

Conservación del Patrimonio Geológico y Paleontológico de Antártida: un desafío impostergable



Marcelo A. Reguero
Guillermo M. López

A diferencia del patrimonio paleontológico y arqueológico, la conservación de sitios y secciones geológicas relevantes no ha sido debidamente reconocida. La Antártida posee valores geológicos y geomorfológicos de gran importancia que es necesario preservar, por ejemplo, de la presencia humana, aún escasa pero de creciente impacto negativo.

Cuando se escucha hablar de “conservación ambiental” o “conservación de la naturaleza”, inmediatamente se asocia a distintas acciones que se llevan a cabo para preservar especies de fauna, de flora o ecosistemas. La mayoría de las personas no asocia estos conceptos a la preservación de suelos, costas, o rocas, ni tampoco a sitios, rasgos o afloramientos de importancia geológica. Como en cualquier disciplina, existen términos o conceptos que les son propios y que permiten crear un marco de referencia. Entre ellos podemos nombrar:

Patrimonio geológico es el conjunto de características geológicas, geomorfológicas y paleontológicas que poseen un valor estético intrínseco o una relevancia científica y educativa, y que proporcionan una ilustración de los procesos geológicos, así como una visión de la formación y evolución de la Tierra. La **Geodiversidad** puede describirse como la diversidad de fenómenos geológicos y geomorfológicos en un área definida.

Geoconservación es la acción realizada con la intención de conservar y mejorar las características geológicas, geomorfológicas y del suelo, los procesos, sitios y especímenes. Incluye las actividades de promoción y sensibilización asociadas, así como el registro y rescate de datos o especímenes de los sitios amenazados con pérdida o daño.

La Antártida un continente para geoconservar

El continente Antártico es un lugar inaccesible para la mayoría de los seres humanos y eso la transforma en el único continente

que se conserva prácticamente prístino y protegido de la degradación antrópica. La Antártida no tiene población indígena y, en comparación con otras partes del mundo, muy pocas son las personas que arriban a ella cada año. Por su geografía, la mayor parte de la actividad humana se concentra en unos pocos lugares cerca de sus costas a los que se accede por barco y un número mucho menor a los que sólo se puede llegar por vía aérea. Estos sitios son el asiento de estaciones y bases científicas de distintos países, donde se realizan investigaciones de diferente tipo (biológicas, meteorológicas, glaciológicas, etc.).

Esto atrae y facilita también la visita de turistas, que en los últimos años se ha visto incrementada de manera exponencial. Para tener una idea de esto, a comienzos de la década de 1950, llegaban unos pocos cientos de visitantes desde Chile y Argentina a las islas Shetland del Sur. En la actualidad, lo hacen alrededor de 40.000 turistas y 4.000 científicos y personal de apoyo logístico que trabajan en las bases antárticas. Dada la inmensidad de este continente (14 millones de km^2), podría parecer una pequeña cantidad de personas, pero es necesario resaltar que sólo el 0,3% del continente está libre de hielo (cerca de 44 mil km^2) que es donde se desarrolla la mayor parte de la actividad humana.

Los visitantes de la Antártida se concentran en general en un período de 5 meses (de noviembre a marzo) y realizan actividades que incluyen el avistaje de fauna y paisajes desde los barcos, visita a bases científicas, refugios históricos, sitios con fauna salvaje, caminatas, recorridos en kayaks y buceo. Los integrantes de las dotaciones de las bases permanentes, son los únicos que pasan la temporada invernal en el continente

La actividad humana, ya sea por la existencia de bases científicas o por el turismo, produce una fuerte intervención sobre el ambiente y ocasiona, en muchos casos, un importante impacto negativo en los paisajes, algunos de los cuales son únicos en el mundo (Fig. 1). Las acciones detectadas como pisoteo y recolección indebida de piezas (rocas, meteoritos, minerales, fósiles etc.) son los daños más sobresalientes. A esto habría que sumarle que la presencia de grandes





1. a, carretera de acceso a la Cantera N°3, Península Fildes, Isla 25 de Mayo; b, extracción de material en dicha cantera.

navíos que producen una gran alteración en las aguas que rodean la Antártida y en las conductas de la fauna autóctona.

El turismo en la Antártida está manejado por la Asociación Internacional de Operadores turísticos de Antártida (IAATO por su sigla en inglés) fundada en 1991 por siete operadores privados. En la actualidad son más de 100 las compañías que integran esta asociación. Durante la temporada 2016/17 se registraron en la IAATO un total de 65 barcos, de distinta envergadura, algunos pe-

queños con pocos pasajeros hasta cruceros de más de 500 personas (Fig. 2).

La recolección y el transporte fuera de la Antártida de muestras geológicas y fósiles ha sido un tema de discusión reciente en el Comité de Protección Ambiental (CEP por su sigla en inglés) durante la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (ATCM por su sigla en inglés). Como resultado este comité realizó un fuerte llamamiento solicitando la cooperación de la industria turística con el fin de evitar este tipo de daños y pérdidas.



2: Turismo en la Antártida. Un problema para la geoconservación, debido al impacto indirecto sobre el hábitat y las colonias de fauna natural.

Marco y herramientas del Protocolo de Madrid

El Protocolo de Protección del Medio Ambiente del Tratado Antártico (Recuadro 1) tiene seis anexos y de ellos el número V proporciona un marco para la protección

de las características geológicas. Las herramientas de gestión que establece este anexo incluyen las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEPs) y Zonas Antárticas Especialmente Administradas (ZAEAs). Recientemente, se han desarrollado Pautas para Sitios para Visitantes (SGV su sigla en inglés) que son áreas que reciben gran cantidad de turistas.

Sin embargo, el sistema de áreas protegidas antárticas aún está en desarrollo, y se requiere una mayor implementación de las herramientas de gestión existentes para proteger la amplia gama de vulnerabilidades, calidades y escalas espaciales representadas en la geología y geomorfología del continente.

Fuera del área del Tratado Antártico, los valores geológicos y geomorfológicos pueden protegerse bajo la legislación nacional, a menudo dentro de parques o reservas, o sus valores pueden ser reconocidos globalmente, es decir, sitios del Patrimonio Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

La geodiversidad en la Antártida. ¿Qué proteger?

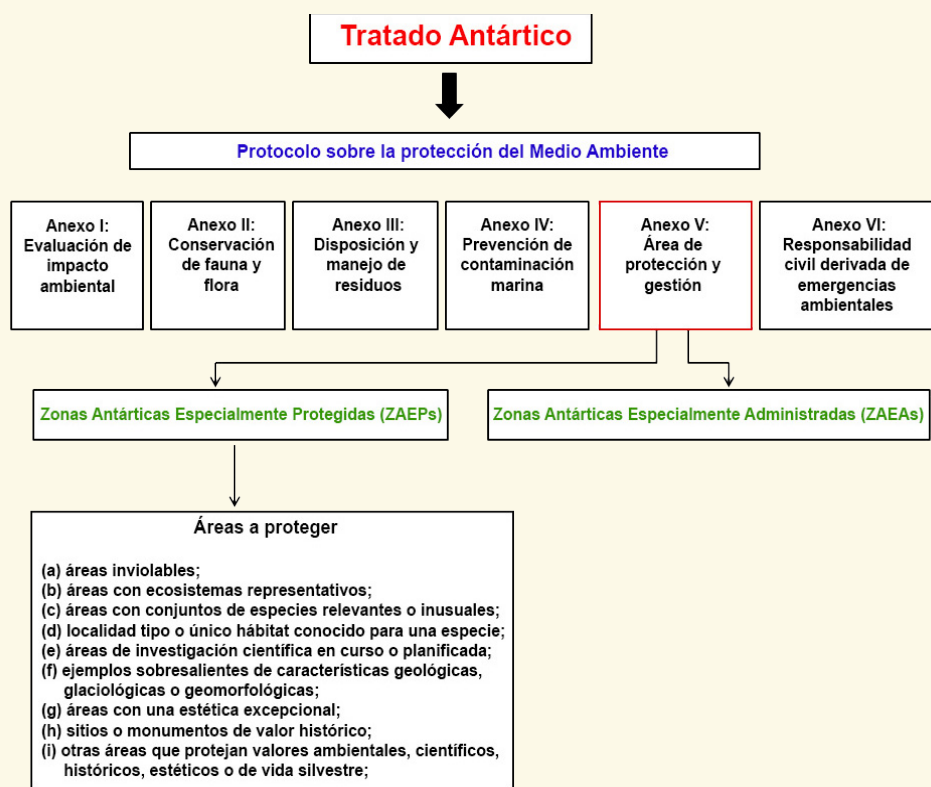
Muchos y muy diferentes son los geositos que deberían tenerse en cuenta al

El Protocolo de Madrid

El Tratado Antártico es el instrumento jurídico internacional que firmaron en 1959 doce países (Argentina, Australia, Bélgica, Chile, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Sudáfrica y la Unión Soviética), por el cual se rige el área al sur de los 60° de Latitud Sur). Posteriormente se adhirieron a la firma del tratado muchos otros países, actualmente llegan a 53 (que representan el 65% de la población mundial). De éstos, 26 son *partes consultivas* (involucrados en la toma de decisiones) y el resto son estados *adherentes* (no involucrados en la toma de decisiones).

El Tratado establece que la Antártida sólo será utilizada con fines pacíficos y entre otras cosas, prohíbe la instalación de bases militares, las maniobras con armas, las pruebas nucleares, la eliminación de desechos radiactivos, la prospección y explotación de recursos minerales. Sin embargo, poco dice sobre la protección de los recursos vivos, del medio ambiente y del resguardo de los valores geológicos y geomorfológicos.

La protección y conservación dentro del área del Tratado se logró a través del Protocolo sobre la Protección del Medio Ambiente del Tratado Antártico (también conocido como el Protocolo de Madrid) acordado en 1991 pero que entró en vigor recién en 1998 y actualmente es adoptado por 37 países. Este protocolo reconoce al continente Antártico como una "Reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia".

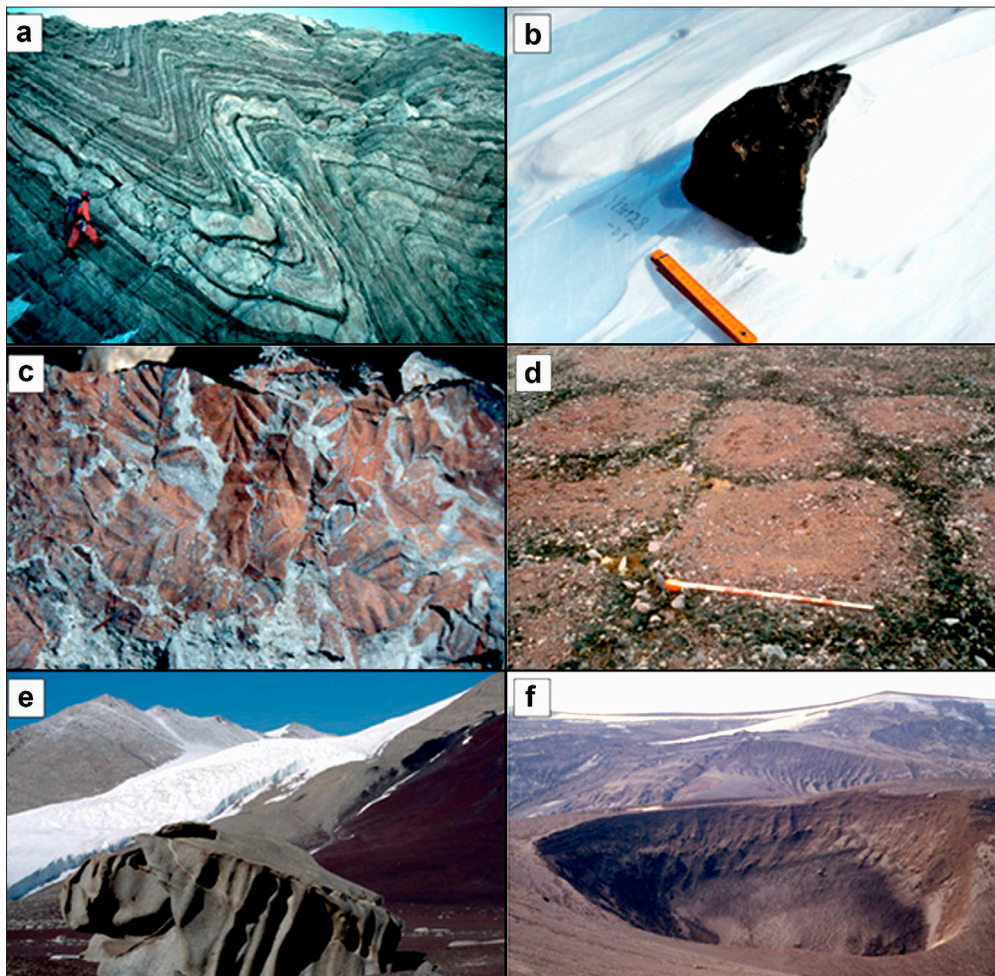


momento de pensar en geoconservación en Antártida. Entre ellos podemos mencionar:

- Lugares con características glaciales y/o geomorfológicas raras, únicas o vulnerables;
- Ejemplos únicos o excepcionales de estructuras de roca (por ejemplo, discordancias, pliegues, fallas e intrusiones);

- Afloramientos que contienen minerales raros o únicos;

- Secciones representativas de la estratigrafía única o particularmente bien expuesta;
- Áreas de hielo azul donde se encuentran concentraciones de meteoritos;
- Lugares donde se encuentran fósiles raros o



3. Características geológicas encontradas en Antártida: (a) cuarcitas paleozoicas plegadas, montañas Ellsworth (Foto: M. Curtis); (b) Meteorito Asuka 12389 (Foto: Expedición de Investigación Antártica Japonesa 2012–2013); (c) hojas fósiles de *Nothofagus beardmorensis*, Montañas Transantárticas (Foto: J. Francis); (d) suelo remodelado en la Isla Rey Jorge, Shetland del Sur (Foto: J. López-Martínez); (e) erosión eólica, lago Bonney (McMurdo, Tierra de Victoria) (Foto: D. Wynn-Williams); (f) cráter de una erupción reciente, Isla Decepción, Shetland del Sur (Foto: J. López-Martínez).

únicos (incluyendo trazas fósiles) y estratos fosilíferos;

- Las “localidades tipo” para un determinado tipo de roca, fósil, mineral, o de una unidad estratigráfica.

- Suelos de particular valor, que pueden ser vulnerables a niveles relativamente bajos de impacto humano, incluido el pisoteo (Fig. 3).

El desafío actual

La Antártida posee un importante patrimonio geológico, cuya identificación y gestión presenta particularidades debido a las características del territorio y al contexto administrativo. Afrontar la geoconservación en un territorio tan extenso gestionado bajo

acuerdos internacionales requiere establecer metodologías específicas adaptadas a la situación existente.

El *Comité Científico de Investigación Antártica* (SCAR por su sigla en inglés) se ocupa de esta cuestión y, en especial, el *Grupo de Acción sobre Patrimonio Geológico y Geoconservación* (<https://www.scar.org/science/geoconservation/home/>). En los últimos años ha desarrollado una serie de acciones que permiten adaptar los métodos para la identificación y gestión del patrimonio geológico, al territorio antártico. También ha elaborado una propuesta de inventario de los geositos a conservar. Este Grupo de Acción ha generado una serie de documentos que serán enviados para su aprobación al XXXIII encuentro del Comité de Protección Ambiental a realizarse en Tasmania en

Una propuesta de designación de un geosítio en la Península Antártica

Recientemente se ha publicado un trabajo de geoconservación antártica con la descripción de los atributos del patrimonio paleontológico de la Isla Marambio (= Isla Seymour). La primera etapa de la selección de geosítios en Antártida será desarrollada en esta isla ubicada en la Cuenca James Ross, que se extiende en el extremo noreste de la Península Antártica. En la Isla Marambio aflora una sucesión de sedimentos terrestres y marinos someros que se depositaron en el lapso Cretácico tardío-Paleógeno temprano (esto es entre los 70 y 34 millones de años). No hay en toda la Antártida una secuencia tan continua, expandida y rica en fósiles como esta y,

sin duda, brinda una oportunidad inigualable para conocer los cambios climáticos y geológicos que ocurrieron en el momento en que se extinguieron los dinosaurios y muchos otros grupos de animales y plantas.

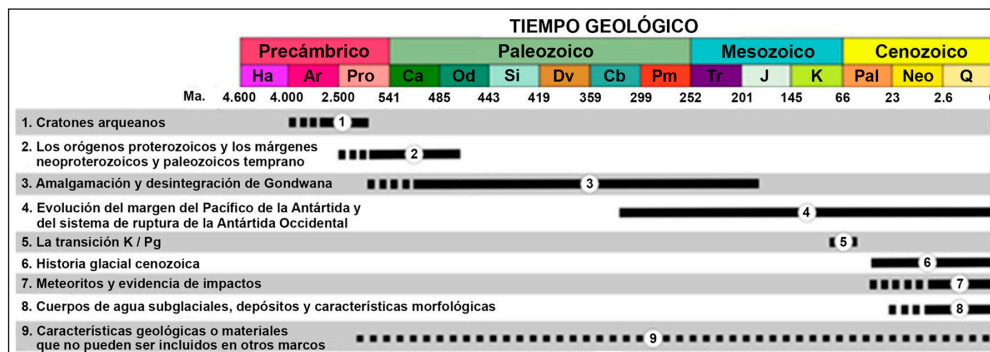


Mapa geológico esquemático de la cuenca James Ross en el noreste de la Península Antártica. Las áreas blancas representan áreas cubiertas de nieve o hielo.

En el sudeste de la Isla Marambio, el límite Cretácico-Paleógeno (K/Pg) tiene una extensión de 5.5 km de largo y fue identificado en la parte superior de la Formación López de Bertodano. Esta unidad, de 1190 m de espesor, consiste en estratos silicoclásticos marinos poco profundos y este límite se reconoció a partir del hallazgo de quistes de microorganismos unicelulares (dinoflagelados), de edad paleógena, inmediatamente por encima de la capa de iridio, que marca el final de Período Cretácico.

Foto del límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg) en la Isla Marambio.





4. Tabla Cronoestratigráfica con los Contextos geológicos propuestos para Antártida. Abreviaturas: Ar: Arquiano; Ca: Cámbrico; Cb: Carbonífero; Dv: Devónico; Ha: Hádico; J: Jurásico; K: Cretácico; Ma: Millones de años; Neo: Neógeno; Od: Ordovícico; Pal: Paleógeno; Pm: Pérmico; Pro: Proterozoico; Q: Cuaternario; Si: Silúrico; Tr: Triásico.

el 2020. Entre ellos podemos mencionar:

- 1- Lista de Repositorios Nacionales que alojan especímenes geológicos y paleontológicos antárticos.
- 2- Código de Conducta de Actividades de Investigación en Geociencias en el territorio Antártico.
- 3- Propuesta final de la Metodología para la Identificación de la Herencia Geológica Antártica.

La metodología del inventario definida en el proyecto *Global Geosites* ha sido considerada como la más útil por las particularidades de la Antártida. Esta metodología permite avanzar de forma sistemática en el desarrollo del inventario por fases (primero en contextos geológicos y después sobre los lugares representativos concretos o geosites), lo que facilita que la comunidad científica comprenda los objetivos del inventario.

Sin embargo, para su aplicación se han tenido que realizar algunas adaptaciones. En primer lugar, se podrán definir contextos (y también lugares en una fase posterior) en el fondo marino y bajo el hielo. Esto no suele ser así en otros países donde se ha aplicado este método. En este caso se considera adecuado porque: (1) en ambos entornos hay elementos geológicos de relevancia, (2) el inventario sólo va a considerar el interés científico, independientemente de su accesibilidad, y (3) las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas y las Especialmente Administradas (ZAEPs y ZAEAs) contemplan la posibilidad de proteger lugares de ambos tipos. Un ejemplo representativo de este tipo de elementos geológicos singulares son los lagos subglaciales. Se han identificado más

de 400 en Antártida, en algunos casos a más de tres mil metros de profundidad bajo el hielo y de grandes extensiones. Su singularidad puede constituir un contexto geológico (Fig.4) o formar parte de uno de ellos, ya que se trata de elementos típicamente antárticos que preservan registros geológicos de gran interés y que, en algunos casos, pueden ser muy vulnerables. En la actualidad se encuentra en fase de realización un primer listado de 9 contextos geológicos de relevancia internacional de la Antártida.

La primera etapa de selección de geosites en Antártida comenzará en la Isla Marambio ubicada en la península Antártica y nuestro país, pionero en las actividades científicas en este continente, está jugando un rol protagónico (Recuadro 2)

En definitiva, todos estos esfuerzos están enfocados en preservar el patrimonio geológico de todo un continente y, por sobre todas las cosas, constituyen un intento mancomunado para conservar en el presente y para las generaciones futuras, una geografía única de nuestro planeta. ♦

Marcelo A, Reguero
 División Paleontología Vertebrados,
 Facultad de Ciencias Naturales y Museo
 - UNLP. CONICET.
 Instituto Antártico Argentino.

Guillermo M. López
 División Paleontología Vertebrados,
 Facultad de Ciencias Naturales y Museo
 - UNLP.