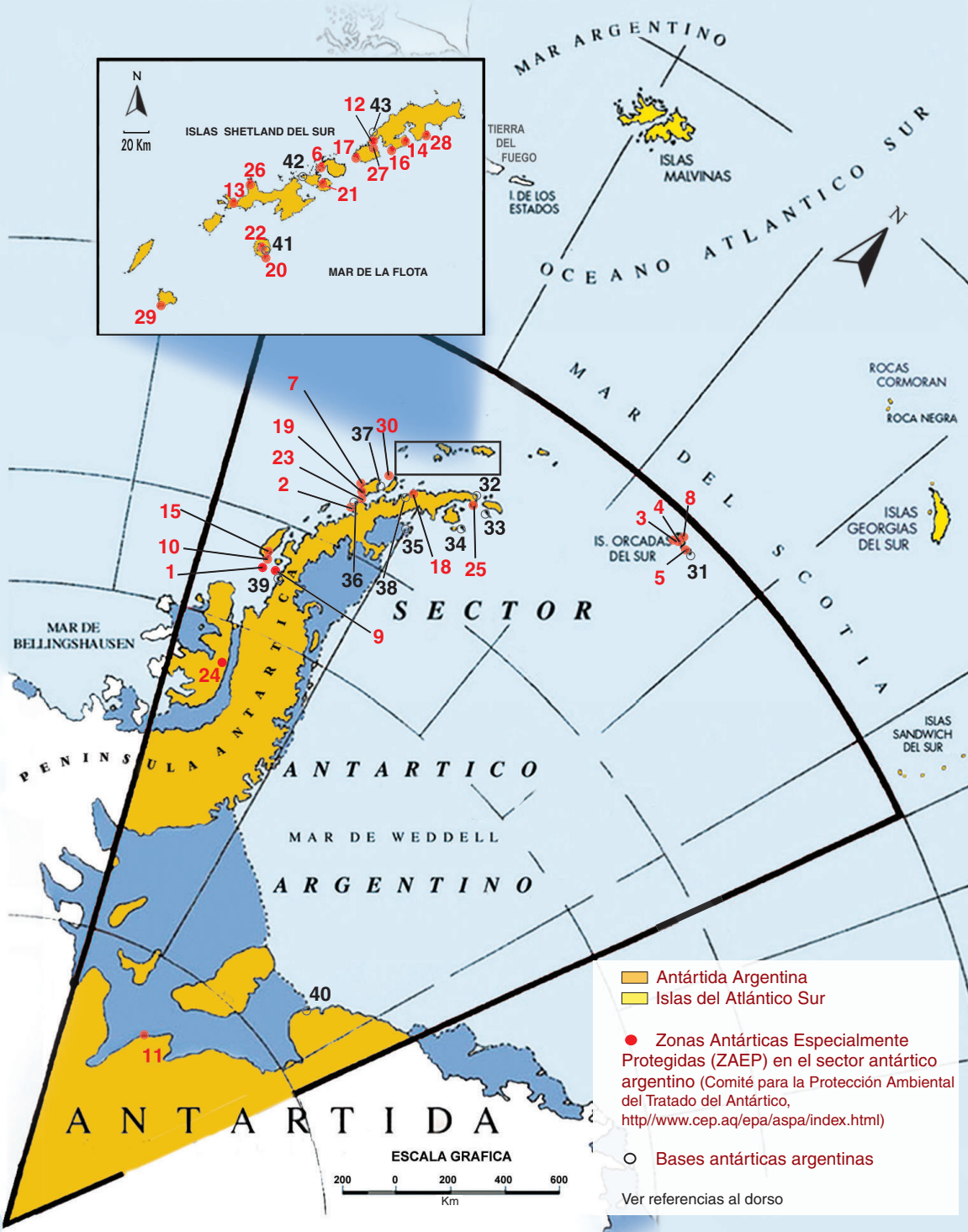
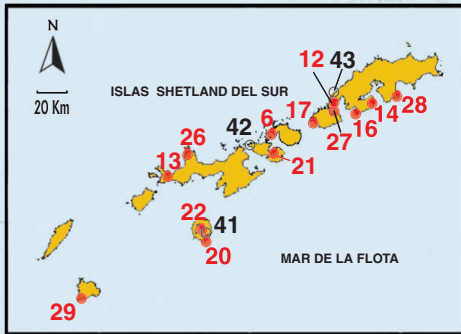


Ecorregiones Antártida e Islas del Atlántico Sur



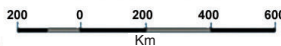
- Antártida Argentina
- Islas del Atlántico Sur

● Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP) en el sector antártico argentino (Comité para la Protección Ambiental del Tratado del Antártico, <http://www.cep.aq/epa/aspa/index.html>)

○ Bases antárticas argentinas

Ver referencias al dorso

ESCALA GRAFICA



Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP). Comité para la Protección Ambiental del Tratado Antártico, <http://www.cep.aq/asp/index.html>. (*: zonas propuestas por la República Argentina)

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ZAEP N° 107 Islotos Dion 2. ZAEP N° 108 Isla Verde 3. ZAEP N° 109 Isla Moe 4. ZAEP N° 110 Isla Lynch 5. ZAEP N° 111 Isla Powell del Sur e islas adyacentes 6. ZAEP N° 112 Península Mina de Cobre 7. ZAEP N° 113 Isla Litchfield 8. ZAEP N° 114 Norte de la Isla Coronación 9. ZAEP N° 115 Isla Lagotellerie 10. ZAEP N° 117 Isla Avian 11. ZAEP N° 119 Laguna Forlidas y Lagunas del Valle Davis 12. ZAEP N° 125 Península Fildes 13. ZAEP N° 126 Península Byers 14. ZAEP N° 128 Costa Occidental de la Bahía Laserre / del Almirantazgo 15. ZAEP N° 129 Punta Hortera 16. ZAEP N° 132 Península Potter * 17. ZAEP N° 133 Punta Armonía * 18. ZAEP N° 134 Punta Cierva e islas adyacentes * 19. ZAEP N° 139 Punta Biscoe 20. ZAEP N° 140 Partes de Isla Decepción 21. ZAEP N° 144 Bahía Chile / Discovery 22. ZAEP N° 145 Puerto Foster 23. ZAEP N° 146 Bahía del Sur | <ol style="list-style-type: none"> 24. ZAEP N° 147 Punta Ablación, Cumbres Ganymede 25. ZAEP N° 148 Monte Flora 26. ZAEP N° 149 Cabo Alvarado / Shirreff 27. ZAEP N° 150 Isla Ardley 28. ZAEP N° 151 Cabo Anca de León 29. ZAEP N° 152 Sector Occidental del Mar de la Flota (Estrecho Bransfield) 30. ZAEP N° 153 Sector Oriental de la Bahía Dallmann |
|--|--|

Bases Antárticas Argentinas

31. Base Orcadas
32. Base Esperanza
33. Base Petrel
34. Base Marambio
35. Base Matienzo
36. Base Brown
37. Base Melchior
38. Base Primavera
39. Base San Martín
40. Base Belgrano II
41. Base Decepción
42. Base Cámara
43. Base Jubany

SITUACIÓN AMBIENTAL EN LA ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR

Por: Irina Izaguirre¹ y Rodolfo Sánchez²

¹Laboratorio de Limnología, Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA). irina@ege.fcen.uba.ar

²Dirección Nacional del Antártico.

Aspectos geográficos

La ecorregión Antártida e Islas del Atlántico Sur comprende el Sector Antártico Argentino y las islas que, en conjunto, se conocen como Islas del Atlántico Sur: Georgias del Sur, Sandwich del Sur, Malvinas e Isla de los Estados.

El Sector Antártico Argentino alcanza una superficie aproximada de 5 millones de km², de los cuales 3/4 partes están ocupadas por mares y 1/4 corresponde a la superficie sólida (tierra firme y barreras de hielo). Este sector se encuentra delimitado por los meridianos de 25° y 74° de longitud oeste, y por el paralelo de 60° de latitud sur. La Península Antártica (también llamada “Tierra de San Martín”, según la toponimia argentina) está rodeada por el mar de Weddell en su margen oriental, por el mar de Bellingshausen en la margen occidental y, al norte, por el Pasaje de Drake y el mar de Scotia. Hacia el interior, la Península Antártica constituye una meseta de unos 2.000 m de altura que se extiende hacia el norte de la masa continental antártica, y luego se desvía hacia el noreste. Una gran cantidad de glaciares se proyectan hacia el mar por ambas márgenes. La costa occidental de la península se diferencia de la oriental por ser mucho más recortada y por presentar gran cantidad de fiordos, canales, estrechos e islas. Por otro lado, la orografía de la margen occidental exhibe una configuración cordillerana que es una prolongación de la Cordillera de los Andes (“Antartandes”).

Existen numerosas islas y archipiélagos que rodean el continente antártico, que se ubican a ambos lados de la Convergencia Antártica, un cinturón de agua de unos 40 km de ancho en el cual las aguas frías que circulan hacia el norte se hunden por debajo de capas de aguas más cálidas. En la costa occidental de la Península Antártica se destacan dos importantes islas (Alejandro I y Belgrano) que, juntas, determinan la Bahía Margarita. Dos grandes archipiélagos, el de Palmer y el de las Shetland del Sur, bordean la costa occidental de la península. Otro importante archipiélago subantártico es el de las islas Orcadas del Sur, un grupo de cuarenta islas e islotes que se extienden entre los meridianos 44° y 47° de longitud oeste y entre los paralelos de 60° y 61° de latitud sur.

Clima

La ecorregión Antártida e Islas del Atlántico Sur es la más fría y, hacia el interior de la masa continental antártica, se puede considerar también como la región más desértica del planeta, ya que a pesar de la gran disponibilidad de hielo, el agua en estado líquido es sumamente escasa. En esta ecorregión se diferencian dos zonas de gran contraste en relación con el clima: una de características marítimas y otra de características continentales.

La costa occidental de la Península Antártica y los archipiélagos presenta un clima marítimo y, por ende, de rasgos mucho más benignos. Estos sectores están incluidos en la zona denominada Antártida Marítima, que es notoriamente más húmeda que la zona continental y cuyas temperaturas medias anuales oscilan entre -10°C y -20°C . En verano, las costas de estas áreas son muy propicias para el establecimiento y la reproducción de fauna marina (aves y mamíferos), ya que las temperaturas medias estivales rondan los 0°C . En la región influenciada por el mar de Weddell, la temperatura suele ser de 4°C a 7°C más baja que en la margen influenciada por el mar de Bellingshausen y las islas del arco de Scotia; a su vez, los vientos son más fuertes y fríos, y el área también se caracteriza por las frecuentes las tormentas de viento blanco o *blizzards*. Hacia el interior del continente antártico, el clima se torna cada vez más frío y seco, como consecuencia del aumento de la latitud, la altura de la meseta polar y la mayor continentalidad. En la zona de la meseta antártica central, las temperaturas medias anuales varían entre -30°C y -50°C , y la precipitación anual es sumamente escasa (entre 30 y 70 mm).

Las Islas del Atlántico Sur poseen rasgos climáticos similares a los de la estepa de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En las islas Malvinas las precipitaciones alcanzan los 700 mm anuales, la temperatura media anual es de 6°C , y un rasgo sobresaliente es la elevada humedad, debida a la frecuente presencia de brumas marinas.

Ecosistema de interés

Las marcadas diferencias climáticas y geográficas que muestran las zonas antártica continental y marítima determinan también grandes diferencias en su flora y fauna. Mientras que la zona continental antártica es muy pobre en especies animales y vegetales, los mares y las zonas litorales exhiben una gran biodiversidad. A su vez, comparados con los ecosistemas terrestres o de agua dulce antárticos, los ecosistemas marinos son mucho más diversos y complejos, pues albergan una gran cantidad de especies animales y vegetales.

En la trama trófica pelágica marina antártica, el fitoplancton (compuesto principalmente por diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados) sirve de alimento al zooplancton. Dentro de la comunidad zooplantónica, se destaca el krill, que está compuesto por varias especies del grupo de los eufáusidos, siendo la más importante *Euphausia superba*. Si bien se encuentra distribuido en toda la zona antártica, sus mayores concentraciones poblacionales se registran en áreas de remolinos o de giros de la circulación antártica. A su vez, el krill sirve de alimento a moluscos cefalópodos, peces, ballenas barbadas, focas cangrejeras, pingüinos y otras aves marinas. Por su parte, las focas de Weddell y de Ross, así como también los peces más grandes, se alimentan principalmente de pequeños peces y calamares. Los pingüinos son predados fundamentalmente por la foca leopardo y por los skúas. Además de alimentarse de pingüinos, la foca leopardo puede atacar a otras focas para alimentarse. En el extremo superior de la cadena alimentaria, y sin depredadores naturales, se encuentra la orca, que se alimenta de los otros mamíferos marinos.

Los fondos marinos albergan una gran cantidad de macroalgas bentónicas y están poblados por diversas especies de invertebrados: estrellas de mar, erizos, anémonas de mar, anélidos, crustáceos y moluscos.

Los ecosistemas terrestres antárticos se caracterizan por la pobreza o ausencia de vegetación superior, y la fauna terrestre está limitada a microorganismos y pequeños invertebrados. La vegetación está compuesta, básicamente, por algas (centenares de especies), líquenes (más de cuatrocientas especies) y musgos (alrededor de ochenta especies). En cuanto a la vegetación superior, en la Antártida sólo se registran dos géneros de gramíneas (*Poa* y *Deschampsia*) y una cariofilácea (*Colobanthus quitensis*). La fauna asociada a la vegetación terrestre está representada por invertebrados, tales como tardígrados, ácaros y colémbolos.

En la zona subantártica la flora es notoriamente más rica e incluye numerosas plantas fanerógamas. Asimismo, en algunas islas subantárticas se registra una elevada biodiversidad de invertebrados, principalmente caracoles terrestres, numerosas especies de insectos, arañas y gusanos terrestres.

Principales especies

La fauna antártica marina se encuentra representada por numerosas especies de mamíferos, aves, peces e invertebrados.

Entre los mamíferos se destacan diversas especies de ballenas que pertenecen a dos órdenes diferentes: Odontoceti y Mysticeti. El orden Odontoceti incluye al grupo de las ballenas dentadas, que se alimentan de peces, calamares, pulpos, pingüinos, y se encuentra representado por la ballena esperma o cachalote (*Physeter macrocephalus*) y la orca (*Orcinus orca*). Por su parte, el orden Mysticeti incluye a las ballenas que carecen de dientes y que, en su lugar, poseen unas formaciones córneas, implantadas en el paladar, con bordes inferiores desflecados que sirven de filtro para retener krill, su principal alimento. Este grupo incluye a todas las demás especies de ballenas de la ecorregión: la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), la ballena de aleta o rorcual común (*Balaenoptera physalus*), la ballena boreal (*Balaenoptera borealis*), la ballena franca o ballena del sur (*Eubalaena australis*), la ballena jorobada o yubarta (*Balaenoptera novaeangliae*) y la ballena minke o enana (*Balaenoptera acutorostrata*). La mayoría de estas ballenas se puede encontrar en aguas subpolares durante la época estival.

Otros exponentes importantes dentro de los mamíferos son el grupo de las focas. Entre ellas, una de las especies es el elefante marino austral (*Mirounga leonina*), que se encuentra tanto en islas antárticas como subantárticas; también está presente en las islas Malvinas y en el litoral patagónico. La foca cangrejera (*Lobodon carcinophagus*) es típica de la costa y las islas antárticas, aunque también se puede desplazar más al norte por el Océano Atlántico. La foca de Ross (*Ommatophoca rossi*) es un mamífero bastante raro, cuyos escasos registros antárticos se limitan a ejemplares aislados hallados sobre témpanos. Por su parte, el leopardo marino (*Hydrurga leptoxis*) es un feroz carnívoro marino de

amplia distribución en los mares antárticos, mientras que la foca de Weddell (*Leptonychotes weddelli*), típicamente antártica, ocasionalmente puede registrarse en las islas Malvinas y en Tierra del Fuego. El lobo marino antártico (*Arctocephalus gazella*), cuyas colonias reproductivas se asientan principalmente en las islas antárticas y subantárticas (tales como las Orcadas del Sur, las Georgias del Sur y las Sandwich del Sur), ha tenido registro de ejemplares aislados en la Península Antártica.

Entre las aves, los pingüinos son las especies más emblemáticas de la Antártida, pues llegan a constituir alrededor del 90% de la biomasa de aves de los mares del sur. Las colonias de pingüinos se encuentran ampliamente distribuidas en las islas antárticas y el continente antártico. Desde el punto de vista numérico, las colonias más importantes son la del pingüino adelia (*Pygoscelis adeliae*), la del pingüino barbijo (*Pygoscelis antarctica*) y la del pingüino papúa o de vincha (*Pygoscelis papua*). Las tres especies nidifican en la Antártida y en las islas subantárticas, aunque los pingüinos papúa son los únicos que también forman colonias en las islas Malvinas. Por su parte, el pingüino emperador (*Aptenodytes forsteri*) es el más corpulento y alto de todos los pingüinos antárticos, y se lo puede encontrar al pie de las barreras de hielo, en zonas más polares que los anteriores, mientras que el pingüino rey (*Aptenodytes patagonico*) es más abundante en las islas subantárticas. Por último, el pingüino macaroni (*Eudyptes chrisolophus*) y el pingüino de penacho amarillo (*Eudyptes crestatus*) son típicos en las islas cercanas a la convergencia antártica.

Los petreles constituyen otro de los más importantes grupos de aves de esta ecorregión. Algunas de las especies más representativas son el petrel antártico (*Thalassoica antarctica*), que nidifica en las islas antárticas y en invierno migra a las islas Malvinas, Tierra del Fuego y Georgias del Sur; el petrel gigante (*Macronectes giganteus*), que puede nidificar tanto en la Antártida como en las Islas del Atlántico Sur; el petrel de las tormentas o de Wilson (*Oceanites oceanicus*), de amplia distribución en la Antártida e islas subantárticas; el petrel damero (*Daption capense*), un ave migratoria que nidifica en las Islas del Atlántico Sur; el petrel azulado (*Halobaena caerulea*), presente en las islas Georgias del Sur y Malvinas; por último, el petrel blanco (*Pagodroma nivea*) y el petrel plateado (*Fulmarus glacialisoides*) están presentes tanto en la Antártida como en las islas.

Los albatros, las aves pelágicas de mayor tamaño del océano, también son exponentes de esta ecorregión. En general, nidifican en las islas y no sobrepasan los 60° de latitud sur. Una de las especies más emblemáticas es el albatros errante (*Diomedea exulans*), que suele avistarse planeando en la zona del Pasaje de Drake. El cormorán de ojos azules (*Phalacrocorax atriceps*) también puede encontrarse en la Antártida, principalmente en la zona de la península, y es muy abundante cerca de Bahía Paraíso.

Otras especies de aves típicamente antárticas son el gaviotín antártico (*Sterna vittata*), la gaviota cocinera (*Larus dominicanus australis*), los skúas (*Catharacta lonnbergi* y *C. maccormicki*) y la paloma antártica (*Chionis alba*).

Los mares antárticos albergan también un centenar de especies de peces, en su mayoría pertenecientes al suborden Notothenioidea. Son especies que presentan notables adaptaciones fisiológicas para poder vivir en los mares helados.

Estado de conservación

La normativa ambiental vigente en la Antártida, el Protocolo de Madrid, establece la necesidad de producir informes periódicos sobre el estado del medio ambiente antártico. No obstante, la implementación práctica de este requisito no es tarea sencilla, conforme a la enorme extensión del continente, la escasa cantidad de datos disponibles (en comparación a otras áreas del planeta), la desigual distribución de estos datos y la falta de un lugar centralizado para llevar un registro de los cambios observados con el tiempo, si se tiene particularmente en cuenta que la administración efectiva del continente recae, en el marco del Tratado Antártico, sobre veintiocho naciones. Sin embargo, en este marco y desde 1997, se ha trabajado intensamente sobre este tema y, actualmente, se procura establecer un sistema basado en la *web* con la finalidad de informar regularmente sobre los principales indicadores ambientales presentes en la Antártida (véase <http://www.cep.aq/default.asp?casid=5082>). El propósito de este sistema es presentar, de la forma más exacta posible, la situación actual del medio ambiente antártico y el resultado de las medidas que se hayan tomado para reducir al mínimo las presiones que puedan ocasionar efectos adversos sobre él.

En cuanto a los grupos de especies en particular, la situación no difiere demasiado en lo relativo a la escasez de datos y su intercambio. Si bien varias especies de albatros y petreles exhiben caídas en los números de sus poblaciones antárticas y subantárticas, fundamentalmente vinculadas a las pesquerías en palangre, para otras especies los datos disponibles en la Antártida son todavía muy escasos y, debido a ello, es aún muy difícil poder trazar una tendencia poblacional. Pese a esta circunstancia, es posible afirmar que tres especies de albatros (*Diomedea exulans*, *D. chrysostoma* y *Phoebastria fusca*), el petrel gigante del sur (*Macronectes giganteus*), la pardela gorgiblanca (*Procellaria aequinoctialis*) y el pingüino macaroni (*Eudyptes chrysolophus*), aves cuyos rangos geográficos principales se encuentran en el Océano Austral, se hallan incluidas en la “Lista Roja de especies amenazadas” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (<http://www.redlist.org>), bajo las categorías de “vulnerable”, o bien bajo categorías de mayor riesgo. En cuanto a las focas, pueden detectarse algunas tendencias. Por ejemplo, el lobo marino de dos pelos (*Arctocephallus gazella*), luego de la intensa explotación que sufrió entre fines del siglo XVIII y mediados del siglo XIX, se ha recuperado notablemente (aunque esta recuperación podría estar asociada a un exceso de krill, disponible luego de la gran explotación ballenera acaecida durante la primera mitad del siglo XX).

Principales amenazas que atentan contra la conservación

Las principales amenazas que atentan contra la conservación de especies presentes en la Antártida están asociadas al cambio climático global, el agujero de ozono, la introducción de especies no autóctonas y la pesca no regulada.

El fenómeno del calentamiento global es particularmente importante para la Antártida porque su establecimiento puede tener consecuencias directas sobre la estabilidad de la gran calota de hielo, por un lado y, por otro, del hielo marino que se desarrolla alrededor del continente, lo cual podría conducir a profundas modificaciones en la estructura y la dinámica de los ecosistemas antárticos. Si se tiene en cuenta que la Antártida está rodeada de océanos, esos impactos podrían, incluso, trasladarse a ecosistemas vinculados, tales como los subantárticos y los patagónicos. En cuanto al agujero de ozono, la incidencia de la radiación UV sobre la superficie terrestre puede generar efectos importantes sobre la vida marina (en particular, si se considera que los efectos de la radiación UV-B sobre organismos vivos pueden detectarse hasta 20 m por debajo de la superficie marina).

La exposición a la radiación UV-B interfiere con una variedad de procesos básicos de los organismos marinos, tales como la asimilación de nutrientes. La mayor atención se centra en los impactos de la radiación UV sobre el fitoplancton, pues éste constituye la base de la cadena alimentaria antártica, y su merma en la productividad primaria puede conducir a efectos perjudiciales sobre los organismos que, directa o indirectamente, de él dependen (e.g., los crustáceos, los peces, las aves y los mamíferos). La introducción de especies no nativas y su establecimiento en la Antártida e islas subantárticas representa una de las amenazas más importantes que atentan contra la biodiversidad antártica, tanto para las especies individuales como para el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas. Este riesgo es aún mayor si se tiene en cuenta que los hábitat antárticos (especialmente en la Península Antártica) y subantárticos hoy están sujetos a un aumento constante de temperatura y a un incremento de las actividades humanas en la región. En este sentido, el permanente tránsito de embarcaciones, pertenecientes tanto a los programas antárticos nacionales como al turismo y la pesca, puede resultar un vector muy efectivo para la introducción de especies no autóctonas en el continente antártico. Al respecto, los impactos relacionados con el turismo son analizados por Quintana (ver en este volumen).

Si bien históricamente la mayoría de las especies introducidas no lograron desarrollarse en estas latitudes, algunas de ellas se han establecido con éxito, especialmente en las islas subantárticas. Allí, los impactos más severos abarcan la predación de aves e invertebrados terrestres (que, a su vez, han impactado indirectamente sobre otras aves y sobre el funcionamiento de los ecosistemas terrestres), la destrucción de la vegetación por pisoteo e ingestión, la expansión de plantas no nativas por el transporte asociado al pisoteo y la destrucción de hábitat, debida a ciertos hábitos cavadores de las especies no nativas, entre las que se destacan las ratas, los ratones, los gatos y los conejos. La introducción de microbios y enfermedades es también objeto de preocupación, ya que existen evidencias que parecen indicar que algunos microorganismos han sido introducidos en la fauna antártica y se han extendido como consecuencia de las actividades humanas.

Las consecuencias ambientales de la pesca no regulada en el Océano Austral son severas, amenazan su integridad ecológica y están vinculadas, en primer lugar, al impacto sobre las poblacio-

nes capturadas. Durante la época en la que la pesca careció de regulación (entre 1965 y 1982), algunas especies han sido objeto de severa sobreexplotación, tal como sucedió, por ejemplo, con *Notothenia rosii*, cuyas poblaciones, reducidas en más de un 90%, no se han recuperado desde entonces, a pesar de las medidas de conservación implementadas. En la actualidad, la pesca ilegal reduce drásticamente las perspectivas de sustentabilidad de las especies involucradas, tal como ocurre, en particular, con la merluza negra (*Dissostichus spp*), cuyo caso resulta alarmante por la rapidez e intensidad con la que se está produciendo su deterioro. Se estima que la magnitud de la pesca ilegal en el Océano Austral representa un porcentaje equivalente al de la pesca regulada. La inmensidad de este océano sumada a las condiciones inhóspitas de este entorno obstaculizan en gran medida la aplicación y el control de las medidas de conservación. Asimismo, la pesca en palangre no regulada en el Océano Austral ha sido responsable de altos índices de mortalidad incidental (*by-catch*) de aves. Con respecto al impacto sobre los organismos predadores de las especies capturadas, principalmente aves y focas, el mismo resulta difícil de estimar, dado que no existe una clara relación directa entre la distribución de pesquerías y la abundancia de predadores. Por último, el material de descarte de la actividad pesquera puede generar daños de diversa magnitud e, inclusive, puede provocar la muerte de las focas antárticas cuando éstas quedan enredadas en las redes y las líneas de pesca, o bien si ingieren material plástico.

Herramientas de protección

El primer instrumento legal que se negoció en el seno del Tratado Antártico fue la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCFA), firmada en Londres en 1972. Esta convención entró en vigencia en 1978 y protege, a través de la regulación o la prohibición de la captura, a seis especies de focas antárticas. Sin embargo, dado que la actividad de explotación comercial de focas en el ámbito antártico nunca se realizó desde la ratificación de la CCFA, no ha habido necesidad de que sus disposiciones sean puestas, efectivamente, en práctica.

La Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA, o CCAMLR, en idioma inglés) se acordó en 1980 y entró en vigencia en 1982, también como parte del Sistema del Tratado Antártico. El objetivo de la convención, cuyo ámbito de aplicación se extiende al sur de la Convergencia Antártica (sector marino que constituye una unidad biológica y oceanográfica reconocida), es la conservación de la vida marina del Océano Austral. Para ello, con el asesoramiento de un comité científico *ad hoc*, la CCRVMA ha establecido una serie de medidas de conservación. Entre ellas, se destacan las siguientes:

- Prohibición de pesca por especies, por zonas, por épocas del año e incluso en determinadas horas del día.
- Limitación del peso de capturas por especies y por zonas, y limitación del peso de capturas no intencionadas (*by-catch*).
- Restricciones en las artes de pesca. Por ejemplo, se ha prohibido el uso de redes de arrastre de fondo por sus efectos negativos sobre la vida de organismos bentónicos presentes en el sustra-

to marino, y se han establecido tamaños mínimos para las redes, a fin de evitar capturar individuos demasiado jóvenes.

- Establecimiento de un sistema internacional de observadores a bordo de buques pesqueros.
- Medidas para combatir el desarrollo de la pesca ilegal, entre las que se destacan, por un lado, un Esquema de Documentación de Capturas (Catch Documentation Scheme o CDS), que apunta a certificar las capturas de merluza negra en puertos de desembarco y, por otro lado, un Sistema de Seguimiento de Buques por satélite (Vessel Monitoring System o VMS), que tiende a corroborar en tiempo real las posiciones de los buques pesqueros que operan en el área establecida por la CCRVMA.

El Protocolo del Tratado Antártico sobre Protección del Medioambiente o Protocolo de Madrid fue firmado en 1991 y entró en vigencia con cuatro anexos en 1998. Un quinto anexo sobre áreas protegidas fue incorporado en 2002, y un sexto anexo sobre la responsabilidad surgida ante emergencias ambientales fue acordado en 2005. El protocolo establece que la toma e intromisión perjudicial de especies antárticas, así como también la introducción de especies no autóctonas al continente se encuentran prohibidas y requieren de una autorización previa otorgada por un país Parte del Tratado Antártico. Asimismo, el protocolo prevé que ciertas especies antárticas, cuya supervivencia o estabilidad pudieran estar en una situación particularmente comprometida, puedan gozar de un marco de protección adicional, a través de su designación como “especies antárticas especialmente protegidas”. Desde la entrada en vigencia del protocolo, sólo la foca de Ross (*Ommatophoca rossii*) y los lobos marinos antárticos y subantárticos, pertenecientes al género *Arctocephallus* (*A. gazella* y *A. tropicalis*), gozaron de este estatus, aunque estos dos últimos ya han sido propuestos para ser excluidos de esta categoría, debido a la recuperación que han presentado sus poblaciones. Asimismo, a través del Protocolo de Madrid, se ha creado el Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico, un órgano asesor en materia ambiental de la reunión consultiva del Tratado Antártico, compuesto por representantes de los países signatarios.

Sistema de áreas protegidas

El Anexo V del Protocolo de Madrid, Protección y Gestión de Zonas, propone que algunas áreas, terrestres o marinas, que posean valores científicos, estéticos, históricos o naturales (o bien que estén vinculadas con investigaciones científicas en curso o previstas) puedan ser designadas como Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP), con el objeto de proteger dichos valores. Para hacer más efectiva esta protección, el Protocolo de Madrid ha establecido que está prohibido ingresar a una ZAEP (a excepción de que se cuente con un permiso expedido por una de las naciones Parte del Tratado Antártico) y que cada ZAEP debe poseer un Plan de Manejo, un documento en el cual se identifiquen los valores a proteger y donde se establezcan las medidas que garanticen su efectivo cumplimiento. Más de sesenta ZAEP protegen aproximadamente unos 2.800 km² de la Antártida, de los cuales casi 1.800 corresponden a áreas marinas y unos 1.000, a áreas terrestres. El total representa un 0,008% de toda el área al sur de los 60° de latitud sur, aunque si se considera que sólo unos 50.000

km² son áreas libres de hielo, las áreas protegidas terrestres constituirían un 0,02% de ese total. Las ZAEP suelen proteger grupos de especies, antes que a una especie individual de flora y/o fauna. En cuanto a la distribución geográfica, la mayor parte de las ZAEP se ubica sobre las costas del continente y los sectores insulares, y se concentra en dos grandes áreas: la Península Antártica y el mar de Ross, sitios en los cuales la actividad humana en la Antártida está más concentrada (en efecto, esta distribución geográfica desigual tiene en cuenta que un criterio fundamental para requerir protección adicional es, justamente, que el área en cuestión esté bajo riesgo de interferencia humana). De esta manera, un área que contenga valores importantes no necesariamente debe ser designada como una ZAEP. La mayoría de las áreas puede, entonces, no necesitar de protección adicional, puesto que el marco de protección general del protocolo ya provee protección suficiente. Asimismo, éste establece que un área en donde concurren diferentes actividades humanas de diversa naturaleza (logística, científica, de conservación, turística) pueda ser designada como una Zona Antártica Especialmente Administrada (ZAEA), con el objeto de contribuir al planeamiento y a la coordinación de diferentes tipos de actividades, evitar posibles conflictos, mejorar la cooperación entre las naciones Parte y reducir al mínimo los impactos ambientales adversos. Las ZAEA pueden comprender sectores marinos o terrestres y, a su vez, pueden albergar ZAEP en su interior. La entrada a estas zonas no está sujeta a permiso alguno pero, dado que dentro de una ZAEA pueden haber una o más porciones designadas como ZAEP, el ingreso a estas últimas debe cumplir con los requisitos de permiso ya mencionados. En la actualidad sólo existen cuatro ZAEA, de las cuales dos de ellas –Isla Decepción (islas Shetland del Sur) y Bahía del Almirantazgo (Isla 25 de Mayo e islas Shetland del Sur)– están situadas dentro de la ecorregión considerada. Las dos restantes están ubicadas fuera de ella, y es posible que, en un futuro cercano, se sumen nuevas ZAEA en diversos puntos de la Antártida, dado que ya se han presentado propuestas concretas para tal fin.

Conclusión

Dos de las principales amenazas que atentan contra la conservación de especies antárticas –el calentamiento global y el agujero de ozono– no provienen de actividades que se desarrollan en el ámbito antártico y su tratamiento deberá ser objeto de acuerdos internacionales, como el Protocolo de Montreal y el Protocolo de Kyoto. El resto de las amenazas (en particular, la introducción de especies no autóctonas y la pesca no regulada) son motivo de análisis en foros del Tratado Antártico, principalmente la CCRVMA (<http://www.ccamlr.org>) y el Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico (<http://www.cep.aq>), de cuyo seno han surgido medidas de protección y conservación, las cuales, empero, aún requieren avances en el conocimiento científico para generar un adecuado marco de protección. A pesar de ello y de no cambiar drásticamente el panorama de los recursos naturales del planeta, la situación presente indica que las actividades humanas en la Antártida parecen encaminarse hacia un marco regulatorio cada vez más estricto y que, de esa manera, es esperable que el estado de conservación de las especies antárticas al menos pueda mantenerse en los niveles actuales. La Argentina, como país signatario de todos los acuerdos ya mencionados, se ha comprometido en el

cumplimiento de las medidas por ellos establecidas y contribuye –en la medida de los recursos disponibles, a través de la representación ante estos foros y mediante aportes de orden científico– con la efectiva implementación de estos acuerdos.

ACTIVIDADES TURÍSTICAS Y FRAGILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS ANTÁRTICOS

Por: Rubén D. Quintana

Laboratorio de Ecología Regional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. rubenq@ege.fcen.uba.ar

El número de personas que realizan viajes a sitios naturales y que buscan un acercamiento a la naturaleza (que difícilmente encuentran en sus lugares de residencia) se ha incrementado drásticamente en las últimas décadas. Este incremento se ha dado en concordancia con los procesos globalizadores y con el desarrollo de la industria de los denominados “ecoturismo” y “turismo de aventura”. Uno de los ejemplos más esclarecedores es el de la cantidad de turistas que visitan el continente antártico, uno de los sitios que, hasta hace relativamente poco tiempo, se encontraba libre de esta actividad por su aislamiento y sus condiciones ambientales rigurosas. Los primeros turistas visitaron la Antártida en el año 1958 y, a partir de ese momento, su número se ha ido incrementando vertiginosamente (Hemmings y Roura, 2003). Actualmente, muchos visitantes llegan a este continente durante el verano austral en viajes que incluyen algunos de los sesenta lugares regularmente ofrecidos en los itinerarios turísticos, que combinan atractivos naturales y científicos, y relacionan aspectos tanto históricos como de investigación. El auge del turismo antártico ha sido tal que, entre el período que abarca desde 1984 y 1985 hasta 1999 y 2000, el número de visitantes se incrementó en un 2.509,19% (de 544 visitantes a 13.687). En el verano de 2004 y 2005 desembarcaron en este continente 22.297 turistas, casi todos a través de compañías que se encontraban localizadas en países miembro del Tratado Antártico, mientras que el resto lo hizo en veleros u otras embarcaciones privadas. Esto representó un incremento del 13% (19.669 turistas) sobre el flujo turístico en la estación anterior (IAATO, 2005). Para tener una idea de su magnitud, esta cantidad de turistas supera el total del personal destacado en todas las bases científicas del continente. Además de los barcos, muchas personas visitan este continente en aeronaves. Por ejemplo, la empresa aérea Qantas, de Nueva Zelanda, que en 1977 inauguró los sobrevuelos antárticos, transportó 3.146 pasajeros en el verano de 1997 y 1998 (<http://antarctica.org.nz>, 2004). Por su parte, Lan Chile realizó, durante el último verano, nueve vuelos a la Península Antártica en los que transportó 462 pasajeros, mientras que la empresa australiana Croydon Travel ha realizado sobrevuelos antárticos a partir del verano de 1994-1995, y ha llevado, desde entonces, un total de 27.857 pasajeros (IAATO, 2005). Esta actividad constituye un floreciente negocio, puesto que los viajes a esta región tienen un costo muy alto, a comparación de otros destinos turísticos. La mayoría de las agencias que operan estos viajes lo hacen con itinerarios que recorren la Península

la Antártica y que parten, fundamentalmente, de Ushuaia y, en menor medida, desde Punta Arenas, islas Malvinas, Valparaíso, Puerto Madryn, Buenos Aires y Río de Janeiro. Los costos de estos cruceros antárticos pueden oscilar entre los US\$500 y los US\$1.000 diarios, y cada viaje suele durar entre diez y veintiún días. Existen también grandes cruceros que pueden llevar más de 500 pasajeros. Dichos cruceros hacen travesías por la Península Antártica (que duran unas setenta y dos horas) y, en la última estación, han llegado a transportar a 5.027 turistas (IAATO, 2005). Otras actividades turísticas ofrecidas por las compañías especializadas en los últimos años incluyen campamento, escalada, canotaje, buceo y sobrevuelos en helicópteros (IAATO, 2005). Para el próximo verano (de 2005-2006) se calcula que, en función de las estimaciones de los operadores turísticos, arribarán a este continente alrededor de 32.637 visitantes, mientras que 4.700 contratarán cruceros sin desembarco y 2.350 harán sobrevuelos (IAATO, 2005); paralelamente, la tendencia indica un incremento acelerado en los años subsiguientes (Hemmings y Roura, 2003).

Ahora bien, la mayoría de las expediciones turísticas antárticas tienen lugar en sitios relativamente accesibles, poco hostiles desde el punto de vista climático y con alta riqueza de especies de fauna. Estos sitios se encuentran principalmente en la costa oeste de la Península Antártica, la cual representa la zona más visitada, mientras que el segundo lugar corresponde al mar de Ross. Hasta el presente, los viajes circumpolares son escasos y la industria del turismo de aventura dentro del continente antártico se encuentra aún muy poco desarrollada, aunque se está incrementando rápidamente (Hemmings y Roura, 2003). Por otra parte, una de las características fundamentales del turismo sostenible es su crecimiento lento y controlado a través de alguna forma de manejo activo (Bosselman *et al.*, 1999) y esto es, justamente, lo opuesto a lo que está ocurriendo en la Antártida, donde aún no existe un sistema establecido del manejo de la cantidad de visitantes y del crecimiento de la actividad misma.

¿Cómo puede afectar esta floreciente actividad turística a los ecosistemas antárticos?

En líneas generales, se considera que los ecosistemas antárticos son particularmente frágiles ante los disturbios y que poseen una muy baja resiliencia (capacidad natural de recuperación), ya que los tiempos necesarios para que recuperen su estado original luego de una alteración suelen ser muy extensos. Por ejemplo, en las zonas costeras antárticas que quedan libres de hielo durante el verano, se desarrollan importantes comunidades vegetales compuestas, básicamente, por briofitas (líquenes y musgos). Las briofitas, a pesar de ser muy resistentes al frío, el hielo y la sequía, son muy vulnerables al pisoteo y tardan muchos años en recuperarse debido a la bajísima tasa de crecimiento que experimentan. Así, el tiempo necesario para que un colchón de musgos vuelva a cubrir un sustrato rocoso de la Antártida Marítima puede ser de unos doscientos años, y una sola pisada puede destruir un talo del líquen *Usnea antarctica* cuya edad puede ser de unos seiscientos años (Kappen, 1984). Más aún, la formación de colchones de musgos de 3 m de profundidad presentes en algunas áreas

demanda más de mil años. Debido a estas bajas tasas de recuperación, los impactos del pisoteo o la recolección de ejemplares sobre estas comunidades vegetales pueden permanecer casi inalterables por muchos años.

Estas áreas costeras, que también suelen ser de superficie reducida, concentran la mayor biodiversidad terrestre antártica. La influencia de un clima marítimo más “benigno” (a comparación de otras zonas más continentales) permite, además, que las mismas presenten una alta diversidad de artropofauna y que constituyan sitios de reproducción de gran número de especies de aves y mamíferos. Esto implica que el mayor número de especies terrestres se encuentra confinado en una franja relativamente estrecha, que se extiende a lo largo de la costa y llega a no más que unos pocos cientos de metros hacia el interior (Quintana *et al.*, 1995). En estos mismos sitios, que corresponden sólo al 2% de la superficie del continente, es donde, en general, se asientan las bases científicas y donde se lleva a cabo la mayor parte de las actividades humanas, entre las que se incluye el turismo. Esta concentración coincidente entre especies animales y vegetales, por un lado, y actividades humanas, por otro, constituye un punto conflictivo. Por ejemplo, en las zonas aledañas a la base norteamericana Mc Murdo, que concentra la mayor comunidad humana en la Antártida, la acción de unos pocos cientos de visitantes hizo desaparecer casi por completo la vegetación (Kappen, 1984). A su vez, la irrupción de grupos de visitantes en áreas de nidificación de aves y de cría de mamíferos marinos puede llevar a la interrupción temporal o permanente de los ciclos reproductivos. Tal es el caso de las colonias de pingüinos, que son poco tolerantes a la presencia de visitantes. Por ejemplo, la colonia de Cabo Royds se vio severamente afectada por la presencia de turistas, dado que disminuyó drásticamente su número de individuos, por lo que tuvo que ser cerrada a los visitantes.

Otras áreas sensibles al impacto del turismo son las islas antárticas y subantárticas. Históricamente, estas islas han sufrido el impacto de las actividades humanas ya sea por acciones directas (por ejemplo, la sobreexplotación de la fauna) o indirectas (tales como la introducción de especies exóticas que afectaron a las poblaciones de fauna y flora nativas). Además, dichas islas poseen especies endémicas que se encuentran ausentes en el territorio continental; en ellas también hay especies en peligro de extinción. Un ejemplo paradigmático del impacto de las actividades humanas en las islas de esta región lo representa la isla 25 de Mayo, en el archipiélago de las Shetland del Sur. En 1952 allí existía tan sólo un refugio naval argentino y hoy presenta la mayor concentración de bases científicas en la Antártida, con nueve bases activas durante todo el año y vuelos regulares a Sudamérica, realizados por la Fuerza Aérea Chilena desde Punta Arenas, que incluyen contingentes turísticos (al respecto, cabe destacar que se promocionan viajes de siete días y seis noches por U\$S6.350). Dado que más del 90% de la isla está constituida por zonas de glaciares, las zonas costeras libres de hielos representan pequeñas áreas fragmentadas (Antarctic Research IPG Freiburg, 2003) y, por lo tanto, el impacto al que se encuentran sometidas es muy severo. Por ejemplo, la construcción de la base coreana King-Sejong en la década del 90 produjo la destrucción de la mayor parte del suelo primigenio de Caleta Mariana y, con ello, la desaparición de la flora y la microfauna asociadas. A este tipo de impactos se suman el desplazamiento

to de vehículos y el pisoteo provocado tanto por el personal de las bases como de los contingentes de turistas que arriban a ésta. La Isla de Decepción, por otra parte, posee un ambiente marino muy singular asociado a condiciones extremas derivadas del vulcanismo, con temperaturas de más de 100°C y ph corrosivos por la presencia de dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno (Ramos, 1998). Este hecho la convierte en objeto de atención para la investigación científica, pero también para el turismo, ya que recibe más de 10.000 visitantes al año (British Antarctic Survey, 2004), los que pueden alterar las excepcionales condiciones de este singular medio.

Aunque no necesariamente sea una consecuencia directa de las actividades turísticas, la introducción de especies exóticas ha sido uno de los mayores problemas derivados de las acciones humanas en las islas subantárticas. Sin embargo, dada la creciente actividad humana en el continente, es factible que, en el futuro, nuevos invasores lleguen a esta región (situación que se ve facilitada, a su vez, por los procesos de cambio climático) y no se descarta que pequeños organismos y microorganismos ya se hayan establecido efectivamente. Por ejemplo, un estudio realizado sobre la fauna de artrópodos en Punta Cierva, en la Península Antártica (Convey y Quintana, 1997), mostró la presencia de una especie del orden Mecoptera (posiblemente de la familia Boeridae), la cual está ampliamente distribuida en las regiones boreales, pero no en la Antártida. Es probable que esta especie haya sido introducida por el hombre; pese a esto, sus características ecológicas y fisiológicas le han permitido sobrevivir en la Antártida Marítima. Otro ejemplo es el de la introducción en la base argentina Primavera, durante los años 50, de una gramínea de Tierra del Fuego del género *Poa*. Si bien, esta planta no se ha dispersado en la zona, aún se mantiene en su sitio original y ha sobrevivido hasta el presente en condiciones climáticas rigurosas (Agraz *et al.*, 1994). Es por este motivo que la llegada de grandes contingentes de turistas podría traer aparejada la dispersión de nuevos organismos que podrían acarrear consecuencias negativas para la biota nativa.

Los desechos derivados de la actividad turística representan otro problema de envergadura para la región. En un contexto ambiental de muy bajas temperaturas, la degradación de los residuos es extremadamente lenta y, por eso, estos permanecen casi intactos por muchas décadas. Los estudios de Lenihan (1992) y Miller *et al.* (1999) demostraron que las aguas de la Bahía Winter Quarters aún poseían un nivel de contaminación significativo debido a los contaminantes vertidos en sus aguas cuarenta años antes. Esto pone de manifiesto la alta fragilidad de este sistema ante la contaminación. Aunque en la actualidad el Protocolo para la Protección del Entorno Antártico contempla regulaciones rigurosas para el manejo de los residuos, aún resulta complicado poder llevar a cabo un efectivo sistema de control de residuos de las embarcaciones que surcan los mares antárticos, cuyo número se incrementa, además, de un verano al siguiente.

Otro tema que genera gran preocupación es el de los derrames de hidrocarburos, puesto que, al igual que los demás desechos, su degradación también es muy lenta. El incidente de derrame de hidrocarburos más importante en la Antártida tuvo lugar con el hundimiento del buque argentino Bahía Paraí-

so en 1989, que en ese momento transportaba a turistas y científicos. Como resultado, el combustible se expandió por 100 km² en los días subsiguientes. Aunque gran parte de este combustible fue coleccionado, el impacto fue importante para los organismos, ya que moluscos y aves –tales como los pingüinos adelia (*Pygoscelys adeliae*) y los cormoranes imperiales (*Phalacrocorax atriceps*)– fueron severamente afectados. Al menos trescientos cadáveres fueron recuperados aunque, debido a las malas condiciones meteorológicas, es probable que este número se encuentre subestimado. Esto pone de manifiesto que un aumento en el tráfico de grandes buques turísticos en los mares antárticos puede incrementar, a su vez, los riesgos de futuros vertidos de combustibles al medio debido a accidentes.

Ante la alta fragilidad de los ecosistemas antárticos y ante su notable sensibilidad frente a los disturbios antrópicos, las actividades humanas deberían estar fuertemente controladas, a fin de reducir al mínimo los efectos negativos de las mismas sobre el ambiente (Quintana *et al.*, 1995). En cuanto al turismo en particular, éste se está diversificando en relación con el modelo histórico, en función de las demandas del mercado y de una mayor competencia dentro de esta industria (Hemmings y Roura, 2003). En este contexto, se ha estado discutiendo en los últimos años si la mejor estrategia es la de concentrar toda la actividad turística antártica en unos pocos sitios que posean muestras representativas de los distintos paisajes antárticos (pero con la consiguiente concentración de los impactos en dichos puntos) o la de permitir una actividad más difusa, con mayor cantidad de sitios utilizados, pero con un impacto menor en cada uno de ellos. La definición de esta estrategia será crucial en los próximos años, dado que el auge del turismo antártico no disminuirá en el futuro, sino que, por el contrario, continuará incrementándose a medida que este continente se convierta en un destino cada vez más accesible para un mayor número de personas. Hemmings y Roura (2003) señalan que los países firmantes del Tratado Antártico deberían ser conscientes de la necesidad de establecer una estrategia de manejo adecuada para el turismo, a fin de encarar los problemas asociados con su crecimiento irrestricto. Entre dichos problemas, cabe destacar los impactos ambientales, los conflictos con otros usos y valores establecidos, además de una peculiar situación que consiste en que la actividad comercial a gran escala representa un riesgo para la estabilidad del débil y políticamente frágil régimen de gobierno antártico. Está claro que el principal problema del manejo del turismo en la Antártida es que esta actividad trasciende las fronteras de los países y que, por lo tanto, deberá ser encarado como una estrategia global, a fin de lograr que dicha actividad se desarrolle de manera sostenible y con el menor impacto posible sobre el ambiente. Esto representa uno de los grandes desafíos antárticos para los años venideros.

Bibliografía

- Acero, J. M., J. Agraz y R. D. Quintana, *Ecología de los ambientes terrestres de Punta Cierva, Costa de Danco, Península Antártica*, Contribución del Instituto Antártico Argentino, 1994, 439, 32 pp.
- Agraz, J. L., L. C. Borgo y R. D. Quintana, “Conservación de refugios de alta biodiversidad en ecosistemas terrestres antárticos y el desarrollo de las actividades humanas”, *Ciencia Hoy*, 1995, 31: pp. 37-43.

- Antarctic Research IPG Freiburg, GIS King George Island GIS Project, [en línea] 2003, <<http://www.geographic.uni-freiburg.de/ipg/forschung/ap3/antarctica/>>
- Bembo, D. G.; Evans, C. W.; Macdonald, J. A.; Miller, H. C. y Mills, G. N., "Induction of cytochrome P4501A (CYP1A)", *Trematodus bernacchii as an indicator of environmental pollution in Antarctica: assessment by quantitative RT-PCR. Aquatic Toxicology*, 1999, 44, pp. 183-193.
- Bergstrom, D. M.; Chown, S. L.; Convey, P.; Frenot, Y.; Selkirk, P. M.; Skotnicki, M. y Whinam, J., *Biological Invasions in the Antarctic: extent, impacts and implications*, Biol. Rev. 80, 2005, pp. 45-72.
- Bosselman, F.; McCarthy, C. y Peterson, C., "Managing tourism growth: issues and applications", *Island Press*, Washington DC, 1999.
- British Antarctic Survey, *About Antarctica*, [en línea] 2004, <<http://www.antarctica.ac.uk>>
- Convey, P. y Quintana, R. D., "The terrestrial arthropod fauna of Cierva Point SSSI, Danco COSAT, northern Antarctic Peninsula", *European Journal of Soil Biology*, 1997, 33, pp. 19-29.
- Cooper, J.; Croxall, J. P.; Fraser, W. J.; Kooyman, G. L.; Miller, G. D.; Nel, D. C.; Patterson, D. L.; Peter, H. U.; Ribic, C. A.; Salwicka, K.; Trivelpiece, W. H.; Weimerskirch, H. y Woehler, E. J., *A statistical assessment of the status and trends of Antarctic and Subantarctic seabirds*, SCAR, 2001.
- Dirección Nacional del Antártico, *Antártida Argentina*, Publicación de la Dirección Nacional del Antártico, Instituto Antártico Argentino, 1992, pp.18-96.
- Dirección Nacional del Antártico, *Argentina en la Antártida. Tomo I*, Dirección Nacional del Antártico, Instituto Antártico Argentino, Buenos Aires, 1997, 127 pp.
- Galimberti, D., *Antártida. Una guía introductoria*, Buenos Aires, Zagier & Urruty Publications, 1993, 158 pp.
- Gascón, V., "El problema de la Pesca en el Océano Austral", *Organización Red Científica*, [en línea] N°53, <<http://www.redcientifica.org>>.
- Gordon, J. E. y Hansom, J. D., *Antarctic Environments and Resources: A geographical Perspective*, Longman, 1998.
- Hemmings, A. y Roura, R., "A square peg in a round hole: fitting impact assessment under the Antarctic Environmental Protocol to Antarctic tourism", *Impact assess. & Project appraisal*, 2003, 21, pp. 13-24.
- IAATO, *IAATO overview of Antarctic tourism 2004-2005 Antarctic season*, [en línea] 2005, <<http://www.iaato.org/tourismstatistics/>>.
- Informes Finales, Documentos de Trabajo y Documentos de Información de las Reuniones del Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico, [en línea] 1998-2005, <<http://www.cep.aq>>.
- Izaguirre, I. y Mataloni, G., *Antártida. Descubriendo el continente blanco*, Buenos Aires, Editorial del Nuevo Extremo y Ediciones Caleuche, 2000, 190 pp.
- Kappen, L., "Ecological Aspects of Exploitation of the Non-Living Resources of the Antarctic Continent", en: Bockslaff, K. y Rudiger, W. (eds.), *Antarctic Challenge: Conflicting Interests, Cooperation, Environmental Protection, Economic Development*, Berlin, Duncker and Humbolt, 1984, pp. 211-216.
- Laws, R., *Antártida, la última frontera*, Barcelona, Ediciones del Serbal y RTVE, 1992, 179 pp.
- Lenihan, H. S., "Benthic marine pollution around Mc Murdo Station, Antarctica: A summary of findings", *Marine Pollution Bulletin*, 1992, 25, pp. 318-323.
- Lista Roja de Especies Amenazadas, [en línea] 2004, <<http://www.redlist.org>>.
- Marchant, Harvey J., "Biological Impacts of Seasonal Ozone Depletion", *Antarctic Science. Global Concerns*, en: Hempel, G. (ed.), Springer-Verlag, 1994.

- May, J., *The Greenpeace book of Antarctica. A new view of the seventh continent*, London, Dorling Kindersley, 1988, 192 pp.
- Protocolo del Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, Madrid, España, 1991.
- Ramos, M., “Active Layer in the vicinity of the Spanish Antarctic Station”, *Terra Antartica*, 1998, 5, pp. 189-193.
- U.S. Department of State, *Handbook of the Antarctic Treaty*, Ninth edition, 2002.
- Wadham, P., “The Antarctic sea ice cover”, *Antarctic Science. Global Concerns*, en: G. Hempel (ed.), Springer-Verlag, 1994.
- Ward, P., *Human Impacts on Antarctica and Threats to the Environment*, [en línea] 2004, <http://www.coolantarctica.com/Antarctica%20fact-%20file/science/human_impact_on_antarctica.htm>