

Directrices Prácticas para Desarrollar y Diseñar Programas de Vigilancia Ambiental en la Antártida. Resolución 2 (2005)

PRÓLOGO

La vigilancia ambiental ha sido un foco importante del trabajo del Consejo de Administradores de los Programas Nacionales Antárticos (COMNAP) desde mediados de los años noventa. Las iniciativas recientes del sistema del Tratado Antártico y el Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR) y el COMNAP, así como la experiencia con la aplicación práctica del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, han llevado a una mayor comprensión de los asuntos relacionados con la vigilancia ambiental en la Antártida.

Durante la reunión del COMNAP en Goa, India, en 1999, la Red de Responsables del Medio Ambiente Antártico (AEON) organizó un taller para facilitar las deliberaciones sobre el tema de la vigilancia ambiental de las actividades científicas y operacionales en la Antártida y darles seguimiento.

En ese taller se señalaron varios pasos del proceso de desarrollo, formulación y ejecución de programas de vigilancia ambiental, y se examinaron campos en los cuales podría haber omisiones en la documentación actual y en la información de que disponen los operadores. Aunque existe información sobre estos temas, en el taller se señaló que gran parte de esa información no es fácil de obtener y no está plasmada en directrices prácticas que los operadores puedan comprender fácilmente.

Tras las deliberaciones, los participantes en el taller recomendaron la elaboración de directrices prácticas para desarrollar y diseñar programas de vigilancia ambiental. Se prepararon los términos de referencia, cuyas intenciones se reflejan en el documento que se preparó.

El documento ha pasado por varias revisiones que han sido distribuidas y examinadas por miembros de la AEON, cuyos comentarios fueron incorporados en el texto hasta que se obtuvo un documento con un formato y contenido definitivos.

Esta labor coordinada para proporcionar directrices prácticas para la vigilancia ayudará a todos los programas nacionales, pero especialmente a aquellos que cuenten con recursos más limitados y que no tengan en la actualidad un programa de vigilancia sistemática. A la larga, un enfoque unificado de la vigilancia ambiental facilitará la protección continua de los recursos y valores y ayudará a reducir a un mínimo el impacto de los seres humanos en el continente antártico

Gérard Jugie

Presidente del Consejo de Administradores de los Programas Nacionales Antárticos (COMNAP)

Enero de 2005

Lista de abreviaturas

AEON	Red de Responsables del Medio Ambiente Antártico
ATCM	Reunión Consultiva del Tratado Antártico
CEP	Comité para la Protección del Medio Ambiente
COMNAP	Consejo de Administradores de los Programas Nacionales Antárticos
COT	Carbono orgánico total
DBO	Demanda biológica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
EIA	Evaluación del impacto ambiental
GIS	Sistema de información geográfica
IAATO	Asociación Internacional de Operadores Turísticos en la Antártida
OD	Oxígeno disuelto
PAH	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
PCB	Bifenilos policlorados
PM ₁₀	Partículas de hasta 10 micrones de diámetro
SCAR	Comité Científico de Investigaciones Antárticas
SS	Sólidos en suspensión
THP	Total de hidrocarburos del petróleo
TSS	Total de sólidos en suspensión
ZAEA	Zona antártica especialmente administrada
ZAEP	Zona antártica especialmente protegida

Glosario de términos

Acción: cualquier paso que forma parte de una actividad.

Actividad: suceso o proceso resultante de la presencia de seres humanos en la Antártida, asociado a ella o que podría llevar a la misma.

Vigilancia de referencia: recopilación de datos e información de un sitio determinado antes que se lleve a cabo una actividad que se prevé que tenga cierto impacto en el sitio.

Impacto acumulativo: impacto combinado de actividades pasadas, presentes y razonablemente previsibles. Estas actividades pueden estar distribuidas en el tiempo y en el espacio y ser aditivas, interactivas o sinérgicas.

Impacto directo: cambio en componentes ambientales resultante de consecuencias directas de causa-efecto de la interacción entre el ambiente expuesto y productos.

Exposición: proceso de interacción entre un posible producto identificado y un elemento o valor ambiental.

Impacto: cambio en los valores o recursos atribuible a la actividad humana. Es la consecuencia de un agente de cambio, y no el agente en sí.

Indicador: los indicadores son mediciones de los factores físicos, químicos, biológicos o socioeconómicos que mejor representan los elementos fundamentales del medio ambiente. Captan, enfocan y condensan información sobre medios complejos con fines de gestión, vigilancia y preparación de informes. Para que sean efectivos, los indicadores deben tener credibilidad científica.

Indicador indirecto: signos o síntomas de cambios en características que no están directamente relacionados con la característica ambiental pero que podrían afectar a las características

ambientales. Los indicadores de productos señalan cambios en productos (emisiones, derrames de combustible, ruido) que podrían afectar al medio ambiente. Los indicadores del cumplimiento señalan cambios en el cumplimiento de la legislación ambiental que indirectamente podrían repercutir en el medio ambiente.

Impacto indirecto: cambio en componentes ambientales resultante de interacciones entre el medio ambiente y otros impactos (directos o indirectos).

Mitigación: empleo de prácticas, procedimientos o tecnologías para reducir a un mínimo o prevenir impactos asociados a actividades propuestas.

Vigilancia: comprende mediciones u observaciones normalizadas de parámetros fundamentales (productos y variables ambientales) con el transcurso del tiempo, su evaluación estadística e informes sobre el estado del medio ambiente con el propósito de definir la calidad y las tendencias.

Producto: cambio físico o entidad impuesta al medio ambiente o liberada en el mismo como resultado de una acción o actividad.

Parámetro: variable mensurable de un indicador.

Remediación: medidas que se toman después que se ha producido un impacto a fin de promover en la medida de lo posible el retorno del medio ambiente a su estado original.

Impacto inevitable: impacto que no se puede mitigar.

Valor: valía, mérito o importancia de algo (**valor ambiental:** valía, mérito o importancia de una característica ambiental).

SECCIÓN 1: INTRODUCCIÓN A LAS DIRECTRICES

¿Por qué vigilar el medio ambiente en la Antártida?

Las obligaciones primordiales relativas a la vigilancia en la Antártida se enuncian en el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (el Protocolo). Estos requisitos, que se resumen en el apéndice 1, incluyen la verificación de los impactos previstos en relación con determinadas actividades y la vigilancia de impactos imprevistos y cambios ambientales en la Antártida en general.

El tema de la vigilancia ambiental se examinó a fondo en la XV RCTA (1989). El resultado fue la Recomendación XV-5, que figura en el apéndice 1. Un análisis ulterior del asunto en la XVI RCTA (1991) llevó a la convocatoria de una reunión de expertos en Buenos Aires en junio de 1992. En la XVII RCTA se examinó el informe de la reunión de expertos y se aprobó la Recomendación XVII-1, que figura en el apéndice 1. En la XVII RCTA también se propuso organizar un taller para continuar tratando el tema de la vigilancia ambiental. En julio de 1996 el Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR) y el Consejo de Administradores de los Programas Nacionales Antárticos (COMNAP) publicaron los resultados de dos talleres sobre la vigilancia del impacto ambiental de las actividades científicas y las operaciones en la Antártida (*Monitoring of Environmental Impacts from Science and Operations in Antarctica*, Kennicutt et al., 1996).

Como resultado de esos talleres, se propusieron dos documentos más:

- un manual técnico de métodos de vigilancia normalizados, y
- una guía práctica para la vigilancia en la Antártida.

El manual técnico fue publicado por el COMNAP y el SCAR en mayo de 2000 con el título “*COMNAP/SCAR Antarctic Environmental Monitoring Handbook*”.

Las “*Directrices prácticas para desarrollar y diseñar programas de vigilancia ambiental en la Antártida*” responden a la segunda propuesta de preparar una guía práctica para la vigilancia en la Antártida. Se recomienda utilizar estas directrices junto con el manual.

Objetivo de estas directrices

El objetivo de estas directrices es proporcionar asesoramiento práctico a los operadores antárticos para el desarrollo y el diseño de programas de vigilancia ambiental:

- a) presentando un enfoque práctico de la formulación de programas de vigilancia ambiental en la Antártida, con ejemplos;
- b) reuniendo diversas fuentes de información sobre la vigilancia en un solo documento de referencia; y
- c) proporcionando asesoramiento claro y comprensible.

Cómo usar estas directrices

Estas directrices han sido estructuradas de forma tal que presenten un enfoque común de la formulación de programas de vigilancia en la Antártida que pueda ser utilizado por operadores antárticos nacionales que:

- sean signatarios nuevos del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente;
- deseen efectuar una revisión de programas de vigilancia existentes o a largo plazo; o
- deseen establecer programas nuevos de vigilancia para actividades específicas.

Las directrices pueden usarse para toda una gama de necesidades en el campo de la vigilancia, entre ellas:

- cumplir los requisitos de vigilancia del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente;
- vigilar las actividades para cumplir los requisitos de evaluación del impacto ambiental; e
- informar sobre el estado del medio ambiente antártico.

Las directrices han sido preparadas con un formato deliberadamente genérico a fin de que puedan aplicarse a necesidades de vigilancia tanto sencillas como complejas, aunque el proceso básico para la formulación de programas de vigilancia probablemente sea el mismo en todos los casos.

Cabe destacar que estas directrices no son obligatorias y su uso queda a discreción de los programas antárticos nacionales.

Sección 2: Enfoque de tres pasos de la vigilancia ambiental

En esta sección se presenta un enfoque de tres pasos del desarrollo y el diseño de un programa de vigilancia ambiental en la Antártida, que se resumen en la figura 1.

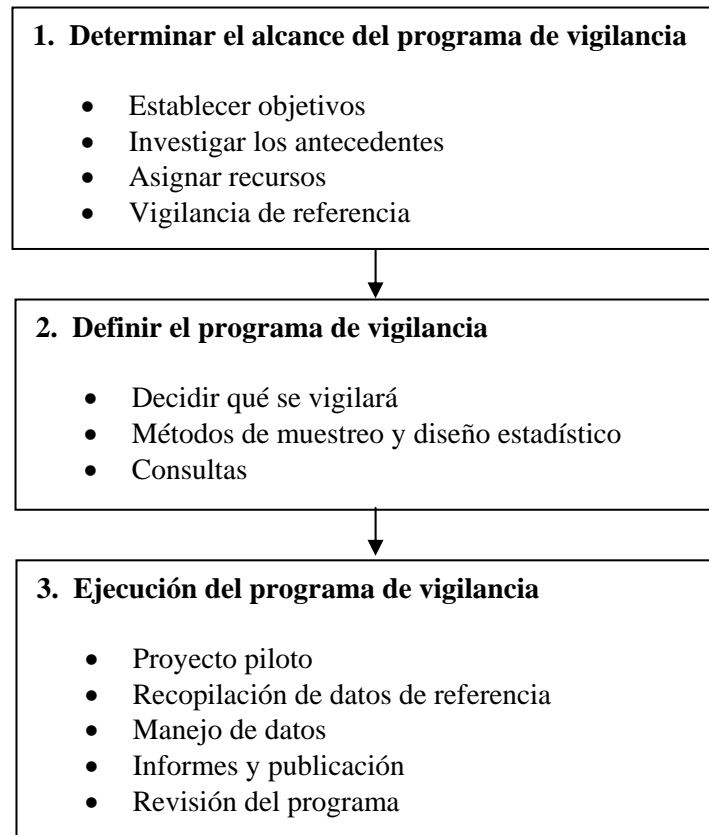


Figura 1. Flujograma que resume el enfoque de tres pasos de la formulación de un programa de vigilancia

2.1 PASO 1: Determinar el alcance del programa de vigilancia

En esta sección se describe el trabajo de preparación que se necesita antes de iniciar un programa de vigilancia. Es importante realizar esta tarea minuciosamente para que se pueda desarrollar un programa de vigilancia eficaz.

2.1.1 Establecer objetivos

Todos los programas de vigilancia deben tener objetivos claramente definidos que deben convenirse desde el comienzo. Los objetivos deben ser válidos, asequibles y concisos. Deben señalar lo que se debe alcanzar y en qué plazo. Los objetivos también deben tener sentido para el responsable de la formulación y ejecución del programa de vigilancia y para los altos directivos que deban tomar medidas como consecuencia de los resultados del programa de vigilancia.

Ejemplo del establecimiento de objetivos

El programa nacional Alfa ha decidido llevar a cabo un programa de vigilancia ambiental en su Estación Alfa. El responsable ambiental de Alfa, a quien se le encomendó la tarea de desarrollar y diseñar un programa de vigilancia, instituyó el siguiente proceso para establecer los objetivos del programa:

- 1. Se realizó un examen de todos los documentos e informes sobre política ambiental relacionados con el programa nacional Alfa.*
- 2. Se realizó una pequeña reunión de prospección de ideas con personal pertinente (administradores y operadores) a fin de señalar posibles objetivos del programa de vigilancia ambiental en la Estación Alfa.*
- 3. Basándose en los resultados de la prospección de ideas, el responsable ambiental estableció un conjunto de objetivos provisionales.*
- 4. Los objetivos provisionales fueron examinados y revisados por personal pertinente (administradores y operadores) y modificados en consecuencia.*
- 5. Se establecieron los siguientes objetivos para el programa de vigilancia ambiental:*
 - Demostrar el cumplimiento de los requisitos del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente*
 - Captar información que pueda mostrar cambios e impactos ambientales en los alrededores de la Estación Alfa que puedan deberse a actividades de la estación y actividades conexas sobre el terreno*
 - Llevar a cabo una labor de vigilancia durante cinco años antes de realizar una revisión importante del programa*
 - Utilizar el equipo disponible y el personal y los científicos de la estación en la medida de lo posible sin asignar personal adicional, a fin de reducir el costo*
 - Modificar la estructura y los procedimientos de la organización a fin de que la información obtenida con la vigilancia se use en las decisiones de gestión*

2.1.2 Investigación de los antecedentes

Habiendo definido los objetivos de la vigilancia, es indispensable recopilar información pertinente para facilitar la formulación del programa de vigilancia. A continuación se plantean los temas fundamentales que es necesario abordar.

Datos existentes e investigaciones

Una cuestión *fundamental* es determinar qué se sabe sobre la zona que se vigilará. Las siguientes preguntas podrían ayudar a resolver esa necesidad:

- *¿Se están realizando investigaciones científicas o ambientales en la zona que se vigilará que puedan proporcionar datos útiles?*
- *¿Qué información y datos se han recopilado o se están recopilando en la zona que se vigilará o en sus proximidades?*
- *¿Hay algún programa de vigilancia ambiental con finalidades similares que otros programas antárticos nacionales estén llevando a cabo?*
- *¿Se dispone de datos anteriores a toda actividad humana en la región que puedan servir de datos de referencia?*
- *¿Qué información falta? ¿Qué es lo que no se sabe sobre la zona?*
- *¿Es necesario recopilar datos de referencia? ¿Será importante recopilar información básica sobre el sitio antes de iniciar un programa de vigilancia en mayor escala?*

- ¿Hay informes ambientales o evaluaciones del impacto ambiental sobre la zona que se vigilará?

Características ambientales de la zona que se vigilará

Al recopilar información sobre los antecedentes de la zona que se vigilará, es especialmente importante trazar un panorama de las principales características ambientales de la zona de interés. Esta información será indispensable al considerar qué se vigilará (paso 2 de estas directrices). En la figura 2 se ponen de *relieve* las principales características ambientales que generalmente se encuentran por sí solas o combinadas.

Flora y fauna (incluidas las especies marinas)

Considerar si:

- hay especies o conjuntos de especies que sean raras o singulares en la Antártida
- hay especies o conjuntos de especies que sean raras o singulares en la zona
- hay especies o conjuntos de especies importantes para actividades científicas en curso o planeadas
- la flora en gran medida no ha sido perturbada

Medio atmosférico, de agua dulce, marino o terrestre, incluida la plataforma de hielo y el suelo sin hielo

Considerar si:

- hay características singulares o especiales de índole física, química o biológica relacionadas con esos medios
- el medio ambiente es importante para actividades científicas en curso o planeadas
- el medio ambiente no ha sido perturbado o está intacto
- el medio ambiente está protegido como parte de una zona antártica especialmente protegida (ZAEP) o una zona antártica especialmente administrada (ZAEA).

Patrimonio

Considerar si:

- hay algún sitio histórico que figura en la lista de sitios o monumentos históricos o que está protegido como parte de una ZAEP
- hay elementos históricos importantes para actividades científicas en curso o planeadas

Figura 2. Lista de comprobación de las principales características ambientales que generalmente se encuentran en la Antártida

2.1.3 Recursos disponibles

Es indispensable *contar* con suficientes recursos para que el programa de vigilancia sea fructífero. Entre los recursos necesarios podrían encontrarse los siguientes:

- un presupuesto exclusivamente para el programa de vigilancia;
- un administrador que supervise la ejecución del programa de vigilancia;
- científicos con experiencia que estén disponibles para encargarse de la obtención y el análisis de muestras;
- equipo especializado, incluido equipo de campo, de laboratorio y de manejo de datos;

- personal capacitado disponible para ayudar, por ejemplo, en la obtención y el análisis de muestras o el manejo de datos y la preparación de informes;
- oportunidades para colaborar con otros operadores antárticos nacionales o investigadores.

Funciones y responsabilidades

A esta altura de los preparativos del programa de vigilancia será importante también establecer claramente y *documentar* las funciones y responsabilidades de las personas que se necesitarán para una ejecución efectiva del programa.

2.1.4 Vigilancia de referencia

La vigilancia de referencia se realiza antes de iniciar cualquier actividad. El propósito primordial de la vigilancia de *referencia* es obtener un conjunto de datos sobre el estado del sitio o de la zona en cuestión antes del impacto.

Ejemplo de vigilancia de referencia:

El programa nacional Bravo quiere construir una pista de aterrizaje de hielo cerca de su actual estación. En la evaluación del impacto ambiental de la pista de aterrizaje se ha señalado la necesidad de un programa de vigilancia ambiental durante toda la vida útil de la pista de aterrizaje para vigilar y mitigar su impacto ambiental. Habrá que recopilar datos de referencia en el sitio donde se construirá la pista en relación con la calidad de la nieve y el hielo de la superficie antes del funcionamiento de la pista con los cuales puedan compararse los datos que se obtengan más adelante después que comience a funcionar la pista.

2.2 PASO 2: Definir el programa

Los ejercicios de recopilación de datos e información indicados en el paso 1 ayudarán a comprender claramente lo que se sabe sobre el sitio y los recursos que están disponibles para llevar a cabo un programa de *vigilancia*. El paso siguiente consiste en definir los límites del programa de vigilancia, señalando lo que es necesario vigilar y las técnicas que se utilizarán.

2.2.1 Decidir qué se vigilará

Decidir qué se vigilará **es** una etapa esencial para que el programa de vigilancia alcance los objetivos expresos. En la decisión de lo que se vigilará influirán varios factores, entre ellos los siguientes:

- las principales características ambientales de la zona que se vigilará (indicadas en el paso 1);
- el impacto previsto o conocido de una actividad para la cual se requiera vigilancia (por ejemplo, según se determine en una EIA);
- cuestiones prácticas y técnicas, como la facilidad con la cual se pueden obtener y analizar muestras.

Priorización

Se deberá realizar una priorización o clasificación, especialmente si los valores e impactos son demasiado numerosos como para vigilarlos debidamente con los recursos disponibles.

La priorización de los valores e impactos más importantes debe basarse en el trabajo realizado en el paso 1, con el aporte de expertos pertinentes. Hay que clasificar las conclusiones, teniendo en

cuenta que, en un programa de vigilancia, la máxima prioridad debería consistir en los valores más sensibles, los que presenten mayores probabilidades de verse muy afectados, los que sea más importante proteger o una combinación de estos factores.

Selección de indicadores pertinentes

Un indicador consiste en signos o síntomas de cambios, que pueden atribuirse a numerosos factores, en una característica *ambiental* o más de una. En el cuadro se presentan ejemplos de indicadores.

Selección de los parámetros que se medirán para detectar cambios en los indicadores

Después de seleccionar los indicadores más apropiados, es importante seleccionar los parámetros que se medirán. Generalmente hay numerosos parámetros que podrían medirse en relación con cada indicador. Por consiguiente, hay que seleccionarlos cuidadosamente. En la selección de parámetros pueden influir varios factores; por ejemplo, el costo del muestreo y el análisis y el grado de pericia necesario para realizar el muestreo. Se debe tener en cuenta también la comparabilidad con los programas de vigilancia de otros lugares, especialmente si se realizan en las proximidades. El cuadro 1 contiene también ejemplos de parámetros para los distintos indicadores enumerados. Se debe consultar el Manual de vigilancia ambiental en la Antártida, del COMNAP y el SCAR, como fuente principal de referencia.

El SCAR y el COMNAP recomendaron en 1996 que se usen los siguientes criterios al seleccionar los parámetros:

Los parámetros deben:

- tener el potencial de presentar cambios que sobrepasen los límites de detección;
- ser directamente relacionables con una hipótesis que pueda ser sometida a pruebas;
- ser conocidos o mensurables por encima de toda variabilidad natural (es decir, concentración de fondo);
- proporcionar información con la cual se puedan tomar decisiones relativas a la gestión;
- ser capaces de sustentar la actividad de vigilancia;
- prestarse al muestreo dentro de las limitaciones logísticas y de tiempo;
- ser mensurables en muestras que puedan ser transportadas sin deteriorarse o ser mensurable in situ sobre el terreno; y
- prestarse a procedimientos de garantía de la calidad, entre ellos la precisión demostrable, la exactitud y la reproducibilidad.

Es conveniente también que los parámetros:

- sean mensurables con procedimientos eficaces en función del costo, sencillos y normalizados (si los procedimientos no son normalizados, es indispensable la intercalibración);
- estén estrechamente relacionados con lo que se crea que es un vínculo de causa con una actividad o un proceso determinado;
- constituyan una medida directa del cambio en un valor de interés;
- permitan formular generalizaciones sobre agentes causantes;

- puedan definirse en términos de límites pasando los cuales los cambios se consideren perjudiciales; y
- puedan medirse sin entrar en conflicto con actividades científicas.

Por último, hay que cerciorarse de que los indicadores seleccionados puedan medirse fácilmente y sean asequibles con los recursos disponibles.

Cuadro 1. Panorama general de algunos indicadores y parámetros que podrían usarse en programas de vigilancia en la Antártida

Indicador	Parámetro
Área afectada	Área expuesta a la actividad humana; por ejemplo, superficie ocupada por edificios y afectada por impactos asociados, como caminos, tuberías, etc.; número y localización de expediciones.
Calidad del aire	Partículas de SO ₂
Calidad del suelo	Erosión (por ejemplo, senderos), metales, THP, PAH
Calidad del agua de mar	TSS, DO, DBO, DQO, pH, conductividad
Calidad del agua dulce	TSS, DO, DBO, DQO, pH, conductividad
Calidad de la nieve y el hielo	Metales, THP, partículas
Calidad de la vegetación	Extensión espacial, metales
Salud de la fauna y flora	Tamaño de la población, éxito de la reproducción
Manejo de combustible	Cantidad consumida, número de derrames, extensión y localización de los derrames
Operaciones de aeronaves y vehículos	Distancia recorrida, número de aterrizajes, combustible consumido
Desechos sólidos y líquidos	Tipos de desechos (incluidos los desechos peligrosos), volumen y peso
Aguas servidas	TSS, DO, DBO, DQO, pH, conductividad, bacterias coliformes fecales, volumen
Actividades sobre el terreno	Número de días-persona en el terreno, ubicación de los campamentos
Organismos introducidos	Especies, distribución, tamaño de la población
EIA y cumplimiento de las disposiciones del permiso	Número de infracciones documentadas

Ejemplos de la decisión de lo que se vigilará:

Primer ejemplo

El programa nacional Charlie ha decidido llevar a cabo un programa de vigilancia ambiental en la zona antártica especialmente protegida (ZAEP) cercana a la Estación Charlie. La información se utilizará para facilitar la preparación de un plan de gestión para la ZAEP.

La característica ambiental principal de la ZAEP es la vegetación (musgos y líquenes). El único impacto posible de las actividades de los alrededores es la contaminación.

Por lo tanto, el programa nacional Charlie selecciona la calidad de la vegetación como indicador y la extensión espacial de la vegetación y la presencia de metales en la vegetación como parámetros.

Segundo ejemplo

El programa nacional Delta llevará a cabo un programa de vigilancia ambiental en su nueva estación de verano en la meseta. El programa Delta tiene un presupuesto limitado pero está sumamente interesado en cumplir los requisitos del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente y reducir a un mínimo el impacto ambiental.

Inicialmente preparó una lista de posibles indicadores para la vigilancia de valores ambientales locales y el posible impacto, pero no puede dar seguimiento a todos esos indicadores debido a la limitación de recursos. El responsable ambiental usa la metodología de clasificación de impactos utilizada en la evaluación del impacto ambiental de la estación nueva para clasificar y priorizar los indicadores:

Indicador	Probabilidad	Consecuencia	Clasificación del impacto resultante
Área afectada por la estación	Cierta	Grande	Grande
Contaminación del hielo por combustible	Improbable	Grande	Grande
Calidad del aire: emisiones de la central eléctrica de la estación	Cierta	Pequeña	Mediano
Contaminación por detritos transportados por el viento	Improbable	Mediana	Mediano
Organismos introducidos en la carga	Improbable	Pequeña (la estación está en una meseta alejada)	Pequeño

El responsable ambiental decide limitar el programa de vigilancia a los indicadores de un impacto grande, que se puede realizar con los recursos disponibles.

2.2.2 Métodos de muestreo y diseño estadístico

Es importante que los métodos de muestreo y el diseño estadístico empleen procedimientos científicos reconocidos. En ese sentido, el SCAR y el COMNAP (1996) han recomendado una serie de principios básicos que es necesario observar en el diseño estadístico de programas de vigilancia:

- i. *Tener una pregunta clara.* El proceso mental debe ser: pregunta → hipótesis → indicadores → parámetros → modelo → estadísticas y pruebas de la hipótesis → interpretación.
- ii. *Disponer de controles,* tanto espaciales como temporales, según corresponda.
- iii. *Tener un diseño equilibrado;* por ejemplo, actividades similares de muestreo para cada nivel y momento del impacto.
- iv. *Asignar repeticiones aleatoriamente.*
- v. *Realizar un muestreo preliminar (estudio piloto)* para efectuar las tareas que se indican a continuación (vi – ix):
- vi. *Evaluar los métodos de muestreo* a fin de cerciorarse de que sean eficientes y no introduzcan sesgos en el estudio. Se debe garantizar debidamente la calidad desde la obtención inicial de la muestra hasta su transporte al laboratorio y durante el análisis.
- vii. *Estimar la variabilidad del error* y los muestreos necesarios para lograr la potencia estadística deseada.
- viii. *Determinar los perfiles ambientales naturales* que se incorporarán en el estudio (por ejemplo, estratificación).

- ix. *Si no se verifican los supuestos del análisis estadístico (es probable que no se verifiquen) hay que transformar la variable antes del análisis, usar métodos no paramétricos o usar métodos de simulación o aleatorización.*

Una vez seleccionados los parámetros, es necesario establecer los requisitos técnicos que deberán cumplirse para medirlos. En este paso del proceso se debería consultar el Manual de vigilancia ambiental en la Antártida, del COMNAP y el SCAR.

2.2.3 Consulta

Como último paso de la etapa de planificación del programa de vigilancia, es importante consultar a las partes interesadas (científicos, personal a cargo de la logística, administradores de programas, la autoridad que expida los permisos, etc.) para que el programa de vigilancia propuesto permita alcanzar los objetivos indicados en el paso 1, se pueda ejecutar de forma eficaz y se le puedan asignar recursos.

Ejemplo de consulta

El responsable ambiental del programa nacional Eco ha preparado un proyecto de programa de vigilancia de sus actividades de navegación. Antes de ejecutar el programa, el responsable ambiental realiza amplias consultas con administradores, asociaciones marítimas y compañías navieras para cerciorarse de que el programa sea realista. Como resultado de las consultas, el responsable ambiental descubre que la asociación marítima ya está observando uno de los indicadores y se complacería en proporcionar esos datos sin cargo alguno, ahorrándole miles de dólares al programa.

2.3 PASO 3: Ejecución del programa

2.3.1 Proyecto piloto

Si las circunstancias lo permiten, se podría considerar la posibilidad de realizar un estudio piloto para probar la eficacia de los indicadores y parámetros seleccionados. Para eso se podría obtener un conjunto pequeño de muestras y analizarlas a fin de probar los métodos de muestreo y de laboratorio.

Ejemplo de un estudio piloto

El programa nacional Hotel comienza el primer año de su programa de vigilancia en forma de estudio piloto para cerciorarse de que sea eficaz antes de asumir un compromiso pleno y realizar el gasto. Como resultado del estudio piloto, descubre que no puede obtener suficientes muestras de agua en uno de los lugares que serán vigilados como para alcanzar el nivel requerido de rigor estadístico debido a los peligros que presenta el hielo marino. Como consecuencia del estudio piloto se modifican los sitios vigilados del programa nacional Hotel a fin de obtener, de forma confiable y continua, datos de buena calidad sobre el agua.

2.3.2 Vigilancia de referencia

Será importante recopilar datos de referencia en casos en los cuales se sepa poco sobre el sitio que será vigilado o en los casos en que se prevea cierto grado de impacto. La recopilación de datos de referencia podría llevar tiempo (por ejemplo, tal vez sea necesario recopilar datos de referencia durante una temporada antártica completa o incluso durante un ciclo anual completo. Por consiguiente, tal vez sea necesario dar tiempo suficiente en el programa de vigilancia a fin de que se puedan recopilar suficientes datos de referencia.

2.3.3 Manejo de datos (recopilación, almacenamiento y análisis)

Los datos recopilados por medio del programa de vigilancia deben analizarse a fin de determinar si se están alcanzando las metas de la vigilancia. Se debería consultar a expertos y científicos pertinentes para interpretar los datos. Tal vez sea útil establecer un pequeño grupo de expertos y científicos para que evalúen la información obtenida por medio de la vigilancia e informen al respecto.

El capítulo 3 del Manual de vigilancia ambiental en la Antártida, del COMNAP y el SCAR, y la sección 11 del informe del SCAR de 1996 contienen explicaciones más detalladas del manejo de datos.

Cabe señalar también que, más adelante, es posible que el Comité para la Protección del Medio Ambiente (CPA) establezca un sistema de informes sobre el estado del medio ambiente a fin de centralizar el manejo de los datos sobre indicadores ambientales clave. Los métodos normalizados de presentación de informes y manejo de datos serán importantes para que los datos recopilados de distintas fuentes sean comparables.

Además, se recomienda aprovechar la pericia del Comité Conjunto sobre Gestión de Datos del Ártico (JCADM - www.jcadm.scar.org) para resolver las necesidades en materia de manejo de datos.

Ejemplo de manejo de datos

El operador turístico Foxtrot ha decidido llevar a cabo un programa de vigilancia ambiental en relación con todos sus viajes de turismo. Establece un sistema de manejo de datos en su página en la Internet. Utilizando una contraseña, su compañía Voyage Leaders puede introducir datos semanalmente.

2.3.4 Preparación y publicación de informes

Se recomienda que los resultados de los programas de vigilancia ambiental en la Antártida se faciliten a otros operadores y científicos que estén interesados a fin de comparar los datos y compartir los conocimientos. Algunas formas de hacerlo podrían ser las siguientes:

- difundir los resultados en publicaciones operacionales y ambientales o en revistas científicas con revisión externa;
- informar al CPA por medio de documentos de información;
- proporcionar información por medio de los informes y la página web del COMNAP (consúltese la base de datos del COMNAP sobre programas ambientales);
- difundir los resultados en la página web de programas nacionales; y
- presentar datos e información al sistema del CPA de informes sobre el estado del medio ambiente.

Ejemplo de informes y publicación

El operador turístico Foxtrot almacena sus datos de gestión ambiental en una página en la Internet. Ha ideado un programa de informática que compila automáticamente un informe mensual y los envía mensualmente a la entidad nacional de reglamentación. El operador turístico también usa los datos para compilar un informe anual que envía a la IAATO. A su vez, la IAATO facilita la información al CPA y la RCTA por medio de su informe anual a las reuniones.

2.3.5 Revisión de programas

Los programas nacionales deberían efectuar revisiones periódicas de los programas de vigilancia propuestos y, como se señaló anteriormente, los resultados de dichas revisiones deberían darse a conocer a los operadores nacionales. Se recomienda que la revisión y la evaluación crítica se centren en cada una de las tres fases de la vigilancia: recopilación de datos, análisis de los datos y utilización de los resultados en las decisiones de gestión.

Recopilación de datos

Se debería examinar el proceso de muestreo a fin de que:

- se dé seguimiento constantemente a la ubicación, la frecuencia, la reproducción y las variables originales del muestreo. Si los costos, las dificultades operacionales, los cambios tecnológicos, etc., están limitando el diseño previsto, se deben efectuar cambios apropiados; y
- la calidad de los datos sea la especificada originalmente.

Una vez iniciado el análisis de los datos, se debería examinar también la recopilación de datos a fin de que el diseño sea adecuado y de que la información recopilada conduzca a la consecución de los objetivos del programa de vigilancia.

Cabe recordar también que podrían necesitarse también cambios en los objetivos y las hipótesis que se sometan a prueba a medida que se adquieran nuevos conocimientos, se inicien actividades nuevas o se produzcan adelantos en la tecnología.

Análisis y uso de los datos

El propósito de la recopilación y el análisis de los datos es proporcionar a los encargados de las decisiones información científica acertada en la cual se puedan basar decisiones de gestión ambiental. Por lo tanto, en la revisión del programa se debería tener en cuenta lo siguiente:

- si los datos y los resultados de la vigilancia están proporcionando a los administradores la información prevista en el diseño original. De lo contrario, hay que hacer ajustes; y
- si el uso de los datos con fines de gestión a conducido a una disminución mensurable del impacto humano.

Mecanismo de revisión

En el caso de los programas de vigilancia en pequeña escala, es probable que la revisión sea efectuada por el responsable ambiental o el supervisor del programa de vigilancia. En el caso de los programas de vigilancia de mayor alcance o duración, lo mejor es que sean objeto de una evaluación y revisión externa, en la cual podrían participar representantes de otros operadores nacionales, a cargo de personas con pericia científica, logística o normativa apropiada.

Otros aspectos que tal vez deban tenerse en cuenta en la revisión de los programas son la asignación y el uso de recursos, los procedimientos para la presentación de informes y las oportunidades para publicar los resultados.

EJEMPLO DE REVISIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA

El programa nacional Golf realiza una revisión bienal del programa de vigilancia de su estación. Como parte de la revisión, descubre que ya no se incineran desechos en la estación, lo cual ha conducido a una disminución de las emisiones y una mejora considerable de la calidad del aire. Tras un examen de su clasificación y priorización de indicadores, determina que las emisiones han dejado de constituir un problema importante y decide dejar de vigilar la calidad del aire puesto que los datos ya no redundan en ningún beneficio para la gestión.

REFERENCIAS

AEON. 1999. “Environmental Monitoring and Environmental Impact Assessment”. Informe de un taller. Disponible en www.comnap.aq.

Comité para la Protección del Medio Ambiente (CPA). 1999. “Lineamientos para la evaluación de impacto ambiental en la Antártida”. Disponible en www.cep.aq.

COMNAP. 1998. “Summary of Environmental Monitoring Activities in Antarctica”. Disponible en la versión archivada y en la versión actualizada en www.comnap.aq.

COMNAP/SCAR. 2000. “Antarctic Environmental Monitoring Handbook”. Disponible en www.comnap.aq.

SCAR/COMNAP. 1996. “Monitoring of Environmental Impacts from Science and Operations in Antarctica”. Informes de talleres. Disponibles en www.comnap.aq.

<http://www.comnap.aq/comnap/comnap.nsf/P/Pages/About.Publications/?Open>

Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (1991). Disponible en www.cep.aq y www.ats.org.ar.

El Directorio Maestro Antártico (AMD) fue establecido en <http://gcmd.nasa.gov/Data/portals/amd/> por el Comité Conjunto sobre Gestión de Datos Antárticos (JCADM) www.jcadm.scar.org para que las naciones del Tratado Antártico coloquen registros de metadatos.

APÉNDICES

Apéndice I: Requisitos en materia de vigilancia establecidos en el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y texto de las Recomendaciones XV-5 y XVII-1

Apéndice I

Requisitos del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (el Protocolo)

Según se mencionó anteriormente, el Protocolo, que entró en vigor en 1998, es el principio básico para determinar los requisitos en materia de vigilancia en la Antártida.

En el artículo 3 (1) del Protocolo se establecen los principios ambientales clave para todas las operaciones en la Antártida y se señala que las consideraciones primordiales de la planificación y la realización de las actividades en la zona del Tratado Antártico serán: “La protección del medio antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, así como el valor intrínseco de la Antártida, incluyendo sus valores de vida silvestre y estéticos y su valor como área para la realización de

investigaciones científicas, en especial las esenciales para la comprensión del medio ambiente global...”

Con estos antecedentes, el artículo 3 del Protocolo señala específicamente la vigilancia como clave para la evaluación del impacto de todas las actividades, del siguiente modo:

Artículo 3 (2)(c):

“Las actividades en el área del Tratado Antártico serán planificadas y realizadas sobre la base de una información suficiente, que permita evaluaciones previas y un juicio razonado sobre su posible impacto en el medio ambiente antártico y en sus ecosistemas dependientes y asociados, así como sobre el valor de la Antártida para la realización de las investigaciones científicas; tales juicios deberán tomar plenamente en cuenta.”

(v) si existe la capacidad de observar los parámetros medioambientales y los elementos del ecosistema que sean claves, de tal manera que sea posible identificar y prevenir con suficiente antelación cualquier efecto perjudicial de la actividad, y la de disponer modificaciones de los procedimientos operativos que sean necesarios a la luz de los resultados de la observación o el mayor conocimiento sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados”;

Artículo 3 (2)(d):

“se llevará a cabo una observación regular y eficaz que permita la evaluación del impacto de las actividades en curso, incluyendo la verificación de los impactos previstos”;

Artículo 3(2)(e):

“se llevará a cabo una observación regular y efectiva para facilitar la detección precoz de los posibles efectos imprevistos de las actividades sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, ya se realicen dentro o fuera del área del Tratado Antártico”.

Además, en el Anexo I al Protocolo se identifica específicamente la observación como un elemento clave en relación con la evaluación de los impactos ambientales de las actividades en la Antártida:

- Con respecto a la preparación de las evaluaciones medioambientales globales (CEE), el artículo 3 (2) (g) del anexo I dispone “la identificación de las medidas, incluyendo programas de observación, que puedan ser adoptadas para minimizar o atenuar los impactos de la actividad propuesta y detectar impactos imprevistos y que podrían, tanto prevenir con suficiente antelación cualquier impacto negativo de la actividad, como facilitar la pronta y eficaz resolución de accidentes”.
- El artículo 5 del anexo I declara:

Se establecerán procedimientos, incluyendo la observación apropiada de los indicadores medioambientales fundamentales, para evaluar y verificar el impacto de cualquier actividad que se lleve a cabo después de la conclusión de una Evaluación Medioambiental Global.

1. Los procedimientos a los que se refiere el párrafo (1) anterior y el Artículo 2 (2) serán diseñados para proveer un registro regular y verificable de los impactos de la actividad, entre otras cosas, con el fin de:
 - a. permitir evaluaciones de la medida en que tales impactos son compatibles con este Protocolo; y

- b. proporcionar información útil para minimizar o atenuar los impactos, y cuando sea apropiado, información sobre la necesidad de suspender, cancelar o modificar la actividad.

Si bien no se determina explícitamente, la vigilancia probablemente sea un medio primordial para cumplir los requisitos adicionales del Protocolo:

Si bien no se determina explícitamente, la vigilancia probablemente sea un medio primordial para cumplir los requisitos adicionales del Protocolo:

- El anexo II contiene disposiciones para la conservación de la fauna y la flora antárticas y el artículo 6 (1) (b) del anexo II indica que las Partes efectuarán arreglos para “la obtención e intercambio de información relativa al estado de los mamíferos, aves, plantas e invertebrados en el área del Tratado Antártico y el grado de protección necesaria para cualquier especie o población”.
- El anexo III contiene disposiciones relativas a la eliminación de desechos y la gestión de residuos y, en relación con la planificación de esta última, el artículo 8 del anexo III dispone que cada parte “preparará, revisará y actualizará anualmente sus planes de tratamiento de residuos, ...especificando...las disposiciones actuales y planificadas para analizar el impacto en el medio ambiente de los residuos y del tratamiento de residuos” (artículo 8 (2) (c)).
- El anexo V incluye disposiciones relacionadas con las zonas antárticas especialmente protegidas y las zonas antárticas especialmente administradas. El artículo 10 (1) (b) del anexo V establece que las partes deben tomar medidas para “obtener e intercambiar información sobre cualquier cambio o daño significativo registrado en cualquier Zona Antártica Especialmente Administrada, cualquier Zona Antártica Especialmente Protegida o cualquier Sitio o Monumento Histórico”.
- Se observa también que las dos funciones primordiales del Comité para la Protección del Medio Ambiente, de conformidad con el artículo 12 del Protocolo, son “proporcionar asesoramiento a (a la RCTA) sobre:
 - el estado del medio ambiente antártico (artículo 12 (1) (j)), y
 - la necesidad de realizar investigaciones científicas, incluyendo la observación medioambiental, relacionadas con la aplicación de este Protocolo (artículo 12 (1) (k))”.

RECOMENDACIÓN XV-5

El impacto de los seres humanos en el medio ambiente antártico y la vigilancia ambiental en la antártida

Los Representantes,

Reconociendo que, debido a su estado relativamente prístino, la Antártida constituye un importante laboratorio natural para obtener información de referencia sobre el medio ambiente antártico y detectar y vigilar algunos de los efectos de las actividades humanas en los medios y ecosistemas mundiales de los cuales dependen el bienestar y la supervivencia de la especie humana;

Reconociendo también que las investigaciones científicas, las actividades de apoyo logístico conexas, el turismo, la exploración y explotación de los recursos naturales y otras actividades humanas en la Antártida podrían tener efectos ambientales locales, regionales o mundiales o comprometer el valor científico de la Antártida;

Recordando la respuesta del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR) a la Recomendación XII-3 y a la Recomendación XIV-2, en las cuales se hace un llamamiento a las Partes Consultivas del Tratado Antártico para que establezcan programas a fin de detectar y vigilar los efectos de las actividades humanas en componentes fundamentales de los ecosistemas antárticos;

Conscientes de que para determinar las relaciones de causa-efecto entre ciertas actividades humanas y los cambios observados en el medio ambiente antártico es necesario conocer las variaciones naturales en el medio ambiente antártico y llevar un registro exacto de aspectos tales como el tipo y la cantidad de combustible utilizado para la calefacción e iluminación de las estaciones antárticas y el uso de aeronaves y vehículos terrestres en la Antártida;

Enterados del programa de seguimiento del ecosistemas que se está desarrollando para facilitar la consecución de los objetivos de la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos;

Deseosos de indicar y poner en marcha los programas de vigilancia a largo plazo basados en la cooperación que sean necesarios para verificar los efectos previstos y detectar y cuantificar los posibles efectos imprevistos de las actividades humanas en el medio ambiente antártico, y

Reconociendo que la formulación y ejecución de programas de vigilancia ambiental en la Antártida integrados, completos y eficaces en función del costo sirven tanto a los fines científicos como a la protección del medio ambiente,

Recomiendan a sus gobiernos lo siguiente:

- 1) Que insten a sus programas antárticos nacionales, de forma individual y colectiva, a continuar y, cuando corresponda, ampliar los programas en la Antártida para detectar y vigilar los cambios en el medio ambiente mundial, incluidos sus efectos en la capa de ozono sobre la Antártida, los efectos en el medio ambiente terrestre, marino y atmosférico de la Antártida y los ecosistemas dependientes y asociados, así como los efectos en los recursos vivos antárticos.
- 2) Que procuren, de forma individual y colectiva, establecer programas de vigilancia ambiental para verificar los efectos previstos y detectar los posibles efectos imprevistos en el medio ambiente antártico y los recursos vivos que podrían tener las actividades en la zona del Tratado Antártico, entre ellas:
 - a) eliminación de desechos;
 - b) contaminación por hidrocarburos u otras sustancias peligrosas o tóxicas;
 - c) construcción y funcionamiento de estaciones, campamentos, buques, aeronaves y otras instalaciones de apoyo logístico conexas;
 - d) ejecución de programas científicos;
 - e) actividades de recreación;
 - f) actividades que afecten a los fines de las zonas protegidas.
- 3) Que tomen las medidas necesarias para llevar un registro exacto de las actividades de sus programas nacionales en la Antártida, incluidos, entre otras cosas, un registro exacto del tipo y la cantidad de combustible y otros materiales transportados y utilizados para apoyar sus

programas nacionales en la Antártida, el tipo y la cantidad de materiales retirados posteriormente de la Antártida y el tipo y la cantidad de materiales desechados en la Antártida por diversos medios, teniendo en cuenta la Recomendación XV-3.

- 4) Que convoquen, de acuerdo con la Recomendación IV-24, una reunión de expertos para considerar los siguientes temas y proporcionar asesoramiento al respecto:
 - a) los tipos de programas de vigilancia a largo plazo basados en la cooperación que serían útiles para detectar, cuantificar, vigilar y determinar las causas probables de cambios observados en la calidad del aire, la nieve y el agua y otras características fundamentales del medio ambiente antártico y los recursos vivos;
 - b) los métodos que deberían utilizarse para recopilar, presentar, almacenar, intercambiar y analizar los datos necesarios; y
 - c) el lugar y la frecuencia de las mediciones de los distintos parámetros ambientales;

Con este fin invitan al SCAR, por medio de sus comités nacionales, a que considere los asuntos antedichos y proporcione asesoramiento al respecto.

- 5) Que intercambien información y establezcan relaciones de trabajo basadas en la cooperación con los organismos especializados de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales que tengan un interés científico o técnico en la Antártida y que participen en la planificación y ejecución de programas de investigaciones científicas conexas y programas de vigilancia ambiental.

RECOMENDACIÓN XVII-1

La vigilancia ambiental y el manejo de datos

Los Representantes,

Recordando las Recomendaciones XV-5, XV-16 y XV-12 y los párrafos 106 a 109 del informe de la XVI RCTA;

Tomando nota del informe y el valioso trabajo de la Primer Reunión de Expertos en Vigilancia Ambiental en la Antártida (XVII ATCM/INFO 9) y la recomendación contenida en dicho informe;

Conscientes de que un mejor manejo de datos puede conducir a una mejora de la calidad de la vigilancia ambiental, las operaciones y las actividades científicas en la Antártida;

Tomando nota asimismo del informe del SCAR y el COMNAP (XVII ATCM/WP005), en el cual se describen las medidas que podrían tomarse para establecer un sistema coordinado de manejo de datos a fin de mejorar la comparabilidad y accesibilidad de los datos científicos y ambientales recopilados por los programas nacionales, tal como se solicita en las Recomendaciones XIII-5 y XV-16 de la RCTA;

Reconociendo que en el acta final del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente se convino en la conveniencia de garantizar una implementación efectiva y temprana y que en el párrafo 69 del informe de la XVI RCTA se exhorta a las Partes Consultivas a que ratifiquen el Protocolo cuanto antes y, entretanto, se esfuercen por aplicar las disposiciones de los anexos de la forma más rápida y completa que sea posible;

Reconociendo asimismo que, para cumplir los requisitos del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, el cual, en los artículos 3.2(d) y 3.2(e) se refiere a una vigilancia regular y efectiva para evaluar los efectos adversos de las actividades humanas, es necesario centrar la vigilancia del impacto ambiental especialmente en los efectos antropógenos a nivel local;

Conscientes de que, una vez establecido, el Comité para la Protección del Medio Ambiente podrá asesorar sobre estas medidas, de conformidad con el mandato que se le asigna en el Protocolo; y

Enterados de que la vigilancia aplicada puede ser costosa y requerir un compromiso a largo plazo y de que la vigilancia ambiental debe ser científicamente defensible, factible y eficaz en función del costo,

Recomiendan a sus gobiernos lo siguiente:

- 1) Que por medio de los comités nacionales del SCAR soliciten al SCAR que considere los siguientes asuntos y proporcione asesoramiento al respecto:
 - i) los tipos de programas a largo plazo que sean necesarios para verificar que las actividades humanas (como el turismo, las actividades científicas u otras actividades) no tengan efectos adversos importantes en las aves, las focas y las plantas; y
 - ii) las normas relativas a emisiones que deban establecerse para que la combustión de combustibles fósiles y la incineración de desechos no contaminen la atmósfera antártica, el hielo y el medio ambiente terrestre, acuático o marino de una forma que comprometa sus valores científicos.
- 2) Que, en calidad de sus representantes en el COMNAP, en consulta con el SCAR, establezcan programas de investigación en un subconjunto representativo de instalaciones en la Antártida a fin de determinar la forma en que los distintos tipos y tamaños de instalaciones en distintos lugares (por ejemplo, estaciones costeras y en el interior situadas en rocas y en la plataforma de hielo) afectan al medio ambiente antártico.
- 3) Que proporcionen una lista de los conjuntos de datos antárticos que sus nacionales estén compilando y archivando y la faciliten a otras Partes, así como al SCAR y al COMNAP, cuanto antes a fin de que sirva de base para la preparación de un Directorio de Datos Antárticos.
- 4) Que establezcan, según corresponda, mecanismos nacionales para obtener el asesoramiento de expertos sobre los tipos de datos y los mecanismos de acceso a los datos que mejor responderían a los requisitos científicos básicos y a los requisitos de la vigilancia ambiental a largo plazo.