de la ciencia y organizaciones de docentes, grupos de aficionados a la paleontología, sitios de fósiles, universidades, bibliotecas y otros, ofrecen actividades educativas relacionadas con los fósiles para los niños y familias a nivel local. El Día Nacional del Fósil, que se realiza en la segunda semana de octubre durante la Semana de las Ciencias de la Tierra, se ha convertido en una celebración nacional en los Estados Unidos.

Fuente: National Park Service, 2014a



**Monte Baker, Parque Nacional de las Cascadas del Norte, Estado de Washington, EE.UU.: señal fácil de entender que interpreta la evolución geológica del paisaje**

Fuente: Roger Crofts

La interpretación de la geodiversidad y el turismo geológico (geoturismo) no son nuevos, como lo demuestra la fascinación y el interés cultural desde hace mucho tiempo en las cuevas, los glaciares, las montañas sagradas y otras maravillas naturales. En los siglos XVIII y XIX, las personas se vincularon con el paisaje físico de un modo experiencial, y los rasgos, lugares y eventos pasados naturales inspiraron una sensación de asombro a través de conexiones con el paisaje, la literatura, la poesía, el arte y el turismo. No obstante, la interpretación geológica tradicional se ha basado en un enfoque didáctico que proporciona más información que

interpretación y los geólogos utilizan folletos y paneles explicativos. El problema ha sido que estos no están dirigidos a las necesidades del visitante ya que son demasiado detallados y utilizan un lenguaje muy técnico, por lo que el usuario general no puede entenderlos. Por desgracia, hay muchos ejemplos de esta metodología. Podrían aprenderse lecciones de los enfoques adoptados por los pueblos indígenas y las comunidades locales tradicionales que han vivenciado e interpretado los paisajes o los elementos del paisaje (o paisajes marinos) de muchas maneras diferentes. Ellos los han integrado en sus vidas cotidianas, a menudo de acuerdo con su significado espiritual, cultural y de otro tipo, y con frecuencia los utilizan para funciones fundamentales tanto ecológicas como de subsistencia (véase, por ejemplo, Cruikshank, 2005).

Desarrollos recientes incluyen un enfoque más experiencial para la geo-interpretación, la cual abarca la dimensión cultural de la geodiversidad y resulta en una comunicación más efectiva, a través de alianzas (Cuadro 18.4) y de la producción de materiales más adecuados, no solo presentados de una manera que despierta el interés a través de una variedad de medios, sino también en las mejores prácticas interpretativas y en sólidos principios educativos (véase, por ejemplo, Tilden, 1977; Ham 1992, 2007; Veverka, 1994; Brown, 2004; Scottish Natural Heritage, 2011). Los administradores de áreas protegidas pueden aprender de estos desarrollos de mejores prácticas para interpretar y promover el geopatrimonio de manera sostenible. Los enfoques innovadores incluyen una interpretación más integrada que vincula, por ejemplo, la geología, el paisaje, el patrimonio cultural y la arqueología industrial. La iniciativa de geoparques respaldada por la UNESCO se ha convertido en un importante impulsor de la innovación en la geo-interpretación, con una agenda para involucrarse con un público amplio y variado a través de la promoción del geoturismo y las actividades relacionadas (Cuadro 18.5).

## Monitoreo y evaluación

La medición y el monitoreo de la condición de las áreas protegidas de geopatrimonio son esenciales para establecer su condición y estado, y la manera en que cambian. El Servicio de Parques Nacionales de Estados Unidos ha establecido directrices para monitorear los recursos geológicos y paleontológicos (Santucci y Koch, 2003; Santucci *et al.*, 2009). Del mismo modo, actualmente el Servicio Geológico de España desarrolla un sistema de indicadores para evaluar y hacer un seguimiento del estado de conservación del geopatrimonio (García-Cortés *et al.*, 2012).

## Cuadro 18.5 Geoparques y geoturismo

La justificación de los geoparques es promover la conservación del geopatrimonio, así como el desarrollo económico y social sostenible, a través de la comprensión y la experiencia que une la geología, el patrimonio natural y el patrimonio cultural. La mayoría de los geoparques enfatiza los vínculos de la evolución geológica del paisaje, la biodiversidad, los estilos de vida y las tradiciones culturales de las personas, con la protección y uso de los recursos geológicos mediante el desarrollo del turismo sostenible y la vinculación con la educación, el aprendizaje permanente, la guía e iniciativas de protección ambiental más amplias –por ejemplo, Jeju en Corea, los geoparques de las islas Oki y San'in Kaigan en Japón y los geoparques del Bosque de Piedra (Shilin) y Sanqingshan en China–. Muchos han desarrollado una interpretación innovadora que vincula estos diferentes temas a través del hilo conductor de la geología. Por ejemplo, el geoparque Katla en el sur de Islandia desarrolló una interpretación innovadora que integra historias geológicas y culturales del área con base en senderos y paneles en el sitio, herramientas digitales y exhibiciones e instalaciones novedosas diseñadas para estimular el interés de la gente en lugar de simplemente presentar información, junto con una participación creativa con las escuelas locales (Katla Geopark, 2014), mientras que el Parque

Nacional de las Cascadas del Norte en el Estado de Washington, EE.UU., cuenta con placas informativas de interpretación en los senderos de las zonas de subducción y señales evocadoras, incluida la prosa poética de John Muir (National Park Service, 2014b). Explorar el geopatrimonio de esta manera puede permitir que los administradores de áreas protegidas:

1. Ayuden a la gente local y a los visitantes a (re) descubrir una sensación de asombro respecto al geopatrimonio y sus vínculos con las raíces culturales y el sentido de pertenencia.
2. Generen oportunidades para que, por medio de formas creativas, las personas se involucren y aprecien el geopatrimonio a través de diferentes experiencias culturales.
3. Promuevan una comprensión más holística del mundo natural.

Para obtener más información y estudios de caso sobre el geoturismo, véase Dowling y Newsome (2010) y Newsome y Dowling (2010).

En Gran Bretaña existen protocolos para monitorear los SSSI –el sistema básico de áreas protegidas domésticas para intereses abióticos y bióticos– (Ellis, 2004). En parte, el componente geomorfológico se basa en el trabajo de Werritty *et al.* (1998), quienes proporcionaron un marco conceptual y metodológico para monitorear los rasgos y sistemas geomorfológicos. Los atributos clave medidos y las metas basadas en la clasificación en la Tabla 18.6 son:

1. Atributos del área protegida que deben monitorearse.
  - “Visibilidad”: los factores a monitorear serán la falta de ocultamiento por la vegetación / el suelo / los aumentos del terraplén / las construcciones de ingeniería.
  - Calidad de la apariencia o falta de perturbación de la estructura interna de los rasgos: condición física de rocas, sedimentos, accidentes geográficos, pilas de escombros (por ejemplo, falta de interrupción de los sedimentos en un accidente geográfico que aun no es visible); falta de fragmentación de la exposición, sin daños físicos a partes importantes de paredes rocosas, pilas de sedimentos y accidentes geográficos,

y la calidad y visibilidad son atributos íntimamente relacionados.

- Extensión de los rasgos: por ejemplo, la cantidad de material geológico, como el volumen de un importante material de escombros en un vertedero de minas, o el área de pared rocosa en un sitio de exposición donde sea ventajoso contar con una mayor cantidad de exposición de la roca para su estudio.
  - Dinámica del proceso: libertad de los procesos geomorfológicos para evolucionar de forma natural y sin obstáculos.
2. Indicadores clave de una condición de conservación favorable
    - Los elementos del accidente geográfico permanecen a plena vista.
    - La composición física, la morfología y la estructura interna de los accidentes geográficos y los sedimentos clave permanecen intactos y sin perturbación por intervenciones antropogénicas.
    - La extensión de los rasgos geomorfológicos clave no disminuye por el daño físico o la fragmentación.



- Los procesos geomorfológicos naturales no tienen impedimentos: los niveles de actividad de los procesos geomorfológicos y su dominio espacial conservan la capacidad de operar en toda su gama de variabilidad natural.
- La exposición geológica permanece a plena vista, intacta y no modificada por la intervención antropogénica.
- La extensión de los rasgos geológicos clave no ha disminuido: tanto la extensión vertical como horizontal de los rasgos son constantes o crecientes (Ellis, 2004).

El gobierno de Tasmania desarrolló un enfoque muy similar, el cual identifica tres categorías amplias de los indicadores de la geoconservación:

- Los indicadores de cobertura de los datos representan el estado de conocimiento de la geodiversidad, el cual rige nuestra capacidad de garantizar su conservación exitosa.
- Los indicadores de integridad del sitio se aplican a sitios de particular importancia para la geoconservación, donde se ha identificado el grado de integridad física (o degradación) de los sitios y los rasgos (por ejemplo, en la Base de Datos de Geoconservación de Tasmania).
- Los indicadores de integridad del proceso miden el grado de integridad o degradación de los procesos geomorfológicos y del suelo: estos procesos rigen la integridad a largo plazo de los sitios, los rasgos y los sistemas de importancia para la geoconservación, y la integridad de los procesos del ecosistema en general. Los indicadores de integridad del proceso proporcionarán una medida de la sostenibilidad de los procesos naturales del accidente geográfico y del suelo (RPDC, 2013).

## Oportunidades y requerimientos de experticia sobre geoconservación en la gestión de áreas protegidas

La diversidad de áreas protegidas de geopatrimonio, así como la cantidad y la variedad de conocimientos necesarios para identificarlas y manejarlas de manera efectiva, significan que existe una gran necesidad de expertos especializados en geoconservación. El conocimiento científico geológico y geomorfológico es esencial, no solo para que las áreas protegidas se identifiquen sólidamente y se ubiquen dentro de sistemas de patrimonio de la Tierra más amplios, sino también para que las redes de áreas se mantengan actualizadas con

nuevos conocimientos e interpretaciones. La seguridad de los trabajadores y visitantes es una preocupación primordial en las áreas protegidas de geoconservación, por lo que es esencial la experticia en evaluaciones de riesgos y las prescripciones de manejo. Predecir y hacer frente a los efectos de inundaciones, maremotos, terremotos, erupciones volcánicas y sitios geotérmicos activos, inestabilidad de taludes, inestabilidad de acantilados y derretimiento de glaciares y permafrost son todos ejemplos de la necesidad de un conocimiento técnico. Debería haber margen para emplear expertos locales que realicen trabajos especializados y también garantizar que se busquen los conocimientos locales y tradicionales para obtener el mejor resultado.

Se necesita una gestión de tipos específicos de áreas protegidas de geopatrimonio, como los sitios con patrimonio mueble (fósiles, minerales) o con procesos activos (áreas costeras, ríos, etc.) y así garantizar no solo que se mantengan los valores clave, sino también que las acciones externas y los cambios no afecten negativamente los rasgos y los procesos clave. Un requisito importante del personal especializado es la capacidad de comunicar la importancia de los rasgos y los procesos de las áreas protegidas de una manera que el público entienda y se sienta inspirado.

Con el objetivo de lograr un enfoque integrado para la conservación de la naturaleza, los equipos de las áreas protegidas deberían incorporar progresivamente la experticia en ciencias de la Tierra. Hacer que los especialistas en patrimonio geológico, biológico y cultural se reúnan en equipos ayudará a garantizar la comprensión y conservación de los recursos naturales (Díaz-Martínez y Díez-Herrero, 2011).

## Conclusión

La geodiversidad de la Tierra es una consideración esencial en la gestión de las áreas protegidas, particularmente en el contexto de la gestión de la naturaleza, tanto abiótica como biótica. El geopatrimonio está constituido por aquellos elementos de la geodiversidad que tienen valores significativos a nivel científico, educativo, cultural o estético. Tal geopatrimonio especial puede categorizarse sistemáticamente de acuerdo con las etapas clave en la historia de la Tierra, los rasgos estructurales, la formación de minerales, la evolución de la vida, los procesos del planeta, los rasgos por encima y por debajo de la superficie, y los registros de condiciones ambientales del pasado (Tabla 18.2). Es crucial que se protejan los ejemplos clave de los fenómenos de geopatrimonio, como en los geopar-

ques, en las áreas protegidas de la Categoría III de la UICN o dentro de otras categorías de áreas protegidas de la UICN. Una vez establecidas, se necesitan respuestas activas de los administradores de áreas protegidas para abordar amenazas tales como la explotación de minerales y el desarrollo de infraestructuras. Las respuestas incorporan la planeación y los trabajos en el terreno, mientras que los principios rectores de la gestión (Cuadro 18.3) establecen un marco para dicha acción. Al igual que con otros fenómenos naturales, el monitoreo de la condición y de las tendencias en la condición forma una parte integral de la gestión activa.

## Referencias



### Lecturas recomendadas

- Anderson, M.G. y Ferree, C.E. (2010). Conserving the stage: climate change and the geophysical underpinnings of species diversity. *PLoS ONE*, 5(7), e11554.
- ASM-PACE. (2013). *Projects*. Recuperado de: [www.asm-pace.org/projects.html](http://www.asm-pace.org/projects.html)
-  Barettino, D.; Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. (eds.). (2000). *Geological Heritage: Its conservation and management*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Barettino%20et%20al%202000%20-%20ProGEO%20Symposium%20Madrid%201999%20EN.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Barettino%20et%20al%202000%20-%20ProGEO%20Symposium%20Madrid%201999%20EN.pdf) [inglés] y Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Barettino%20et%20al%202000%20-%20ProGEO%20Symposium%20Madrid%201999%20ES.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Barettino%20et%20al%202000%20-%20ProGEO%20Symposium%20Madrid%201999%20ES.pdf).
- Bridgland, D.R. (2013). Geoconservation of Quaternary sites and interests. *Proceedings of the Geologists Association*, 124, 612-624.
- Brilha, J. (2002). Geoconservation and protected areas. *Environmental Conservation*, 29(3), 273-276.
-  (2005). *Património Geológico e Geoconservação*. Braga, Portugal: Palimage. Recuperado de: [geoduma.files.wordpress.com/2010/02/jb\\_livro.pdf](http://geoduma.files.wordpress.com/2010/02/jb_livro.pdf)
- Andrade, C.; Azerêdo, A.; Barriga, F.J.A.S.; Cachão, M.; Couto, H.; Cunha, P.P.; Crispim, J.A.; Dantas, P.; Duarte, L.V.; Freitas, M.C.; Granja, M.H.; Henriques, M.H.; Henriques, P.; Lopes, L.; Madeira, J.; Matos, J.M.X.; Noronha, F.; Pais, J.; Piçarra, J.; Ramalho, M.M.; Relvas, J.M.R.S.; Ribeiro, A.; Santos, A.; Santos, V. y Terrinha, P. (2005). Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. *Episodes*, 28, 177-186.
-  Brocx, M. (2008). *Geoheritage: From global perspectives to local principles for conservation and planning*. Perth, Australia: Western Australian Museum.
- Semeniuk, V. (2007). Geoheritage and geoconservation-history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90, 53-87.
- Semeniuk, V. (2011). The global geoheritage significance of the Kimberley coast, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 94, 57-88.
- Brooks, A.J. (2013). *Assessing the sensitivity of geodiversity features in Scotlands seas to pressures associated with human activities*. Commissioned Report No. 590. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage. Recuperado de: [www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=2036](http://www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=2036)
- Kenyon, N.H.; Leslie, A.; Long, D. y Gordon, J.E. (2013). *Characterising Scotlands marine environment to define search locations for new marine protected areas. Part 2: The identification of key geodiversity areas in Scottish waters*. Report No. 432. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage Commissioned. Recuperado de: [www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=2037](http://www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=2037)
- Brown, E.J. (2004). *Development of a framework for interpreting ice age landscapes in the Loch Lomond and The Trossachs National Park*, Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 036, Inverness, Scotland. Recuperado de: [www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned\\_reports/f98ac106a.pdf](http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/f98ac106a.pdf)

- Bruschi, V.M.; Cendrero, A. y Cuesta Albertos, J.A. (2011). A statistical approach to the validation and optimisation of geoheritage assessment procedures. *Geoheritage*, 3, 131-349.
- Burek, C.V. (2012). The role of LGAPs (Local Geodiversity Action Plans) and Welsh RIGS as local drivers for geoconservation within geotourism in Wales. *Geoheritage*, 4, 45-63.
- Burek, C. y Potter, J. (2006). *Local Geodiversity Action Plans-setting the context for geological conservation*. Natural England Report No. 560. Sheffield, Inglaterra: Natural England. Recuperado de: [publications.naturalengland.org.uk/publication/137007?category=30050](http://publications.naturalengland.org.uk/publication/137007?category=30050)
- Carcavilla, L.; Delvene, G.; Díaz-Martínez, E.; García-Cortés, A.; Lozano, G.; Rábano, I.; Sánchez, A. y Vegas, J. (2012). *Geodiversidad y Patrimonio Geológico*, 2ª ed. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/novedades/Folleto\\_Patrimonio2edicion.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/novedades/Folleto_Patrimonio2edicion.pdf)
- Durán, J.J. y López-Martínez, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto\\_Geodiversidad.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto_Geodiversidad.pdf)
-  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, Vol. 7. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Coratza, P. y Panizza, M. (eds.). (2009). Geomorphology and cultural heritage. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 87.
- Crofts, R. y Gordon, J.E. (2014). Geoheritage conservation in protected areas. *Parks*, 20(2), 61-76.
- Cruikshank, J. (2005). *Do Glaciers Listen? Local knowledge, colonial encounters, and social imagination*. Vancouver: University of British Columbia Press; Seattle: University of Washington Press.
- Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). (2006). *Local Sites: Guidance on their identification, selection and management*. Londres: Department for Environment, Food and Rural Affairs. Recuperado de: [archive.defra.gov.uk/rural/documents/protected/localsites.pdf](http://archive.defra.gov.uk/rural/documents/protected/localsites.pdf)
- (2010). *Charting Progress 2. The state of UK seas*. Londres: Department for Environment, Food and Rural Affairs. Recuperado de: [chartingprogress.defra.gov.uk](http://chartingprogress.defra.gov.uk)
- Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment (DPIPWE). (2014). *Tasmanian Geoconservation Database*. Hobart, Australia: Tasmanian Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment. Recuperado de: [dpipwe.tas.gov.au/conservation/geoconservation/tasmanian-geoconservation-database](http://dpipwe.tas.gov.au/conservation/geoconservation/tasmanian-geoconservation-database)
- Díaz-Martínez, E. (2011). Typology of heritage: where does geoheritage fit in? Villeneuve d'Ascq, Francia: Forum GeoReg, octubre 23-27 de 2011. Résumés/Abstracts: 102. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/D%C3%ADaz-Mart%C3%ADnez%202011%20-%20Typology%20of%20geoheritage%20-%20GeoReg%20y%20SW-ProGEO%20Meeting.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/D%C3%ADaz-Mart%C3%ADnez%202011%20-%20Typology%20of%20geoheritage%20-%20GeoReg%20y%20SW-ProGEO%20Meeting.pdf)
- Díez-Herrero, A. (2011). Los elementos biológicos y culturales de interés geológico: un patrimonio a conservar. En: E. Fernández-Martínez y R. Castaño de Luis (eds.). *Avances y Retos en la Conservación del Patrimonio Geológico en España*, pp. 85-90. León: Universidad de León. [www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Díaz-Martínez%20y%20Díez-Herrero%202011%20-%20Elementos%20biológicos%20y%20culturales%20de%20interés%20geológico.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/Díaz-Martínez%20y%20Díez-Herrero%202011%20-%20Elementos%20biológicos%20y%20culturales%20de%20interés%20geológico.pdf)
- Dingwall, P.; Weighell, T. y Badman, T. (2005). *Geological World Heritage: A global framework. A contribution to the Global Theme Study of World Heritage Natural Sites*. Gland: IUCN.
- Dobbie, K.E.; Bruneau, P.M.C. y Towers, W. (eds.). (2011). *The State of Scotland's Soil*. Edimburgo: Natural Scotland. Recuperado de: [www.sepa.org.uk/land/land\\_publications.aspx](http://www.sepa.org.uk/land/land_publications.aspx)



- Dolan, M.F.J.; Buhl-Mortensen, P.; Thorsnes, T.; Buhl-Mortensen, L.; Bellec, V. y Bøe, R. (2009). Developing seabed nature-type maps offshore Norway: initial results from the MAREANO programme. *Norwegian Journal of Geology*, 89: 17-28.
- Dowling, R.K. y Newsome, D. (eds.). (2010). *Global Geotourism Perspectives*. Oxford: Goodfellow Publishers.
- Dudley, N. (ed.). (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland: IUCN.
- Durán, J.J.; Brusi, D.; Pallí, L.; López-Martínez, J.; Palacio, J. y Vallejo, E. (1998). Geología ecológica, geodiversidad, geoconservación y patrimonio geológico: la Declaración de Girona. En: J.J. Durán y M. Vallejo (eds.). *Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de Patrimonio Geológico*, pp. 69-72. Miraflores de la Sierra, España: Sociedad Geológica de España.
- Ellis, N. (2004). *Common Standards Monitoring Guidance for Earth Science Sites*. Peterborough, Reino Unido: Joint Nature Conservation Committee. Recuperado de: [jncc.defra.gov.uk/pdf/CSM\\_earth\\_science.pdf](http://jncc.defra.gov.uk/pdf/CSM_earth_science.pdf)
- (2011). The Geological Conservation Review (GCR). En: Great Britain: rationale and methods. *Proceedings of the Geologists Association*, 122, 353-362.
- English Nature. (2004). *Local Geodiversity Action Plans. Sharing good practice*. Peterborough, Reino Unido: Natural England. Recuperado de: [publications.naturalengland.org.uk/publication/76016?category=30050](http://publications.naturalengland.org.uk/publication/76016?category=30050)
- Erikstad, L. (2012). Geoheritage and geodiversity management - the questions for tomorrow. *Proceedings of the Geologists Association*, 122, 713-719.
- Lindblom, I.; Jerpåsen, G.; Hanssen, M.A.; Bekkby, T.; Stabbetorp, O. y Bakkestuen, V. (2008). Environmental value assessment in a multidisciplinary EIA setting. *Environment Impact Assessment Review*, 28, 131-143.
- Fassoulas, C.; Mouriki, D.; Dimitriou-Nikolakis, P. y Iliopoulos, G. (2011). Quantitative assessment of geotopes as an effective tool for geoheritage management. *Geoheritage*, 4, 177-193.
- Ferrero, E.; Giardino, M.; Lozar, F.; Giordano, E.; Belluso, E. y Perotti, L. (2012). Geodiversity action plans for the enhancement of geoheritage in the Piemonte region (north-western Italy). *Annals of Geophysics*, 55, 487-495.
- Fuertes-Gutiérrez, I. y Fernández-Martínez, E. (2010). Geosites inventory in the Leon Province (northwestern Spain) a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. *Geoheritage*, 2, 57-75.
- García-Cortés, A.; Águeda Villar, J.; Palacio Suárez-Valgrande, J. y Salvador González, C.I. (eds.). (2009). *Spanish Geological Frameworks and Geosites. An approach to Spanish geological heritage of international relevance*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/GEOSITES/publication.htm](http://www.igme.es/patrimonio/GEOSITES/publication.htm)
- Rábano, I.; Locutura, J.; Bellido, F.; Fernández-Gianotti, J.; Martín-Serrano, A.; Quesada, C.; Barnolas, A. y Durán, J.J. (2001). First Spanish contribution to the Geosites Project: list of the geological frameworks established by consensus. *Episodes*, 24, 79-92.
- Vegas, J.; Carcavilla, L. y Díaz-Martínez, E. (2012). Un sistema de indicadores para la evaluación y seguimiento del estado de conservación del patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 13, 1272-1275. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/García%20Cortés%20et%20al%202012%20-%20Sistema%20de%20indicadores%20para%20estado%20conservación%20PG.pdf](http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/congresos/García%20Cortés%20et%20al%202012%20-%20Sistema%20de%20indicadores%20para%20estado%20conservación%20PG.pdf)
- Geological Society of America (GSA). (2012). *GSA Position Statement: Geoheritage*. Boulder, Estados Unidos. Recuperado de: [www.geosociety.org/positions/pos20\\_Geoheritage.pdf](http://www.geosociety.org/positions/pos20_Geoheritage.pdf)
- Gillson, L. y Marchant, R. (2014). From myopia to clarity: sharpening the focus of ecosystem management through the lens of palaeoecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 29: 317-325.

- Gordon, J.E. y Barron, H.F. (2011). *Scotland's geodiversity: development of the basis for a national framework*. Report No. 417. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage Commissioned. Recuperado de: [www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned\\_reports/417.pdf](http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/417.pdf)
- Barron, H.F.; Hansom, J.D. y Thomas, M.F. (2012). Engaging with geodiversity - why it matters. *Proceedings of the Geologists Association*, 123, 1-6.
- Brooks, A.J.; Rennie, A.G.; James, B.D.; Chaniotis, P.D.; Kenyon, N.H.; Leslie, A.B. y Long, D. (2013). *The selection of Nature Conservation Marine Protected Areas (MPAs) - assessment of geodiversity interests*. Report No. 633. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage Commissioned. Recuperado de: [www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned\\_reports/633.pdf](http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/633.pdf)
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Wiley, Chichester, Reino Unido: geoduma. Recuperado de: [files.wordpress.com/2010/02/geodiversity.pdf](http://files.wordpress.com/2010/02/geodiversity.pdf)
- (2008). Geodiversity: the origin and evolution of a paradigm. En: C.V. Burek y C.D. Prosser (eds.). *The History of Geoconservation*, Special Publications 300, pp. 31-36. Londres: The Geological Society.
- (2011). GSSPs: the case for a third, internationally recognised, geoconservation network. *Geoheritage*, 3, 83-88.
-  (2013). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*, 2ª ed. Chichester, Reino Unido: Wiley-Blackwell.
- Gordon, J.E. y Brown, E.J. (2013). Geodiversity and the ecosystem approach - the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. *Proceedings of the Geologists Association*, 124: 659-673.
- Ham, S. (1992). *Environmental Interpretation: A practical guide for people with big ideas and small budgets*. Golden, Estados Unidos: North America Press.
- (2007). From interpretation to protection. *Interpretation Journal*, 12(3), 20-23. Recuperado de: [www.ahi.org.uk/include/pdf/TVSpapers/AHI\\_journal\\_The\\_Vital\\_Spark.pdf](http://www.ahi.org.uk/include/pdf/TVSpapers/AHI_journal_The_Vital_Spark.pdf)
- Haygarth, P.M. y Ritz, K. (2009). The future of soils and land use in the UK: soil systems for the provision of land-based ecosystem services. *Land Use Policy*, 26S, S187-197.
- Hopkins, J.J.; Allison, H.M.; Walmsley, C.A.; Gaywood, M. y Thurgate, G. (2007). *Conserving Biodiversity in a Changing Climate: Guidance on building capacity to adapt*. Londres: Department for Environment, Food and Rural Affairs. Recuperado de: [webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110303145213/http://ukbap.org.uk/Library/BRIG/CBCCGuidance.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110303145213/http://ukbap.org.uk/Library/BRIG/CBCCGuidance.pdf)
- Houshold, I. y Sharples, C. (2008). Geodiversity in the wilderness: a brief history of geoconservation in Tasmania. En: C.V. Burek y C.D. Prosser (eds.). *The History of Geoconservation*, Special Publications 300, pp. 257-272. Londres: The Geological Society.
- Hutton, J. (1785). *Abstract of a Dissertation Read in the Royal Society of Edinburgh, upon the Seventh of March, and Fourth of April, MDCCLXXXV, Concerning the System of the Earth, its Duration, and Stability*. Edimburgo. Recuperado de: [facstaff.gpc.edu/~janderso/historic/hutton.htm](http://facstaff.gpc.edu/~janderso/historic/hutton.htm)
- International Council on Mining and Minerals (ICMM). (2003). *Mining and Protected Areas: Position statement*. Londres. Recuperado de: [www.icmm.com/document/43](http://www.icmm.com/document/43)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2008). *Resolutions and Recommendations adopted at the 4th IUCN World Conservation Congress. Resolution 4 040: Conservation of geodiversity and geological heritage*. Gland: IUCN. [portals.iucn.org/library/node/44190](http://portals.iucn.org/library/node/44190)
- (2012). *Resolutions and Recommendations, World Conservation Congress, Jeju, Republic of Korea, 6-15 September 2012, WCC-2012-Res-048-EN Valuing and conserving geoheritage within the IUCN Programme 2013-2016*. Gland: IUCN, pp. 5-6. Recuperado de: [portals.iucn.org/library/node/44015](http://portals.iucn.org/library/node/44015)

- (2013). *IUCN World Heritage Advice Note: Mining and oil/gas projects*. Gland: IUCN. Recuperado de: [cmsdata.iucn.org/downloads/iucn\\_advice\\_note\\_on\\_mining\\_in\\_wh\\_sites\\_final\\_060512\\_.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_advice_note_on_mining_in_wh_sites_final_060512_.pdf)
- Johansson, C.E. (ed.). (2000). *Geodiversitet i Nordisk Naturvård*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Joyce, E.B. (2010). Australia's geoheritage: history of study, a new inventory of geosites and applications to geotourism and geoparks. *Geoheritage*, 2, 39-56.
- Katla Geopark. (2014). *Katla Geopark*. [www.katlageopark.is/](http://www.katlageopark.is/)
- Kiernan, K. (1996). *Conserving Geodiversity and Geoheritage: The conservation of glacial landforms*. Hobart, Australia: Forest Practices Unit.
- Kirkbride, V. y Gordon, J.E. (2010). *The geomorphological heritage of the Cairngorm Mountains*. Report No. 348. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage Commissioned. Recuperado de: [www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned\\_reports/348.pdf](http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/348.pdf)
- Lawrence, D.J.D.; Arkley, S.L.B, Everest, J.D.; Clarke, S.M.; Millward, D.; Hyslop, E.K.; Thompson, G.L. y Young B. (2007). *Northumberland National Park Geodiversity Audit and Action Plan*. Report No. CR/07/037N. Hexham, Reino Unido: British Geological Survey Commissioned. Recuperado de: [www.northumberlandnationalpark.org.uk/data/assets/pdf\\_file/0005/147524/geodiversity\\_audit\\_hi.pdf](http://www.northumberlandnationalpark.org.uk/data/assets/pdf_file/0005/147524/geodiversity_audit_hi.pdf)
- Vye, C.L. y Young, B. (2004). *Durham Geodiversity Audit*. Durham, Reino Unido: Durham County Council. Recuperado de: [content.durham.gov.uk/PDFRepository/County\\_Durham\\_Geodiversity\\_Audit.pdf](http://content.durham.gov.uk/PDFRepository/County_Durham_Geodiversity_Audit.pdf)
- Lima, F.; Brilha, J. y Salamuni, E. (2010). Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage*, 2, 91-99.
- Lockwood, M.; Worboys, G.L. y Kothari, A. (eds.). (2006). *Managing Protected Areas: A global guide*. Londres: Earthscan.
- McKeever, P.J.; Zouros, N. y Patzak, M. (2010). The UNESCO Global Geoparks Network. *European Geoparks Magazine*, 7, 10-13. Recuperado de: [www.scribd.com/doc/80356479/EGN-Magazine-Issue-7](http://www.scribd.com/doc/80356479/EGN-Magazine-Issue-7)
- Matthews, T.J. (2014). Integrating geoconservation and biodiversity conservation: theoretical foundations and conservation recommendations in a European Union context. *Geoheritage*, 6, 57-70.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington D.C.: Island Press.
- National Museums Northern Ireland (2003). *Geological Sites in Northern Ireland: Earth science conservation review*. Holywood. Recuperado de: [www.habitas.org.uk/escr/index.html](http://www.habitas.org.uk/escr/index.html)
- National Park Service. (NPS). (2014a). *National Fossil Day*. National Park Service. Washington D.C. Recuperado de: [nature.nps.gov/geology/nationalfossilday/](http://nature.nps.gov/geology/nationalfossilday/)
- (2014b). *North Cascades*. National Park Service. Washington D.C. Recuperado de: [www.nps.gov/noca/index.htm](http://www.nps.gov/noca/index.htm)
- Natural England. (2014). *Geology and Geodiversity*. Peterborough, Reino Unido: Natural England. Recuperado de: [publications.naturalengland.org.uk/category/30050](http://publications.naturalengland.org.uk/category/30050)
- Newsome, D. y Dowling, R.K. (eds.). (2010). *Geotourism: The tourism of geology and landscape*. Oxford: Goodfellow Publishers.
- Nieto, L.M. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112(2), 3-12.
- Ontario Ministry of Municipal Affairs and Housing. (2012). *Land Use Planning: The Oak Ridges Moraine*. Recuperado de: [www.mah.gov.on.ca/Page322.aspx](http://www.mah.gov.on.ca/Page322.aspx)
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4-6.



- Pellitero, R.; González-Amuchastegui, M.J.; Ruiz-Flaño, P. y Serrano, E. (2011). Geodiversity and geomorphosite assessment applied to a natural protected area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain). *Geoheritage*, 3, 163-174.
- Pereira, P.; Pereira, D. y Caetano Alves, M.I. (2007). Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park. *Geographica Helvetica*, 62, [suplemento], 159-168.
- ProGEO. (2011). *Conserving Our Shared Geoheritage: A protocol on geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil and mineral collecting*. European Association for the Conservation of the Geological Heritage. Upsala, Suecia. Recuperado de: [www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf](http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf)
-  Prosser, C.; Murphy, M. y Larwood, J. (2006). *Geological Conservation: A guide to good practice*. Peterborough, Reino Unido: Natural England. Recuperado de: [naturalengland.org.uk/publication/83048](http://naturalengland.org.uk/publication/83048)
- Prosser, C.D. (2011). Principles and practice of geoconservation: lessons and case law arising from a legal challenge to site-based conservation on an eroding coast in eastern England, UK. *Geoheritage*, 3, 277-287.
- (2013). Our rich and varied geoconservation portfolio: The foundation for the future. *Proceedings of the Geologists Association*, 124, 568-580.
- Burek, C.V.; Evans, D.H.; Gordon, J.E.; Kirkbride, V.B.; Rennie, A.F. y Walmsley, C.A. (2010). Conserving geodiversity sites in a changing climate: management challenges and responses. *Geoheritage*, 2, 123-136.
- Resource Planning and Development Commission (RPDC). (2013). Land, geodiversity and geoconservation. En: *State of the Environment Report: Tasmania*. Hobart. Recuperado de: [soer.justice.tas.gov.au/2003/lan/2/issue/77/index.php#zmanagement](http://soer.justice.tas.gov.au/2003/lan/2/issue/77/index.php#zmanagement)
- Reynard, E. (2009a). The assessment of geomorphosites. En: E. Reynard, P. Coratza y G. Regolini-Bissig (eds.). *Geomorphosites*, pp. 63-71. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Geomorphosites: definitions and characteristic. En: E. Reynard, P. Coratza y G. Regolini-Bissig (eds.). *Geomorphosites*, pp. 9-20. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Coratza, P. y Regolini-Bissig, G. (eds.). (2009). *Geomorphosites*, Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Fontana, G.; Kozlik, L. y Scapozza, C. (2007). A method for assessing “scientific” and “additional values” of geomorphosites. *Geographica Helvetica*, 62, 148-158.
- Rovere, A.; Vacchi, M.; Parravicini, V.; Bianchi, C.N.; Zouros, N. y Firpo, M. (2011). Bringing geoheritage underwater: definitions, methods, and application in two Mediterranean marine areas. *Environmental Earth Sciences*, 64, 133-142.
- Santucci, V.L. (2005). Historical perspectives on biodiversity and geodiversity. *George Wright Forum*, 22(3), 29-34.
- Koch, A.L. (2003). Paleontological resource monitoring strategies for the National Park Service. *Park Science*, 22(1), 22-25.
- Kenworthy, J.P. y Mims, A.L. (2009). Monitoring in situ paleontological resources. En: R. Young y L. Norby (eds.). *Geological Monitoring*, pp. 189-204. Boulder, Estados Unidos: Geological Society of America.
- Scottish Geodiversity Forum. (2013). *Scotlands Geodiversity Charter*. Recuperado de: [scottishgeodiversityforum.org/charter/](http://scottishgeodiversityforum.org/charter/)
- Scottish Natural Heritage. (2000). *A Guide to Managing Coastal Erosion in Beach/Dune Systems*. Scottish Natural Heritage. Battleby, Escocia. Recuperado de: [www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=112](http://www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=112)

- (2006). *Guidance on Establishing and Managing Local Nature Conservation Site Systems in Scotland*. Scottish Natural Heritage. Battleby, Escocia. Recuperado de: [www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=562](http://www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=562)
- (2011). *Interpretive Planning*. Scottish Natural Heritage. Battleby, Escocia. Recuperado de: [www.snh.gov.uk/policy-and-guidance/heritage-interpretation/interpretive-planning/](http://www.snh.gov.uk/policy-and-guidance/heritage-interpretation/interpretive-planning/)
- Semeniuk, V.; Semeniuk, C.A.; Tauss, C.; Unno, J. y Brocx, M. (2011). *Walpole and Nornalup Inlets: Landforms, stratigraphy, evolution, hydrology, water quality, biota, and geoheritage*. Perth, Australia: Wetlands Research Association, Western Australian Museum.
- Sharples, C. (1993). *A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes*. Technical Report. Hobart, Australia: Forestry Commission Tasmania.
- (2002). *Concepts and Principles of Geoconservation*. Hobart, Australia: Tasmanian Parks and Wildlife Service. Recuperado de: [www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf)
- (2011). *Potential Climate Change Impacts on Geodiversity in the Tasmanian Wilderness World Heritage Area: a management response position paper*. Nature Conservation Report Series 11/04. Hobart, Australia: Resource Management and Conservation Division, Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment. Recuperado de: [www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/LJEM-8P983Y?open](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/LJEM-8P983Y?open)
- Stace, H. y Larwood, J.G. (2006). *Natural Foundations: Geodiversity for people, places and nature*. Peterborough, Reino Unido: Natural England. Recuperado de: [publications.naturalengland.org.uk/publication/60005](http://publications.naturalengland.org.uk/publication/60005)
- The River Restoration Centre (RRC). (2013). *Manual of River Restoration Techniques*. The River Restoration Centre. Cranfield, Reino Unido. Recuperado de: [www.therrc.co.uk/rrc\\_manual.php](http://www.therrc.co.uk/rrc_manual.php)
- Thorsnes, T.; Erikstad, L.; Dolan, M.F.J. y Bellec, V. (2009). Submarine landscapes along the Lofoten-Vesterålen-Senja margin, northern Norway. *Norwegian Journal of Geology*, 89, 5-16.
- Tilden, F. (1977). *Interpreting Our Heritage*, 3ª ed. Chapel Hill, Estados Unidos: University of North Carolina Press.
- Towers, W.; Malcolm, A. y Bruneau, P. (2005). *Assessing the nature conservation value of soil and its relation with designated features*. Report No. 111. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage Commissioned. Recuperado de: [www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned\\_reports/F03AC104.pdf](http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/F03AC104.pdf)
- UK Geodiversity Action Plan (UKGAP). (2014). *UK Geodiversity Action Plan*. Recuperado de: [www.ukgap.org.uk/](http://www.ukgap.org.uk/)
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2010). *Guidelines and Criteria for National Geoparks Seeking UNESCOs Assistance to Join the Global Geoparks Network (GGN)*. París: UNESCO. Recuperado de: [www.globalgeopark.org/UploadFiles/2012\\_9\\_6/GGN2010.pdf](http://www.globalgeopark.org/UploadFiles/2012_9_6/GGN2010.pdf)
- (2014a). *Earth Sciences: Global Geoparks*. París: UNESCO. Recuperado de: [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/global-geoparks/](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/global-geoparks/)
- (2014b). *World Heritage List*. París: UNESCO. Recuperado de: [whc.unesco.org/en/list](http://whc.unesco.org/en/list)
- (2014c). *Main Characteristics of Biosphere Reserves*. París: UNESCO. Recuperado de: [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/main-characteristics](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/main-characteristics)
- Veverka, J.A. (1994). *Interpretive Master Planning*. Helena, Estados Unidos: Falcon Press.
- Werritty, A.; Duck, R.W. y Kirkbride, M.P. (1998). *Development of a conceptual and methodological framework for monitoring site condition in geomorphological systems*. Survey and Monitoring Report No. 105. Inverness, Escocia: Scottish Natural Heritage Research. Recuperado de: [www.snh.org.uk/pdfs/publications/research/105.pdf](http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/research/105.pdf)
- Wimbledon, W.A.P. y Smith-Meyer, S. (eds.). (2012). *Geoheritage in Europe and its Conservation*. Oslo: ProGEO.
-  Barnard A.F. y Peterken A.G. (2004). Geosite management: a widely applicable, practical approach. En: M.A. Parkes (ed.). *Natural and Cultural Landscapes: The geological foundation*, pp. 187-192. Dublín: Royal Irish Academy.

Ishchenko, A.A.; Gerasimenko, N.P.; Karis, L.O.; Suominen, V.; Johansson, C.E. y Freden, C. (2000). Geosites: an IUGS initiative - science supported by conservation. En: D. Baretino, W.A.P. Wimbledon y E. Gallego (eds.). *Geological Heritage: Its conservation and management*, pp. 69-94. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. Recuperado de: [www.igme.es/patrimonio/publicaciones/Wimbledon\\_et\\_al\\_2000\\_english.PDF](http://www.igme.es/patrimonio/publicaciones/Wimbledon_et_al_2000_english.PDF)

Worboys, G.L. (2013). *Conserving Australias Geoheritage*. Canberra: Department of the Environment. Recuperado de: [www.environment.gov.au/system/files/pages/f4d5ba7d-e4eb-4ced-9c0e-104471634fbb/files/essay-conserving-worboys.pdf](http://www.environment.gov.au/system/files/pages/f4d5ba7d-e4eb-4ced-9c0e-104471634fbb/files/essay-conserving-worboys.pdf)



Este texto se tomó de *Protected Area Governance and Management*, editado por Graeme L. Worboys, Michael Lockwood, Ashish Kothari, Sue Feary e Ian Pulsford, publicado en 2019 por ANU Press, Universidad Nacional de Australia, Canberra, Australia.

La reproducción de esta publicación de ANU Press con fines educativos u otros fines no comerciales está autorizada sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor, siempre y cuando se indique claramente la fuente. La reproducción de esta publicación para su reventa u otros fines comerciales está prohibida sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor.

[doi.org/10.22459/GGAP.2019.18](https://doi.org/10.22459/GGAP.2019.18)